



UNICEPLAC
CENTRO UNIVERSITÁRIO

Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – UNICEPLAC
Curso de Medicina Veterinária
Trabalho de Conclusão de Curso

DIFERENÇA GENÉTICA E BENEFÍCIOS DA INGESTÃO DO LEITE A2A2

Gama-DF
2024

LORENA MARIA MAURO VIEIRA

**DIFERENÇA GENÉTICA E BENEFÍCIOS DA INGESTÃO DO
LEITE A2A2**

Artigo apresentado como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Medicina Veterinária pelo Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac.

Orientadora: Prof. (a) Dra. Stefania Márcia de Oliveira Souza

Gama-DF
2024

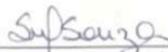
LORENA MARIA MAURO VIEIRA

DIFERENÇA GENÉTICA E BENEFÍCIOS DA INGESTÃO DO LEITE A2A2

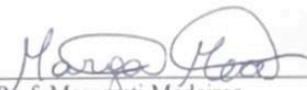
Artigo apresentado como requisito para
conclusão do curso de Bacharelado em Medicina
Veterinária pelo Centro Universitário do Planalto
Central Aparecido dos Santos – Uniceplac.

Gama-DF, 02 de 07 de 2024.

Banca Examinadora



Prof. Stefania Márcia de Oliveira Souza
Orientadora



Prof. Margareti Medeiros
Examinador



Prof. Manuela Rodrigues De Sousa Mello
Examinador

EPÍGRAFE

“Seja forte e corajoso! Não se apavore e nem desanime, pois, o senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

-Josué 1:9

DIFERENÇA GENÉTICA E BENEFÍCIOS DA INGESTÃO DO LEITE A2A2

LORENA MARIA MAURO VIEIRA¹
STEFANIA MÁRCIA DE OLIVEIRA SOUZA²

RESUMO

A cadeia de produção do leite bovino desempenha um papel importante no setor agropecuário no Brasil, já que ocupamos o sexto lugar no ranking mundial de produção de leite, com mais de 35 bilhões de litros produzidos anualmente em nosso território. O progresso tecnológico na área de laticínios, tem-se observado uma transformação nos hábitos de consumo e um aumento na procura por produtos lácteos Premium, que atendam às demandas dos consumidores e agreguem valor ao mercado. O leite é reconhecido como um alimento fundamental para a saúde humana, sendo os produtos lácteos as principais fontes naturais de cálcio, devido à sua elevada biodisponibilidade desse mineral. O leite possui alto teor de proteínas, especialmente a caseína. Devido a uma alteração genética em vacas, a β -caseína A1 presente no leite produz a Beta-casomorfina-7, resultando em problemas de digestão para algumas pessoas. O consumo de leite com a variante A1 é associado a um maior risco de doenças em seres humanos, além de causar desconforto gastrointestinal em indivíduos mais suscetíveis geneticamente. A β -caseína A2 não produz o mesmo composto bioativo durante a digestão, por isso, o leite com maiores quantidades de β -caseína A2 tem menos probabilidade de causar os mesmos problemas. Por esses motivos, o leite com selo A2A2 está se tornando mais popular no mercado e seu valor está em alta. Como resultado, ele possui um preço comercial mais elevado.

Palavras-chave: Leite A2A2, β -caseína A2, β -casomorfina-7, Genótipo

ABSTRACT

The bovine milk production chain plays an important role in the agricultural sector in Brazil, as it ranks sixth in the world ranking of milk production, with more than 35 billion liters produced annually in our territory. of dairy products, there has been a transformation in consumption habits and an increase in the demand for premium dairy products, which meet consumer demands and add value to the market. Milk is recognized as a fundamental food for human health, with dairy products being the main natural sources of calcium, due to their high bioavailability of this mineral. Milk has a high protein content, especially casein. Due to a genetic change in cows, the A1 β -casein present in milk produces Beta-casomorphin-7, resulting in digestion problems for some people. Consumption of milk with the A1 variant is associated with a greater risk of disease in humans, in addition to causing gastrointestinal discomfort in more genetically susceptible individuals. A2 β -casein does not produce the same bioactive compound during digestion, so milk with higher amounts of A2 β -casein is less likely to cause the same problems. For these reasons, milk with the A2A2 seal is becoming more popular on the market and its value is on the rise. As a result, it has a higher commercial price

Keywords: Milk A2A2, β -casein A2, beta-casomorphin-7, genotype

¹Graduando do Curso Medicina Veterinária, do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac. E-mail: lorenaveira904@gmail.com

²Docente do Curso de Medicina Veterinária, do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac. E-mail: stefsouza77@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite bovino é de grande relevância no agronegócio Brasileiro, por sermos o sexto maior produtor mundial de leite, com produção superior a 35 bilhões de litros de leite produzidos anualmente em nosso país (IBGE,2024). O leite da vaca é o mais consumido no mundo e no Brasil (BARBOSA *et al.*,2019, os avanços tecnológicos na indústria leiteira, vem provocando mudanças nos padrões de consumo e uma demanda gradativa em produtos lácteos de alta qualidade, agregando valor e atendendo as exigências do consumidor (VANOT, 2024).

Por ser considerado o leite um alimento essencial para a saúde humana, os lácteos são as melhores fontes naturais de cálcio, pois contém uma alta biodisponibilidade desse mineral. Tendo em vista que, grande parte do cálcio consumido é absorvido, pois muitos alimentos como verduras verde-escura contém substâncias como os taninos e fitatos que conseqüentemente reduzem a absorção do cálcio, sendo assim o leite um alimento supremo na dieta de muitas pessoas (COIMMA, 2023).

Em virtude de seus constituintes nutricionais presentes em sua composição tais como lipídios, proteínas, e de minerais como magnésio, cálcio e vitaminas B12 e B5,o leite é um alimento que atende bem às exigências do corpo humano (MUNIZ *et al.*, 2013).

As proteínas que constituem o leite da vaca são divididas em proteínas do soro do leite, e as caseínas que são subdivididas em grupos variados. Aproximadamente 80% das proteínas que compõem o leite são determinados pelas caseínas, que se subdividem por quatro frações, sendo elas; α_1 , α_2 , β e κ -caseínas. As betas caseínas são subdivididas em 13 variantes sendo elas: A1,A2,A3,A4,B,C,D,E,F,H1,H2,I,G.As variantes beta-caseína A1 e beta-caseína A2 são mais comumente encontradas em raças de vacas leiteiras (ALFONSO *et al.*, 2019). Estudos estão sendo realizados e demonstram que a ingestão de leite contendo a proteína A1 podem causar malefícios aos consumidores devido a presença da Beta-casomorfina 7 (PEREIRA, 2018).

Conforme a literatura, todos os machos do rebanho bovino produzem a variante beta-caseína A2 (PAL, 2015), mas devido a mutação genética os animais

passaram a produzir beta-caseína A1. Vale ressaltar que a ocorrência dessa mutação genética transversal ocorreu entre 5.000 e 10.000 anos atrás, em rebanhos taurinos na Europa (BROOKE- TAYLORS, 2017). O tipo de beta-caseína que o bovino irá produzir depende dos alelos que são herdados pela vaca (CHAUDHARY *et al.*, 2018), entre os quais a designação do leite A1 e A2 se inclui pela presença de CSN2 A1 ou a miscigenação de CSN2 A1 e CSN2 A2, e unicamente CSN2 A2 (BARBOSA *et al.*, 2019).

O leite A2 exhibe aspectos positivos na produção láctea, como alteração na produção do leite, agregando valor no custo da produção leiteira. Além do mais é considerado mais benéfico que o leite A1 no bem-estar humano (BRUNELLI *et al.*, 2019).

Neste contexto o objetivo deste estudo é apresentar uma revisão bibliográfica sobre as diferenças genóticas para as variantes A1 e A2 de bovino, o atual cenário da bovinocultura leiteira com os desafios na pecuária leiteira no ano de 2024 e os benefícios da ingestão do leite A2A2.

2. REVISÃO DE LITERATURA

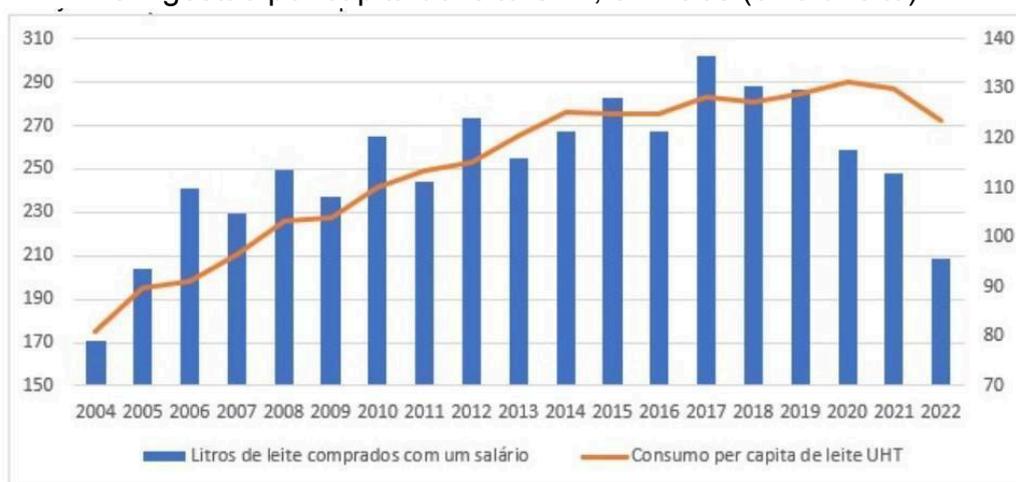
2.1. Parâmetros na produção leiteira no Brasil

O leite bovino é o leite mais consumido mundialmente, fornecendo 83% entre todas as espécies da produção de leite no mundo, seguindo por búfalas com 14%, cabras com 2%, ovelhas com 1% e fêmeas de camelo com 0,3% (FAO,2022). Segundo MilkPoint Ventures o leite produzido diariamente é de 2,9 milhões de litros. Entre os estados brasileiros, São Paulo lidera a aquisição de leite nacional, seguido de Paraná e Minas Gerais (MILKPOINT,2023).

Nacionalmente a média do consumo dos produtos lácteos, independentemente da condição socioeconômica, é de 43,7 kg per capita, sendo que deste total, 88% do consumo é de leite, sendo este derivado lácteo considerado o mais consumido. A quantidade de iogurte e de queijo é semelhante, com cerca de 2 quilogramas per capita por ano. A ingestão do leite fermentado, vem em menor escala, com peso de 718g, e o consumo de manteiga vem baixo, sendo somente de 272g por ano (ZOCCAL,2013).

Em 2022 a média de consumo de leite UHT por habitante no Brasil chegou a 123,5 litros, apresentando uma queda em relação a 2021, porém um aumento de 52,7% se comparado a 2004. Foi o ano com o menor índice de consumo desde 2013 (CANAL DO LEITE, 2023). O gráfico 1 mostra o quantitativo de leite adquirido com um salário mínimo e o consumo de leite UHT per capita entre os anos de 2004 e 2022 no Brasil.

Gráfico 01. Volume de leite adquirido com um salário mínimo (eixo esquerdo) e ingestão per capita de leite UHT, em litros (eixo direito).



Fonte: USDA e Scot Consultoria

Fonte: USDA e Scot Consultoria

Há alguns anos, o volume lácteo produzido no Brasil chegou a 35 bilhões de litros anualmente, e a previsão do crescimento do PIB em 2023, estava previsto para cerca de 0,5%, mas acabou sendo superada a marca dos 3% (EMBRAPA, 2024). De acordo com a Revista Leite Integral, o profissional Timotheo Silveira *Superintendente da Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (ABCBRH)*, abrange as expectativas da pecuária leiteira em 2024:

“O que aprendemos em 2023 com a flutuação de preços e as influências externas proporcionou valiosas lições ao mercado. Acredito que as perspectivas para o futuro estão centradas no avanço sustentável da pecuária leiteira, com foco primordial na adoção de tecnologias inovadoras que impulsionam a eficiência, a sustentabilidade e a excelência na gestão interna. A questão crucial da mão de obra no campo será abordada por meio de iniciativas voltadas para a criação de condições atrativas, visando à retenção de profissionais qualificados. O aprimoramento genético, com ênfase em raças especializadas, ocupará posição central, buscando

maximizar a produtividade e reduzir os custos. Simultaneamente, ganhará importância a comunicação transparente e eficaz com os consumidores. O compromisso com práticas ambientalmente responsáveis e com o bem-estar animal estabelecerá conexão mais estreita entre a produção leiteira e as expectativas da sociedade.” (SILVEIRA,2024)

A preocupação com o bem-estar dos animais na cadeia de produção também é um ponto relevante a ser considerado, visto que a valorização da responsabilidade social e de produtos ecologicamente corretos está em ascensão (SIQUEIRA, 2019).

2.2. Composição do leite

De acordo com o decreto Nº 10468 de 2020, descrito pelo artigo 475, entende-se por leite sem outra especificação o “produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas” (RIISPOA, 2020).

A composição do leite varia dependendo da espécie e raça do animal (quadro 1 e 2) (PENNA,2009).Fatores como o manejo alimentar, estágio de lactação,idade do animal, condições climáticas e assim como as raças podem alterar na composição do leite (VARGAS *et al.*, 2019).

O componente fundamental do leite é a água, contendo 87,3% (BURLINGAME, 2013). Ademais, o leite é fonte de proteína (3,3 – 3,5%), gordura (3,5 3,8%), minerais(0,7%) lactose(4,9%), contendo minerais como vitaminas, cálcio e fósforo. O quadro 01 a seguir indica algumas espécies que obtém a composição média do leite:

Quadro 01- Percentual dos componentes do leite de diferentes espécies de animais.

<i>Componentes</i>	<i>Humano</i>	<i>Vaca</i>	<i>Égua</i>	<i>Cabra</i>	<i>Mula</i>	<i>Ovelha</i>	<i>Coelha</i>	<i>Búfala</i>
Proteínas	1,4	3,5	1,8	4.0	1,6	5,3	11,5	5,3
Gordura	3,5	3,5	1,2	4,3	1,3	6,9	12,9	8,0
Lactose	6,5	4,7	6,9	4,7	6,5	5,2	1,9	4,9
Sais Minerais	0,25	0,8	0,3	0,8	0,5	0,9	2,4	0,7

Sólidos Totais	11,7	2,5	10,2	13,8	9,9	17,3	28,7	19,9
-----------------------	------	-----	------	------	-----	------	------	------

Fonte: Adaptado de Penna (2009).

O principal carboidrato presente no leite é a lactose, composto pela molécula de glicose e galactose, formando um dissacarídeo (BURLINGAME, 2013; STANTON *et al.*, 2013). Seu aglomerado molecular sofre alteração de acordo com o alimento fornecido aos animais, isto é, em maior tempo de vacas lactantes, ocasionará uma diminuição da quantidade de lactose presente no leite (PENNA, 2009). O papel fundamental da lactose na biologia é promover energia para o neonato, além de oferecer um sabor doce. Essa substância está presente somente no leite e é formada por dois monossacarídeos: D-glicose e D-galactose, juntos em uma ligação β -1,4-glicosídica, sendo assim, a galactose é produzida a partir da própria glicose (FASSIO *et al.*, 2018).

Quadro 02 - Percentual de composição do leite de diferentes raças bovinas.

Raças	Proteínas	Gordura	Lactose	Sólidos totais
Holandes*	3,3	3,5	4,7	12,2
Guernsey*	3,7	4,7	4,7	14,4
Prado suíça**	3,6	4,0	5,0	13,3
Holandes**	3,1	3,5	4,9	12,2
Jersey**	3,9	5,5	4,9	15

Fonte: Elaborada pelo autor. * Penna (2009). ** Ordóñez *et al.* (2005).

A gordura no leite possui diferentes quantidades, devido à variedade de síntese influenciada por fatores genéticos, nutricionais e fisiológicos. Sua principal função é fornecer energia para os recém-nascidos, além de ser uma fonte de ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis. A gordura do leite é composta principalmente por triglicerídeos e outros lipídios, como fosfolipídios e colesterol (SANTOS *et al.*, 2019).

Os ácidos graxos têm categorias baseadas no tamanho da cadeia de carbono: AGCC (ácidos graxos de cadeia curta) com menos de 6 carbonos; AGCM (ácidos graxos de cadeia média) com 6 a 10 carbonos; e AGCF (ácidos graxos de

cadeia longa) com 12 carbonos ou mais (PAVONCELLO *et al.*, 2022). São categorizados conforme a presença de ligações em ácidos graxos saturados, sendo os que possuem apenas ligações simples em sua composição, e ácidos graxos insaturados, que apresentam uma ou mais duplas ligações em sua estrutura, (SANTOS *et al.*, 2013).

A proteína é composta por uma cadeia de aminoácidos e está presente em diversos alimentos e também no leite (NORI *et al.*, 2009). As proteínas presentes no leite desempenham um papel fundamental na nutrição do recém-nascido, fornecendo aminoácidos essenciais, cálcio, fósforo e proteção imunológica. Essas proteínas podem ser divididas em duas categorias principais como as caseínas e proteínas do soro. A caseína é a porção das proteínas presentes no leite que forma coágulos em $\text{pH} < 4,6$; ao mesmo tempo que, todas as outras proteínas que permanecem solúveis e não se coagulam formam as proteínas do soro. Além do mais, a caseína é uma fosfoproteína sintetizada nas células epiteliais da glândula mamária e liberada em forma de aglomerados de caseína, que se ligam a íons de fosfato de cálcio, e são encontrados em 4 principais variantes genéticas: α_1 , α_2 , β e κ - caseínas. A caseína é bastante estável em elevadas temperaturas, pois não é coagulada pela pasteurização, porém, quando ocorre acidificação do leite, acontece a desnaturação e coagulação das micelas de caseína (SANTOS *et al.*, 2019).

As caseínas desempenham um papel crucial no transporte de minerais no organismo, sendo que a concentração de beta-caseína em 200 ml de leite é de 1,86g. De modo que, os aminoácidos que estão no leite são essenciais para o ser humano (SBAN, 2015).

2.3 Polimorfismo genético entre as variantes A1 e A2

Na busca de compreender a origem dos polimorfismos A1A2 e A2A2, iniciaram-se os primeiros estudos na década de 1990 na Nova Zelândia (BARBOSA *et al.*, 2019). Vale ressaltar que, a β -caseína A2 é assinalado como uma variante ancestral, assim como a β -caseína A1, que emergiu contemporaneamente devido a uma mutação genética (DANTAS *et al.*, 2023).

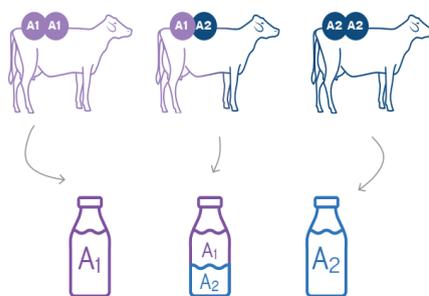
São identificadas 13 variantes da β -caseína (CSN): A1, A2, A3, A4, B, C, D, E, F, H1, H2, I, G. Entre elas, as variantes mais frequentemente encontradas são

CSN-1 e CSN-2, que correspondem, respectivamente, às variantes A1 e A2 (LIMA, 2015).

Atualmente, foi constatado um acréscimo relevante em leite e produtos lácteos denominados como A2. Os bovinos são considerados como A2A2 quando contém a presença da proteína β -caseína bovina da variante A2. No mercado brasileiro o leite mais comumente encontrado é formado pela proteína β -caseína com a variante genética A1 ou A1 e A2 (COSTA JUNIO, 2023).

Na figura 1, é apresentada de maneira ilustrativa as classificações do leite adquirido de animais com variações genéticas distintas.

Figura 01- Relação entre o DNA do animal e o tipo de leite produzido.



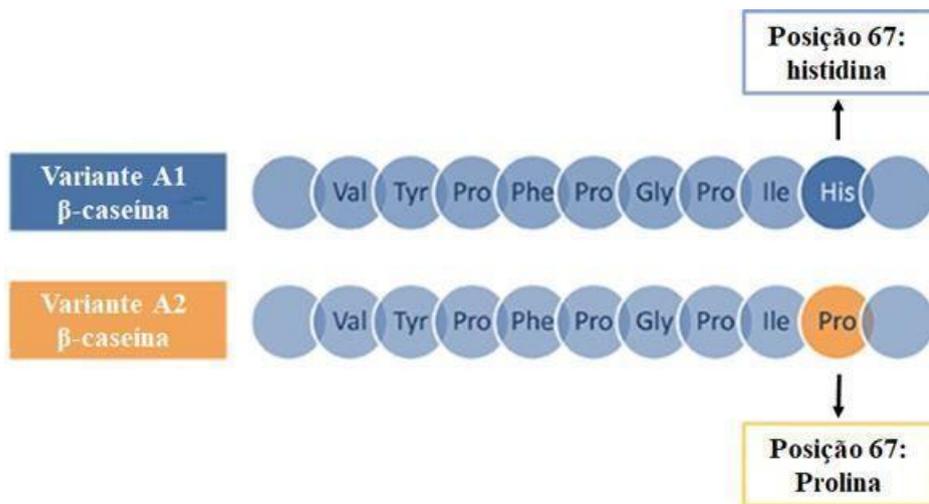
Fonte: Leite integral (2019).

Nas indústrias brasileiras, os pesquisadores e produtores estão ampliando explorações para esclarecer melhor os efeitos da beta-caseína A1, utilizando programas de seleção genética para animais que contém o alelo A2. O produto comercializado é recomendado para pessoas que possuem desconforto abdominal após a ingestão do leite A1 (GUISSO *et al.*, 2020).

A presença do polimorfismo nas proteínas pode ser fundamental para designar a formação de peptídeos bioativos. Um exemplo desse fator é a substituição do nucleotídeo citosina por nucleotídeo adenina, o que gera um polimorfismo existente entre a β -caseína A1 e A2, no qual a prolina na posição 67 em A1 é modificada pela histidina na mesma proteína em A2 (NORI *et al.*, 2009).

Conforme demonstrado na figura 02, no período que ocorre o reconhecimento entre as enzimas digestivas e a molécula, ocorre uma fragmentação da β -caseína A1 na posição 67 que libera o peptídeo BCM-7. Logo a ação da prolina inibe a hidrólise da ligação dos peptídeos, impossibilitando a produção do mesmo.

FIGURA 02- Diferença entre as variantes A1 e A2 nos fragmentos da cadeia β -caseína.



Fonte: Milkpoint (2022).

Embora haja uma pequena diferença nas estruturas, essas diferentes formas de β -caseína são metabolizadas de maneiras distintas, devido à sequência de aminoácidos na cadeia peptídica, o que pode resultar na produção de peptídeos bioativos (KAMINSKI *et al.*, 2007). Portanto, a quebra enzimática no sistema digestivo acontece de maneira em que a histidina contribui para a liberação do peptídeo opioide β -casomorfina-7 (BCM-7) (SADER, 2017).

A ativação dos receptores γ -opioides atuam no sistema nervoso central e em órgãos periféricos, resultando na redução da movimentação e intensidade das contrações intestinais, favorecendo a absorção de água, inibindo a produção gástrica, estimulando a contração da vesícula biliar e interferindo na secreção de muco intestinal. Na situação da β -caseína A2, a existência de prolina dificulta a quebra entre os resíduos 66a e 67a, bloqueando a produção de beta-casomorfina 7 e promovendo as beta-casomorfina 9 (BARNETT *et al.*, 2014).

2.4 Benefícios x malefícios da variante β -caseína A1 e A2

As variantes β -caseína A1 e A2 têm gerado um grande alerta aos consumidores em relação à saúde humana (JIANQIN *et al.*, 2015). Muitos sintomas associados à ingestão do leite que contém a β -caseína A1 estão relacionados com a intolerância à lactose, um transtorno que afeta uma grande parte da população (SUN *et al.*, 2016).

Conforme He *et al.* (2017) uma pesquisa comparou os efeitos gastrointestinais provocados pela ingestão do leite A1 *versus* leite A2, certificando-se, pessoas que apresentava manifestações clínicas como inchaços e dores abdominais, flatulência e frequência das fezes. Este estudo confirmou que nos indivíduos que ingeriram o leite A2A2, os sintomas foram menos intensos em comparação àqueles que consumiram o leite A1.

Apesar da diferença entre as variantes A1 e A2 se resumir a uma pequena mudança molecular em um dos 209 segmentos de constituição das proteínas, essa alteração é suficiente para causar efeitos metabólicos únicos e impactar de forma significativa no funcionamento do sistema digestivo nos seres humanos. O leite certificado como A2A2, um produto inovador, tem ganhado destaque no cenário nacional, devido à sua melhor digestibilidade e ausência de associação com o desenvolvimento de alergias à proteína do leite, o que o diferencia de leites que contém a variante A1 (FERREIRA, 2020).

Os fabricantes de laticínios em escala global estão sendo incentivados a fabricar leite A2A2 e seus produtos derivados, a fim de suprir a crescente procura dos clientes (MILAN *et al.*, 2020). A fabricação de leite A2A2 oferece uma chance de maior valor agregado em relação ao leite tradicional, criando uma alternativa para aumentar a rentabilidade na produção de leite. No Brasil, a pesquisa sobre a frequência da presença dos genes relacionados à β -caseína ainda é bastante limitada, requerendo pesquisas mais aprofundadas (EMBRAPA, 2017).

Com o intuito de melhorar e valorizar o leite e seus derivados, a análise genética dos reprodutores e a escolha pelo alelo A2 trazem vantagens tanto para os criadores quanto para o aumento da quantidade de proteínas e leite. Ademais, a diminuição progressiva da presença do alelo A1 da proteína torna o consumo mais benéfico para indivíduos com alergia a esse alelo, em comparação com dietas completamente livres de caseína. Essa estratégia sugere a chance de oferecer um novo elemento nutricional para a excelência do leite (SILVA, 2020)

2.5 Legislação e certificação referente a produção do leite A2

As regulamentações referentes à etiquetagem de alimentos prontos para consumo englobam diversas informações e orientações direcionadas às empresas do ramo alimentício, com o objetivo de disponibilizar ao consumidor de maneira clara

detalhes sobre as propriedades dos alimentos em sua alimentação (BRASIL, 2019). A partir de 2019, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), conforme o documento 679/2019, autorizou os criadores de gado leiteiro A2A2 a utilizar a denominação 'leite de vacas A2A2', garantindo a procedência do leite no território brasileiro.

Além disso, no ano de 2021, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) emitiu a Resolução nº 4.769, datada de 22 de dezembro, que veta a publicidade do item "Leite proveniente de vacas com genótipo A2A2". A decisão foi tomada após a identificação de práticas publicitárias irregulares na web relacionadas ao referido produto. Dessa maneira, a certificação de propriedade funcional concedida para esse alimento pela Anvisa é a seguinte: "*O leite proveniente de vacas com genótipo A2A2 não gera BCM-7 (beta-casomorfina-7), que pode ocasionar desconforto digestivo*", sem qualquer associação com alergias alimentares ou outras questões relacionadas à saúde (BRASIL, 2021).

O selo de certificação (figura 03) implementado em 2019 pelo Movimento Mais Leite, estabelece uma série de diretrizes para distinguir a produção, fiscalização de fazendas e laticínios, e rastreabilidade, como: brincos aprovados; separação de lotes e ordenha; reservatórios exclusivos para armazenamento, assim como suas válvulas e conexões, prevenindo a mistura de leite de vacas não genotipadas; protocolos de higienização das instalações, equipamentos e utensílios. (CNA SENAR, 2023)

Figura 03- Selo de vacas A2A2



Fonte: CNA SENAR (2023)

3. Considerações finais

O leite A2A2 tem se destacado como uma opção para suplementação nutricional através da alimentação com produtos de origem animal, seja através do leite ordenhado ou de seus subprodutos. Além disso, é uma escolha viável para pessoas que têm restrições ao consumo de leite (exceto a intolerância à lactose). A ligação entre o consumo de leite de vacas com genótipo A2A2 é mais saudável devido à redução de reações alérgicas e inflamatórias causadas pela quebra da beta-caseína A1 (BCM-7).

É fundamental levar em conta que o alimento precisa ser analisado juntamente com a dieta e hábitos de vida da pessoa, pois isso irá influenciar na reação do corpo após a ingestão do leite, seja de forma benéfica ou prejudicial.

Existe um mercado muito promissor para investir em estudos e aprimoramento nos rebanhos, visando reduzir a ocorrência do alelo A1 e também aumentar o valor agregado do produto, caso seja confirmada a sua genotipagem como A2. Logo, o país possui uma riqueza genética para produção de leite A2, visto que as raças têm uma alta frequência alélica para o gene da beta-caseína A2.

4. REFERÊNCIAS

ALFONSO, L. *et al.* Conversión de las exploraciones de vacuno de leche a la producción de leche A2 ante una posible demanda del mercado: posibilidades e implicaciones. **Informação Técnica Económica Agraria**, Pamplona, v. 20, p. 1-21, 2019.

ABRALEITE. ABRALEITE consegue regulamentar o A2A2. Brasília: **ABRALEITE**, 2019. Disponível em: <https://www.abraleite.org.br/2019/10/01/abr-aleite-c-onsegue-regulamentar-o-a2a2/>. Acesso em: 10 abr 2024

BARBOSA, Marina Gomes *et al.* Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório. **Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas**, v. 26, p. acesso em 10 mar. 2024

BARNETT, M.P *et al.* Dietary A1 β -casein affects gastrointestinal transit time, dipeptidyl peptidase-4 activity, and inflammatory status relative to A2 β -casein in Wistar rats. Int. **Journal of Dairy Science, Nutrients**, v. 65, p. 720–727, 2014.
BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 62, de 29 de dezembro de 2011. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. [s.l.], 30 dez. 2019. Seção 1, 24

BEBA MAIS LEITE. **Tudo o que você precisa saber sobre o leite A2**. Campo Grande: SEMAGRO, 2019. Disponível em: <http://www.semagro.ms.gov.br/wp->

content/uploads/2019/08/Tudo-sobre-Leite-A2.pdf. Acesso em: 8 mai 2024.

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 62, de 29 de dezembro de 2011. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. [s.l.], 30 dez. 2019. Seção 1, 24p.

BROOKE-TAYLOR, S.; DWYER, K.; WOODFORD, K.; KOST, N. Systematic review of the gastrointestinal effects of A1 compared with A2 β -Casein. **Advances in Nutrition**, Bethesda, v. 8, n. 5, p. 739-748, 2017.

BRUNELLI, Frank Angelo Tomita *et al.* **Programa nacional de melhoramento do Guzerá para leite**: teste de progênie. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019.

CANAL DO LEITE. A produção mundial e brasileira cresce pouco. **Canal do Leite, 2024**. Disponível em:
<https://canaldoleite.com/noticias/producao-mundial-e-brasileira-cresce-pouco/>.
Acesso em 10 mai. 2024

CHAUDHARY, Vandana *et al.* A1/A2 milk. **The Dairy Ice Cream & Bakery Foods**, Maharashtra, v. 1, n. 2, p. 2-3, 2018.

CNA SENAR. Protocolo vacas A2A2. **CNA SENAR**. Disponível em:
<https://cnabrasil.org.br/protocolo-vacas-a2a2-2>. Acesso em 6 mai 2024

COIMMA. Leite a2a2: tudo que voce precisa saber. **COIMMA**. Disponível em:
<https://www.coimma.com.br/blog/post/leite-a2a2-tudo-o-que-voce-precisa-saber>.
acesso em 27 abril.2024

COSTA JÚNIOR, G. C. L. **Química e Tecnologia do Leite e Derivados**. 1a ed. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2023.

DA CUNHA, M. E. T. *et al.* Intolerância à lactose e alternativas tecnológicas. **Journal of Health Sciences**, v. 10, n. 2, 2008.

EMBRAPA. Cadeia produtiva do leite vê cenário desafiador em 2024. **Embrapa**. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/86780410/cadeia-produtiva-do-let-e-ve-cenario-desafiador-em-2024> acesso em 08 abri 2024.

FAO e IDF. Guia de boas práticas na pecuária de leite. **Produção e Saúde Animal Diretrizes**. 2022

FORBES. Quem são os 10 maiores produtores de leite do Brasil. **FORBES**. Disponível em:
<https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/especialistas-respondem-quais-ser-ao-pautas-da-pecuaria-leiteira-em-2024>. acesso em 02 jun 2024.

GANGULY, Indrajit *et al.* Beta-casein (CSN2) polymorphism in Ongole (Indian Zebu) and Frieswal (HF X Sahiwal crossbred) cattle. **Indian Journal of Biotechnology**, Meerut, v. 12, p. acesso em : 08 mar 2024

HE, M.; *et al.* Effects of Cow's Milk Beta-Casein Variants on Symptoms of Milk Intolerance in Chinese Adults: A Multicentre, Randomised Controlled Study. **Nutrition Journal**, v. 16, n. 1, p. 72, 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Trimestral de leite**. 2020. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html>> Acesso em: 15 mai. de 2024.

IBGE. **Indicadores IBGE**: estatística da produção pecuária. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Disponível em:

https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2021/abat-e-leite-couro-ovos_202102caderno.pdf. Acesso em: 10 out. 2022.

JIANQIN, S.; LEIMING, X.; LU, X.; YELLAND, G.W.; NI, J.; CLARKE, A. J. Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk. **Nutrition Journal**, London, v. 15, p. 35, 2016.

KAMIŃSKI, S.; CIEŚLIŃSKA, A.; KOSTYRA, E. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. **Journal of Applied Genetics**, Cheshire, 2007, v. 48, n. 3, p. 189-198. Leia mais em:

<https://forbes.com.br/forbesagro/2023/03/quem-sao-os-10-maiores-produtores-de-leite-do-brasil/>

<https://forbes.com.br/forbesagro/2023/03/quem-sao-os-10-maiores-produtores-de-leite-do-brasil/> acesso em 01 jun 2024

LIMA, A. C. J.; LARA, M. A. C. Polimorfismo do gene β -caseína em bovinos. **Actas Ibero-americanas de Conservação Animal AICA**, v. 6, p. 280-285, 2024.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. MAPA DO LEITE: Políticas Públicas e Privadas para o Leite. Produção Animal. Mapa do Leite - Ministério da Agricultura e Pecuária, 2023.

MILKPOINT. **Demanda do consumidor estimula produção do leite tipo A2**.

MilkPoint, 2021a. Disponível em:

<<https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro->

MILKPOINT. **Produtos lácteos A2: benefícios à saúde e mercado**. MilkPoint, 2023b. Disponível em:

<<https://www.milkpoint.com.br/colunas/ppgctldufjf/produtos-lacteos-a2-beneficios-a-saude-e-mercado-235244/>>. Acesso em: 22 mai. 2024.

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.

NORI, Ivano *et al.* European FOOD SAFETY AUTHORITY – EFSA. Review of the potential health impact on B casomorphins and related peptides. **Scientific Report**

of EFSA. 2009. p. 1-107.
noticias/demanda-do-consumidor-estimula-produção-do-leite-tipo-a2-227415/>.
Acesso em: 10 out. 2023.

PAL, S.; WOODFORD, K.KUKULKAN, S.; HO, S. Milk intolerance, beta-casein and lactose. **Nutrients**, Basel, v. 7, n. 9, p. 7285-7297, 2015.

PENNA, A. L. B.; ALMEIDA, K. E.; OLIVEIRA, M. N. Soro de leite: importância biológica, comercial e industrial - principais produtos. In: OLIVEIRA, M. N. **Tecnologia de produtos lácteos funcionais**. São Paulo: Atheneu, 2009. p. 251-276.

PEREIRA, Tuane Capella. Identificação dos alelos A1 e A2 para o gene da beta-caseína na raça Crioula Lageana. 42p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: [https://core.ac.uk/download/pdf/161522616.pdf/](https://core.ac.uk/download/pdf/161522616.pdf) Acesso em 23 mai 2024.

SANTOS, M.V.S; FONSECA, L.F. Síntese e composição do leite. in: Controle da mastite e qualidade do leite: desafios e soluções, p.20-33.

SILVA, C. G. Características dos diferentes tipos de leite com ênfase na proteína beta-caseína de alelo A2 para o consumo de indivíduos alérgicos ao leite e seus derivados. Faculdade de Tecnologia de Mococa., TCC, 2020. Disponível em: <<https://congresso.fatecmococa.edu.br/index.php/congresso/article/view/20/29>> Acesso em: 20 mai. 2024

SILVEIRA, Maurício Coelho. Especialistas respondem quais serão as pautas da pecuária leiteira em 2024. **Leite integral** .Disponível em:

SIQUEIRA, Kenya B. Consumo de leite e seus derivados no Brasil. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Anuário do Leite 2019. Embrapa Gado de Leite, p. 24-25, Disponível em: embrapa.br/gado-de-leite. Acesso em 27 abr 2024.

SBAN. A importância do consumo de leite no atual cenário nutricional brasileiro. **Sociedade brasileira de alimentação e nutrição**. 1 ED. 2015. PG 27

SUN, Zhongjie *et al.* Relation of beta caseomorphin to apnea in sudden infant death syndrome. **Peptides**. v. 24, p. 937-943, 2003.

VANOT, R. As previsões do leite em 2024: tendências que formarão o mercado de laticínio. **Grupo Prime Milk** ,2024. Disponível em : <https://primemilk.com.br/previsoes-do-leite-em-2024/> .acesso em 08 mai. 2024.

VARGAS, Diego Prado de *et al.* Qualidade físico-química e microbiológica do leite bovino em diferentes sistemas de produção e estações do ano. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 20, p. 1-11, 2019.

VASCONCELOS. Balança comercial de lácteos: 2024 inicia com importações em patamar ainda mais alto. MILKPOINT. Disponível em:

<https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/panorama-mercado/balanca-comercial-de-lacteos-2024-inicia-com-importacoes-em-patamar-ainda-alto-236160/> acesso em 28 mai 2024

ZOCCAL, R. Consumo de leite e derivados no Brasil. Embrapa. Boletim CB Leite, v. 7, n. 17, p. 11-14, 2013.

ZOCCAL. Consumo de leite e derivados no Brasil. **EMBRAPA**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/960134/1/Consumo-de-leite-e-derivados-no-Brasil.pdf> acesso em 04 jun 2024

AGRADECIMENTOS

Deixo meu agradecimento a Deus em primeiro lugar, pela existência e por ter me colocado na família em que nasci, além de ter me dado forças nos momentos em que mais precisei, especialmente quando decidi seguir meu sonho de estudar Medicina Veterinária.

Aos meus pais, Sandra Maria e Tobias Gonçalves, pela dedicação, orientação e apoio. Por entenderem minha ausência e ainda assim me incentivarem de maneira incansável. Agradeço por não permitirem que eu desistisse!

Agradeço a Klayton Mathias por ser minha fonte de inspiração, por confiar em minha capacidade e por sempre estar ao meu lado, incentivando-me a evoluir tanto pessoalmente quanto profissionalmente.

À minha família e aos meus amigos, em especial aqueles que conheci ao longo da faculdade: Leila Cardoso e Giovania De Jesus, por comemorarem comigo a cada realização e tornarem essa jornada mais suave.

À minha orientadora, Professora Doutora Stefânia Marcia de Oliveira Sousa, pela sua orientação, confiança e habilidade em se dedicar ao ensino. Da mesma forma, agradeço a todos os professores que tive ao longo da minha vida, desde o ensino fundamental até o ensino universitário.

O Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos –UNICEPLAC, que tive a oportunidade de realizar um sonho, de me descobrir e de definir quem sou e quem desejo me tornar, através da excelente decisão de cursar Medicina Veterinária.

E para mim, que ao longo de toda a minha jornada acadêmica, mantive minha persistência diante dos desafios e não desanimei.