



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA INDUSTRIAL**

BEATRIZ SANTANA DA SILVA

**LEITE A2A2 E INOVAÇÕES NO MERCADO DE DERIVADOS LÁCTEOS: UMA
REVISÃO DA LITERATURA.**

RECIFE

2024

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA INDUSTRIAL**

BEATRIZ SANTANA DA SILVA

**LEITE A2A2 E INOVAÇÕES NO MERCADO DE DERIVADOS LÁCTEOS: UMA
REVISÃO DA LITERATURA.**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Química Industrial do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Orientador(a): Prof. Dra. Mércia Aurélia Gonçalves Leite.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Beatriz.

Leite A2A2 e inovações no mercado de derivados lácteos: uma revisão da literatura. / Beatriz Silva. - Recife, 2024.

55 p. : il., tab.

Orientador(a): Mércia Leite

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Química Industrial - Bacharelado, 2024.

Inclui referências.

1. Beta-caseína A2. 2. Beta-casomorfina 7. 3. Cadeia láctea A2. 4. Indústria de Laticínios. I. Leite, Mércia. (Orientação). II. Título.

540 CDD (22.ed.)

BEATRIZ SANTANA DA SILVA

**LEITE A2A2 E INOVAÇÕES NO MERCADO DE DERIVADOS LÁCTEOS: UMA
REVISÃO DA LITERATURA.**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado
à coordenação do curso de Química Industrial
da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Química Industrial.

Aprovado em: 10/10/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dra. Mércia Aurélia Gonçalves Leite (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dra. Maria de Los Angeles Perez Fernandez Palha
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dra. Sara Horacio de Oliveira Maciel
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que é a minha força, sempre guiou os meus passos e criou oportunidades para que eu pudesse ter experiências profissionais ao longo dessa trajetória, conduzindo-me em todas as dificuldades. Ainda que eu achasse determinadas coisas impossíveis, Ele mostrou ser possível.

Aos meus amados pais, Marcílio e Gizelia, que constituem minha base e meu alicerce, sendo grandes motivadores nos meus estudos. À minha irmã Marília. Obrigada por todo incentivo, suporte, compreensão, carinho e amor durante não apenas ao tempo de graduação, mas toda a minha vida.

A toda minha família, constituída pela avó Zita, tias e tios. Toda ajuda que obtive nos meus estudos foram essenciais pra ter chegado até aqui.

Ao meu companheiro, Dr. Victor Portela, que esteve presente nos momentos mais importantes me dando conselhos, ajuda, amor, carinho e cuidado comigo. Estamos felizes por esse momento.

Ao meu querido mini formando, Luca. Ele é de quatro patas, mas sempre me assistiu estudar desde o ensino médio, também está se formando. Obrigada pelo seu amor puro e sincero.

Aos meus inteligentes amigos que tive a sorte de conhecer na universidade: Thalyta, Dayvid, Alysson e Caroline. Vocês tornaram tudo mais leve.

A minha orientadora, Profa. Dra. Mércia Aurélia Gonçalves Leite, pela oportunidade e por ter me conduzido neste estudo. Obrigada pela grande sabedoria que me transmitiu, pela disponibilidade, atenção e confiança.

A UFPE me proporcionando o grau de Bacharel em Química Industrial.

A todos os professores da minha jornada.

Obrigada!

RESUMO

O leite de vaca possui uma composição nutricional benéfica para o corpo humano, dentre seus componentes principais, destacam-se as proteínas, carboidratos, lipídeos, sais minerais e vitaminas. No âmbito das proteínas, 80% são formadas por caseínas, que são distribuídas principalmente pela α 1-caseína, α 2-caseína, β -caseína e k-caseína. Cerca de 25-30% do total das caseínas são formadas por beta-caseínas, que podem ser encontradas na forma A1 e A2. O leite tradicional, originário de vacas que possuem o alelo A1 no seu genótipo, possui na composição a proteína beta-caseína A1, que atua como facilitadora da liberação de um peptídeo opioide chamado beta-casomorfina 7 (BCM-7) durante a digestão do alimento. Por sua vez, o BCM-7 confere prováveis complicações à saúde humana principalmente em indivíduos geneticamente suscetíveis, como o desconforto digestivo. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre o leite A2A2 e inovação mercado de derivados lácteos. Além disso, estudar acerca do crescimento do mercado no Brasil, o perfil dos consumidores e as projeções de mercado no âmbito global. De acordo com a revisão, foi concluído que o leite A2 é considerado um alimento de melhor digestão pela ausência da proteína beta-caseína A1, por isso é indicado para indivíduos alérgicos ao leite tradicional. Ademais, a literatura aponta que o leite A2 é benéfico para o intestino humano aumentando a imunidade, além de poder reduzir a concentração de lipídios LDL e o colesterol do organismo humano, prevenindo doenças cardiovasculares. No quesito derivados, há a possibilidade de diversificar ainda mais os produtos com o selo A2, o que implicaria novas oportunidades para pesquisadores, fazendas produtoras e a indústria. No Brasil, a cadeia láctea A2 ainda é recente, existindo alguns desafios para os interessados em ingressar neste mercado superarem, tais como: mercado econômico, investimentos nas fazendas produtoras, parceria entre as indústrias e os produtores, melhoramento genético, regulamentação, certificação, desenvolvimento de produtos e marketing. Em suma, o trabalho foi relevante para estudar diversos aspectos que tangem o mercado de leite A2, podendo servir como base para novas pesquisas e estudos na área.

Palavras-chave: beta-caseína A2; beta-casomorfina 7; cadeia láctea A2; indústria de laticínios.

ABSTRACT

Cow's milk has a nutritional composition that is beneficial to the human body. Its main components include proteins, carbohydrates, lipids, mineral salts and vitamins. Among the proteins, 80% are formed by caseins, which are distributed mainly by α s1-casein, α s2-casein, β -casein and κ -casein. Approximately 25-30% of the total caseins are formed by beta-caseins, which can be found in the A1 and A2 forms. Traditional milk, originating from cows that have the A1 allele in their genotype, contains the beta-casein A1 protein, which acts as a facilitator of the release of an opioid peptide called beta-casomorphin 7 (BCM-7) during food digestion. In turn, BCM-7 likely causes complications to human health, especially in genetically susceptible individuals, such as digestive discomfort. Therefore, the objective of this study was to conduct a literature review on A2A2 milk and innovation in the dairy products market. In addition, to study the growth of the market in Brazil, the consumer profile and market projections on a global scale. According to the review, it was concluded that A2 milk is considered a food that is better digested due to the absence of the A1 beta-casein protein, which is why it is recommended for individuals who are allergic to traditional milk. Furthermore, the literature indicates that A2 milk is beneficial for the human intestine, increasing immunity, in addition to being able to reduce the concentration of LDL lipids and cholesterol in the human body, preventing cardiovascular diseases. In terms of dairy products, there is the possibility of further diversifying products with the A2 seal, which would imply new opportunities for researchers, producing farms and the industry. In Brazil, the A2 dairy chain is still new, which means that there are some challenges for those interested in entering this market to overcome, such as: economic market, investments in producing farms, partnerships between industries and producers, genetic improvement, regulation, certification, product development and marketing. In short, the work was relevant to study several aspects related to the A2 milk market, and can serve as a basis for new research and studies in the area.

Keywords: A2 dairy chain; beta-casein A2; beta-casomorphin 7; dairy industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Participação das regiões na produção total de leite no Brasil em 2020.	11
Figura 2 -	Raças bovinas do gado zebuino.	17
Figura 3 -	Raças bovinas taurinas.	17
Figura 4 -	Relação dos genótipos das vacas com o tipo de leite produzido.	19
Figura 5 -	Cadeia polipeptídica das variantes A1 e A2 da β -caseína.	23
Figura 6 -	Comportamento da beta-caseína A2.	25
Figura 7 -	Leite pasteurizado da Fazenda Polilac.	29
Figura 8 -	Leite pasteurizado da marca Letti ^{a2} .	29
Figura 9 -	Leite pasteurizado da marca Xandô.	30
Figura 10 -	Leite UHT A2 semidesnatado da marca Piracanjuba.	30
Figura 11 -	Leite UHT A2 Integral da marca Italc.	31
Figura 12 -	Passo a passo para obter a certificação A2 do “Programa #BEBAMAISSLEITE – Vacas A2A2” de fazendas leiteiras.	31
Figura 13 -	Produtos com selo A2A2 da Fazenda Polilac.	32
Figura 14 -	Manteiga de vacas A2A2 da marca Letti ^{a2} .	32
Figura 15 -	Iogurte de vacas A2A2 da marca Letti ^a .	33
Figura 16 -	Doce de Leite de vacas A2A2 da marca Letti ^{a2} .	33
Figura 17 -	Queijo Minas Frescal de vacas A2A2 da marca Letti ^{a2} .	33
Quadro 1 -	Estudos analisados quanto ao tema, objetivo, local, ano de publicação e resultados principais.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Produção de leite observada (milhões de L/dia) em países e regiões selecionadas em 2022 e 2023.	12
Tabela 2 -	Composição média (mg/100 mL) dos principais minerais do leite e ingestão diária recomendada (IDR) em mg.	21
Tabela 3 -	Concentração das caseínas e das principais soroproteínas do leite desnatado.	22

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	07
LISTA DE TABELAS	08
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo geral	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO LEITE NO BRASIL	15
2.2 VARIAÇÃO GENÉTICA EM VACAS	16
2.3 LEITE A2A2.....	18
2.3.1 Composição do leite A2A2	19
2.3.2 Aspectos Bioquímicos do leite A2A2	23
2.3.3 Efeitos da beta-caseína no trato digestório	24
2.3.4 Produção de leite A2A2	25
2.3.5 Características sensoriais	27
2.4 DERIVADOS A2.....	28
2.5 DINÂMICA SOCIAL ACERCA DO CONSUMO DOS PRODUTOS A2 NO BRASIL	34
2.6 PROJEÇÕES DE MERCADO	35
3 MATERIAIS E MÉTODOS	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38

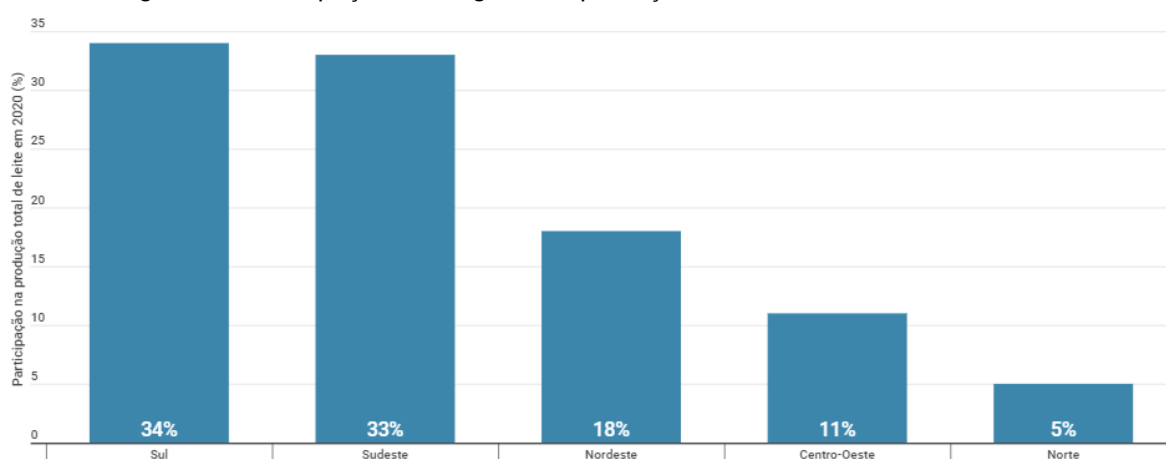
CONCLUSÃO46

REFERÊNCIAS.....48

1 INTRODUÇÃO

A busca por qualidade de vida e saúde da população deve ser o fator primordial a ser considerado quando se pensa em produzir alimento e o leite é considerado um alimento completo, está presente nos primeiros estágios de vida do ser humano, contribuindo com um alto valor nutricional. Diante disso, o Brasil é um dos maiores produtores de leite do mundo, gerou em torno de 35 bilhões de litros no ano de 2023, sendo Sudeste e Sul as regiões que mais contribuem para o alto volume, segundo dados do IBGE (Figura 1) (CILEite-Embrapa, 2024).

Figura 1 – Participação das regiões na produção total de leite no Brasil em 2020.



Fonte: IBGE/CILEite/Embrapa (2024).

Em relação a produção de leite captado pela indústria, a Tabela 1 a seguir mostra a produção de milhões de litros por dia de 2022 a 2023 do Brasil e outros países relevantes do mercado de leite. Além do país ter aumentado 0,5% a sua produção, os números demonstram a posição mundial do Brasil no setor de laticínios, que está acima de outros países, como Argentina, Austrália e Nova Zelândia.

Tabela 1 – Produção de leite observada (milhões de L/dia) em países e regiões selecionadas em 2022 e 2023.

País e Região	Produção (milhões L/dia)	
	2022	2023
Argentina	31,7	31,0
Austrália	22,5	22,5
Brasil	66,7	67,2
Estados Unidos	281,4	282,5
Nova Zelândia	57,7	58,2
União Europeia	396,3	396,5

Fonte: IBGE/CILeite/Embrapa (2024).

No entanto, diante do mercado de laticínios em diversos países, inclusive no Brasil, o consumidor conta com opções de produtos lácteos oriundos da combinação de dois alelos diferentes das vacas, que é o alelo A1 e o A2, e eles podem formar três genótipos distintos, sendo eles A1A1, A1A2 e A2A2 (Marino, 2021).

O leite produzido da combinação genética A2A2 é comumente encontrado em produtos comercializados com o selo “A2”, e está sendo tema de estudos no âmbito acadêmico e de pesquisas, principalmente no que diz respeito à atuação no organismo humano e os benefícios à saúde. O principal interesse no alimento é na sua composição, que é praticamente a mesma do leite comum (oriundo de vacas A1A2 ou A1A1), exceto pelas proteínas. A beta-caseína representa cerca de 30% do total das proteínas contidas no leite e geralmente ela pode ser encontrada de duas formas diferentes: beta-caseína A1 e beta-caseína A2 (Barbosa *et al.*, 2019). No entanto, a primeira não está presente no leite A2, portanto, durante a digestão, não ocorre de forma considerável a reação de hidrólise enzimática que libera do peptídeo opioide beta-casomorfina 7 (BCM-7). A BCM-7, por sua vez, é considerado um fator contribuidor de diversas doenças humanas, especialmente em indivíduos geneticamente predispostos (Corbucci, 2017). Porquanto, a comorbidade mais associada ao peptídeo é a alergia a proteína do leite (APL), que é quando o indivíduo sente desconforto digestivo pelo consumo da beta-caseína A1 contida no leite tradicional, diferente de intolerância a lactose, que é quando o indivíduo não produz a enzima lactase (Barbosa *et al.*, 2019).

Desse modo, o leite A2 é considerado um alimento de melhor digestão e está menos associado a problemas de saúde e vem sendo produzido junto a derivados

lácteos em diversas fazendas no Brasil. Como a cadeia láctea A2 é recente no país, os produtos com selo A2 ainda é inacessível à maior parte da população, pois representa apenas 1% de toda cadeia láctea nacional, de acordo com Abraleite (Polastrini *et al.*, 2022). Portanto, é comum encontrar com mais facilidade os produtos apenas em mercados regionais, próximos às fazendas produtoras ou em supermercados de grandes redes.

Além do leite, tem-se observado que é possível produzir diversos tipos de derivados lácteos com o selo A2, para que os consumidores possam incluir mais produtos não alergênicos à sua dieta. Essa tendência pode beneficiar os produtores de leite A2A2 e a indústria de laticínios, sendo necessário a exploração da criatividade, pesquisa e desenvolvimento para criação novos produtos.

Diante do contexto, os produtores de laticínios que querem ter um diferencial competitivo no mercado, podem ingressar na oportunidade viável e promissora do setor, analisando os riscos e benefícios envolvidos (Polastrini *et al.*, 2022).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão da literatura sobre o leite A2A2 e derivados, analisando os efeitos da beta-caseína A2 no organismo humano em comparação à variante A1.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar pesquisa utilizando o Google Acadêmico como base de dados, com os seguintes termos: “Leite A2”, “Derivados A2”, “Mercado de laticínios”, “Composição do Leite”, “Beta-caseína A1”, “Beta-caseína A2” e “Leite A2 no Brasil” e selecionar os artigos publicados em português e em inglês, com preferência aos publicados nos últimos 5 anos que atendem às características do tema proposto;
- Além disso, explorar o crescimento econômico desse mercado no Brasil, incluindo o perfil dos consumidores e as projeções de crescimento do mercado;
- Elaborar um Quadro com os principais estudos selecionados, organizada pelos seguintes tópicos: autor(es), título do trabalho, objetivo, local e data de publicação e principais resultados obtidos.

1.2 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema baseou-se no fato da diferenciabilidade desse leite, pois contém uma composição mais inofensiva para o organismo humano em comparação ao leite proveniente de animais classificados como A1, que representa a maior parte do consumo do mercado de laticínio. Em contrapartida, o mercado dos alimentos lácteos com selo A2 pode aumentar, principalmente por ainda ser recente no país, a partir dos investimentos no setor e com o conhecimento da população que sofre com alergia à proteína beta-caseína A1 do leite tradicional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O mercado de laticínios contém diversos aspectos que precisam ser compreendidos para entender melhor a cadeia de produção do leite A2, o contexto social e econômico que está inserido.

2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO LEITE NO BRASIL

Segundo Rocha *et al.* (2018), a partir da década de 1990, houve a desregulamentação dos preços do leite praticado pelo governo federal e, com os modelos extensivos de exploração nas fazendas, a cadeia produtiva de leite evoluiu modernizando-se tecnologicamente, consolidando o Brasil como um dos maiores produtores de lácteos do mundo. Idem, o estudo indica que a produção de leite no país até então não era vista como um negócio vantajoso economicamente para os investidores, porém com as mudanças estruturais, tais como a abertura comercial externa, estabilização da economia brasileira e implementação de normas sanitárias mais específicas por meio do PNMQL (Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite), fez com que aumentasse a competitividade do mercado entre os produtores de leite.

O leite é um alimento consumido em diversos países do mundo, principalmente pelo seu considerável valor nutritivo e, no que diz respeito à economia, o produto e os seus derivados contribuem também para geração de renda e empregos. De acordo com o IBGE (2024), no Brasil em 2023, o mercado industrial de leite foi impulsionado sobretudo pelas regiões Sudeste e Sul, gerando um total de 24,52 bilhões de litros de leite cru pelos estabelecimentos industriais de todo o país, que equivale a 2,5% de crescimento comparado ao ano de 2022. Em suma, segundo MAPA (2024), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite, gerando mais de 34 bilhões de litros por ano e empregando em média 4 milhões de pessoas. Já de acordo com o IBGE (2022), a indústria de laticínios é a terceira maior de alimentos com 13% do valor bruto da produção industrial, que é de R\$ 81,9 bilhões (FIESP, 2022).

No entanto, embora os dados sejam atrativos, o mercado nacional ainda espera evoluir mais, pois o consumo *per capita* brasileiro de lácteos é de 88 litros/hab./ano, o qual é menos da metade do volume consumido pelos norte-americanos, argentinos e europeus (FIESP, 2022). Sendo assim, a oportunidade de

expansão da indústria de laticínio nos próximos anos pode vir de alguns fatores, tais como crescimento da demanda interna, aumento das exportações, aumento da produtividade e eficiência com tecnologia e inovação, sustentabilidade, políticas públicas e incentivos. Além desses fatores, uma outra versão do leite convencional, nominado de leite A2 é uma oportunidade relativamente nova para movimentar o mercado de laticínios de forma positiva, pois visa a exploração da pecuária com novas técnicas, novos produtos, trazendo fortalecimento para os produtores diante da competitividade do mercado e da procura dos consumidores.

2.2 VARIAÇÃO GENÉTICA EM VACAS

Estudos indicam que houve uma mutação no DNA bovino em vacas, dando origem ao alelo A1 na Europa, fazendo com que surgissem novas conformações de genótipos, as quais ganharam espaço da constituição original dos rebanhos bovinos que até então só apresentavam o alelo A2 (Santos, 2023). Dessa forma, dois novos genótipos se disseminaram ao redor do mundo, A1A1 e A1A2. Basicamente, o alelo A2 apresenta uma sequência de nucleotídeos formado por códon CCT (citosina-citosina-timina), enquanto o alelo A1 é formado por uma sequência CAT (citosina-adenina-timina), essa diferença faz com que cada alelo codifique aminoácidos distintos na posição 67, que são a molécula prolina e histidina, respectivamente (Marino, 2021; Fonseca, 2023). De acordo com a literatura, o aminoácido His⁶⁷ promove a liberação do peptídeo opioide beta-casomorfina 7 (BCM-7), durante a digestão.

Atualmente, a frequência genética do alelo A2 é mais encontrado em raças zebuínas, como Gir Leiteiro e Guzerá (Figura 2), do que raças taurinas, como a raça Holandesa e Pardo-Suiça (Figura 3) (Almeida, 2021). Diante desse cenário, o Brasil tem considerável vantagem, pois a predominância no rebanho no país é de animais *Bos indicus* (gado zebuino), o que permite maior disponibilidade de produtos A2 oriundos da exploração da pecuária brasileira. É importante destacar que enquanto os bovinos produzem leite com as variantes A1 e A2 da beta-caseína, o leite de cabra, ovelha e búfala são considerados naturalmente A2 (Corbucci, 2017; Oliveira, 2020).

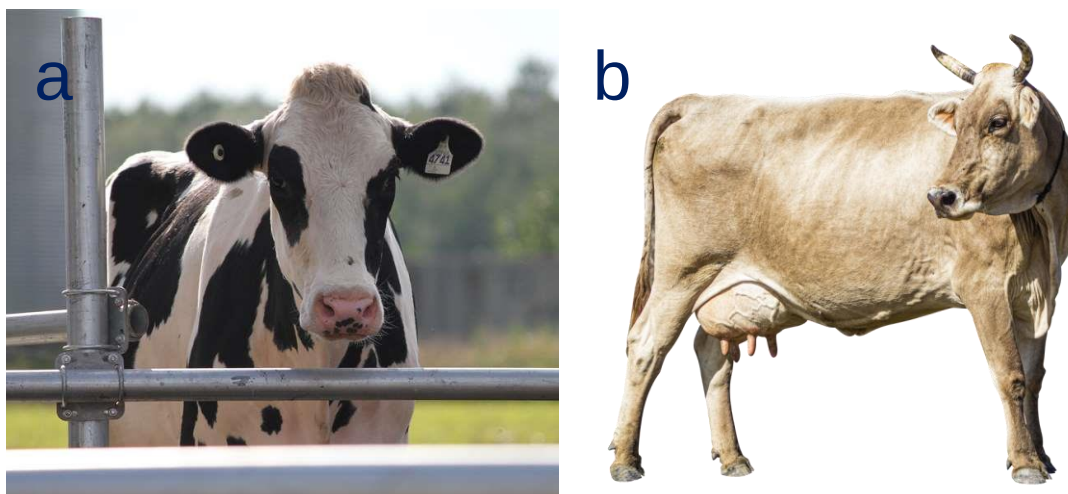
Figura 2 – Raças bovinas do gado zebuino.



Fonte: Milkpoint (2022); Mercado Rural (2024).

a) Raça bovina Gir Leiteiro; b) Raça bovina Guzerá.

Figura 3 - Raças bovinas taurinas.



Fonte: Milkpoint (2020); Fazenda Tamanduá (2024).

a) Raça bovina holandesa; b) Raça bovina Pardo-Suíça.

Em razão da variação genética, o leite oriundo dos genótipos A1A2 e A1A1 resultam em produtos lácteos geralmente sem especificação, pois é o mais comum de ser encontrado e o mais comercializado. Já o leite proveniente do genótipo A2A2, geralmente contém a especificação de leite de vacas A2A2, pois esse fato é utilizado como um diferencial no produto. Contudo, a variação se dá no âmbito da qualidade e nas características químicas, físico-químicas, bioquímicas e fisiológicas, conforme os diferentes tipos de leite apresentados. Atualmente, os agricultores de muitos países do mundo têm retomado o enfoque na produção de leite A2, resgatando o patrimônio genético original e vem sendo presente na alimentação da população que

tem se expandido na preferência por este leite, pois é considerado um alimento de melhor digestão comparado ao leite A1 (Jeong *et al.*, 2023).

Paralelo a isso, estudos com objetivo de diferenciar a atuação dos lácteos no organismo humano por causa da diferença estrutural que apresentam, vêm sendo realizados no âmbito acadêmico, primordialmente porque envolvem a saúde da população que os consomem (Fernandez-Rico, 2022).

2.3 LEITE A2A2

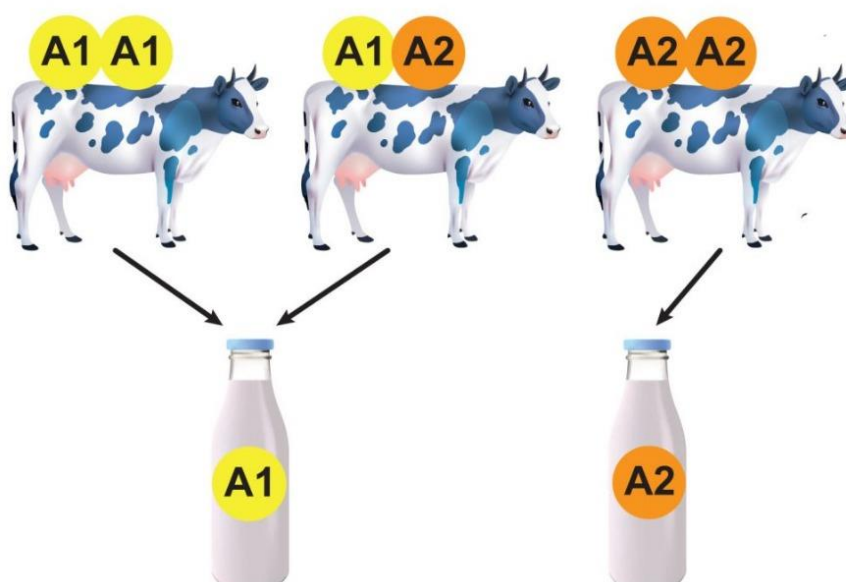
Segundo a Instrução Normativa Nº 62 de 29 de dezembro de 2011 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), “entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas” (MAPA, 2011). O leite que é um dos alimentos mais completos para o corpo humano e é de grande relevância na alimentação da população em todos os estágios da vida. Não somente contribui com seu valor nutricional, mas também auxilia na prevenção de diversas doenças, como a osteoporose e outras fraturas ortopédicas (Matía-Martín *et al.*, 2019; Marino, 2021).

Ainda segundo a Instrução Normativa Nº 62 de 29 de dezembro de 2011 do MAPA, “entende-se por Leite Pasteurizado tipo A o leite classificado quanto ao teor de gordura em integral, semidesnatado ou desnatado, produzido, beneficiado e envasado em estabelecimento denominado “Granja Leiteira”” (MAPA, 2011). Ou seja, a ordenha mecânica, a pasteurização e o envase devem ocorrer na própria granja leiteira. O produto tipo A deve apresentar teste qualitativo negativo para fosfatase alcalina, positivo para peroxidase e enumeração de coliformes a 30/35 °C menor que 0,3 NMP/mL da amostra imediatamente após a pasteurização (Brasil, 2011). Existem também o leite tipo B e C. O primeiro é obtido de rebanhos diferentes, de ordenha mecânica ou manual, mas a pasteurização e o envasamento podem ser feitos em outra granja, e o tipo C é oriundo de ordenha manual ou mecânica, mas não é refrigerado na fazenda leiteira, é armazenado em tanques até a pasteurização e envase, que são realizados em outro local (Farmnews, 2017).

A descoberta do leite A2A2 se deu por volta de 1990 por pesquisadores da Nova Zelândia que buscaram entender os polimorfismos A1A2 e A2A2 (Figura 4) (Santos, 2023). O leite A2 tem como diferencial a exclusividade da proteína beta-

caseína A2, sem a existência da beta-caseína A1, como têm os leites convencionais. A variante A1 está relacionada à produção de peptídeos como a beta-casomorfina-7 (BCM-7), e esta está associada ao desenvolvimento de algumas patologias, dentre elas a alergia à proteína do leite (APLV), diabetes mellitus tipo-1 em crianças, doenças cardiovasculares, desconforto gastrointestinal e autismo (Kaplan *et al.*, 2022; Corbucci, 2017). Com isso, o leite com certificação A2 tem se destacado no mercado, sendo apontado como uma solução eficaz para minimizar as reações negativas ao consumo dessa proteína de origem animal.

Figura 4 - Relação dos genótipos das vacas com o tipo de leite produzido.



Fonte: Edina A. T. Trovões (2020).

2.3.1 Composição do leite A2A2

Segundo a Embrapa (2021), o leite é uma combinação de diversos elementos sólidos em água, o qual consiste em uma mistura homogênea de substâncias com cerca de 87% de água e 12 a 13% de sólidos, os quais pode-se destacar no EST (extrato seco total) os lipídios (média de 3,9% da composição total), carboidratos (4,8%), proteínas (3,4%), sais minerais (0,8%) e vitaminas (0,8%). É sabido que tais percentuais a qualidade dos componentes podem variar de acordo com alguns fatores, tais como raça, estágio de lactação e do cio, idade, características individuais, condições de estresse e fatores externos como clima e estações do ano (Cruz *et al.*, 2016, p. 56).

O teor de gordura é afetado pela dieta do animal, diminuindo com o aumento do volume de produção (Rosa *et al.*, 2017). A gordura do leite é formada na maior parte (98%) por triglicerídeos, os quais cerca de 70% são ácidos graxos saturados (SFAs) (Santin, 2019). No que trata da atuação no organismo e feitos na saúde humana, a gordura saturada eleva os níveis de LDL (lipoproteína de baixa densidade) no sangue, é frequentemente chamado de “colesterol ruim” e em altos níveis podem aumentar o risco de doenças cardíacas. Por outro lado, há o HDL (lipoproteína de alta densidade), considerado um “colesterol bom”, pois ajuda na remoção do excesso de colesterol das artérias e contribui para a saúde cardiovascular (Viana, 2024). Outro fator essencial é o fornecimento das vitaminas lipossolúveis (vitaminas A, D, E e K), também como os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) (Tinoco *et al.*, 2007), que tem sido associado à diminuição de risco de CHD (doenças cardíacas coronarianas) e redução de risco de diabetes (Muehlhoff *et al.*, 2013). Ainda de acordo com Muehlhoff *et al.* (2013), as gorduras são importantes para a dieta humana, como para manter o nível saudável de colesterol que o corpo humano precisa, além de fornecer ácidos graxos benéficos à saúde, como o ácido linoleico conjugado (CLA) (Pellegrini *et al.*, 2012; Lima, 2019) e ácido oleico, sendo este último, relacionado à diminuição dos níveis de colesterol LDL e aumento de HDL (Carrara *et al.*, 2017; Lima, 2019).

A lactose é o principal carboidrato presente no leite, a qual sofre hidrólise através de enzimas no intestino, formando duas moléculas, a glicose e a galactose, portanto, um dissacarídeo (Marino, 2021; Lima, 2019). É produzida no retículo endoplasmático da glândula mamária (Kresge; Simoni, 2006), sendo uma considerável fonte de energia e auxílio no crescimento (Muehlhoff *et al.*, 2013). Porém, a sua quantidade no leite varia conforme a alimentação que é fornecida ao rebanho e o estágio da lactação. Sendo assim, quanto menor o período da lactação, maior a quantidade de lactose. Conforme a Instrução Normativa Nº 76 de 26 de novembro de 2018 do MAPA, o leite dentro dos padrões deve conter no mínimo o teor de lactose igual a 4,3g/100g (Brasil, 2018; Marino, 2021). A fermentação da lactose é um procedimento essencial para a transformação do leite em leites fermentados e queijos, também como a saturação e a supersaturação do glicídio no processo de alguns produtos, tais como doce de leite, leite condensado, leite em pó e soro (Cruz *et al.*, 2016, p. 75-76). Vale ressaltar que uma das causas mais frequentes de desconforto intestinal no consumo de leite é a intolerância a lactose

(Barbosa *et al.*, 2019), que ocorre quando o indivíduo não sintetiza a enzima lactase, um transtorno que afeta a saúde global. Atualmente, existem diversos produtos lácteos denominados “zero lactose” para atender às necessidades da demanda de uma parcela da população que sofre com essa condição.

O leite e os produtos lácteos são ótimas fontes de vitaminas e praticamente todas que são essenciais para o ser humano estão presentes em alguma quantidade no leite. Com base na solubilidade, pode-se classificá-las em vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis. A primeira é solúvel em água e é composta pela vitamina C e pelas vitaminas do grupo-B (ácido pantotênico, riboflavina, niacina, tiamina, B6, biotina, folato e B12). Já as lipossolúveis (A, D, E e K), são solúveis em lipídios e a suplementação diária para o ser humano é menos necessária comparada as hidrossolúveis, pois estas passam menos tempo no organismo e precisam ser incluídas na dieta (Cruz *et al.*, 2016, p. 136).

Ainda que estejam em menores proporções dentre os componentes do leite, os sais são importantes para a homeostasia do corpo humano e para a formação do sistema ósseo (Marino, 2021), além de atuar no processamento dos derivados do leite (Cruz *et al.*, 2016, p. 106), afetando a textura, o sabor e a estabilidade dos produtos finais, como manteiga, iogurte e queijo. Os sais presentes no leite são o potássio, cálcio, cloreto, fósforo, sódio, fosfatos, citratos, cloretos, sulfatos e magnésio. Na nutrição humana, a principal fonte de cálcio é o leite (Lima, 2019), que previne a osteoporose óssea (Matía-Martin *et al.*, 2019). A Tabela 2 demonstra a composição média dos sais que compõem o leite cru integral e a ingestão diária recomendada (IDR).

Tabela 2 – Composição média (mg/100 mL) dos principais minerais do leite e ingestão diária recomendada (IDR) em mg.

Sais	Conteúdo (mg/100 mL)	Ingestão Diária Recomendada (IDR)
Sódio (Na)	37-47	1.500 mg
Potássio (K)	151-166	4.700 mg
Cálcio (Ca)	118-124	1.000 mg
Magnésio (Mg)	11-14	260 mg
Fósforo (P)	93-101	700 mg
Cloro (Cl)	89-100	2.300 mg

Fonte: Adaptado de Cruz *et al.*, 2016, p. 125.

Por volta de 1880, o cientista sueco Olav Hammarsten demonstrou que existiam dois tipos de proteínas no leite, ao invés de apenas uma, como era de conhecimento. Sendo assim, cerca de 80% das proteínas totais do leite são chamadas de caseínas, que são fosfoproteínas, e constituem a parte ácida, apresentando um pH por volta de 4,6 (Fox, 2015). Na outra menor parte, estão as proteínas solúveis do soro do leite e apresentam excelente digestibilidade, estando presentes em diversos suplementos alimentares, são elas: a β -lactoglobulina (BLG), que é rica em glutamina, a α -lactoalbumina (ALA) com alto teor de cisteína, albumina do soro bovino (BSA) e imunoglobinas (Ig's) (Haraguchi *et al.*, 2006). As caseínas, estruturas importantes de entendimento, são distribuídas principalmente pela α S1-caseína, α S2-caseína, que representam a maior parte de caseínas no leite, β -caseína e k-caseína, formadas pelos aminoácidos essenciais (Tabela 3) (Silva *et al.*, 2019).

Tabela 3 - Concentração das caseínas e das principais soroproteínas do leite desnatado.

Proteína	Concentração no leite bovino desnatado (g.L⁻¹)
αS1-caseína	12 a 15
αS2-caseína	3 a 4
β-caseína	9 a 11
k-caseína	2 a 4
β-lactoglobulina	2 a 4
α-lactoalbumina	0,6 a 1,7

Fonte: Adaptado de Cruz *et al.*, 2016, p.22.

A estrutura da caseína se dá pela sua capacidade de se unir em partículas coloidais chamadas de micelas de caseína, as quais são constituídas pelos quatro tipos de caseínas. Porém, a forma estrutural é complexa e alvo de diversos estudos científicos (Jeong *et al.*, 2023), justamente pela a importância do conhecimento das proteínas do leite para a melhoria e o desenvolvimento de novos produtos na indústria alimentícia. A produção da maioria dos produtos processados, como por exemplo os produtos concentrados, dependem do manejo produtivo das micelas de caseína durante a produção, da estabilidade ou da desestabilização destas, configurando uma parte essencial na indústria de laticínios (Cruz *et al.*, 2016, p. 16).

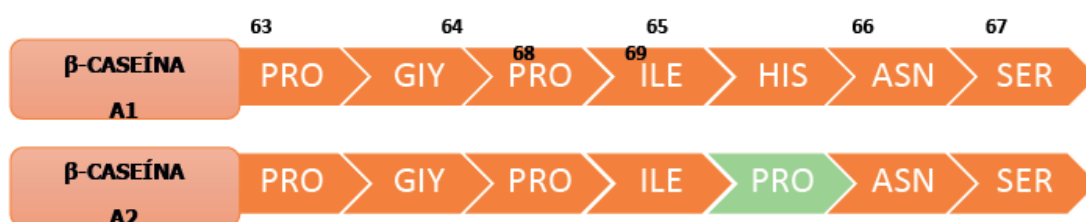
A variantes A1 e A2 da beta-caseína diferenciam-se pela posição do aminoácido 67 contido nelas, em que a primeira possui um aminoácido histidina e no tipo A2 é substituído por uma prolina (Jaiswal *et al.*, 2014). Por conseguinte, na beta-caseína A1 ocorre uma clivagem enzimática que facilita a liberação do peptídeo opioide BCM-7, o que não ocorre com a variante A2 (Kaskous, 2020). No entanto, este peptídeo está associado a algumas doenças e efeitos negativos no organismo humano, como a alergia à proteína do leite (APL). É válido ressaltar que a maioria do leite comercializado contém uma mistura da beta-caseína A1 e A2, caso contrário, é especificado.

2.3.2 Aspectos Bioquímicos do leite A2A2

Com 209 aminoácidos e com característica hidrofóbica, a variação genética da beta-caseína é codificada pelo gene CSN2 e contém os alelos principais A1 e A2, que resultam em diferentes implicações em determinados produtos lácteos, considerando suas distintas composições, funcionalidade e comportamentos aos processos (Daniloski *et al.*, 2022).

Como mostra a Figura 5, a β -caseína A1 é constituída pelo aminoácido histidina e a β -caseína A2 possui uma molécula de prolina em substituição 67. Tal diferença é devido a um polimorfismo de nucleotídeo único (SNP) no códon, localizado no éxon 7 do gene da proteína. Na variante A2, o códon CCT responsável pela codificação do aminoácido prolina foi substituído pelo códon CAT que codifica a histidina (Fonseca, 2023). Esta diferença na estrutura pode exercer influência no tamanho e nas propriedades físicas das micelas de caseína, além de gerar derivados peptídicos opioides distintos durante a digestão gastrointestinal.

Figura 5 - Cadeia polipeptídica das variantes A1 e A2 da β -caseína.



Fonte: Santos; Pallone (2023).

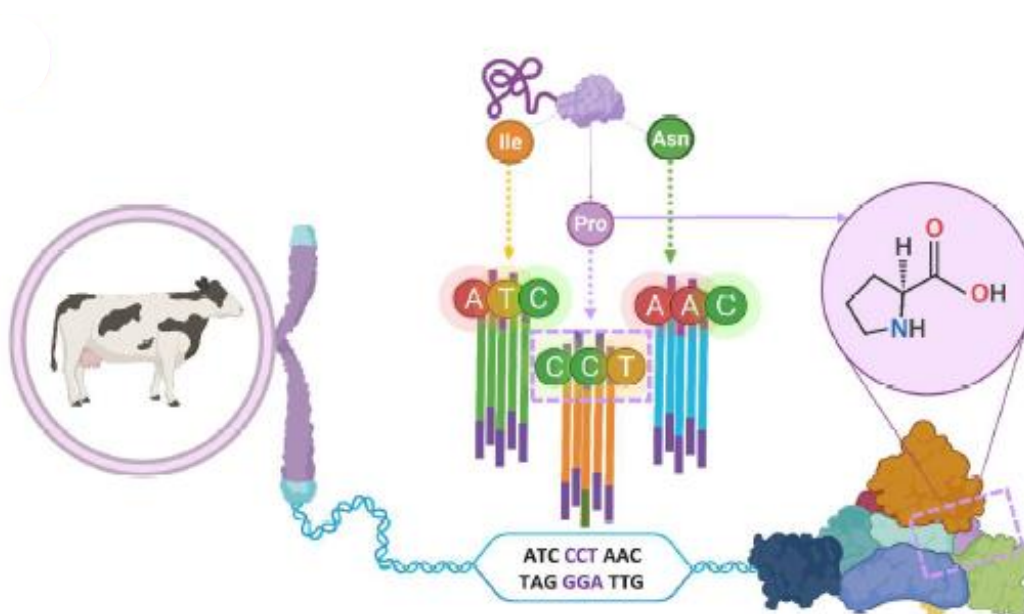
Os peptídeos opioides liberados são chamados de beta-casomorfina. Especificamente, a beta-casomorfina-7, um peptídeo bioativo, é produzido durante a digestão gastrointestinal sob a variante beta-caseína A1 (Fonseca, 2023). O BCM-7 apresenta atividade semelhante à da morfina (Almeida, 2021), pode atravessar a barreira o sangue intestinal e influenciar as funcionalidades do corpo humano, sendo associada a diversas doenças e efeitos negativos à saúde, pois pode afetar os receptores opioides do organismo humano, embora mais estudos sejam necessários para comprovar todas as relações (Jeong *et al.*, 2023).

2.3.3 Efeitos da beta-caseína no trato digestório

O trato gastrointestinal contém uma quantidade de receptores opioides, que faz com que a BCM-7 se ligue a eles. Quando tal fenômeno ocorre, as consequências iniciais no organismo é a redução na motilidade intestinal, impedindo a secreção gástrica, promovendo a contração da vesícula biliar e aumento na produção de muco (Barbosa *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2024). Nesse cenário, além da presença do peptídeo, estudos pré-clínicos em modelos animais sugeriram que a variante A1 pode desencadear inflamação grave, diante de várias concentrações e doses (Kay *et al.*, 2021). É importante ter em vista que a alergia à proteína do leite de vaca (APLV), tem como características os sintomas gastrointestinais e respiratórios, diferente da intolerância à lactose, que é quando o organismo não sintetiza a enzima lactase, desencadeando desconforto abdominal (Fontes, 2019; Sousa, 2022). Das demais doenças que são estudadas pela possível relação com a a beta-caseína A1, pode-se destacar a *diabets mellitus* tipo 1, doenças cardiovasculares (Kaplan *et al.*, 2022), autismo, síndrome da morte súbita infantil (Kaskous, 2020), e distúrbios neurológicos (Fernandez-Rico *et al.*, 2022). Segundo Cade *et al.* (2000), diversos estudos conduzidos em diferentes instituições nos EUA e Europa exibiram redução nos sintomas de espectro autista e de esquizofrenia com a diminuição do consumo de leite que contém beta-caseína A1.

Já que esse efeito não é observado com o leite A2, em diversos países, inclusive no Brasil, o produto é comercializado e indicado para pessoas que sentiram desconforto no trato gastrointestinal com o consumo do leite A1 (Guisso *et al.*, 2020). A Figura 6 exibe o funcionamento da digestão da beta-caseína A2, a sequência de nucleotídeos e os principais aminoácidos envolvidos (Isoleucina, Asparagina e Prolina).

Figura 6 – Comportamento da beta-caseína A2.



Fonte: Daniloski *et al.* (2022).

Além de não causar tais malefícios citados, o leite A2A2 beneficia o intestino dos seres humanos na imunidade e produção de antioxidantes, como a glutathiona (Sousa, 2022). Além disso, segundo Hanusová *et al.* (2010), a beta-caseína A2 pode reduzir a concentração de lipídios LDL, prevenindo doenças cardiovasculares, e ainda reduzir o colesterol (Jaiswal *et al.*, 2014).

2.3.4 Produção de leite A2A2

Para atender ao mercado consumidor de produtos não alergênicos e expandir o mercado de laticínios, a produção do leite A2A2 está ganhando cada vez mais atenção, pois é um nicho interessante para produtores bovinos obterem leite e derivados que contêm um valor agregado, se diferenciando no mercado. Antes de ocorrer a produção industrial em si, é necessário realizar o processo de seleção e mapeamento genético dos animais. Após a garantia que o leite é originário de vacas homozigotas A2A2, este passa pelo mesmo tratamento e etapas do leite comum.

Em primeiro lugar, é necessário realizar um mapeamento genético do rebanho, que pode ser feito coletando o material biológico dos animais para enviar para laboratórios especializados na execução do teste e descobrir o genótipo de cada vaca do rebanho. Pacchiarotti *et al.* (2020) relata como ocorreu o início da

certificação A2 da empresa Agrindus, que é a fazenda Santa Rita localizada no município de Descalvado, no estado de São Paulo. Foi feito o mapeamento genético a partir da seleção dos animais, coletou-se as amostras do rebanho e enviou-as a um laboratório nos Estados Unidos. Com isso, foi descoberto quais eram os animais exclusivamente A2A2 para serem segregados e poder tornar desse genótipo, exclusivo na fazenda. Em contrapartida, as vacas que contém o genótipo A1, são utilizadas como receptoras de embriões A2A2 e não são inseminadas. Em suma, a partir do DNA extraído, o produtor toma conhecimento dos genótipos do rebanho, podendo ser A1A1, A1A2 ou A2A2. Aqueles identificados como A2A2 podem ser separados e selecionados para dar origem a futuros rebanhos exclusivos com esse genótipo.

É essencial que também as fazendas apliquem métodos de rastreabilidade sobre o rebanho, afim de garantir que o leite que está sendo produzido é de fato A2A2. De acordo com a Ciência do Leite (2023), está disponível no mercado brasileiro um kit simples que identifica de forma prática a proteína presente no leite, ou seja, se o alimento está livre de beta caseína A1. Numa pesquisa realizado por Diogo *et al.* (2023), foram diagnosticadas diversas amostras de leite para identificar quais eram A2, e foi por meio de um “Teste Rápido de A2 - Scienco Biotech” utilizando o “Kit Leite-A2”, com resultado em apenas 20 minutos. Dessa forma, a triagem dos rebanhos se torna mais fácil, além de ser possível detectar nos produtos derivados do leite A2A2 se existe alguma contaminação com beta-caseína A1.

O início da produção industrial do leite com selo A2 vem da seleção dos animais com genótipos A2A2, para que posteriormente todos os processos industriais seguintes possam seguir os mesmos padrões de qualidade e de segurança aplicados ao leite comum, acrescentado de um controle de qualidade a respeito da sua originalidade. Segundo Costa (2022), os principais programas de melhoramento genético são Programa Nacional de Melhoramento Genético do Gir Leiteiro (PNMGL), Programa de Melhoramento do Gado Girolando (PMGG), Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá Leiteiro (PNMGuL) e o Programa de Melhoramento do Gado Zebu (PMGZ).

Por conseguinte, o leite cru passa pelas etapas de tratamento térmico, podendo ser pasteurização lenta, rápida ou UHT (Ultra High Temperature), seguido de padronização, homogeneização, embalagem e distribuição (Cruz *et al.*, 2016). Um estudo realizado por Mattioli (2024), mostrou a má qualidade microbiológica e

físico-química de leites A2 pasteurizados mesmo sendo tipos A. Isto significa que as boas práticas de fabricação (BPF's) e de manejo dos alimentos são necessárias durante toda a cadeia produtiva do leite, para que não tenha presença de microrganismos patogênicos e comprometa a saúde dos consumidores.

2.3.5 Características sensoriais

Compreendem as percepções do paladar, olfato e visão. Primeiramente, o leite deve ser encontrado no estado líquido, homogêneo e sem materiais estranhos, podendo então observar o sabor, odor e cor característicos do leite.

É necessário compreender que há uma diferença entre sabor e gosto. O sabor é o resultado de um conjunto de sentidos: paladar, tato e olfato, e esta mistura de sensações faz com que a preferência ao alimento seja mais subjetiva a cada indivíduo. Por outro lado, o gosto “é o resultado dos estímulos dos receptores gustativos a partir de compostos químicos presentes nos alimentos, dissolvidos na saliva” (Bolini e Silva, 2021, p. 310). Pode-se classificar entre doce, amargo, salgado, ácido e umami. A capacidade do ser humano de detectar diferentes gostos são os estímulos que é recebido e são detectados por diferentes mecanismos.

Sendo assim, o leite fresco tem um gosto levemente adocicado, não apresentando sabor estranho ou residual (Cruz *et al.*, 2016, p. 195). O sabor pode ser influenciado pelo manejo dos animais e como o leite foi processado, pois pode ocorrer absorção de sabores indesejáveis após pasteurização e embalagem (Silva, 2020).

O leite deve possuir um odor não acentuado, suave e os principais elementos que influenciam são os alimentos que entram em contato, meio ambiente, microorganismos e recipientes que entram em contato (Silva, 2020).

Segundo Cruz *et al.* (2016) p. 197, o leite é uma emulsão proteica de gordura em fase aquosa e contém uma suspensão de partículas minerais coloidais insolúveis. As substâncias lipossolúveis fornecem a cor amarelada em meio a tonalidade branca da fase aquosa. Portanto, a cor característica do leite é branco-amarelada opaca (Silva, 2020).

2.4 DERIVADOS A2

A partir do leite A2, é possível produzir diversos derivados lácteos com selo A2, tais como queijos, iogurtes, manteigas, cremes, requeijões, doces de leite entre outros. Além desses alimentos possuírem uma expressiva composição de proteínas de alto valor biológico que auxiliam no crescimento e desenvolvimento humano por ter importante valor nutricional (Silva, 2020), essa oportunidade de mercado de criar produtos lácteos a partir de uma matéria prima que é baixo em sinais de inflamação é interessante para os produtores, pois conquistam e fidelizam clientes com alimentos diversificados que contém um valor agregado para a saúde. Como exemplo, Silva *et al.* (2023) desenvolveram um Doce de Leite A2A2 a partir de leite A2 UHT, com características sensoriais e físico-químicas similares ao produto tradicional.

Segundo Daniloski *et al.* (2022), pelas diferenças que há entre os fenótipos da beta-caseína A1 e A2, a atuação destas na produção de produtos lácteos também diferem, principalmente por causa da composição e a forma como se comportam aos fatores ambientais. Por causa dos diferentes tamanhos de micela que as duas variantes formam, a beta-caseína A2 proporciona um leite que forma maior quantidade de espumas, além delas serem fracas e com menor estabilidade, tornando mais complexa a produção de queijos e iogurtes porque tem menor capacidade de coagulação do coalho, em comparação com a variante A1. Em contrapartida, o leite A2 possui maior digestibilidade. Todavia, é necessário de mais estudos no impacto das proteínas na produção de laticínios.

Para maior esclarecimento com os consumidores, nas embalagens dos produtos, é comum a existência das frases “Leite produzido a partir de vacas com genótipo A2A2” e “O leite A2 não promove formação de BCM-7, que pode causar desconforto digestivo”, pois a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) autorizou o uso delas com a publicação da Resolução 3.980 no ano de 2021 (Abraleite, 2021; Sousa, 2022).

O estudo de Bentivoglio *et al.* (2020), mostra que os consumidores demonstram interesse em comprar o leite A2, reconhecendo que tem um valor agregado e podem pagar por um preço *premium*. Portanto, é interessante para o setor a diversificação do produto.

Atualmente, diversas marcas são responsáveis por produzirem o produto pasteurizado, como a Polilac (Figura 7), Letti^{a2} (Figura 8), Xandô (Figura 9), Flore e

Muai. Já as marcas comercializadoras do leite UHT A2 pode-se destacar Piracanjuba e Italac, como mostram as Figuras 10 e 11, respectivamente.

Figura 7 - Leite pasteurizado da Fazenda Polilac.



Fonte: Fazenda Polilac (2023).

Figura 8 - Leite pasteurizado da marca Letti^{a2}.



Fonte: Letti^{a2} (2024).

Figura 9 - Leite pasteurizado da marca Xandô.



Fonte: Xandô (2024).

Figura 10 - Leite UHT A2 semidesnatado da marca Piracanjuba.



Fonte: Piracanjuba (2024).

Figura 11 - Leite UHT A2 Integral da marca Italcac.



Fonte: Goiasminas Indústria de Laticínios Ltda (2024).

De acordo com o trabalho de Nunes (2022), a Fazenda Polilac que é localizada na cidade de Garanhuns no estado de Pernambuco, atendeu os requisitos de certificação do programa “#BEBAMAI SLEITE – Vacas A2A2” (Figura 12) e passou a comercializar o leite A2 a partir de 2022, sendo o laticínio pioneiro no Estado.

Figura 12 - Passo a passo para obter a certificação A2 do “Programa #BEBAMAI SLEITE – Vacas A2A2” de fazendas leiteiras.



Fonte: Nunes (2022).

De acordo com Nunes (2022), para obter a certificação, é necessário passar pelo processo de adesão, teste genômico, segregação dos animais e ordenha, identificação dos animais A2A2, segregação do leite A2 e ser aprovado nas auditorias. A marca conta com diversos produtos com este selo, como demonstrado na Figura 13.

Figura 13 - Produtos com selo A2A2 da Fazenda Polilac.



Fonte: Polilac (2024).

No Brasil, existem outras fazendas localizadas no interior de São Paulo, Minas Gerais e Goiás que possuem a certificação de vacas A2A2 e são responsáveis pela produção dos produtos (Milkpoint, 2021). Nas Figuras 14 a 17, são alguns produtos da marca Letti^{a2}, produzidos pela fazenda localizada em Descalvado (SP), a pioneira no país a produzir apenas produtos de vacas A2A2.

Figura 14 - Manteiga de vacas A2A2 da marca Letti^{a2}.



Fonte: Letti^{a2} (2024).

Figura 15 - Iogurte de vacas A2A2 da marca Letti^{a2}.



Fonte: Letti^a (2024).

Figura 16 - Doce de Leite de vacas A2A2 da marca Letti^{a2}.



Fonte: Letti^{a2} (2024).

Figura 17 - Queijo Minas Frescal de vacas A2A2 da marca Letti^{a2}.



Fonte: Letti^{a2} (2024).

Dessa forma, a indústria de laticínios tem investido neste âmbito para o desenvolvimento de novos produtos visando atender um público diferenciado e se destacar no mercado. Como exemplo, na Austrália, o leite A2 tomou espaço em Nova Zelândia, se expandiu no restante do país e atualmente configura quase 10% do mercado de leite. Essa propensão também é vista na América do Norte, Europa e China (Fonseca, 2023).

No entanto, ainda há falta de mais relatos e estudos mais aprofundados a respeito da fabricação dos derivados e suas influências no organismo humano e as experiências dos consumidores. Também não há indicadores a respeito da quantidade de produtos A2 que existem no mercado e a quantidade de marcas que os comercializam. Porém, pelo nicho ainda ser considerado recente e pelos desafios de produção já mencionados, pode-se considerar os produtos que existem, como precursores relevantes do que ainda podem ser produzidos no futuro com o avanço de tecnologias e implementação de novas técnicas. Há espaço para o desenvolvimento de diversos tipos de alimentos que a indústria de laticínios pode explorar, tais como diversificados queijos, fórmulas infantis, sorvetes, *frozen yogurt* e bebidas prontas (achocolatado, vitaminas).

2.5 DINÂMICA SOCIAL ACERCA DO CONSUMO DOS PRODUTOS A2 NO BRASIL

É importante ressaltar que a cadeia produtiva de leite A2 começa primeiro pela seleção de animais homozigotos de alelo A2 e todo o processo de melhoramento genético do rebanho, para posteriormente ter a produção de fato e a comercialização (Costa, 2022).

Durante os últimos anos, sabe-se que o mercado de leite A2 vem configurando uma nova tendência no âmbito industrial de laticínios. No Brasil, os relatos a respeito das percepções dos consumidores de leite e derivados A2 ainda são limitadas, podendo ser por falta de *marketing* das marcas produtoras, disponibilidade de produtos nas prateleiras do mercado ou falta de conhecimento a respeito dos benefícios desses alimentos para a saúde. Além disso, a produção ainda é inacessível à maior parte da população, sendo um total de 1% da cadeia láctea nacional, segundo estimativas da Abraleite (Polastrini *et al.*, 2022). Por enquanto, a maioria dos laticínios especializados trabalham em baixa escala, atendendo a mercados regionais (Santos; Pallone, 2023). De acordo com Milkpoint (2024), o Brasil enfrenta questões complexas para obtenção do leite A2A2, como

preços e rentabilidade, no âmbito de pesquisa e desenvolvimento, *marketing*, aceitação do mercado, regulamentação, certificação, processamento e distribuição.

No entanto, espera-se que público ao experimentar o leite e obter bem-estar ao consumi-lo, ao contrário de um desconforto gastrointestinal, vire consumidor e tenha interesse em mais produtos com o selo A2. Isto vai de acordo com o comportamento dos consumidores atuais, que estão se preocupando mais com a qualidade dos produtos que consomem, exigindo que tenha não apenas características sensoriais de alta qualidade, mas também nutricionais. A alergia a proteína do leite de vaca é mais comum em crianças, mas também está presente entre os adultos (Alergia ao Leite de vaca, s.d.). De acordo com a Sociedade Europeia de Gastroenterologia, Hepatologia e Nutrição Pediátrica (2012), 2 a 3% das crianças menores que 3 anos têm APLV.

O ápice de busca no Brasil pelo termo “leite A2A2” utilizando o buscador Google, ocorreu em novembro de 2020 e posteriormente ocorreu um aumento médio em 2023 (CILEITE-Embrapa; Canal do leite, 2024). Provavelmente, o interesse fora despertado principalmente em pessoas com alergias à proteína do leite e o produto fora considerado como uma alternativa benéfica.

Ainda sobre o perfil do consumidor, uma pesquisa realizada por Mendes *et al.* (2019), concluiu que os consumidores brasileiros avaliaram o queijo Minas Frescal A2 como sendo um queijo mais macio e cremoso, porém que não leem com frequência os rótulos e as informações sobre o tipo de leite que estão comprando. Entretanto, o mercado de leite A2 no Brasil ainda está em desenvolvimento, tendo em vista que a inclusão de origem do leite a partir de vacas A2A2 em rótulos ocorreu apenas em 2019 e os descritores que esclarecem melhor para os consumidores a respeito do conteúdo do leite, apenas em 2021 com a Resolução 3.980 da ANVISA (Polastrini *et al.*, 2022). Portanto, este hábito de não dar a devida atenção aos rótulos na compra dos produtos ainda pode ser bastante trabalhado entre a população, após 5 anos do início da regularização de rótulos.

2.6 PROJEÇÕES DE MERCADO

Entende-se que há um considerável avanço a ser alcançado no setor, desde que haja implantação de medidas que incentivem e fortaleçam a participação de produtores novos e existentes, visando o desenvolvimento da atividade.

No Brasil, os incentivos no desenvolvimento agrícola e pecuarista, têm se dado pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Em 2019, foi assinado um acordo de cooperação junto a Integral Certificações, com o objetivo de certificar os produtores e a indústria com o selo “VACAS A2A2”. O programa trabalha com auditorias, focando em procedimentos que garantem a rastreabilidade de todo o processo, para que não haja mistura de leite de diferentes alelos (CNA BRASIL, 2023). Inclusive, a Fazenda Agrindus (SP) foi pioneira em obter este certificado, e a partir de 2018, todos os produtos da marca Letti^{a2} passaram a ser produzidos apenas com leite A2. Ademais, o programa independente #BEBAMASLEITE criado em 2016, lançou o “Programa #BEBAMASLEITE - Vacas A2A2”, que é um programa de certificação que abrange todo território nacional, regido por um protocolo que a CNA é gestora, com regras e procedimentos que visa a rotulagem do leite industrializado que contém apenas a beta-caseína A2 (CNA BRASIL, 2019). Sendo assim, ambos os programas compartilham o mesmo objetivo, o de certificar nacionalmente o produto, já que ainda não é regulamentado pela legislação, mas eles têm abordagens e focos diferentes, pois a #BEBAMASLEITE se preocupa com a conscientização e promoção do leite, sempre focando na sua importância.

De acordo com a entrevista realizada por Polastrini *et al.* (2022) no Brasil, um dos produtores entrevistados cita “o mundo encaminha para isso, para produtos cada vez mais selecionados e de melhor qualidade”. Porém, foi constatado pelo mesmo estudo, que não é simples para o produtor ter parceria com indústrias de laticínios para o processamento de leite A2, pois além do estabelecimento precisar da certificação, tem que haver o investimento adequado na estrutura, que não é instigante, pois o retorno financeiro não é imediato porque a demanda ainda é baixa para uma vasta linha de produção.

Entretanto, segundo Custom Market Insights (CMI) (2022), o mercado global de leite A2 deve crescer. No ano de 2021, o mercado foi avaliado em US\$ 2,2 bilhões e obterá US\$ 4,80 bilhões até 2030. Logo, o mercado de laticínios deste segmento pode ser mais explorado e promissor para os produtores que desejam ter um diferencial competitivo diante dos produtos lácteos comuns (Santos; Pallone, 2023).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O processo de pesquisa bibliográfica ocorreu entre os meses de julho e setembro de 2024. A busca foi realizada no Google Acadêmico com alguns termos, tais como “Leite A2”, “Derivados A2”, “Mercado de laticínios”, “Composição do Leite”, “Beta-caseína” e “Leite A2 no Brasil”, dando preferência a artigos publicados em português e em inglês, nos últimos 5 anos, além das pesquisas em endereços eletrônicos. Para o levantamento dos artigos na literatura, delimitou-se o período de 2019 a 2024. Com isso, no Google Acadêmico foram encontrados 17.000 estudos citando o tema principal no geral, 4.940 estudos com o tema principal relacionado aos derivados e 13.400 estudos sobre o produto no Brasil. Para a seleção dos estudos, definiu-se como critérios os estudos que constam sobre a composição do leite A2, derivados, os efeitos no organismo, contexto histórico, contexto econômico no Brasil, perfil consumidor e projeções de mercado.

Foram analisados cerca de 40 estudos e selecionou-se 20 para o objetivo desta revisão. Para organização da análise dos registros coletados, foi elaborado um quadro com os seguintes tópicos: autor(es), título do trabalho, objetivo, local e data de publicação e principais resultados obtidos. Com isso, foi realizada a leitura atenciosa de cada estudo e complementado ao trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para compor a presente revisão da literatura, selecionou-se 14 estudos na língua portuguesa e 6 estudos na língua inglesa, os quais estão dispostos no Quadro 1.

Em destaque para a produção de Polastrini *et al.* (2022), o objetivo foi avaliar o potencial do leite A2 como estratégia de upgrading aos produtores de leite no Brasil. O método utilizado foi realização de entrevistas com 5 produtores e 3 pesquisadores da cadeia láctea A2. Os principais resultados relevantes para a presente revisão foram as dificuldades dos produtores em ingressar neste mercado, tendo em vista que são necessários diversos investimentos em estrutura, melhoramento genético do rebanho, certificações, além deles dependerem da parceria com as indústrias que fabricam leite e produtos A2. Os autores também aconselham os produtores a ingressarem no mercado de forma cautelosa, já que o retorno financeiro não é imediato, pois a comercialização dos produtos ainda é pouca.

Já no âmbito mundial, a pesquisa de Bentivoglio *et al.* (2020) na Itália, visou estimar o preço *premium* que os consumidores estão dispostos a pagar pelo leite A2. A metodologia utilizada foi Método de Avaliação Contingente de Escolha Dicotômica (DC-CVM). Através do estudo, concluíram que os consumidores estão dispostos a pagar 2,07 euros por litro, que equivale a 20 centavos a mais que o leite tradicional fresco sem lactose, além de observarem que os consumidores de produtos funcionais podem ser atraídos pelo leite A2.

A respeito de derivados A2, Daniloski *et al.* (2022), objetivou examinar até que ponto a funcionalidade do leite e dos ingredientes é influenciada pelo fenótipo da beta-caseína. A partir da sua pesquisa, pode-se concluir que os compostos de beta-caseína A2 possuem maiores capacidades de emulsão e formação de espuma que a beta-caseína A1, mas também são menos adequados para produção de queijo e iogurte, pelo seu gel fraco. Em suma, entender como atuam as proteínas no processamento de produtos é importante para a indústria de alimentos.

Ainda sobre derivados, é possível gerar mais diversificação de produtos com o selo A2 para comercialização. Mendes *et al.* (2019) produziu os queijos Petit Suísse e Minas Frescal utilizando o leite A1 e A2 em cada produção, para que os

avaliadores pudessem avaliar a respeito das diferenças sensoriais. Os testes sensoriais foram realizados em 4 etapas. No entanto, o queijo Petit Suísse fabricado com leite A2 possuiu as mesmas características sensoriais do queijo com leite tradicional, de acordo com os entrevistados. Já para o queijo Minas Frescal, os avaliadores atribuíram atributos como “mais macio” e “mais cremoso” com o leite A2.

Silva *et al.* (2023) também produziu um derivado lácteo, o Doce de Leite A2A2. O Objetivo do trabalho foi desenvolver um doce de leite com leite UHT A2 comercializado, realizar análises físico-químicas e sensoriais. Os resultados que obtiveram foram atrativos, tendo em vista que a análise sensorial entre os avaliadores foi aprovada, com o mesmo sabor de Doce de Leite tradicional. Além disso, na pesquisa de Intenção de Compra, 50% dos provadores (25), optaram por “certamente compraria” o produto. Em relação às análises físico-químicas, o teor de açúcar e percentual de Cinzas estiveram conforme a legislação, 0,28% e 1,72%, respectivamente. Já para o teor de Umidade, obteve-se 33,14%, sendo 3,14% acima do permitido pela legislação.

Esses e outros estudos compõem o Quadro 1 e foram utilizados para compor a revisão.

Quadro 1 – Estudos analisados quanto ao tema, objetivo, local, ano de publicação e resultados principais.

Autores	Título	Objetivos	Resultados principais
ALMEIDA (2021); Gama-DF.	“Análises físico-químicas e microbiológicas em Leite A2A2 comercializado no DF.”	“Analisar características físico-químicas e microbiológicas em amostras de leite A2A2 cru e pasteurizado comercializado no Distrito Federal sem certificação.”	- Processamentos térmicos inadequados vistos pela inatividade da enzima peroxidase; - Importância de adquirir produtos que passam por fiscalizações adequadas.
BENTIVOGLIO <i>et al.</i> (2020); Itália.	“Existe um mercado promissor para o leite A2? Análise das preferências do consumidor italiano.”	“Estimar o preço premium que os consumidores estão dispostos a pagar pelo leite A2.”	- Os consumidores estão dispostos a pagar um preço premium pelo leite A2; - Os consumidores de produtos funcionais são atraídos por esse tipo de produto.
BARBOSA <i>et al.</i> (2019); Campinas-SP.	“Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório.”	“(…) discutir o potencial impacto do BCM-7 nos sintomas gastrintestinais que têm sido relacionadas ao consumo de leite de rebanhos de vacas não geneticamente selecionadas como A2/A2 (…)”	- Importância da obtenção e processamento de leite de gado A2/A2 como alternativa dietética para indivíduos com histórico de intolerância ao leite.
COSTA (2022); Fortaleza-CE.	“Programas de melhoramento genético de bovino de leite no Brasil.”	“Apresentar uma revisão sobre os principais programas de melhoramento genético de bovino de leite existentes no Brasil.”	- Os principais programas de melhoramento genético para a produção leiteira nacional.

Continua

Continuação

DANILOSKI <i>et al.</i> (2022); Austrália.	“Qual é o impacto das mutações de aminoácidos na estrutura primária das caseínas na composição e funcionalidade do leite e dos produtos lácteos?”	“Examinar até que ponto a funcionalidade do leite e dos ingredientes é influenciada pelo fenótipo da β -caseína.	- Os leites compostos de β-caseína A2 possuem maiores capacidades de emulsão e formação de espuma; - O leite com beta-caseína A2 é menos adequado para queijo ou iogurte, produzindo um gel fraco, mas que é de maior digestibilidade.
DIOGO <i>et al.</i> (2023); Rio Branco-AC.	“Ocorrência de animais produtores de leite A2A2: estudo de caso em uma propriedade do município de Rio Branco – Acre”	“Identificar a ocorrência do gene A2A2 em vacas em lactação mestiças com diferentes graus de sangue Holandês x Gir em uma propriedade do município de Rio Branco no Acre.”	- 46,6% de animais positivos em vacas de lactação mestiça Holandês x Gir como portadoras do gene A2A2 utilizando o Kit Leite-A2.
FERNANDEZ-RICO <i>et al.</i> (2022); Lugo-Espanha.	“Leite A2: Novas Perspectivas para Tecnologia Alimentar e Saúde Humana.”	“Fornecer uma atualização sobre os efeitos do leite A2 na saúde humana, bem como suas diferentes propriedades tecnológicas para produzir laticínios.”	- Leite A2 como alívio nas dificuldades econômicas sofridas pelos produtores de leite; - Os níveis baixos de conscientização nos países sobre os benefícios do leite A2.
FONSECA (2023); Pirassununga-SP.	“Estudos dos alelos A1 e A2 para o gene da β -caseína sobre a produção, composição e frações proteicas do leite de vacas da raça Holandesa.”	“Estudar os desdobramentos polimórficos dos alelos A1 e A2 para o gene da β -caseína em vacas da raça Holandesa submetidas às mesmas condições nutricionais e ambientais (...)”	- As frações de proteínas são diferencialmente abundantes nos genótipos A1A1, A2A2 e A1A2.

Continua

Continuação

JEONG <i>et al.</i> (2023); República da Coreia.	“Consumo de leite A2 e seus benefícios para a saúde: uma atualização.”	“Fornecer uma compreensão atualizada do consumo de leite A2 e seus benefícios à saúde.”	- A variante A1 da beta-caseína aumenta o tempo de trânsito digestivo e atividade da mieloperoxidase; - Indivíduos com intolerância à lactose preferem o leite A2.
KAPLAN <i>et al.</i> (2022); Turquia.	“Benefícios do leite A2 para nutrição esportiva, saúde e desempenho.”	Discutir sobre o leite A2 e seus potenciais efeitos à saúde em comparação com doenças relacionadas ao consumo de leite A1.	- O leite A2 como melhor alternativa para a dieta dos atletas sem causar qualquer desconforto gastrointestinal após a digestão.
KAY <i>et al.</i> (2020); USA.	“efeitos benéficos do leite com proteína beta-caseína A2: mito ou realidade?”	“Revisar a compreensão atual das 2 principais subvariantes da b-caseína e seus efeitos em vários sistemas orgânicos que podem ter impacto na saúde de um indivíduo.”	- Influência da b-caseína no sistema gastrointestinal, sistema endócrino, sistema nervoso e sistema cardiovascular.
MARINO (2021); Pirassununga-SP.	“Influência do polimorfismo do gene CSN-2 na produção e características do leite de vacas Holandesas.”	“Identificar possíveis efeitos genótipos e fenótipos frequentes em vacas com os alelos A1 e A2 da β -caseína e de avaliar as características de produção, composição e contagem de células somáticas do leite proveniente de vacas com os genótipos A1A1, A1A2 e A2A2.”	- Não há diferença entre os genótipos para a composição de leite e CCS para um rebanho de vacas holandesas. - Animais com genótipos A1A1 demonstraram ter uma maior produção de leite no período de lactação.

Continua

Continuação

MATTIOLI (2024); Belo Horizonte-MG.	“Qualidade do leite A2 pasteurizado tipo A comercializado em Belo Horizonte, Minas Gerais”	“Avaliar a qualidade microbiológica e físico-química do leite A2 pasteurizado tipo A comercializado em mercados e supermercados de Belo Horizonte – MG.”	- Qualidade microbiológica e físico-químicas dos leites A2 pasteurizados não satisfatórias, com presença de micro-organismos patológicos.
MENDES <i>et al.</i> (2019); Bambuí-MG.	“Leite A2A2: opinião dos consumidores brasileiros e efeito no sensorial características dos queijos Petit Suisse e Minas.”	“Avaliar os efeitos do β -CN A2 nas características sensoriais dos queijos Petit Suisse e Minas; e avaliar as opiniões dos consumidores brasileiros sobre os produtos A2 e seu potencial de mercado.”	- O β -CN A2 não influenciou as características sensoriais do queijo Petit Suisse; - O queijo Minas Frescal A2 foi caracterizado como mais macio e cremoso; - Relato dos brasileiros acerca da não leitura dos rótulos de leite.
OLIVEIRA (2020); Salvador-BA	“Búfalas produzem naturalmente leite A2”	Relação histórica, biológica e cultural entre o ser humano e o consumo de leite destacando os búfalos.	- Co-evolução gene-cultura; - Características do leite de búfalas.
PACCHIAROTTI <i>et al.</i> (2020); Ribeirão Preto-SP.	“Produção do leite A2 e melhoramento genético do rebanho.”	“Demonstrar a possibilidade da produção exclusiva do leite A2 em fazendas no Brasil, abordando seu processo produtivo, suas características e vantagens.”	- Sistema de rastreabilidade, melhoramento genético e seleção de rebanho como fatores importantes para comprovação do leite A2.
POLASTRINI <i>et al.</i> (2022); Palmas-TO.	“O leite A2 como estratégia de upgrading na cadeia global de valor bovina no Brasil”	“Avaliar o potencial do leite A2 como estratégia de upgrading aos produtores de leite no Brasil.”	- Dificuldades encontradas pelos produtores de leite A2A2. - A origem dos produtos importa para os consumidores.

Continua

Continuação

SILVA (2020); Mococa-SP.	“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”	“abordar 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.”	- Média do rebanho leiteiro nacional com frequência do alelo A2. - Características dos diferentes tipos de leite (A, B e C).
SOUSA (2022); Botucatu-SP.	“Diferenciais do leite A2A2 e aplicabilidade.”	Investigar o desempenho de vendas de leite no mercado brasileiro, a valorização dos rebanhos produtores de leite A2A2, bem como os seus derivados e os fatores que afetam o consumo desses produtos.	- Vantagens econômicas e produtivas; no Brasil - Benefícios gastrointestinais potenciais.
SILVA <i>et al.</i> (2023); São Paulo-SP.	“Desenvolvimento de doce de leite A2A2: Análise Sensorial e Análises Físico-Químicas do produto”	Desenvolver um doce de leite A2A2.	- Desenvolvimento de um derivado A2A2 com características sensoriais e físico-químicas semelhantes de um tradicional.

Fonte: autora (2024).

A maioria dos estudos apontam para uma significativa vantagem em consumir o leite A2, especialmente pelos seus benefícios no organismo humano em detrimento do leite convencional, que a literatura aponta relações com diversas doenças e complicações à saúde. Esse fato foi defendido se tratando de todas as faixas etárias, gêneros e inclusive se tratando de pessoas atletas. Para um melhor aproveitamento, continuar com a diversificação de produto com selo A2 é promissor para a inovação no mercado de laticínios, tendo em vista que os consumidores ao tomarem conhecimento dos benefícios do selo, estão dispostos a adquirir e incorporar na dieta. Mesmo que haja diferença nas estruturas das micelas de caseínas dos dois tipos de leites, algumas marcas já superaram os desafios de

processamento e manejo dos derivados e o mercado já conta com diversos produtos com o selo A2.

Porém, como mencionado anteriormente, os trabalhos ressaltaram que o ingresso dos produtores no mercado lácteo A2 ainda é desafiador, principalmente porque a indústria de laticínios ainda não conta com uma ampla produção de leite A2 ao ponto de priorizá-lo em detrimento do leite que contém a beta-caseína A1 por não ter demanda suficiente. Alguns estudos também apontaram a hesitação dos produtores em investir em estrutura, seleção do rebanho, melhoramento genético para obter certificações e o retorno financeiro não ser o esperado. No entanto, parte da falta da demanda foi entendido que é por falta de conhecimento do público a respeito do leite A2 e os seus benefícios, tanto em outros países, como no Brasil.

CONCLUSÃO

O leite é essencial na alimentação humana, pois contém diversos nutrientes fundamentais para a dieta diária e ao longo prazo. Além disso, os estudos referentes ao leite A2 têm mostrado as vantagens de consumir este alimento em comparação ao leite tradicional, mesmo ainda carecendo-se de mais informações a respeito do funcionamento fisiológico desta versão do leite no organismo humano. As estimativas para a produção de leite A2 é de crescimento mundial, mas atualmente, o que o Brasil produz representa apenas 1% da cadeia láctea do país. Com isso, é válido ressaltar que os programas de certificações existentes já são portas abertas para os produtores e indústrias que querem se consolidar no setor, mas também é necessário que o mercado nacional supere os desafios que impedem o avanço do mercado de produtos lácteos A2, como o âmbito econômico, pesquisa e desenvolvimento, regulamentação, parceria entre os produtores e a indústria de laticínios, produção e marketing.

Ademais, o Brasil conta com uma vantagem genética devido à predominância de raças que contém o gene da beta-caseína A2, como o gado zebuíno. Isto, aliado à tendência crescente por parte da população que se interessa por alimentos e bebidas mais saudáveis, oferece uma oportunidade significativa da consolidação deste mercado no país. Tendo em vista esses dois fatores com os investimentos adequados, a produção de leite e derivados A2 que ainda está concentrada nas fazendas atendendo apenas aos mercados regionais, poderia expandir-se para grandes indústrias de laticínios, para alcançar uma maior abrangência.

É importante ressaltar que grande parte da população não possui entendimento acerca das diferenças contidas nos rótulos dos produtos lácteos. Isto pode dificultar o ingresso dos produtores na cadeia láctea A2, pois o retorno financeiro pode não ser dado imediatamente. Com esse baixo nível de conscientização dos consumidores, ao invés da cadeia láctea A2 ser uma oportunidade de alívio nas dificuldades econômicas sofridas pelo setor de laticínios, pode desencadear mais complicações financeiras. Portanto, por parte das marcas já produtoras, é interessante consolidar seus rebanhos com raças de genótipos A2A2, mas além disso, é imprescindível promover o conhecimento do básico com campanhas de informação, para que os consumidores saibam das diferenças entre

o leite convencional que contém a proteína beta-caseína A1, e o leite A2, que não contém, pois isso pode aumentar o interesse do público e impulsionar as vendas.

REFERÊNCIAS

ABRALEITE. **Ação da ABRALEITE leva Anvisa a publicar resolução sobre benefícios digestivos do leite A2.** Abraleite, 2021. Disponível em: <<https://www.abraleite.org.br/2021/10/25/acao-da-abraleite-leva-anvisa-a-publicar-resolucao-sobre-beneficios-digestivos-do-leite-a2/>>. Acesso em: 20 ago 2024.

ALERGIA AO LEITE DE VACA. **APLV é comum?** Disponível em: <<https://www.alergiaaoleitedevaca.com.br/articles/details/aplv-e-comum>>. Acesso em: 07 out. 2024.

ALMEIDA, Lorrane Pereira dos Reis. **Análises físico-químicas e microbiológicas em Leite A2A2 comercializado no DF.** 2021. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Medicina Veterinária, UNICEPLAC. Gama – DF, 2021.

BARBOSA, Marina Gomes; SOUZA, Alisson Borges; TAVARES, Guilherme Miranda; ANTUNES, Adriane Elisabete Costa. Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório. **Segur. Aliment. Nutr.** Campinas, v. 26, p. 1-11. e019004. 2019. Doi: 10.20396/san.v26i0.8652981. Acesso em: 14 ago. 2024.

BENTIVOGLIO, Deborah; FINCO, Adele; BUCCI, Giorgia; STAFFOLANI, Giacomo. “Existe um mercado promissor para o leite A2? Análise das preferências do consumidor italiano.” **Sustainability**, v. 12, n. 6763, p. 1-16. 2020. Doi: 10.3390/su12176763. Acesso em: 10 set. 2024.

BOI SAÚDE PECUÁRIA INTELIGENTE. **Por que uma propriedade deve investir na raça Sindi?** Boi Saúde, 2021. Disponível em: <<https://dicas.boisaude.com.br/por-que-uma-propriedade-deve-investir-na-raca-sindi/>>. Acesso em: 01 ago. 2024.

BOLINI, Helena Maria Andre; SILVA, Maria Aparecida Pereira. Gosto, sabor e percepções sensoriais. *In*: REYES, Felix Guillermo Reyes. 1 ed. **Umami e Glutamato: aspectos químicos, biológicos e tecnológicos.** São Paulo: Blucher, 2021. P. 309-320.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011.** Estabelece critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção de leite cru. Disponível em: <<https://www.cileite.com.br/content/instru%C3%A7%C3%A3o-normativa-no-62>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018.** Disponível em: <<https://encurtador.com.br/jLU2z>>. Acesso em: 01 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Mapa do Leite: Políticas Públicas e Privadas para o Leite**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/portal-do-leite/mapa-do-leite>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CADE, Robert; PRIVETTE, Malcolm; FREGLY, Melvin; ROWLAND, Neil; SUN, Zhongjie; ZELE, Virginia; WAGEMAKER, Herbert; EDELSTEIN, Charlotte. Autism and Schizophrenia: Intestinal Disorders. **Nutritional Neuroscience**, v. 3, p. 57-72. 1999. Doi: 10.1080/1028415X.2000.11747303. Acesso em: 05 set. 2024.

CANAL DO LEITE. **Leite A2A2 - Percepção dos consumidores**. Canal do Leite, 2024. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/5CgNH>>. Acesso em: 24 ago. 2024.

CARRARA, E. R; GAYA, L.G.; MOURÃO, G.B. Fatty acid profile in bovine milk: its role in human health and modification by selection. **Archivos de Zootecnia**, Minas Gerais, v. 66, n. 253, p. 151-158. 2017.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA DO LEITE (CILEITE). **Números da produção de leite no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://www.cileite.com.br/leite_numeros_producao>. Acesso em: 07 out. 2024.

CIÊNCIA DO LEITE. **Kit rápido de identificação de leite A2 simplifica seleção nos rebanhos leiteiros**. Ciência do leite, 2023. Disponível em: <<https://cienciadoleite.com.br/noticia/6096/kit-rapido-de-identificacao-de-leite-a2-simplifica-selecao-nos-rebanhos-leiteiros>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Certificação da produção de leite e derivados de vacas A2A2**. CNA Brasil, 2023. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/certificacao-da-producao-de-leite-e-derivados-de-vacas-a2a2>>. Acesso em: 20 set. 2024.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Protocolo vacas A2A2**. CNA Brasil, 2023. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/protocolo-vacas-a2a2-2>>. Acesso em: 20 set. 2024.

CORBUCCI, Flávio Sader. **Beta-caseína A2 como um diferencial na qualidade do leite**. 2017. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araçatuba-São Paulo, 2017.

COSTA, Raphael de Sousa. **Programas de melhoramento genético de bovino de leite no Brasil**. 2022. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – CE, 2022.

CRUZ, Adriano Gomes da; ZACARCHENCO, Patrícia B.; OLIVEIRA, Carlos Augusto F.; CORASSIN, Carlos H. **Química, bioquímica, análise sensorial e nutrição no processamento de leite e derivados**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. V. 1. Coleção Lácteos.

CUSTOM MARKET INSIGHTS. **A2 milk market**. Custom Market Insights, 2023. Disponível em: <<https://www.custommarketinsights.com/report/a2-milk-market/>>. Acesso em: 20 set. 2024.

DANILOSKI, Davor; MCCARTHY, Noel A.; HUPPERTZ, Thom.; VASILJEVIC, Todor. What is the impact of amino acid mutations in the primary structure of caseins on the composition and functionality of milk and dairy products? **Current Research in Food Science**, v. 5, p. 1701-1712. 2022. Doi: 10.1016/j.crfs.2022.09.026. Acesso em: 15 ago. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Anuário Leite 2024**. Embrapa Gado Leite, 2024. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1164754/1/Anuario-Leite-2024.pdf>> Acesso em: 14 out. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Composição do leite**. Agência de Informação Tecnológica, 2024. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/qWMRT>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

FAZENDA TAMANDUÁ. **Bovinos Pardos Suíços**. Disponível em: <<https://www.fazendatamandua.com.br/produtos/bovino-pardo-suico/>>. Acesso em: 03 ago. 2024.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP. **Agronegócio do leite: produção, transformação e oportunidades**. São Paulo: FIESP, 2022. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

FERNANDEZ-RICO, Salvador; MONDRAGÓN, Alicia del Carmen; LÓPEZ-SANTAMARINA, Aroa; CARDELLE-COBAS, Alejandra; REGAL, Patrícia; LAMAS, Alexandre; IBARRA, Israel Samuel; CEPEDA, Alberto; MIRANDA, José Manuel. A2 Milk: New Perspectives for Food Technology and Human Health. **Foods**, v. 11, p. 1-20. 2022. Doi: 10.3390/foods11162387. Acesso em: 16 ago. 2024.

FERREIRA, Vitória Násser Pegoraro; PICHARA, Wanymara Gullo; VALENTE, Gustavo Lucas Costa. Efeito hipoalergênico das proteínas do leite A2A2. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 5, e2513545732. 2024, P. 1-7. 2024. Doi: 10.33448/rsd-v13i5.45732. Acesso em: 05 set. 2024.

FONSECA, Danielle Cássia Martins da. **Estudo alelos A1 e A2 para o gene da β -caseína sobre a produção, composição e frações proteicas do leite de vacas da raça Holandesa.** 2023. 159 f. Tese de Doutorado - Faculdade de zootecnia e engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga-SP, 2023.

FONTES, Flávia. O leite no mundo: tudo o que você precisa saber sobre leite A2.

Revista Leite Integral, Belo Horizonte, jan. 2019. Disponível em:

<<https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/tudo-o-que-voce-precisa-sabersobre-leite-a2>>. Acesso em: 10 set. 2024.

FOX, P. F. *et al.* **Dairy Chemistry and Biochemistry**. 2 ed. Switzerland: Springer International Publishing, 2015. Disponível em DOI: 10.1007/978-3-319-14892-2. Acesso em: 17 ago. 2024.

FRESHMANIA. Catálogo de produtos. Disponível em: https://freshmania.com.br/m/letti?srsltid=AfmBOooaf3Yryi_7ABN7I_jM1m5Yi9h6MkBZ6IB7wE14taV8br317o_1. Acesso em: 05 ago. 2024.

GOIASMINAS INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS LTDA. Catálogo de produtos. Disponível em: <https://www.italac.com.br/produtos/leite-uht-semidesnatado-a2-1l-edge/>. Acesso em: 06 ago. 2024.

GONSALES, Stephanie Alves. **Raça Gir: história, produção de leite e características.** Milkpoint, 2021. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/yWU7r>>. Acesso em: 01 ago. 2024.

GUISSO, Isabelly Vargas; SILVA, Bruno Barbosa da; BRAGA, Juliano; JUNGBECK, Micaela; MONTAGNER, Paula (2020). Leite A2A2: uma nova alternativa para pessoas alérgicas à proteína do leite de vaca. *XXV seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão*.

HANUSOVÁ, E; HUBA, J.; ORAVCOVÁ, M.; POLÁK, P.; VRTKOVÁ, I. Genetic variants of beta-casein in Holstein Dairy cattle in Slovakia. **Slovak J. Anim. Sci.**, Eslováquia, v. 43 (2), p. 63-66. 2010.

HARAGUCHI, Fabiano Kenji; ABREU, Wilson César de.; PAULA, Heberth de. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Rev. Nutr.**, Campinas, 19(4):479-488, jul./ago., 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Em 2023, abate de bovinos cresce e o de suínos e frangos atingem recordes. Agência de Notícias, 28 set. 2023. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/XpEZu>>. Acesso em: 12 ago. 2024.

ISOLA, José Victor; GONSALES, Stephanie Alves. **Raça Holandesa: história e características.** Milkpoint, 2020. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/espaco-aberto/curiosidades-a-historia-da-raca-holandesa-220175/>>. Acesso em: 01 ago. 2024.

IVAN, Formigoni. **Leite tipo A, B e C. Qual a diferença entre eles?** Farmnews, 25 ago. 2017. Disponível em: <https://www.farmnews.com.br/mercado/leite-tipo-a/#:~:text=Segundo%20a%20nutricionista%20Sheila%20Basso,de%20bact%C3%A9rias%20presentes%20ap%C3%B3s%20pasteuriza%C3%A7%C3%A3o.> Acesso em: 13 ago. 2024.

JAISWAL, Kailash Prasad; SARSAVAN, Anil. Review on bovine beta-casein (A1, A2) gene polymorphism and their potentially hazardous on human health. **International Journal of Environment & Animal Conservation**, India, v. 03, I. 01, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/306401373>. Acesso em: 11 set. 2024.

JEONG, Huijin; PARK, Young-Seo; YOON, Sung-Sik. A2 milk consumption and its health benefits: an update. **Food Science and Biotechnology**, 33: 491-503. 2023. Doi: 10.1007/s10068-023-01428-5. Acesso em: 15 ago. 2024.

SANTIN, IA Junior; KCC, Silva; DC, Cucco. Milk Fatty Acids Profile and the Impact on Human Health. **Journal of Dairy & Veterinary Sciences**, Universidade de Santa Catarina, v. 10(1): 555779. 2019. Doi: 10.19080/JDVS.2019.10.555779. Acesso em: 21 set. 2024.

KAPLAN, Merve; BAYDEMIR, Baris; GUNAR, Bilgetekin Burak; ARSLAN, Aysenur; DUMAN, Hatice; KARAV, Sercan. Benefits of A2 Milk for Sports Nutrition, Health and Performance. **Frontiers in Nutrition**, Turquia, v. 9, a. 935344, jul. 2022. Doi: 10.3389/fnut.2022.935344. Acesso em: 20 ago. 2024.

KASKOUS, Shehadeh. A1 and A2-Milk and Their Effect on Human Health. **Journal of Food Engineering and Technology**, Alemanha, v. 9(1), p. 15-21. 2020. Doi: 10.32732/jfet.2020.9.1.15. Acesso em: 17 ago. 2024.

KAY, Sae-In S; DELGADO, Stefanie; MITTAL, Jeenu; ESHRAGHI, Rebecca S.; MITTAL, Rahul; ESHRAGHI, Adrien A. Beneficial Effects of Milk Having A2 β -Casein Protein: Myth or Reality? **The Journal of Nutrition Critical Review**, Miami, p. 1061-1072. 2021. Doi: 10.1093/jn/nxaa454. Acesso em: 20 ago. 2024.

KRESGE, Nicole; Simoni, Robert D. Lactose Synthesis in the Mammary Gland: Lactose Synthase and the Work of Robert L. Hill. **The Journal of Biological Chemistry**, USA, v. 281, n. 6, p 6-8. 2006.

LIMA, Mathias Alencar da Rocha. **Leite A2: Principais Aspectos**. 2019. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – CE, 2019.

MARINO, Elizangela Domenis. **Influência do polimorfismo do gene CSN-2 na produção e características do leite de vacas Holandesas**. 2021. 46 f. Dissertação de Mestrado – Faculdade de zootecnia e engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga-SP, 2021.

MATÍIA-MARTÍN, Pilar; TORREGO-ELLACURÍA, Macarena; LARRAD-SAINZ, Angélica; FERNÁNDEZ-PÉREZ, Cristina; CUESTA-TRIANA, Federico; RUBIO-HERRERA, Miguel Ángel. Effects of Milk and Dairy Products on the Prevention of Osteoporosis and Osteoporotic Fractures in Europeans and Non-Hispanic Whites from North America: A Systematic Review and Updated Meta-Analysis. **Supplement.**, v. 10, p. 120-143. Doi: 10.1093/advances/nmy097. Acesso em: 22 set. 2024.

MATTIOLI, Letícia Matos. **Qualidade do leite A2 pasteurizado tipo A comercializado em Belo Horizonte, Minas Gerais**. 2024. 132 f. Dissertação para Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte-MG, 2024.

MELDAU, Débora Carvalho. **Gado Jersey**. Infoescola. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/pecuaria/gado-jersey/>>. Acesso em: 04 ago. 2024.

MENDES, Mariana Oliveira; MORAIS, Murielle Ferreira de; RODRIGUES, Jéssica Ferreira. A2A2 milk: Brazilian consumers opinions and effect on sensory characteristics of Petit Suisse and Minas cheeses. **LWT - Food Science and Technology**, Bambuí-MG, v. 108, p. 207-213. 2019. Doi: 10.1016/j.lwt.2019.03.064. Acesso em: 19 ago. 2024.

MUEHLHOFF, Ellen; BENNETT, Anthony; MCMAHON, Deirdre. **Milk and dairy products in human nutrition**. 1. ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. 374 p.

MILKPOINT. **Leite A2 e o mercado brasileiro: desafios e perspectivas**. Milkpoint, 2024. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/ilctepamig/leite-a2-e-o-mercado-brasileiro-desafios-e-perspectivas-236333/>>. Acesso em: 21 ago. 2024.

MILKPOINT. **O leite A2 já é uma realidade, mas e os derivados?** Milkpoint, 2021. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/o-leite->

a2-ja-e-uma-realidade-mas-e-os-derivados-224839/?acao=0e63f3d7-eb6a-4bf5-8b26-079d1dcfba90>. Acesso em: 21 ago. 2024.

NUNES, Kilma Vicente. **Relato de Experiência: processo de certificação da Fazenda Polilac para produção de leite A2**. 2022. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2022.

PACCHIAROTTI, Victoria Lopes; MENDES, João Padilha Gandara; FERREIRA, Luciano Menezes. Produção do leite A2 e melhoramento genético do rebanho. **Revista Interdisciplinar de Saúde e Educação**. v. 1, n. 2.

PELLEGRINI, Luiz Gustavo de *et al.* Análise do perfil de ácidos graxos do leite bovino, caprino e ovino. **Synergismus Scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 7, n. 1, p. 1-3, 2012.

PIRACANJUBA. Catálogo. Disponível em: <<https://www.piracanjuba.com.br/busca/leite%20a2>>. Acesso em: 05 ago. 2024.

POLASTRINI, Alessandra; RODRIGUES, Waldecy; FILHO PEDROZA, MANOEL XAVIER. The A2 milk as an upgrading strategy in the cattle global value chain in Brazil. **Desenvolvimento em debate**, v. 10, n.2, p.119-145, maio-ago. 2022. Doi: 10.51861/ded.dmvdo.2.107. Acesso em: 24 set. 2024.

RABELLO, Luisa Duarte. **Gado Guzerá - Origens, características, vantagens e desvantagens da raça**. Mercado Rural, 2024. Disponível em: <https://blog.mercadorural.org/artigos/gado-guzera-origens-e-carateristicas-da-raca>. Acesso em: 01 ago. 2024.

ROCHA, Denis Teixeira da; CARVALHO, Glauco Rodrigues; RESENDE, João Cesar de. **Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária**. Juiz de Fora-MG, 2020. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215880/1/CT-123.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2024.

ROSA, Patricia Pinto; ZANELA, Maira Balbinotti; RIBEIRO, Maria Edi Rocha; FLUCK, Ana Carolina; ANGELO, Isabelle Damé Veber; FERREIRA, Otoniel Geter Lauz; COSTA, Olmar Antônio Denardin. Fatores etiológicos que afetam a qualidade do leite e o Leite Instável Não Ácido (LINA). **REDVET**, v. 18, n. 12, 2017. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121217.html>. Acesso em: 24 set. 2024.

SANTOS, Bruna Mendonça dos. **Aspectos genéticos e produtivos do leite A2A2: Revisão da literatura**. 2023. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Medicina Veterinária, UNICEPLAC. Gama-DF, 2023.

SANTOS, Augusto César Costa dos; PALLONE, Juliana Azevedo Lima. Leite A2: Aspectos químicos, bioquímicos, efeitos na saúde e mercado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: o avanço da Ciência no Brasil**. Editora Científica Digital, v. 3. 2023. P. 280-292.

SILVA, Cristian Gustavo da. **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**. 2020. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Tecnologia de Mococa. Mococa-SP, 2020.

SILVA, Naaman Nogueira; CASANOVA, Federico; PINTO, Michele da Silva; CARVALHO, Antônio Fernandes de; GAUCHERON, Frédéric. Micelas de caseína: dos monômeros à estrutura supramolecular. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 22, e2018185, 2019. Doi: 10.1590/1981-6723.18518. Acesso em: 17 set. 2024.

SOUSA, Fernanda de Araujo Lima. **Diferenciais do leite A2A2 e aplicabilidade**. 2022. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu, 2022.

TINOCO, Sandra Manzato Barboza; SICHIERI, Rosely; MOURA, Anibal Sanchez; SANTOS, Flávia da Silva; CARMO, Maria das Graças Tavares do. Importância dos ácidos graxos essenciais e os efeitos dos ácidos graxos trans do leite materno para o desenvolvimento fetal e neonatal. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23(3), p. 525-534, mar. 2017.

TROVÕES, Edina A T. **Leite de Vaca A2 – Quer saber do que se trata? Viver depois dos 50**. 2020. Disponível em: <<https://viverdepoisdos50.com/2020/02/leite-de-vaca-a2-quer-saber-do-que-se-trata/>>. Acesso em: 07 out. 2024.

VIANA, Flávia de Camargo. **Os exames laboratoriais e sua importância como prevenção à saúde**. 2024. 27f. Projeto de Conclusão de Curso – Faculdade FASIPE. Cuiabá-MT, 2024.

XANDÔ. Catálogo de produtos. Disponível em: <<https://www.xando.com.br/produto/leite-integral-a2/>>. Acesso em: 05 ago. 2024.