



B1

ISSN: 2595-1661

ARTIGO ORIGINAL

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](#)

## Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>

ISSN: 2595-1661

Revista JRG de  
Estudos Acadêmicos

### Analise da presença do genótipo A2 em um rebanho bovino oriundo do oeste do Paraná

Analysys of the presence of the A2 genotype in cattle herd from western Paraná

DOI: 10.55892/jrg.v7i14.1220

ARK: 57118/JRG.v7i14.1220

Recebido: 11/04/2024 | Aceito: 18/06/2024 | Publicado *on-line*: 18/06/2024

#### Erick João Goulart<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0006-4002-501X>

<https://lattes.cnpq.br/7837384648811101>

Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Paraná, Brasil.

E-mail: erickjoao53@gmail.com

#### Caroline Pereira da Costa<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-3021-6411>

<https://lattes.cnpq.br/0880253645444625>

Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Paraná, Brasil.

E-mail: caroline.costa@udc.edu.br



### Resumo

O leite é considerado um alimento essencial e completo para todas faixas etárias, no qual contempla uma gama de nutrientes que incluem proteínas, vitaminas e sais minerais, importantes e essenciais para o desenvolvimento e manutenção do organismo humano. No Brasil, a produção leiteira é significativa, e coloca o país como terceiro maior produtor mundial, representado por cerca de 1 milhão de propriedades de pequeno e médio porte que produzem em média 34 bilhões de litros anualmente. O mercado de lácteos é desafiador, sofrendo pressão para se reinventar devido a demanda dos consumidores que estão sempre em busca de produtos saudáveis, benéficos e seguros. Entre as “inovações” para atender as exigências está o leite A2A2, que se diferencia dos demais pela ausência  $\beta$ -caseína A1, que está associada a problemas de saúde como alergias e desconfortos gastrointestinais. Em contrapartida, a  $\beta$ -caseína A2 sob efeito das enzimas digestórias liberam BCM-9 na qual não apresenta impactos negativos, isso a torna uma opção preferível para indivíduos sensíveis a  $\beta$ -caseína A1. O presente estudo visa fornecer informações sobre o genótipo A2A2, através de uma revisão bibliográfica e objetiva analisar o rebanho de uma propriedade no oeste do Paraná. Foram testadas vacas de diferentes raças e cruzamentos, afim de identificar as fêmeas geneticamente competentes para a produção de leite A2A2. Após as análises, 23,33% desses animais foram diagnosticados como portadores do genótipo A2A2. O conhecimento à cerca da genética do rebanho possibilita a certificação da propriedade e a comercialização do leite A2A2, além de permitir também a possível disseminação desse genótipo, através da reprodução assistida.

**Palavras-chave:** a2a2. Leite. bcm-9. bcm-7. caseína.

<sup>1</sup> Graduando em Medicina Veterinária pelo Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup> Graduada em Medicina Veterinária pelo Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu - PR, Mestre em Ciência Animal pela Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, atua como docente e embriologista.

## Abstract

Milk is considered an essential and complete food for all age groups. It contains a range of nutrients including proteins, vitamins and minerals, which are important and essential for the development and maintenance of the human body. In Brazil, dairy production is significant and places the country as the world's third largest producer, represented by around 1 million small and medium-sized farms that produce an average of 34 billion liters annually. The dairy market is challenging, under pressure to reinvent itself due to consumer demand for healthy, beneficial and safe products. Among the "innovations" to meet the requirements is A2A2 milk, which differs from the others by the absence of  $\beta$ -casein A1, which is associated with health problems such as allergies and gastrointestinal discomfort. In contrast,  $\beta$ -casein A2 under the effect of digestive enzymes releases BCM-9 which has no negative impact, making it a preferable option for individuals sensitive to  $\beta$ -casein A1. This study aims to provide information on the A2A2 genotype through a bibliographic review and aims to analyze the herd of a property in western Paraná. Cows of different breeds and crossbreeds were tested in order to identify females genetically competent for A2A2 milk production. After analysis, 23.33% of these animals were diagnosed as carrying the A2A2 genotype. Knowledge of the herd's genetics makes it possible to certify the property and market A2A2 milk, as well as allowing the possible dissemination of this genotype through assisted reproduction.

**Keywords:** a2a2. milk. bcm-9. bcm-7. casein.

## 1. Introdução

O leite é um alimento que traz benefícios a todas as faixas etárias de consumidores, sendo considerado um alimento completo, rico em proteínas, vitaminas e sais minerais que auxiliam no desenvolvimento e manutenção do organismo humano (CALEFFE et al., 2015). Este alimento é um produto oriundo da ordenha completa e interrupta sobre condições de higiene, de vacas saudáveis, bem alimentadas e descansadas (RIISPOA, 2020).

O produto adquiriu uma posição expressiva no agronegócio brasileiro tendo sua produção presente em 98% dos municípios do território nacional. Estes municípios são responsáveis por produzirem cerca de 34 bilhões de litros anualmente, colocando o Brasil na terceira posição do ranking de maiores produtores mundiais. Este setor conta com mais de 1 milhão de propriedades produtoras sendo que em sua maioria são de pequeno e médio porte e sendo responsável por empregar cerca de 4 milhões de pessoas (MAPA DO LEITE, 2023).

Atualmente, o mercado de produtos de origem animal vem sofrendo cada vez mais pressão para que se reinvente constantemente, pois o consumidor está cada vez mais exigente e preocupado com sua saúde e bem-estar, levando sempre a busca de produtos que lhe tragam esses benefícios e, com o setor de lácteos não é diferente. Nesse aspecto, destaca-se o leite A2A2, um produto relativamente "novo" e com um crescente destaque no mercado (PACCHIAROTTI et al., 2020).

O leite é composto por cerca de 12 a 13% de elementos sólidos tendo seu restante composto por água. Dentre os componentes sólidos estão gorduras, sais minerais, vitaminas e proteínas (LIMA, 2019). Nessa porcentagem de proteínas encontramos as caseínas como a alfa s1, alfa s2, kappa e  $\beta$ -caseína (CORBUCCI, 2017). As  $\beta$ -caseínas apresentam 13 variantes sendo A1, A2, A3, B, C, D, E, F, H1, H2, I e G. Mas somente as  $\beta$ -caseína A1 e A2 são mais conhecidas, difundidas e estudadas (SOUSA, 2022). As caseínas ao serem digeridas passam a se transformar

em opiáceos denominados  $\beta$ -casomorfina (BCM), que ligadas ao alelo A1 da  $\beta$ -caseína causa alergia e outros problemas de saúde. Tendo em contrapartida o alelo A2 não causando esses distúrbios (SILVA, 2020).

Estudos evidenciam que há cerca de 5.000 a 10.000 anos atrás os animais apresentavam-se sendo detentores exclusivamente da variação  $\beta$ -caseína A2. Contudo, passou a sofrer de forma espontânea e aleatória uma mutação, dando origem a  $\beta$ -caseína A1 (BARBOSA et al., 2019). Este fenômeno específico foi observado somente nos bovinos, havendo a continuação da variação A2 da  $\beta$ -caseína dominante no leite dos demais animais de produção leiteira como cabras, ovelhas e búfalas (BROOKE-TAYLOR et al., 2017).

Os resultados de estudos e pesquisas sobre este fenômeno que evidenciaram uma diferença nos aminoácidos da proteína  $\beta$ -caseína, sendo mais preciso na posição p.67 (SOUSA, 2022). Conforme ilustra a figura 1, a proteína A1 apresenta nesta posição um aminoácido denominado histidina e já o A2 apresenta prolina nesta posição (SILVA, 2020). Estas proteínas durante a digestão, devido à diferença nos aminoácidos, realiza a liberação de componentes diferentes, a  $\beta$ -caseína A1 durante as ações enzimáticas libera um peptídeo opioide a  $\beta$ -casomorfina-7 (BCM-7) (BARBOSA et al., 2019b), enquanto nessas ações a  $\beta$ -caseína A2 atua diferente, não liberando ou liberando em uma taxa muito baixa o peptídeo  $\beta$ -casomorfina-9 (BCM-9)(SILVA,2020).

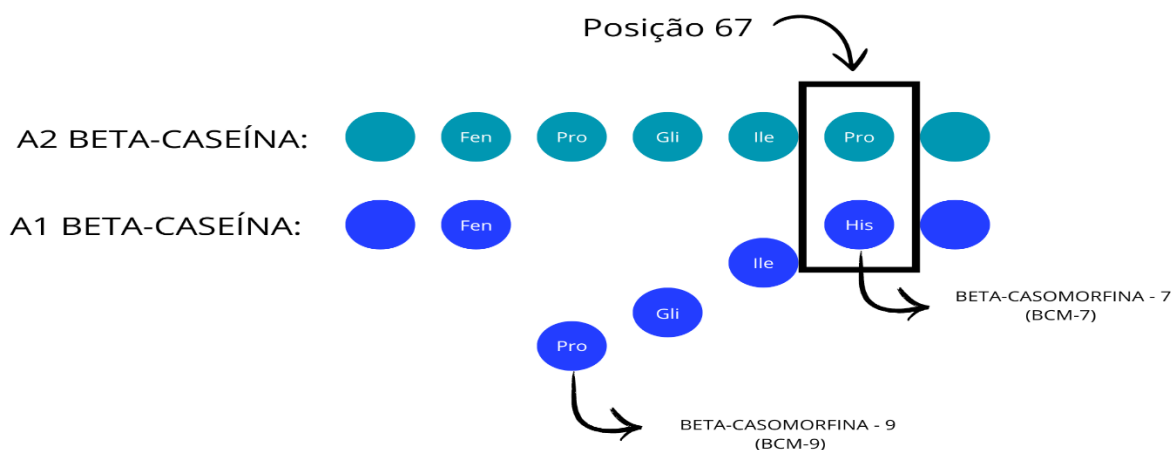


Figura 1: Diferença do aminoácido da B-caseína A1 E A2 e sua consequente quebra e liberação de BCM-7.

Acredita-se que a BCM-7 seja um importante causador de problemas relacionados a saúde humana (SILVA, 2020). Quando a BCM-7 sofre ações das enzimas digestórias acontece a liberação de uma substância química que apresenta uma atividade semelhante da morfina que após entrar em contato com os receptores presentes nas regiões gástricas, leva a diminuição da motilidade gastrointestinal, aumento da absorção de água, inibindo a secreção gástrica e estimulando a contração da vesícula biliar (BARBOSA et al., 2019), ocasionando assim os desconfortos intestinais. Estudos indicam que existem outras doenças relacionadas ao consumo do leite A1A1 como diabetes mellitus, doenças coronárias (OLIVEIRA, 2020), desenvolvimento de alergias as proteínas do leite, arteriosclerose, síndrome da morte súbita infantil e agravamento do autismo. Outros estudos apontam que após seu consumo, identificavam-se agravamentos em sintomas neurológicos (SOKOLOV et al., 2014).

A troca dos aminoácidos da cadeia 67 aonde a histidina (A1) é trocada por prolina (A2) no qual sintetizadas, liberam diferentes substâncias (LIMA, 2019). Essa

simples mudança de um aminoácido para outro interfere totalmente no resultado final, fazendo com que pessoas sensíveis a  $\beta$ -caseína A1 possam ingerir a  $\beta$ -caseína A2 com impactos gastrointestinais significativamente menores (BROOKE-TAYLOR et al., 2017).

Este estudo tem como objetivo reunir informações precisas sobre o leite A2A2 através de uma breve revisão bibliográfica com base em artigos, livros e periódicos científicos e, relatar o diagnóstico realizado em uma propriedade no interior do Paraná que usou o teste rápido Scienco – Biotech para diagnosticar de forma inicial animais de seu plantel que produzem leite A2A2, afim de enviar as amostras dos animais positivados para a genotipagem e confirmar a presença do genótipo no rebanho.

## 2. Metodologia

### 2.1 Local

O estudo foi autorizado pelo comitê de ética de uso animal, presente do Centro Universitário União Dinâmica das Cataratas, através do protocolo de número 2024.1.020343. Este realizado em uma propriedade no interior de Matelândia, município localizado no oeste do Paraná. O clima desta região é classificado pelo IDR – Paraná como sendo tropical, com uma temperatura média de 22°C e índice de pluviosidade de 1971 mm anuais.

### 2.2 Manejo dos animais

O rebanho de animais estava inserido no sistema de semiconfinamento, com a oferta alimento no cocho e acesso a pastagem nativa. O plantel era composto por 120 animais sendo da raça holandesa, Jersey, girolando e cruzas. Desses animais, 40 se apresentavam em lactação, das quais 30 foram submetidas a realização do teste.

Todos os animais do plantel contavam com acompanhamento médico veterinário, tendo recebido as vacinas obrigatórias e testados anualmente para doenças infecciosas como a brucelose e tuberculose. A propriedade mantém um calendário de vacinação seguindo as recomendações veterinárias e conforme as exigências estipuladas pela Agência de Defesa Agropecuária do Paraná – ADAPAR.

### 2.3 Critérios para amostragem

Para a escolha dos animais a serem testados foram levadas em consideração suas características produtivas, entre elas a frequência alélica que cada raça apresenta. Entre as raças destinadas a produção no Brasil temos as zebuínas com uma frequência alélica pra A2 de 96%, holandesas com 46% (MEDEIROS, 2020), e na raça Jersey de acordo com Zepeda-Batista et al (2015) apresentando 71%.

Neste contexto e para esta seleção, levou-se em consideração essas características, optando por analisar primeiramente animais zebuínos ou com cruzas, pois a sua porcentagem de frequência comprova seu grande potencial de produzir A2 (RANGEL et al., 2017). Após isso, as fêmeas da raça Jersey e suas cruzas e por fim as holandesas e suas cruzas.

### 2.4 Coleta de amostras

A coleta ocorreu na hora da ordenha dos animais sendo seguidas as medidas de higiene para retirada do leite. Foi realizado o teste da caneca de fundo escuro para possível detecção de mastite clínica, pois animais que apresentassem positivos para esse teste não teriam o leite coletado. Após isso, os animais tiveram seus tetos imersos em uma solução clorada como medida preventiva, denominado de pré-

dipping. Os tetos foram então secos com papel toalha e feita a coleta da amostra individual de cada animal e após, a ordenha prosseguiu de forma rotineira.

Com as amostras coletadas, o diagnóstico foi realizado por meio do Teste Rápido de A2 da Scienco Biotech, “Kit leite – A2”, que permite identificar a  $\beta$ -caseína A2A2 no leite dos animais, apresentando 100% de sensibilidade e especificidade. Para a sua realização foram seguidas as instruções fornecidas pela empresa.

Para a realização do teste foi utilizado uma pipeta plástica contida no kit, no qual era retirado das amostras dez gotas com a pipeta e colocadas no tubo diluente. Em seguida, realizou-se a homogeneização e a adição de duas gotas do líquido diluído na superfície indicada do teste. Após isso, o teste ficou em descanso por vinte minutos para assim prosseguir com a identificação. Os testes que apresentarem uma linha são negativos para A2A2 e positivos para o genótipo A1, os testes que apresentarem duas linhas são positivos para genótipo A2A2 sendo considerado um leite A2.



Figura 2: Testes rápido para detecção do Leite A2 – Scienco Biotech.

### 2.5 Coleta de resultados

A coleta de resultados se deu através da contagem dos testes positivos e negativos, sendo anotado os resultados e identificados os animais para cada resultado.

### 3. Resultados e Discussão

Após a realização dos testes conforme as orientações do fabricante, foi constatado a presença de 7 animais portadores do genótipo A2A2 (23,33%), sendo que os outros 23 animais do plantel apresentaram genótipo A1A1, conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1: Relação dos animais positivos ou não para genótipo A2.**

Testes	Resultados	(%)
<b>Positivos</b>	<b>7</b>	<b>23,33</b>
<b>Negativos</b>	<b>23</b>	<b>76,67</b>
<b>Falso positivo</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Falso negativo</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>

### 3.2 Discussão

Conforme observado, 23,33% dos animais foram considerados portadores do genótipo A2A2, demonstrando a capacidade de produzir leite A2, e também passar essas características a suas proles futuras. Este resultado tem como benefício ao produtor, desfrutar dessa característica com mais confiança.

Devemos ressaltar que o genótipo A2 não é um indicador de qualidade do leite e seus derivados. Existem outros fatores que influenciam na característica e qualidade do leite, como as alterações genéticas, que podem interferir na composição do leite - sendo no teor de gorduras, proteínas e outros minerais presentes - manejo e higiene dos animais e estruturas utilizadas.

Os resultados encontrados neste trabalho auxiliam na segregação dos animais da propriedade para que possam ser utilizadas técnicas de propagação deste genótipo no rebanho, levando assim ao aumento da produção do leite com essas características pois esta é desejável a algumas indústrias de lácteos para a produção de derivados específicos, corroborando com DIOGO et al. (2023).

Analisando os resultados obtidos nota-se que a porcentagem de animais positivos é baixa, sendo assim é necessário realizar a disseminação desse genótipo através de técnicas reprodutivas. Para maior eficiência neste processo de seleção e descarte de animais A1A1 e A1A2 tornando de forma mais rápida e eficiente a obtenção de rebanhos positivos para homocigoto A2A2, podemos adentrar em técnicas como genotipagem dos animais, compra de sêmen de touros A2, transferência de embriões e retenção de descarte de animais que não apresentem essas características.

A produção deste leite não beneficia somente as pessoas intolerantes ou alérgicas a caseína A1. A CSN2-A2 reduz o colesterol do soro, diminuído a concentração de lipídios de baixa intensidade. Essa diferença garante uma importante prevenção na gama de doenças cardiovasculares e além disso, o genótipo A2 tem efeitos positivos na produção de proteína e negativo na produção de gordura (DIOGO et al., 2023).

O mercado do leite A2 demonstra grande demanda, pois o consumidor está cada vez mais ciente e buscando alimentos que trazem benefícios a saúde. Estudos demonstram que o Brasil possui uma alta frequência deste alelo no seu rebanho, no qual passa a ser uma vantagem competitiva em relação aos outros países, tendo como vantagem também aos produtores rurais que podem comercializar o produto *in natura* ou em forma de derivados, tendo um preço superior aos com genótipo A1A1 (CORBUCCI, 2017).

No entanto para realizar a comercialização deste produto é necessário receber a certificação A2A2. Para a certificação, todas as normativas desde a manipulação de animais e da estrutura para que não haja a contaminação do leite A2 com leite A1 deverão ser seguidas. Através dessa certificação, o produtor poderá comercializar o leite e seus derivados de forma legal no mercado (NUNES, 2022)

O mercado do leite A2 ainda é desafiador pois é necessário maior investimento para que este produto atinja todo o mercado nacional, através de técnicas de difusão deste genótipo nos rebanhos brasileiros, levando ao aumento da produção e assim maior disponibilidade dos derivados lácteos A2 nas gondolas de supermercados.

#### 4. Conclusão

O genótipo A2 é uma variante com grandes benefícios, tanto para população quanto às indústrias, se tornando um novo nicho de mercado que apresenta grande potencial. No entanto, faz-se necessário o desenvolvimento de novas pesquisas e técnicas, para que haja a manutenção de rebanhos A1 e o aumento de animais A2 no território brasileiro, possibilitando a ampla oferta de um produto com menor incidência de reações aos organismos de indivíduos suscetíveis.

#### Referências

- ALBARELLA, Sara; SELVAGGI, Maria; D'ANZA, Emanuele; COSENZA, Gianfranco; CAIRA, Simonetta; SCALONI, Andrea; FONTANA, Annunziata; PERETTI, Vincenzo; CIOTOLA, Francesca. Influence of the Casein Composite Genotype on Milk Quality and Coagulation Properties in the Endangered Agerolese Cattle Breed. **Animals**, v. 10, n. 5, p. 892, 20 maio 2020. DOI 10.3390/ani10050892. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/5/892>.
- BARBOSA, M. G. et al. Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 26, p. e019004, 18 fev. 2019a.
- BARBOSA, M. G. et al. Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 26, p. e019004, 18 fev. 2019b.
- BODNÁR, Á.; HAJZSER, A.; EGERSZEGI, I.; PÓTI, P.; KUČHTÍK, J.; PAJOR, F.. A2 milk and its importance in dairy production and global market. **Animal Welfare, Etológia és Tartástechnológia.**, v. 14, n. 1, p. 1-7, 2018.
- BROOKE-TAYLOR, S. et al. Systematic review of the gastrointestinal effects of A1 compared with A2  $\beta$ -casein. **Advances in Nutrition American Society for Nutrition**, 1 set. 2017.
- DIOGO, B. DA S. et al. Ocorrência de animais produtores de leite A2A2: estudo de caso em uma propriedade do município de Rio Branco - Acre. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 6, n. 3, p. 2808–2818, 2 set. 2023.
- CORBUCCI, FLÁVIO SADER. **Beta-caseína A2 como um diferencial na qualidade do leite**, 2017.
- LIMA, M. A. DA R. **Leite A2: Principais Aspectos**. 2019.
- LIMA, Tábatta Cristine Chaves de. **Polimorfismo no gene da beta-caseína em rebanhos zebuínos leiteiros no Estado do Rio Grande do Norte**. 2014. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.
- LOPES PACCHIAROTTI, V. et al. **Produção do leite A2 e melhoramento genético do rebanho \* A2 milk production and herd genetic improvement**. n. 2, 2020. MAPA DO LEITE: Políticas Públicas e Privadas para o leite. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acessado em 20 de março de 2024.

MEDEIROS, I. P.S. **Efeito do Polimorfismo do Gene da Beta-Caseína na Qualidade do Leite da Raça Sindí**. Universidade Federal de Campina Grande. Patos – PB – Brasil, 2020.

NUNES, K. V. **Estágio supervisionado obrigatório realizado na indústria de laticínios e derivados lácteos do agreste meridional Eirelli - fazenda Polilac**, município de Garanhuns - pe. 2022.

RANGEL, A.H.N.; ZAROS, L.G.; LIMA, T.C.; BORBA, L.H.F.; NOVAES, L.P.; MOTA, L.F.M.; SILVA, M.S. Polymorphism in the Beta Casein Gene and analysis of milk characteristics in Gir and Guzera dairy cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 2, 2017. DOI 10.4238/gmr16029592. Disponível em: <http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2017/vol16-2/pdf/gmr-16-02-gmr.16029592.pdf>.

RIISPOA - **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal**; Título VIII – Inspeção Industrial e Sanitária do Leite e Derivados; Artigo 475, 1952.

SARMENTO, L.; DE OLIVEIRA, M. **Búfalas Produzem Naturalmente Leite A2**. 2020.

SILVA, C. G. 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.

SOKOLOV, Oleg; KOST, Natalya; ANDREEVA, Olga; KORNEEVA, Ekaterina; MESHAVKIN, Viktor; TARAKANOVA, Yulia; DADAYAN, Aleksander; ZOLOTAREV, Yurii; GRACHEV, Sergei; MIKHEEVA, Inna; VARLAMOV, Oleg; ZOZULYA, Andrey. Autistic children display elevated urine levels of bovine casomorphin-7 immunoreactivity. **Peptides**, v. 56, p. 68–71, jun. 2014. DOI 10.1016/j.peptides.2014.03.007. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196978114000795>.

SOUSA, F. DE A. L. S. **Diferenciais do Leite A2A2 e Aplicabilidade**. 2022.

ZEPEDA-BATISTA, J. L. et al. Polymorphism of three milk protein genes in Mexican Jersey cattle. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 18, n. 1, p. 1–4, 2015.