

COMPOSIÇÃO PROTEICA DO LEITE BOVINO: ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA SÍNTESE E IMPLICAÇÕES NA APLV

Ana Luiza Pieniz Pawlina¹

Brendha Ferreira de Menezes²

Isadora Flávia Garcia Andrade²

Rodrigo da Silva Pezzini²

José Tiago das Neves Neto³

Resumo: A alergia à proteína do leite de vaca (APLV) representa uma das condições alérgicas mais prevalentes na população pediátrica, sendo diretamente associada às proteínas sintetizadas na glândula mamária bovina, como as caseínas e a β -lactoglobulina. Considerando a importância nutricional do leite e sua ampla utilização na alimentação humana, torna-se essencial compreender os mecanismos fisiológicos envolvidos na síntese proteica, bem como suas implicações no potencial alergênico e na saúde pública. Este trabalho apresenta uma análise integrativa da fisiologia da lactação, das características das principais proteínas do leite bovino e das estratégias de manejo clínico e tecnológico voltadas à redução da alergenicidade, destacando o impacto desses conhecimentos tanto na prática médica quanto na produção animal e indústria de alimentos.

Palavras-chave: APLV. Leite bovino. Lactação. Caseína. Fisiologia.

INTRODUÇÃO

O leite bovino é amplamente reconhecido por seu valor nutricional e por ser uma das principais fontes de proteínas, lipídios, carboidratos e minerais consumidos pela população humana. Entretanto a alergia à proteína do leite de vaca (APLV) é uma das alergias alimentares mais prevalentes na população pediátrica (Nocerino *et al.*, 2025). A APLV está diretamente relacionada às proteínas sintetizadas e secretadas pela glândula mamária bovina, principalmente as caseínas e a β -lactoglobulina. Neste contexto, torna-se relevante

¹ Discente do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES. E-mail: analuizapp15@gmail.com

² Discente do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de mineiros - UNIFIMES

³ Docente do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Mineiros - UNIFIMES

compreender os mecanismos fisiológicos de produção proteica do leite, relacionando-os ao potencial alergênico e às implicações em saúde pública.

O objetivo deste trabalho é abordar características da fisiologia da glândula mamária bovina e os mecanismos de síntese proteica do leite, relacionando-os com o potencial alergênico das proteínas, e em especial caseínas e b-lactoglobulina, que estão diretamente associadas a alergia a proteína do leite de vaca (APLV) em humanos.

METODOLOGIA

Trata-se de um resumo expandido onde buscou informações sobre os aspectos fisiológicos da produção proteica do leite bovino e suas implicações na alergia a proteína do leite de vaca nas bases de dados Pub Med, Sciencedirect, Scielo. A pesquisa foi limitada a artigos, livros e revistas publicado no período de 2020 a 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A secreção de prolactina é desencadeada por estímulos sensoriais provenientes da sucção ou da ordenha, que são transmitidos ao hipotálamo. Esse processo reduz a liberação de dopamina — o principal inibidor da prolactina — permitindo, assim, a secreção desse hormônio pela hipófise anterior. A prolactina atua diretamente sobre as células epiteliais da glândula mamária, promovendo a síntese e secreção do leite, sendo considerada o principal hormônio lactogênico (Fonseca; Santos, 2020).

As proteínas do leite, em especial as caseínas, têm sua síntese iniciada no retículo endoplasmático rugoso das células secretoras da glândula mamária. Após sua formação, as cadeias polipeptídicas são transportadas para o aparelho de Golgi, onde sofrem modificações pós-traducionais, como a fosforilação, processo essencial para que as moléculas de caseína se agrupem em micelas. Essas micelas conferem estabilidade às proteínas no leite e são fundamentais para sua digestibilidade. Simultaneamente, a lactose é sintetizada no aparelho de Golgi pela enzima lactose-sintase, sendo armazenada nas vesículas secretoras em conjunto com as micelas de caseína. Esse empacotamento garante que, ao serem liberados no lúmen alveolar, proteínas e lactose sejam secretadas de forma coordenada, assegurando a adequada composição do leite bovino (Fonseca; Santos, 2020).

Para manter a lactogênese, o leite deve ser retirado da glândula mamária por amamentação ou ordenha. Uma eficiente retirada do leite necessita da liberação da ocitocina, que causa a contração das células musculares que envolvem os alvéolos (células mioepiteliais), e o movimento do leite para dentro dos ductos e das cisternas (Fonseca; Santos, 2020).

O leite de vaca contém mais de 20 frações de proteína. Os alérgenos significativos pertencem à proteína caseína (alfa-s1-, alfa-s2-, beta- e kappa-caseína) e proteínas de soro de leite (alfa-lactalbumina e beta-lactoglobulina). A maioria dos indivíduos com alergia ao leite de vaca tem sensibilidade tanto às caseínas quanto às proteínas do soro de leite (Edwards, 2023). As reações alimentares adversas imunomediadas são classificadas em duas categorias primárias: mediada por IgE, não mediada por IgE. Um mecanismo não mediado por IgE mais frequentemente causa alergia ao leite de vaca (Edwards, 2023).

A composição proteica do leite bovino não é estática e pode ser modulada por fatores genéticos, nutricionais e fisiológicos. Linhagens bovinas que produzem predominantemente a variante β -caseína A2 — em substituição à A1 — têm sido estudadas pela menor associação a desconfortos gastrointestinais e processos inflamatórios em humanos. Essa diferença decorre da liberação de peptídeos bioativos durante a digestão da β -caseína A1, como a β -casomorfina-7, que pode estimular respostas inflamatórias intestinais. Embora a substituição pela variante A2 demonstre benefícios potenciais em termos de tolerância, ainda há controvérsias quanto ao impacto direto sobre a alergia à proteína do leite de vaca (APLV), já que esta envolve mecanismos imunológicos mais complexos do que a simples sensibilidade digestiva (Ribes-Koninckx *et al.*, 2021).

Existem várias tecnologias de processamento, como a hidrólise enzimática, que podem reduzir a alergenicidade das proteínas do leite. Mas essas tecnologias são caras e podem não remover totalmente os alérgenos do leite (Milk Genomics, 2025).

Em um novo estudo, os pesquisadores combinaram técnicas de clonagem com a edição do genoma para criar uma linhagem celular de vaca que não possui os genes para produzir BLG (Beta-lactoglobulina). Tecnologia de clonagem usada para clonar Dolly, a ovelha, chamada de transferência nuclear de células somáticas (SCNT), juntamente com a edição do genoma CRISPR para eliminar os genes responsáveis pela produção de BLG. Os pesquisadores, assim, obtiveram uma linha celular de fibroblasto embrionário sem os genes responsáveis pela produção de BLG. Espera-se que o transplante dessas células para animais receptores crie vacas sem a capacidade de sintetizar BLG, que produziria leite hipoalergênico livre de BLG. (Milk Genomics, 2025).

Além disso, a literatura reforça a necessidade de diferenciar a APLV da intolerância à lactose: enquanto a primeira envolve mecanismos imunológicos, a segunda está relacionada à deficiência da enzima lactase. Essa diferenciação é essencial para evitar diagnósticos equivocados e condutas inadequadas.

Foi demonstrado que o APLV pode ser o primeiro passo para a progressão para outras condições alérgicas, como, asma e rinoconjuntivite, também para outras doenças, incluindo distúrbios gastrointestinais funcionais, e doenças inflamatórias intestinais. Isso ressalta a importância do gerenciamento precoce e eficaz para mitigar complicações de longo prazo e evitar o aumento dos custos associados ao gerenciamento de comorbidades adicionais (Nocerino *et al.*, 2025).

O tratamento da APLV normalmente requer a eliminação de proteínas do leite de vaca da dieta da mãe que amamenta em bebês amamentados ou o uso de fórmulas hipoalergênicas, como fórmulas extensivamente hidrolisadas (eHFs) ou fórmulas à base de aminoácidos (AAFs), em bebês não amamentados. Essas fórmulas especializadas são cruciais para prevenir a desnutrição e gerenciar os sintomas alérgicos de forma eficaz, mas são significativamente mais caras do que as fórmulas padrão. Além disso, os custos dietéticos vão além das fórmulas hipoalergênicas, abrangendo produtos alimentícios antialérgicos e opções fortificadas para garantir a ingestão nutricional adequada. (Nocerino *et al.*, 2025).

Assim, os resultados da literatura analisada demonstram que a fisiologia da lactação bovina, associada à composição proteica do leite, está intrinsecamente ligada à ocorrência da APLV em humanos. A compreensão detalhada desse processo permite não apenas avanços na prática clínica pediátrica, mas também inovações na Medicina Veterinária e na indústria de alimentos, que buscam reduzir o impacto dessa alergia alimentar na população.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada evidencia que a APLV está fortemente relacionada à composição proteica do leite bovino, cujas características são determinadas por fatores fisiológicos, genéticos e ambientais. Embora avanços biotecnológicos, como a edição genômica e o desenvolvimento de linhagens bovinas hipoalergênicas, representem perspectivas promissoras, ainda persistem desafios quanto à sua aplicabilidade econômica e à segurança alimentar. Do ponto de vista clínico, a distinção entre APLV e intolerância à lactose é fundamental para diagnósticos precisos e tratamentos adequados, evitando condutas equivocadas e prejuízos

nutricionais. Assim, a integração entre pesquisas em Medicina Veterinária, pediatria e indústria alimentícia é indispensável para aprimorar estratégias preventivas e terapêuticas, visando reduzir a prevalência da APLV e melhorar a qualidade de vida da população afetada.

REFERÊNCIAS

EDWARDS, C. W. Cow's milk allergy – StatPearls. In: **NCBI Bookshelf**. 2023.

FONSECA, F. A.; SANTOS, G. T. Fisiologia Animal Aplicada à Produção de Ruminantes. Curitiba: **InterSaberes**, 2020.

MILK GENOMICS. Creating Cows That Produce Hypoallergenic Milk. **International Milk Genomics Consortium**, 2025.

NOCERINO, R. *et al.* The burden of cow's milk protein allergy in the pediatric age: a systematic review of costs and challenges. **Healthcare**, v. 13, n. 8, p. 888, 2025.

RIBES-KONINCKX, C. *et al.* Amino acid formula containing synbiotics in infants with cow's milk protein allergy: a systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v. 13, n. 3, p. 935, 2021.