UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

ALLANA KETHLLIN ALMEIDA DOS SANTOS

INFLUÊNCIA DA AMAMENTAÇÃO NA IMUNIDADE DO LACTENTE: REVISÃO INTEGRATIVA

João Pessoa
2025

ALLANA KETHLLIN ALMEIDA DOS SANTOS

INFLUÊNCIA DA AMAMENTAÇÃO NA IMUNIDADE DO LACTENTE: REVISÃO INTEGRATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para a aquisição do título de Bacharel em Nutrição.

Orientadora: Profª. Drª. Cinthia Karla Rodrigues do Monte Guedes

João Pessoa
2025

S237i Santos, Allana Kethllin Almeida dos.
Influência da amamentação na imunidade do lactente: revisão integrativa / Allana Kethllin Almeida dos Santos. - João Pessoa, 2025.
41 f. : il.

Orientação: Cinthia Karla Rodrigues do Monte Guedes.
TCC (Graduação) - UFPB/CCS.

1. Aleitamento materno. 2. Imunidade. 3. Lactente. I. Guedes, Cinthia Karla Rodrigues do Monte. II. Título.

UFPB/CCS CDU 618.63(043.2)

ALLANA KETHLLIN ALMEIDA DOS SANTOS

INFLUÊNCIA DA AMAMENTAÇÃO NA IMUNIDADE DO LACTENTE: REVISÃO INTEGRATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Aprovado em 24 de Setembro de 2025

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª. Cinthia Karla Rodrigues do Monte Guedes
Universidade Federal da Paraíba
Orientadora

Prof. Dr. Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna
Universidade Federal da Paraíba
Examinador

Talita Maria Alves Lopes Silveira

Profª. Drª. Talita Maria Alves Lopes Silveira
Universidade Federal da Paraíba
Examinador

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pelo dom da vida, que fez com que todos os meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudo, e nunca me deixar desanimar em meio às adversidades da vida.

A toda a minha família, por serem aqueles que sempre estão comigo nos momentos bons e ruins. Em especial, aos meus pais, Severina de Almeida e Antonio Francisco da Silva Santos, por sempre cuidarem de mim, não medindo esforços pela minha felicidade e me enchem de amor e carinho, sempre me incentivaram nos momentos difíceis e na realização dos meus sonhos. Muito obrigada por nunca desistirem de mim, até mesmo quando eu mesma estava cansada vocês sempre me incentivaram a continuar, sempre me guiando no caminho certo.

A todo corpo docente dessa Universidade, por todos os ensinamentos, conselhos e paciência proferidos durante esses anos, no qual guiaram meu aprendizado, que serão fundamentais para a minha jornada profissional. Em especial, à minha orientadora, Prof.ª Dr.ª Cinthia Karla Rodrigues do Monte Guedes, por ter me aceitado como sua orientanda e pelo seu exemplo de profissionalismo. Agradeço por todos os ensinamentos, auxílios e oportunidades, não só durante esse projeto, mas em toda a minha jornada acadêmica.

Aos meus amigos de curso, que sempre estiveram ao meu lado, agradeço pela amizade incondicional e por todo o apoio demonstrando ao longo dos anos. Agradeço por sempre serem a minha companhia durante o curso, sempre vou levar no meu coração todos os momentos que tivemos aqui, obrigada por serem um porto seguro e pela troca de vivências e experiências, o apoio a presença de vocês foi essencial na minha vida.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de alguma forma durante a minha graduação e realização desse trabalho. A jornada não foi fácil, mas tudo que requer trabalho vale a pena. Esses anos como universitária foram os melhores da minha vida, sempre me lembrarei de tudo que aprendi e das amizades que fazem e sempre vão fazer parte da minha vida.

RESUMO

A amamentação é reconhecida como um dos principais fatores de proteção para a saúde do lactente, contribuindo para o desenvolvimento do sistema imunológico e a prevenção de doenças ao longo da vida. O presente trabalho teve como objetivo analisar a influência da amamentação na imunidade do lactente por meio de uma revisão integrativa da literatura. A busca foi realizada em bases de dados científicas utilizando critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. Os estudos analisados demonstraram que o leite materno contém uma ampla variedade de componentes bioativos, incluindo proteínas, imunoglobulinas, citocinas, fatores de crescimento, oligossacarídeos e microbiota própria, que atuam de forma sinérgica na maturação e modulação do sistema imunológico do bebê. Evidências apontam que esses elementos fortalecem as barreiras de defesa contra agentes patogênicos, reduzem o risco de infecções respiratórias e gastrointestinais, além de estarem relacionados à menor prevalência de alergias e doenças crônicas no futuro. Conclui-se que a amamentação exerce papel essencial na imunidade do lactente, oferecendo proteção contra infecções e favorecendo o desenvolvimento saudável. Reforça-se, portanto, a importância de incentivar e apoiar o aleitamento materno como estratégia fundamental de saúde pública.

Palavras-chaves: Aleitamento materno; imunidade; lactente.

ABSTRACT

Breastfeeding is recognized as one of the main protective factors for infant health, contributing to the development of the immune system and the prevention of diseases throughout life. This study aimed to analyze the influence of breastfeeding on infant immunity through an integrative literature review. The search was conducted in scientific databases using pre-established inclusion and exclusion criteria. The analyzed studies demonstrated that breast milk contains a wide variety of bioactive components, including proteins, immunoglobulins, cytokines, growth factors, oligosaccharides, and its own microbiota, which act synergistically in the maturation and modulation of the baby's immune system. Evidence suggests that these elements strengthen the defense barriers against pathogenic agents, reduce the risk of respiratory and gastrointestinal infections, and are also related to a lower prevalence of allergies and chronic diseases in the future. It is concluded that breastfeeding plays an essential role in the immunity of the infant, providing protection against infections and promoting healthy development. Therefore, the importance of encouraging and supporting breastfeeding as a fundamental public health strategy is reinforced.

Keywords: Breastfeeding; immunity; infant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Campanha sobre influência da alimentação materna……...4
Figura 2 - Campanha sobre influência da alimentação materna……...5
Figura 3 - Campanha sobre influência da alimentação materna……...5
Figura 4 - Desenvolvimento e Migração das Células do Sistema Imunológico Fetal……..8
Figura 5 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos…….……17
Figura 6 - Concentrações de TGF-β, TNF-α e IL-2 em lactentes……...26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos principais componentes de defesa do leite materno……..…...…..19

Quadro 2 - Resultados dos estudos que abordam a ação dos componentes imunológicos do leite materno…….…….……...20

Quadro 3 - Resumo dos principais componentes presentes na microbiota do leite……...……23

Quadro 4 - Resultados dos estudos que abordam a influência da microbiota do leite materno na imunidade do lactente…….….24

Quadro 5 - Comparação Imunológica entre Bebês Amamentados e Alimentados com Fórmula……..…….….27

Quadro 6 - Resultados dos estudos que abordam a comparação entre bebês amamentados e bebês em uso de fórmula infantil…….28

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

COVID-19	Doença pelo coronavírus SARS-CoV-2
DHA	Ácido docosa-hexanoico
HMO	Oligossacarídeos do Leite Humano (*Human Milk Oligosaccharides*)
IgA	Imunoglobulina A
IgG	Imunoglobulina G
IgM	Imunoglobulina M
IL	Interleucina
SIgA	Imunoglobulina A Secretória
TGF-β	Fator de Crescimento Transformador Beta (*Transforming Growth Factor Beta*)
Tregs	Linfócitos T reguladores
TNF-α	Fator de Necrose Tumoral Alfa (*Tumor Necrosis Factor Alpha*)
SARS-CoV-2	Síndrome Respiratória Aguda Grave por Coronavírus 2

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....3
2.1 COMPOSIÇÃO DO LEITE MATERNO..... 3
2.2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO DO LACTENTE.....6
2.3 MECANISMOS IMUNOLÓGICOS DO LEITE MATERNO.....9
2.4 AMAMENTAÇÃO, MICROBIOTA E IMUNIDADE.....11
2.5 BEBÊS AMAMENTADOS E BEBÊS EM USO DE FÓRMULA..... 12
3. METODOLOGIA..... 15
3.1 FORMULAÇÃO DA PERGUNTA NORTEADORA.....15
3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS ESTUDOS.....15
3.3 CATEGORIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS OBTIDOS.....16
3.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS..... 16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....17
4.1 COMPONENTES IMUNOLÓGICOS DO LEITE MATERNO E SUA AÇÃO PROTETORA..... 18
4. 2 INFLUÊNCIA DA MICROBIOTA DO LEITE MATERNO NA IMUNIDADE DO LACTENTE..... 20
4.3 COMPARAÇÃO ENTRE LACTENTES AMAMENTADOS E ALIMENTADOS COM FÓRMULA..... 24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 28
REFERÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

A amamentação é amplamente recomendada como a forma ideal de alimentação nos primeiros meses de vida. O aleitamento materno exclusivo deve ser mantido até os seis meses de idade, sendo complementado por outros alimentos, a partir desse período, e continuado até dois anos ou mais. Essa prática é reconhecida por seus inúmeros benefícios nutricionais, imunológicos, emocionais e sociais, tanto para o lactente quanto para a mãe, bem como para toda a sociedade e meio ambiente (WHO, 2023).

Durante os primeiros meses de vida, o sistema imunológico do recém-nascido ainda está em amadurecimento, o que o torna mais vulnerável a infecções. Nesse contexto, o leite materno fornece não apenas os nutrientes necessários para o crescimento, mas também diversos componentes bioativos que auxiliam na formação da imunidade do bebê (Diniz; Figueiredo, 2015).

O leite materno humano desempenha um papel fundamental no crescimento e no desenvolvimento do recém-nascido, sendo uma fonte essencial e insubstituível de nutrientes para os primeiros estágios da vida. As fórmulas infantis não conseguem replicar completamente as propriedades do leite materno, especialmente no que se refere à imunoproteção (Brasil, 2019). Com os avanços nas técnicas de análise, tem sido possível estudar com mais profundidade os diversos componentes do leite materno e suas funções no organismo do lactente (Kim; Yi, 2020).

Nas últimas décadas, apesar das evidências científicas sobre os benefícios da amamentação, dados do Ministério da Saúde, datados entre fevereiro de 2019 e março de 2020, evidenciam que a taxa de amamentação exclusiva em crianças menores de seis meses é de 45,7%, já para as menores de quatro meses, 60% (Brasil, 2020). Menos da metade das crianças brasileiras menores de seis meses são amamentadas exclusivamente, o que revela um cenário preocupante. Essa realidade é impulsionada por diversos fatores, como a introdução precoce de fórmulas infantis, incluindo uma forte publicidade indevida dos substitutos do leite materno, o retorno ao trabalho sem o devido apoio institucional, além da carência de informação e orientação adequada às mães e suas redes de apoio.

Do ponto de vista da saúde pública, incentivar a amamentação exclusiva até os seis meses e continuada até dois anos ou mais traz impactos positivos relevantes. A prática está associada à redução da mortalidade infantil, menor incidência de doenças infecciosas, como diarreias e infecções respiratórias, além de colaborar na prevenção de doenças crônicas ao longo da vida (Victora *et. al*, 2016).

Diversos componentes presentes no leite materno apresentam ação imunomoduladora, como a imunoglobulina A (IgA), que atua formando uma barreira protetora nas mucosas do trato gastrointestinal e respiratório do bebê. Outros fatores importantes incluem a lactoferrina, que possui ação antimicrobiana, e os oligossacarídeos do leite humano, que alimentam bactérias benéficas no intestino do lactente, favorecendo o desenvolvimento de uma microbiota saudável. Esses elementos desempenham papéis fundamentais na formação do sistema imunológico do bebê, especialmente nos primeiros seis meses de vida, quando a imunidade ainda está imatura (Kim; Yi, 2020).

Compreender a influência do aleitamento materno na imunidade infantil é essencial para a atuação de profissionais de saúde, especialmente na área da nutrição. O conhecimento acerca dos mecanismos imunológicos envolvidos permite um olhar mais amplo sobre a importância da amamentação não apenas como prática nutricional, mas também como estratégia de prevenção de doenças e promoção da saúde desde os primeiros dias de vida.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi compreender a relação da amamentação com a sua influência no sistema imunológico do lactente, destacando os principais fatores imunológicos presentes no leite materno, sua atuação na proteção contra infecções e doenças, bem como ressaltar a importância do aleitamento como estratégia de promoção da saúde infantil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 COMPOSIÇÃO DO LEITE MATERNO

O leite materno é um fluido biológico complexo, considerado o alimento ideal para o lactente, pois atende plenamente às suas necessidades nutricionais e imunológicas nos primeiros meses de vida. Sua composição varia de acordo com o período de lactação, evoluindo de colostro, leite de transição à leite maduro (Brasil, 2022).

Do ponto de vista nutricional, o leite materno é composto majoritariamente por água, que representa cerca de 87% do seu volume. Os macronutrientes presentes incluem carboidratos, lipídios e proteínas, fornecendo energia e substratos essenciais para o crescimento e desenvolvimento do lactente (Brasil, 2022).

Os carboidratos representam o macronutriente principal do leite humano e exercem funções essenciais na nutrição do lactente, especialmente no desenvolvimento fisiológico do trato gastrointestinal desde os primeiros dias de vida, além de contribuírem para o equilíbrio da microbiota intestinal. A lactose, além do fornecimento energético, favorece a absorção de cálcio e o desenvolvimento da microbiota intestinal benéfica. Destaca-se ainda a presença de oligossacarídeos específicos, que não são digeríveis pelo bebê, mas exercem função prebiótica e protetora, atuando como receptores solúveis que impedem a adesão de patógenos ao epitélio intestinal (Kim; Yi, 2020).

Os lipídios representam o segundo maior macronutriente no leite materno, sendo responsável por cerca de 50% do valor energético total na dieta do lactente. Além de seu papel como fonte concentrada de energia, exerce função essencial no fornecimento de nutrientes e no desenvolvimento do sistema nervoso central (Kim; Yi, 2020). Os lipídios estão presentes sob forma de triglicerídeos, colesterol, fosfolipídios e ácidos graxos essenciais, como o ácido linoleico e o ácido docosa-hexaenoico (DHA), fundamentais para o desenvolvimento do cérebro e da visão (Brockway *et. al*, 2024).

No leite humano a proteína compreende uma mistura de soro de leite, caseína e vários peptídeos. Elas são altamente biodisponíveis e adaptadas às necessidades do bebê. Dentre as bioativas, destacam-se lactoferrina, mucina, α-lactalbumina, IgA secretora, lisozima e fatores de crescimento (Lai *et. al*, 2022). A α-lactalbumina representa cerca de 40% da proteína do soro, desempenhando papel essencial na síntese de lactose pelas glândulas mamárias, além de contribuir para o fornecimento de aminoácidos essenciais e favorecer a absorção de minerais e oligoelementos (Kim; Yi, 2020).

O conteúdo lipídico do leite humano está relacionado com a alimentação materna e ao ganho de peso gestacional. A ingestão frequente de alimentos ultraprocessados, como pães industrializados, como produtos de panificação, frituras, fast foods e margarinas, por lactantes, pode levar à presença de ácidos graxos trans no leite materno, os quais podem representar até 7,7% do total de ácidos graxos, o que levanta preocupações quanto aos possíveis efeitos negativos no desenvolvimento e na saúde do lactente (Brockway *et. al*, 2024).

Uma campanha realizada no Brasil pela Sociedade Brasileira de Pediatria do Rio Grande do Sul ilustra de forma impactante essa realidade: na imagem, um bebê é amamentado por uma mama representando uma ilustração de alimentos ultraprocessados, como refrigerantes e fast foods, chamando atenção para a influência direta da alimentação materna na composição do leite e, consequentemente, na saúde do bebê.

Figura 1 - Campanha sobre influência da alimentação materna

Fonte: Sociedade de Pediatria do Rio Grande do Sul (2013)

Figura 2 - Campanha sobre influência da alimentação materna

Fonte: Sociedade de Pediatria do Rio Grande do Sul (2013)

Figura 3 - Campanha sobre influência da alimentação materna

Fonte: Sociedade de Pediatria do Rio Grande do Sul (2013)

Além dos macronutrientes, o leite materno é rico em micronutrientes, como vitaminas (A, D, E, K, C e complexo B) e minerais (ferro, zinco, cálcio, fósforo, entre outros), cuja biodisponibilidade é superior àquela encontrada em fórmulas infantis. A composição

vitamínica do leite materno pode depender do estado nutricional materno, apesar de que, na maioria dos casos, ele apresenta vitaminas suficientes para garantir o crescimento normal do lactente (Reyes *et. al*, 2024).

No Brasil, a suplementação preconizada durante a gestação tem como foco o ácido fólico e o ferro, nutrientes fundamentais para a prevenção de defeitos do tubo neural e da anemia materna e fetal. Mais recentemente, o Ministério da Saúde também recomenda a suplementação de cálcio a partir da 12ª semana de gestação, como medida de prevenção da pré-eclâmpsia (Brasil, 2025).

Mais de 20 minerais já foram identificados no leite humano, incluindo elementos essenciais como ferro, cobre e zinco. A maioria desses minerais apresenta concentrações mais elevadas no colostro, com redução gradual ao longo do tempo de lactação. Diferentemente das vitaminas, os níveis de minerais no leite materno não são fortemente influenciados pelo estado nutricional da mãe, tampouco sofrem grandes alterações com a suplementação materna (Kim; Yi, 2020).

2.2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO DO LACTENTE

O sistema imunológico está em constante desenvolvimento, caracterizando-se como um processo contínuo, inclusive no período neonatal e nos primeiros anos de vida, no qual um desenvolvimento acelerado ou atrasado pode prejudicar o indivíduo (Moraes-Pinto; Suano-Souza; Aranda, 2021). Durante a gestação e logo após o nascimento, o feto e o recém-nascido precisam lidar com diversos desafios imunológicos. Entre eles estão a necessidade de proteção contra infecções, respostas inflamatórias excessivas, que poderiam desencadear um parto prematuro, e adaptar-se gradualmente à exposição de inúmeros antígenos do ambiente externo (Rechavi *et. al*, 2015).

Após o nascimento, o sistema imunológico do bebê passa a ter uma atuação mais intensa, devido ao contato com uma grande variedade de microrganismos presentes no ambiente. Como a imunidade adaptativa ainda está em processo de maturação e a memória imunológica é pouco desenvolvida, o recém-nascido torna-se mais suscetível a infecções. Por isso, a imunidade inata assume um papel fundamental nos primeiros anos de vida, atuando como a principal linha de defesa (Moraes-Pinto; Suano-Souza; Aranda, 2021).

Ao longo do desenvolvimento embrionário e fetal, o tecido linfóide passa por constante modulação. Dentre os primeiros sistemas a se formar durante a embriogênese está o hematopoiético, junto com o sistema cardiovascular. As células sanguíneas iniciais surgem a

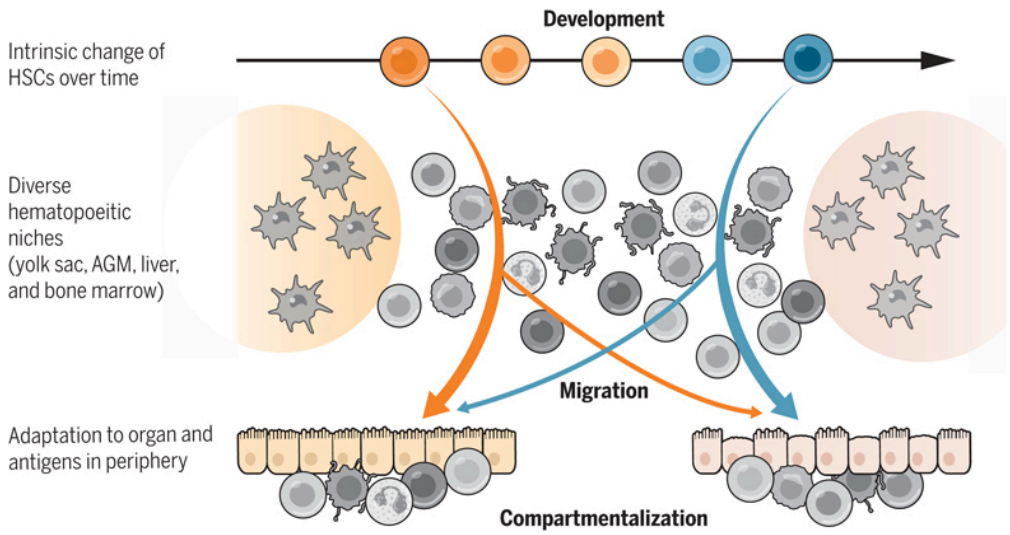
partir do mesoderma e localizam-se, na fase embrionária, no saco vitelino. Essas células primitivas migram para a parte anterior da linha primitiva do embrião, onde dão origem aos progenitores eritróides. Acredita-se que esses progenitores também estejam envolvidos na formação de granulócitos, macrófagos e megacariócitos (Rechavi *et. al*, 2015).

A partir da 6ª semana de gestação, o fígado do feto assume temporariamente a função de produzir as células sanguíneas, processo conhecido como hematopoiese, que mais tarde será realizado de forma definitiva pela medula óssea, a partir do final do segundo trimestre. Por volta da 7ª semana de gestação, células precursoras dos linfócitos T, que apresentam o marcador CD34, migram para o timo. Nesse órgão, elas passam por processos de diferenciação e maturação, dando origem aos linfócitos T com receptores do tipo αβ (Park *et. al*, 2020).

A maturação e diferenciação das células B no feto envolvem a ativação progressiva de fatores de transcrição, além de um processo chamado recombinação V(D)J. Esse mecanismo genético permite a reorganização de segmentos específicos do DNA, resultando na formação de receptores de membrana únicos que expressam imunoglobulinas como IgM e IgD, essenciais para a atuação das células B na resposta imune (Rechavi *et. al*, 2015).

Durante o desenvolvimento fetal, as células do sistema imune migram para diferentes órgãos linfóides e periféricos, como os gânglios linfáticos, pele, intestino, rins e pulmões, onde se adaptam às características específicas de cada local. Diversas populações de células imunológicas se formam e amadurecem em momentos distintos da gestação, processo essencial para promover tanto a tolerância imunológica quanto respostas funcionais adequadas. Essa preparação é fundamental para que o organismo do embrião e do feto consiga lidar com os antígenos aos quais será exposto ainda durante a gestação e após o nascimento (Park *et. al*, 2020).

Figura 4 - Desenvolvimento e Migração das Células do Sistema Imunológico Fetal



Fonte: Park *et. al*. (2020)

O contato com alérgenos e patógenos pode alterar o ambiente intrauterino, influenciando tanto a imunidade presente, levando em conta a exposição ou não aos alérgenos ainda na gestação, e durante o nascimento quanto o processo de maturação do sistema imunológico nas primeiras fases da vida. Além disso, desequilíbrios nutricionais maternos, sejam por excesso ou deficiência, afetam significativamente o desenvolvimento da imunidade neonatal. A carência nutricional durante a gestação estimula de forma intensa o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, o que pode levar à redução do tamanho do timo fetal. Essa alteração compromete a sobrevivência dos timócitos e das células imunes imaturas (B e T), favorecendo a ocorrência de apoptose. Com isso, o desenvolvimento imunológico do recém-nascido pode ser prejudicado, aumentando o risco de infecções no início da vida e o surgimento de doenças inflamatórias ou imunomediadas mais tarde (Basha; Surendran; Pichichero, 2014).

A imunidade inata do recém-nascido é composta por diferentes tipos celulares, como os granulócitos, especialmente os neutrófilos, células apresentadoras de antígenos, células NK (*Natural Killers*) e células T. Esses componentes estão prontos para atuar de forma rápida e eficaz frente a diversos agentes infecciosos. Como o ambiente intrauterino oferece pouca exposição a antígenos e a imunidade adaptativa do neonato ainda está em processo de maturação, a defesa inicial contra infecções depende majoritariamente da ação eficiente do sistema imune inato (Basha; Surendran; Pichichero, 2014).

Durante a gestação, o feto já começa a expressar os componentes do sistema complemento, os quais vão se intensificando progressivamente até alcançar os níveis observados em adultos, geralmente entre 12 e 18 meses de idade (Moraes-Pinto; Suano-Souza; Aranda, 2021). Já as células NK têm um papel essencial no controle de infecções virais respiratórias agudas graves, como aquelas causadas pelo vírus da influenza e pelo vírus sincicial respiratório, auxiliando na resolução desses quadros infecciosos (Basha; Surendran; Pichichero, 2014).

A imunidade adaptativa do recém-nascido é funcional, porém imatura, o que torna essa fase da vida marcada por maior vulnerabilidade a infecções. Diferente da imunidade inata, que atua de forma imediata, a resposta adaptativa requer tempo para se desenvolver completamente, sendo dependente da exposição a antígenos ao longo dos primeiros meses e anos de vida. As células B e T estão presentes desde o período fetal, mas sua capacidade de resposta é limitada. A produção de anticorpos próprios, principalmente as imunoglobulinas do tipo IgG, IgA e IgM, ainda é reduzida ao nascimento, sendo inicialmente complementada pelos anticorpos maternos transferidos via placenta e, posteriormente, pelo leite materno. Com o passar do tempo e a exposição a patógenos e vacinas, o sistema adaptativo amadurece gradualmente, adquirindo memória imunológica e tornando-se mais eficiente na defesa contra infecções (Rechavi *et. al*, 2015).

A imunidade transplacentária mediada por anticorpos é um mecanismo essencial de proteção passiva que ocorre durante a gestação. Através da placenta, especialmente no terceiro trimestre, ocorre a transferência de imunoglobulina G (IgG) materna para o feto, proporcionando ao recém-nascido uma defesa temporária contra patógenos aos quais a mãe já foi exposta (Moraes-Pinto; Suano-Souza; Aranda, 2021).

A amamentação exerce um papel fundamental na proteção imunológica do lactente, especialmente nos primeiros meses de vida, quando o sistema imunológico ainda está em desenvolvimento. O leite materno fornece anticorpos, células imunes e outros componentes bioativos que complementam as defesas do recém-nascido contra infecções. Além de contribuir para a nutrição ideal, o aleitamento materno atua como uma extensão da imunidade materna, reforçando a imunoproteção iniciada ainda na vida intrauterina (Victora *et. al*, 2016).

Dessa forma, é possível compreender que o sistema imunológico do lactente passa por um processo complexo e progressivo de desenvolvimento, que se inicia ainda na vida intrauterina e se estende após o nascimento. Diversos fatores influenciam esse

amadurecimento, como a hematopoiese fetal, a diferenciação de células imunológicas em órgãos linfóides, a exposição a antígenos e as condições nutricionais maternas.

A predominância da imunidade inata nos primeiros meses de vida, aliada à imaturidade da resposta adaptativa, torna o recém-nascido mais suscetível a infecções. Contudo, mecanismos como a transferência passiva de anticorpos pela placenta e, posteriormente, pelo leite materno, oferecem suporte imunológico essencial durante esse período.

2.3 MECANISMOS IMUNOLÓGICOS DO LEITE MATERNO

A amamentação contribui significativamente para a proteção dos lactentes contra infecções respiratórias e do trato gastrointestinal, além de estar associada à menor probabilidade de desenvolvimento de condições inflamatórias, como asma, obesidade, atopia e doenças inflamatórias intestinais. Bebês amamentados têm uma redução aproximada de 47% no risco de morte por infecções, 63% por doenças diarreicas agudas e 57% por hospitalizações causadas por infecções respiratórias (Victora *et. al*, 2016).

Diversos componentes bioativos presentes no leite materno contribuem significativamente para o desenvolvimento do sistema imunológico do lactente. Entre eles, destacam-se as imunoglobulinas, oligossacarídeos específicos do leite humano, lactose, lactalbumina, ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (LC-PUFAs), além de vitaminas como A, C e E. Também estão presentes substâncias como interleucinas, lactoferrina, lisozima, antígenos alimentares provenientes da dieta materna, bem como células imunológicas, como macrófagos, neutrófilos e probióticos (Doare *et. al*, 2018).

Apesar do leite materno possuir todas as classes de imunoglobulinas, a IgA, especialmente em sua forma secretora (IgAs), é a mais abundante e relevante para a proteção imunológica do lactente. A IgAs é sintetizada na glândula mamária a partir da IgA sérica, por meio de um processo de clivagem proteolítica, sendo que a sua principal função imunológica ocorre na mucosa do trato gastrointestinal, onde atua como uma barreira contra agentes patogênicos (Donald *et. al*, 2022).

Estudos mostram que o leite humano pode conter anticorpos contra o SARS-CoV-2, sem evidência de transmissão viral pelo leite, sendo isso uma das principais diferenças da amamentação em relação às fórmulas lácteas. Assim, o leite humano, além de continuar sendo nutricionalmente essencial, revela-se um importante aliado imunológico, inclusive diante de infecções virais emergentes como a COVID-19 (Sheehan *et. al*, 2024).

A amamentação exerce um papel protetor contra o desenvolvimento de alergias alimentares ao fornecer ao lactente antígenos alimentares provenientes da dieta materna, associados a fatores imunomoduladores como IgAs, TGF-β e oligossacarídeos presentes no leite materno. Essas moléculas influenciam positivamente a composição da microbiota intestinal e promovem o estabelecimento de uma resposta imunológica, diminuindo a predisposição à sensibilização alérgica (Koukou *et. al*, 2023).

Em mecanismos semelhantes, a TGF-β estimula a produção de IgA pelas células B e auxilia na estabilidade de células T reguladoras (Tregs), contribuindo para a educação imunológica neonatal e a supressão de respostas inflamatórias nos primeiros meses de vida (Koukou *et. al*, 2023). Além disso, estudos recentes apontam que complexos imunes de antígeno materno com IgG ou IgA presentes no leite podem ser captados pelo intestino do lactente via o receptor Fc neonatal (FcRn), induzindo células T reguladoras específicas para o alérgeno em questão (Kosmeri *et. al*, 2022).

Esse processo tem sido demonstrado em modelos experimentais como um potente indutor de tolerância oral, com redução significativa da sensibilização alimentar em descendentes de mães expostas ao antígeno durante a lactação (Kosmeri *et. al*, 2022). Esses achados sugerem que a exposição precoce e controlada a antígenos por meio do aleitamento pode contribuir para a prevenção de alergias, especialmente quando replicada em conjunto com condições maternas imunológicas adequadas.

2.4 AMAMENTAÇÃO, MICROBIOTA E IMUNIDADE

A microbiota presente no leite materno é um dos elementos que contribuem para a modulação do sistema imunológico do lactente. Estima-se que esse leite contenha centenas de espécies bacterianas, com uma concentração aproximada de 1.000 unidades formadoras de colônias por mL. Como resultado, bebês amamentados podem ingerir até 800 mil bactérias diariamente. Após o contato inicial com microrganismos no momento do nascimento, o leite materno se torna uma das principais fontes de colonização microbiana do intestino infantil (Doare *et. al*, 2018).

Diferente dos probióticos presentes em alimentos ou suplementos, que normalmente fornecem uma ou poucas cepas bacterianas em quantidades elevadas, o leite materno se destaca por oferecer uma ampla diversidade de microrganismos. Essa diversidade é considerada benéfica, pois contribui para uma colonização intestinal mais equilibrada e variada no bebê. O perfil bacteriano do leite pode apresentar variações entre as mães, mas

geralmente reflete a microbiota intestinal materna (Doare *et. al*, 2018). Dentre as espécies mais encontradas estão Streptococcus, Staphylococcus, Bifidobacterium, Lactobacillus, Propionibacterium, Enterococcus, além de microrganismos da família Enterobacteriaceae (Davis *et. al*, 2022).

A microbiota presente no leite materno influencia diretamente o sistema imunológico do lactente, tanto pela ação dos microrganismos vivos quanto pelos metabólitos que eles produzem. Entre esses compostos, destacam-se os ácidos graxos de cadeia curta, algumas vitaminas como as do complexo B e K e compostos retinóides. Além disso, a microbiota da mãe também tem um papel importante na regulação da produção de anticorpos, como as imunoglobulinas A, M e G, que são fundamentais na proteção do bebê (Doare *et. al*, 2018).

Os oligossacarídeos presentes no leite humano são carboidratos complexos produzidos pela glândula mamária e atuam como prebióticos, estimulando o crescimento de bactérias benéficas no intestino dos bebês amamentados. A composição desses oligossacarídeos pode variar de mãe para mãe, sendo influenciada por fatores genéticos, como o grupo sanguíneo (Doare *et. al*, 2018).

As bactérias presentes no leite materno exercem efeitos protetores imediatos e de longo prazo na prevenção de infecções em lactentes, por meio de diferentes mecanismos. Entre suas ações, destaca-se a capacidade das bactérias comensais de competir com microrganismos patogênicos, seja ocupando seus sítios de adesão ou produzindo substâncias com efeito antimicrobiano. Estudos mostram que cepas de *Lactobacillus* isoladas do leite humano são capazes de inibir a adesão e o crescimento de agentes infecciosos no trato gastrointestinal, como *Escherichia coli*, *Shigella spp.*, *Pseudomonas spp.* e *Salmonella spp* (Doare *et. al*, 2018). Ainda não há consenso sobre a origem dessas bactérias, mas acredita-se que possam derivar tanto do tecido mamário quanto de fontes externas, como a pele e a cavidade oral do lactente (Davis *et al*., 2022).

2.5 BEBÊS AMAMENTADOS E BEBÊS EM USO DE FÓRMULA

A alimentação no início da vida desempenha um papel fundamental na formação e no fortalecimento do sistema imunológico do lactente. O leite materno é amplamente reconhecido por sua composição bioativa única, que inclui imunoglobulinas, células imunes, oligossacarídeos, microbiota e outros componentes com efeito protetor, promovendo o desenvolvimento equilibrado da imunidade inata e adaptativa (Basha; Surendran; Pichichero, 2014).

As fórmulas infantis representam uma alternativa em situações nas quais a amamentação não é possível ou se mostra insuficiente, podendo citar como exemplo mães que encontram-se em uso de medicamentos contraindicados durante a amamentação, e patologias como o HIV e HTLV. Nessas circunstâncias, seu uso é fundamental para garantir o crescimento e o desenvolvimento do lactente. Ainda assim, recomenda-se que o aleitamento materno exclusivo seja priorizado até os seis meses de vida e mantido de forma complementar até os dois anos ou mais, conforme orienta a Organização Mundial da Saúde, devido aos benefícios imunológicos e nutricionais incomparáveis do leite humano (OMS, 2023).

No entanto, apesar dos avanços tecnológicos na indústria de alimentos, as fórmulas não conseguem reproduzir integralmente a complexidade biológica e imunológica do leite humano, especialmente no que diz respeito aos componentes vivos e bioativos, que desempenham papéis essenciais na proteção imunológica e no desenvolvimento do lactente, além de serem produtos industrializados e não estéreis, ou seja, podem conter microrganismos mesmo quando lacradas e dentro do prazo de validade, isso ocorre pois a produção ou armazenamento pode não garantir total esterilidade (Martin; Ling; Blackburn, 2016).

A elevada concentração e a complexidade estrutural dos oligossacarídeos presentes no leite humano são características únicas dos humanos. Em bebês alimentados exclusivamente com fórmula, e que não recebem suplementação com probióticos ou prebióticos, é comum observar uma composição intestinal distinta, geralmente com menor predominância de *Bifidobacterium*, em comparação aos lactentes amamentados (Martin; Ling; Blackburn, 2016).

Pesquisas indicam que recém-nascidos alimentados com leite materno apresentam um perfil de oligossacarídeos mais estável e homogêneo do que aqueles que recebem fórmula. A inclusão de probióticos nas fórmulas infantis têm se mostrado uma estratégia para atenuar a frequência e a gravidade de episódios de diarreia em lactentes, especialmente nos primeiros meses de vida (Martin; Ling; Blackburn, 2016).

As fórmulas infantis apresentam maior teor de proteínas em relação ao leite materno, uma vez que sua digestibilidade e perfil de aminoácidos são inferiores. Contudo, a ingestão elevada de proteínas no início da vida pode impactar o metabolismo a longo prazo, reforçando a importância de se atentar às diferenças do leite humano e da fórmula (Komatsu *et al*., 2024).

As proteínas do leite humano são divididas em caseína e proteínas do soro, cuja proporção varia ao longo da lactação, passando de aproximadamente 10:90 no colostro para 40:60 no leite maduro. Já o leite bovino apresenta uma relação inversa, aproximadamente 80:20, o que motivou a indústria a ajustar as fórmulas infantis para uma proporção mais próxima ao leite materno, aproximadamente 40:60. Apesar da modificação, as proteínas do leite bovino mantêm diferenças estruturais e funcionais em relação ao leite humano, especialmente no que diz respeito à presença de componentes bioativos (Komatsu *et al*., 2024).

3 METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa, sendo um método que permite a síntese do conhecimento produzido sobre determinado tema, possibilitando uma compreensão ampla e fundamentada da literatura disponível. A revisão integrativa envolve seis etapas essenciais: formulação da questão de pesquisa, definição dos critérios de inclusão e exclusão, identificação dos estudos, categorização dos dados, avaliação crítica dos estudos incluídos e apresentação dos resultados (Souza; Silva; Carvalho, 2010).

Com base nas etapas da revisão integrativa, o presente estudo baseou-se nesses métodos para a construção da metodologia

3.1 FORMULAÇÃO DA PERGUNTA NORTEADORA

Diante da relevância do aleitamento materno para a saúde infantil, surge a necessidade de compreender de que forma esse ato influencia o desenvolvimento do sistema imunológico do lactente. Nesse contexto, a presente revisão integrativa busca responder à seguinte questão norteadora: “Qual é a influência da amamentação na imunidade do lactente?”. A formulação dessa pergunta visa orientar a seleção e análise dos estudos científicos, possibilitando uma síntese crítica sobre os benefícios imunológicos associados ao leite materno.

3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS ESTUDOS

A definição dos critérios de inclusão e exclusão é uma etapa essencial da revisão integrativa, pois permite selecionar estudos que estejam de acordo com os objetivos da pesquisa e com a questão norteadora. Esses critérios foram previamente estabelecidos com o intuito de garantir a consistência metodológica e a relevância dos dados analisados (Souza; Silva; Carvalho, 2010).

Foram incluídos na revisão artigos científicos disponíveis de forma *online*, completos e de maneira gratuita, estudos publicados dentro do período estabelecido entre os anos de 2013 e 2025, nos idiomas português, inglês ou espanhol. Para a construção da estratégia de busca, foram utilizados os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH), de acordo com os seguintes termos: "Aleitamento Materno /Breastfeeding", "Imunidade / Immunity" e "Células Imunes / Immune Cells". Os descritores foram combinados com os operadores booleanos “AND” e "OR”, com o objetivo de ampliar e refinar os dados.

Foram excluídos estudos duplicados, resumos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, bem como artigos que não abordassem diretamente a relação entre o aleitamento materno e a imunidade do lactente.

A base de dados utilizada foram *National Library of Medicine* (PubMed), Scientific *Electronic Library Online* (Scielo) e *ScienceDirect*, selecionadas por sua relevância na área da saúde e ampla cobertura de periódicos científicos nacionais e internacionais.

3.3 CATEGORIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS OBTIDOS

Para a extração dos dados dos estudos incluídos na revisão, utilizou-se um instrumento padronizado, previamente elaborado, que assegura a coleta sistemática e completa das informações relevantes. Esse recurso contribui para reduzir possíveis erros de transcrição, garantir a fidelidade dos dados e manter um registro organizado do processo (Souza; Silva; Carvalho, 2010). Com base nos dados obtidos, foram elaborados quadros que apresentaram de maneira clara as principais informações de cada estudo selecionado.

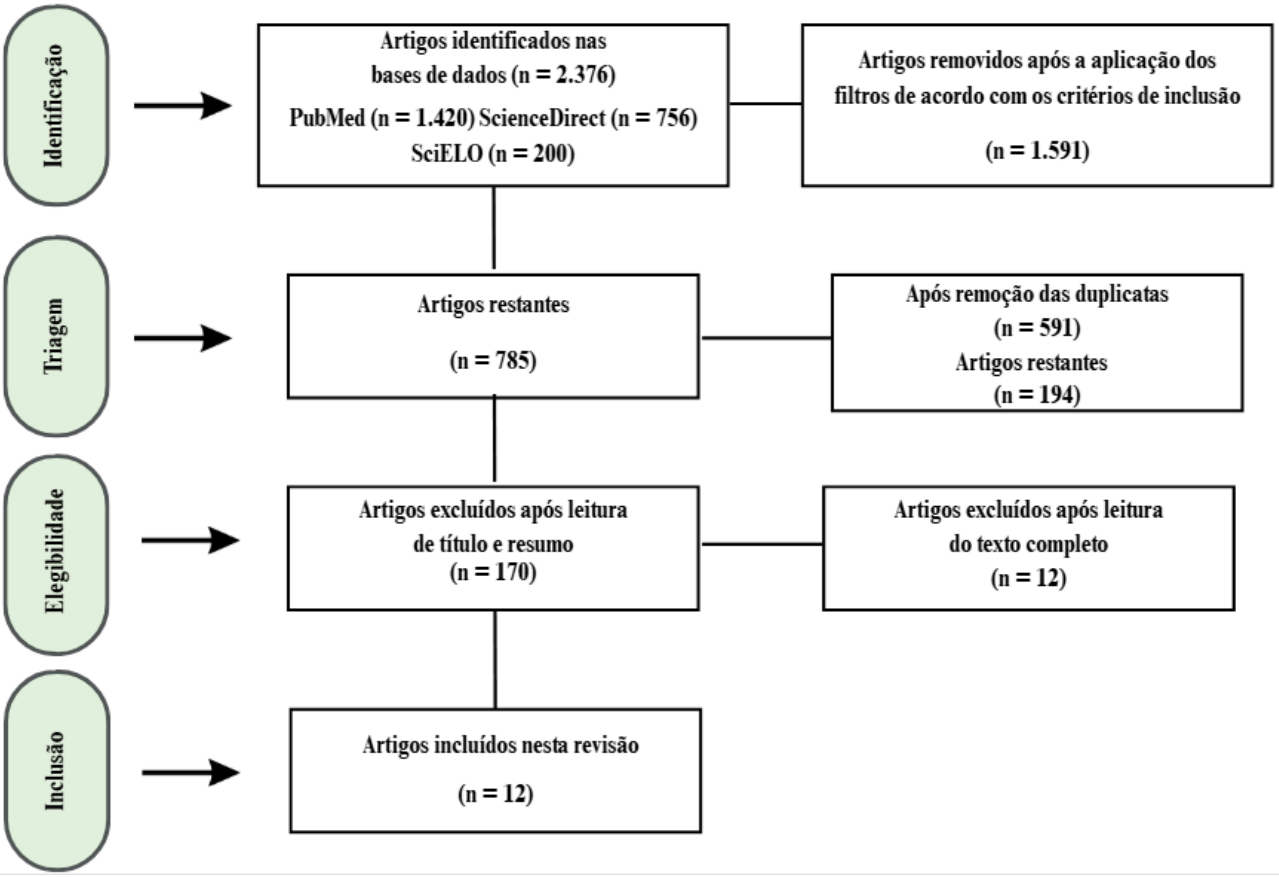
3.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados deste trabalho estão apresentados de forma descritiva, de acordo com o objetivo proposto. Inicialmente, são expostos os principais achados encontrados na revisão de literatura sobre a influência da amamentação na imunidade do lactente. Os resultados são discutidos de maneira integrada, sendo organizados em quadros que sintetizam e facilitam a visualização das informações extraídas dos artigos selecionados, contendo informações básicas para melhor organização dos estudos, como título, autor e ano da publicação, objetivo e principais resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como amostra inicial, foram identificadas 2.376 publicações. Destas, 1.591 artigos foram removidos após a aplicação dos filtros conforme os critérios de inclusão pré-estabelecidos, totalizando 785 registros para a triagem inicial, que foram organizados no fluxograma. Em seguida, removeram-se os estudos duplicados (n = 591), permanecendo 194 publicações. Na sequência, procedeu-se à leitura de títulos e resumos; 170 publicações foram excluídas por não atenderem ao objetivo da pesquisa, restando 24 para avaliação do texto completo. Após a leitura na íntegra, foram excluídos 12 estudos por não responderem à questão norteadora, obtendo-se uma amostra final de 12 artigos incluídos.

Figura 5 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos



Fonte: Autoria própria (2025)

4.1 COMPONENTES IMUNOLÓGICOS DO LEITE MATERNO E SUA AÇÃO PROTETORA

Diversos estudos revisados destacam que os componentes imunológicos presentes no leite materno exercem papel fundamental na proteção do lactente contra infecções e no fortalecimento de sua imunidade. Entre esses componentes, destacam-se as imunoglobulinas, lactoferrina, lisozima e fatores de crescimento, que desempenham funções complementares na modulação da resposta imune.

O leite humano possui diversos tipos de imunoglobulinas, como IgG, IgM, IgA e IgA secretora, das quais a IgAs é o principal componente, exercendo papel central na proteção do lactente. A IgA secretora presente no leite humano exerce um papel fundamental na defesa da mucosa intestinal do lactente. Essa imunoglobulina atua formando complexos com antígenos, impedindo a adesão de microrganismos patogênicos à mucosa intestinal e favorecendo sua eliminação pelo muco. Além disso, é capaz de neutralizar toxinas e partículas virais no lúmen intestinal, contribuindo diretamente para a proteção contra infecções gastrointestinais (Dunne-Castagna; Mills; Lonnerdal, 2020).

Durante a pandemia de COVID-19, o aleitamento materno foi amplamente estudado quanto à sua segurança e possíveis benefícios imunológicos. Evidências recentes demonstram que mulheres infectadas pelo SARS-CoV-2 produzem anticorpos específicos contra o vírus, os quais são secretados no leite humano, especialmente na forma de IgA secretora. Estes anticorpos apresentam atividade neutralizante, sugerindo que o leite materno pode atuar como um veículo natural de proteção passiva ao lactente, reduzindo a possibilidade de infecção e contribuindo para a defesa imunológica do trato respiratório e gastrointestinal do bebê (Sheehan *et. al*, 2024).

A IgA secretora apresenta-se de duas formas no leite materno: IgA1 e IgA2, sendo a última mais abundante no colostro. A IgA2, em especial, apresenta maior resistência à degradação por proteases bacterianas quando comparada à IgA1, favorecendo sua atuação no trato gastrointestinal neonatal. Além de neutralizar microrganismos patogênicos, a IgA recobre bactérias comensais, permitindo sua colonização no intestino infantil e contribuindo para a formação de biofilmes protetores (Corona-Cervantes *et. al*, 2025).

Outras classes, como IgM e IgG, embora presentes em menores concentrações, também exercem funções relevantes, modulando a composição da microbiota intestinal ao se ligarem a diferentes grupos bacterianos. Dessa forma, as imunoglobulinas do leite humano não apenas oferecem imunidade passiva contra agentes infecciosos, mas também participam

ativamente do processo de seleção e equilíbrio da microbiota intestinal (Corona-Cervantes *et. al*, 2025).

Entre as proteínas do soro do leite humano, a lactoferrina e a lisozima se destacam por sua ação antimicrobiana, ambas são capazes de inibir a disseminação de bactérias potencialmente patogênicas, funcionando como uma barreira protetora no trato gastrointestinal do lactente. Além disso, encontram-se em maior concentração no colostro, o que reforça seu papel essencial na imunidade inicial, período em que o recém-nascido apresenta maior vulnerabilidade a infecções (Kim; Yi, 2020).

As citocinas e fatores de crescimento desempenham papéis essenciais na modulação da resposta imune neonatal. O colostro apresenta maiores concentrações de citocinas como IL-6 e TNF-α, relacionadas à resposta inflamatória inicial, enquanto citocinas anti-inflamatórias como IL-10 e TGF-β atuam no equilíbrio dessa resposta, prevenindo danos teciduais e contribuindo para o desenvolvimento da tolerância imunológica (Kielbasa; Gadzala-Kopciuch; Buszewski, 2021).

O TGF-β estimula a produção de IgA pelas células B e auxilia na expansão de células T reguladoras, favorecendo a supressão de respostas inflamatórias exacerbadas. Além disso, fatores estimuladores de colônias, como o GM-CSF, presentes no leite materno, estão associados à diferenciação e maturação de células do sistema hematopoiético, ampliando a capacidade de defesa imunológica do lactente (Kiełbasa; Gadzała-Kopciuch; Buszewski, 2021).

Quadro 1 - Resumo dos principais componentes de defesa do leite materno

Componente	Função principal	Como protege o lactente
IgA secretora (IgAs)	Principal anticorpo do leite. Atua na mucosa intestinal	Forma barreira no intestino, impede que vírus/bactérias se fixem, neutraliza toxinas e ajuda a eliminar agentes nocivos. Durante a COVID-19, mostrou conter anticorpos específicos contra o vírus
IgA1 e IgA2	Diferentes formas de IgA	A IgA2 é mais resistente e protege melhor o intestino do recém-nascido. Também recobre bactérias “do bem”, ajudando na formação da microbiota saudável
IgM e IgG	Imunoglobulina em menor quantidade no leite	Auxiliam na modulação da microbiota intestinal e oferecem defesa extra contra infecções

Lactoferrina	Proteína com ação antimicrobiana	Liga-se ao ferro, dificultando a sobrevivência de bactérias prejudiciais. Protege o intestino contra infecções
Lisozima	Enzima de defesa	"Quebra" a parede de bactérias, ajudando a combatê-las
Citocinas	Moléculas de comunicação do sistema imunológico	Regulam a resposta inflamatória. Citocinas inflamatórias (IL-6, TNF-α) ajudam na defesa inicial, enquanto citocinas anti-inflamatórias (IL-10, TGF-β) evitam inflamações exageradas
Fatores de Crescimento	Estimulam o desenvolvimento e maturação do sistema imunológico	O TGF-β ajuda na produção de IgA e no equilíbrio do sistema imune. O GM-CSF estimula a formação de células de defesa

Fonte: Elaboração própria (2025)

Quadro 2 - Resultados dos estudos que abordam a ação dos componentes imunológicos do leite materno

Título	Autor/Ano	Objetivos	Principais resultados
Effects of Milk Secretory Immunoglobulin A on the Commensal Microbiota	Dunne-Castagna, V. P.; Mills, D. A.; Lönnerdal, B. (2020)	Avaliar o papel da IgA secretora (SIgA) do leite materno no desenvolvimento da microbiota neonatal e na modulação da imunidade	A IgAs impede a adesão de patógenos ao epitélio intestinal e promove a colonização de bactérias comensais. Atua tanto na proteção contra microrganismos quanto na manutenção da homeostase imunológica. O leite materno é a principal fonte de IgAs para o recém-nascido, essencial nos estágios iniciais de colonização microbiana
Components of human breast milk: from macronutrient to microbiome and microRNA	Kim, S. Y.; Yi, D, Y. (2020)	Revisar os principais componentes bioativos do leite humano e sua relevância para a saúde neonatal	A lactoferrina e a lisozima apresentam ação antimicrobiana significativa, inibindo o crescimento e a disseminação de bactérias patogênicas. Estão em maior concentração no colostro, sugerindo papel crucial na proteção inicial do recém-nascido contra infecções
Cytokines-Biogeneses and their role	Kiełbasa, A.; Gadzała-Kopciuch, R.;	Revisar a biogênese, funções e métodos de determinação das	O leite materno contém diversas citocinas pró e anti-inflamatórias (IL-6, TNF-α, IL-10, TGF-β, entre

in human breast milk and determination	Buszewski, B. (2021)	citocinas no leite materno, destacando seu papel na imunidade do recém-nascido	outras) que auxiliam no desenvolvimento do sistema imune do lactente
SARS-CoV-2 infection induces human milk antibodies capable of mediating multiple functional activities	Sheehan, J.; Andres, A.; Yeruva, L.; Ramsay, A. (2024)	Avaliar e caracterizar os anticorpos específicos contra a proteína Spike do SARS-CoV-2 presentes no leite humano	O leite materno de mães infectadas apresentou anticorpos IgA e IgG contra o SARS-CoV-2, principalmente na forma secretora, que persistiram por até 6 meses. Esses anticorpos mostraram atividade neutralizante e fagocítica já a partir do 14º dia, sugerindo proteção passiva ao lactente
Maternal immunoglobulins differentially bind a diverse bacterial community in human colostrum and the stool of breastfed neonates	Corona-Cervantes, K. *et al*. (2025)	Investigar como diferentes imunoglobulinas presentes no colostro materno (IgA1, IgA2, IgM e IgG) se ligam a bactérias e contribuem para a formação da microbiota intestinal do recém-nascido	O colostro contém bactérias ligadas a imunoglobulinas, especialmente IgA2 e IgM, que se associam a Proteobactérias e bactérias produtoras de ácidos graxos de cadeia curta (como butirato). Essas bactérias foram identificadas também nas fezes neonatais, indicando que o colostro é uma fonte importante de microbiota e imunidade passiva para o bebê nos primeiros dias de vida

Fonte: Elaboração própria (2025)

4.2 INFLUÊNCIA DA MICROBIOTA DO LEITE MATERNO NA IMUNIDADE DO LACTENTE

A microbiota do leite materno desempenha papel relevante na formação da imunidade do lactente, não apenas pela transferência de microrganismos vivos, mas também pela presença de metabólitos e substratos que modulam a colonização intestinal e a resposta imune.

A presença de uma microbiota diversificada no leite materno representa um dos principais fatores de modulação da imunidade no início da vida. Estudos indicam que esse leite contém centenas de espécies bacterianas, como *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* e membros da família *Enterobacteriaceae*, que são transmitidas ao lactente durante a amamentação. Essa transferência microbiana contribui para

a colonização do intestino infantil, favorecendo um perfil bacteriano equilibrado capaz de competir com microrganismos patogênicos e inibir sua adesão, prevenindo infecções gastrointestinais comuns na infância. Esses achados reforçam o papel do leite materno não apenas como fonte de nutrição, mas como um importante modulador imunológico (Doare *et al*., 2018; Davis *et al*., 2022).

Além da transferência direta de microrganismos, a imunidade conferida pelo leite materno é potencializada pela presença de componentes bioativos, como os oligossacarídeos do leite humano (HMOs). Esses carboidratos complexos atuam como prebióticos, promovendo o crescimento de bactérias benéficas, especialmente *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* (Doare *et al*., 2018).

Os oligossacarídeos do leite humano modulam a composição da microbiota intestinal do lactente, influenciando diretamente a maturação do sistema imune e oferecendo proteção contra infecções gastrointestinais e respiratórias, sendo capaz de reduzir processos inflamatórios, reforçar a barreira epitelial e aumentar a produção de mucinas, fortalecendo a defesa contra microrganismos patogênicos. A variabilidade individual na composição desses oligossacarídeos, determinada por fatores alimentares e genéticos maternos, pode explicar diferenças na resposta imunológica observada entre bebês amamentados (Peñaherrera-Pazmiño *et al*., 2025).

Dessa forma, o leite materno atua de maneira sinérgica, fornecendo microrganismos vivos e substratos específicos que favorecem sua fixação e atividade, consolidando-se como um elemento central na proteção imunológica do lactente. Esse efeito é potencializado pela ação conjunta de outros componentes do leite, como as imunoglobulinas, especialmente a IgA, que atuam em sinergia com os HMOs para reforçar a barreira intestinal e otimizar a colonização por bactérias benéficas (Peñaherrera-Pazmiño *et al*., 2025).

A dieta materna influencia diretamente a composição do leite humano e, consequentemente, a microbiota e a saúde do lactente. Um estudo identificou dois padrões alimentares distintos: um caracterizado pelo maior consumo de proteínas vegetais, fibras e carboidratos, e outro por dieta rica em proteínas animais, lipídios e colesterol. Os resultados mostraram que mães com o primeiro padrão apresentaram leite associado a uma microbiota mais favorável e a menor ocorrência de infecções em seus bebês, enquanto o segundo padrão esteve relacionado à maior prevalência de processos infecciosos. Esses achados reforçam que a qualidade da dieta materna pode modular a transmissão de componentes protetores via leite, impactando a imunidade infantil (Rio-Aige *et al*., 2025).

A suplementação materna com probióticos tem sido estudada como estratégia capaz de modificar a composição do leite humano e potencializar seus efeitos imunológicos. Estudos demonstram que a ingestão de cepas probióticas por lactantes levou à presença aumentada dessas bactérias e de seus metabólitos no leite materno, favorecendo a transmissão de microrganismos benéficos ao bebê durante a amamentação. Esses achados reforçam que a modulação da dieta materna pode repercutir diretamente na qualidade imunológica do leite oferecido ao lactente (Ma *et al*., 2024).

Os probióticos mais frequentemente envolvidos foram cepas de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, essas bactérias são reconhecidas por promoverem o equilíbrio da microbiota intestinal infantil, estimulando a produção de IgA secretora, fortalecendo a barreira intestinal e competindo com microrganismos patogênicos por sítios de adesão. Em especial, as espécies de Bifidobacterium estiveram associadas a uma menor incidência de diarreia e infecções respiratórias em lactentes, enquanto Lactobacillus apresentou efeito protetor contra inflamações intestinais e auxiliou na modulação da resposta imune. Esses achados reforçam que a presença aumentada desses microrganismos no leite materno representa um importante mecanismo de proteção passiva transferida da mãe para o bebê (Ma *et al*., 2024).

Ainda não há um consenso definitivo sobre a origem das bactérias presentes no leite materno. Sabe-se que o próprio tecido da glândula mamária abriga uma microbiota diversificada, mas estudos indicam que uma parte significativa dessas bactérias pode ter outras fontes. Entre as possíveis vias de colonização, destacam-se a pele da mama e a cavidade oral do lactente. Acredita-se que, durante a amamentação, ocorra um refluxo retrógrado da saliva do bebê para os ductos mamários, contribuindo para a introdução de microrganismos orais no leite (Davis *et. al*, 2022).

Quadro 3 - Resumo dos principais componentes presentes na microbiota do leite

Elemento	Função principal	Como protege o lactente
Bactérias vivas (*Streptococcus, Staphylococcus, Bifidobacterium, Lactobacillus, Enterobacteriaceae*)	Colonizam o intestino infantil	Formam uma microbiota equilibrada, competem com microrganismos nocivos e previnem infecções gastrointestinais
Oligossacarídeos do leite humano (HMOs)	Prebióticos naturais (nutrientes para bactérias “do bem”)	Favorecem o crescimento de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, reduzem inflamações, fortalecem a barreira intestinal e aumentam a

		produção de mucinas (proteção extra contra invasores)
Probióticos maternos (*Lactobacillus, Bifidobacterium*)	Alteram positivamente o leite materno	Aumentam a presença dessas bactérias no leite. Nos bebês, reduzem diarreias, infecções respiratórias e inflamações intestinais

Fonte: Elaboração própria. (2025)

Quadro 4 - Resultados dos estudos que abordam a influência da microbiota do leite materno na imunidade do lactente

Título	Autor/Ano	Objetivos	Principais resultados
Mother's Milk: A Purposeful Contribution to the Development of the Infant Microbiota and Immunity	Doare, K. L. *et al*. (2018)	Revisar a presença de bactérias comensais no leite materno e seu papel na colonização intestinal e na imunidade do lactente	O leite materno contém centenas de espécies bacterianas, como *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, que são transferidas ao bebê e contribuem para uma colonização intestinal saudável
Gut Microbiome and Breast-feeding: Implications for Early Immune Regulation	Davis, E. C. *et al*. (2022)	Revisar a composição da microbiota do leite humano e sua importância na saúde e imunidade do lactente	O leite humano contém uma microbiota diversificada, composta por gêneros como *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, que contribuem para a colonização intestinal saudável do bebê e para a prevenção de infecções
The effect of oral probiotics in the last trimester on the human milk and infant gut microbiotas at six months postpartum: A randomized controlled trial	Ma, G. *et al*. (2024)	Investigar os efeitos da suplementação materna com probióticos sobre a composição do leite humano e saúde dos lactentes	A suplementação com probióticos aumentou a presença de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* no leite materno, favorecendo a modulação da microbiota infantil. Esses microrganismos foram associados à maior produção de IgA secretora e à redução da incidência de infecções gastrointestinais e respiratórias nos bebês
In vitro gut-models to elucidate how human milk oligosaccharides	Peñaherrera-Pazmiño, A.	Analisar a relação entre os oligossacarídeos do leite humano (HMOs), microbiota	Os HMOs atuam como prebióticos, estimulando o crescimento de bactérias benéficas. Essa modulação da microbiota está associada à maturação do sistema imunológico e

shape the gut microbiota	B. *et al.* (2025)	intestinal de lactantes e lactentes	à redução de infecções gastrointestinais e respiratórias em lactentes. A composição dos HMOs varia conforme fatores genéticos e dietéticos maternos, influenciando a resposta imune dos bebês
Maternal diet shapes infant microbiota and defensive capacity against infections in early life via differential human milk composition	Rio-Aige, K. *et al.* (2025)	Investigar a influência da dieta materna sobre a composição da microbiota do leite humano e sua relação com a saúde do lactente.	Foram identificados dois padrões alimentares maternos: um com maior ingestão de proteínas vegetais, fibras e carboidratos, e outro rico em proteínas animais, lipídios e colesterol. O primeiro padrão foi associado a uma microbiota do leite mais favorável e menor ocorrência de infecções em lactentes, enquanto o segundo em comparação esteve ligado à maior prevalência de processos infecciosos

Fonte: Elaboração própria. (2025)

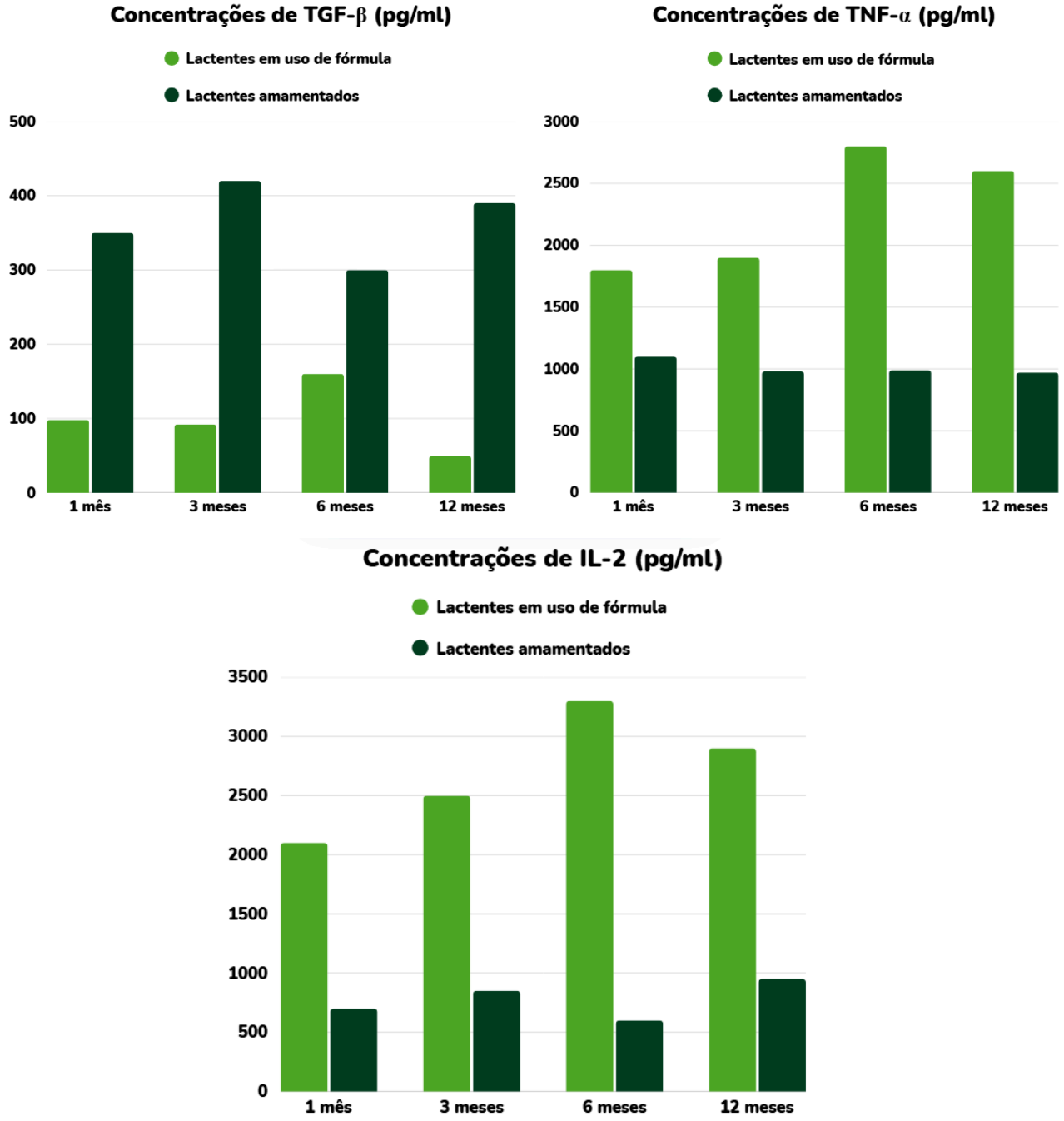
4.3 COMPARAÇÃO ENTRE LACTENTES AMAMENTADOS E ALIMENTADOS COM FÓRMULA

A comparação entre lactentes amamentados e aqueles alimentados com fórmulas infantis evidencia diferenças importantes no desenvolvimento e regulação do sistema imunológico. Os estudos analisados demonstram que o tipo de alimentação nos primeiros meses de vida influencia diretamente a resposta imune.

Bebês amamentados apresentam concentrações significativamente mais altas de TGF-β (fator de crescimento transformador beta 2), uma citocina anti-inflamatória importante para a tolerância imunológica e proteção contra doenças autoimunes. Esses níveis elevados de TGF-β2 persistem ao longo do primeiro ano de vida, mesmo após a introdução de alimentos sólidos, sugerindo um efeito prolongado da amamentação na regulação imunológica (Kainonen; Rautava; Isolauri, 2013).

Por outro lado, bebês alimentados com fórmula apresentaram níveis aumentados de citocinas pró-inflamatórias como IL-2 e TNF-α, sugerindo um perfil mais ativado e menos regulado do sistema imune (Kainonen; Rautava; Isolauri, 2013).

Figura 6 - Concentrações de TGF-β, TNF-α e IL-2 em lactentes



Fonte: Adaptado de Kainonen; Rautava; Isolauri (2013)

Outro aspecto importante observado no estudo foi a diferença na resposta imune aos antígenos da proteína do leite de vaca, como a caseína. Bebês alimentados com fórmula apresentaram maior número de células secretoras de imunoglobulinas específicas contra caseína nos primeiros meses de vida, o que pode indicar uma exposição precoce a antígenos alimentares e um risco aumentado de sensibilização alérgica. Já nos bebês amamentados,

essas respostas foram menores e mais graduais, possivelmente refletindo a proteção imunológica oferecida pelo leite materno (Kainonen; Rautava; Isolauri, 2013).

A composição do leite humano também inclui microRNAs e exossomos que participam da regulação da expressão gênica e da maturação das células imunes do recém-nascido, promovendo maior resistência a infecções e menor risco de doenças autoimunes e inflamatórias. Esses componentes não são replicáveis de forma eficaz nas fórmulas infantis, o que resulta em diferenças significativas no desenvolvimento imunológico entre os grupos comparados (Melnik *et. al*, 2021).

De forma geral, os resultados apontam que bebês amamentados apresentam um perfil imunológico mais regulado e menos suscetível a processos inflamatórios e alérgicos, enquanto os lactentes em uso de fórmulas tendem a desenvolver respostas imunes mais intensas e menos equilibradas. Esses achados reforçam a importância da amamentação exclusiva como fator protetor na imunidade do lactente.

Para melhor visualização entre lactentes amamentados e em uso de fórmula infantil, elaborou-se um quadro comparativo que sintetiza os principais achados dos estudos revisados.

Quadro 5 - Comparação Imunológica entre Bebês Amamentados e Alimentados com Fórmula

Aspecto	Lactentes amamentados	Lactentes em uso de fórmula
Fonte de anticorpos	Recebem anticorpos maternos diretamente pelo leite materno (IgA, IgG, IgM)	Não recebem anticorpos vivos, apenas nutrientes e, em alguns casos, adição de prebióticos/probióticos
Citocinas predominantes	Alta concentração de TGF-β (anti-inflamatória, promove tolerância imunológica)	Níveis mais elevados de IL-2 e TNF-α (pró-inflamatórias)
Composição da microbiota intestinal	Predomínio de Bifidobacterium e Lactobacillus (microbiota protetora)	Microbiota menos diversa e menos favorável; maior presença de espécies associadas a inflamação intestinal
Presença de fatores imunomoduladores	Contém exossomos, microRNAs e outras substâncias bioativas que modulam a resposta imune	Fórmulas não contêm componentes vivos nem mensageiros celulares imunomoduladores
Risco de doenças alérgicas e inflamatórias	Menor risco devido à tolerância oral promovida pela amamentação	Maior risco de sensibilização a antígenos, como caseína, e desenvolvimento de doenças

		alérgicas
Desenvolvimento da imunidade	Imunidade inata e adaptativa fortalecidas progressivamente com efeitos duradouros	Imunidade mais ativada precocemente e menos regulada, podendo ser desequilibrada
Patologias comuns nos primeiros meses	Menor incidência de infecções respiratórias, diarreia, dermatite atópica e obesidade	Maior frequência dessas condições em estudos observacionais

Fonte: Elaboração própria. (2025)

Quadro 6 - Resultados dos estudos que abordam a comparação entre bebês amamentados e bebês em uso de fórmula infantil

Título	Autor/Ano	Objetivos	Principais resultados
Immunological programming by breast milk creates an anti-inflammatory cytokine milieu in breast-fed infants compared to formula-fed infants	Kainonen, E.; Rautava, S.; Isolauri, E. (2013)	Avaliar como o tipo de alimentação (aleitamento materno exclusivo x fórmula) influencia o desenvolvimento imunológico de lactentes durante o primeiro ano de vida.	Bebês amamentados exclusivamente apresentaram concentrações mais altas de TGF-β2 e menores de TNF-α e IL-2, configurando um perfil anti-inflamatório. Esse ambiente imunológico favorece a tolerância imunológica, podendo proteger contra doenças alérgicas.
Exosome-Derived MicroRNAs of Human Milk and Their Effects on Infant Health and Development	Melnik, B.C.; Stremmel, W.; Weiskirchen, R.; John, S.M.; Schmitz, G. (2021)	Avaliar o papel dos exossomos e dos microRNAs derivados do leite humano na saúde e no desenvolvimento infantil.	Os exossomos do leite humano transportam microRNAs que participam da maturação intestinal, fortalecimento da barreira epitelial e regulação da inflamação.

Fonte: Elaboração própria. (2025)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou compreender a influência da amamentação na imunidade do lactente, evidenciando a importância do leite materno como alimento completo e essencial para o desenvolvimento saudável da criança. A revisão integrativa realizada permitiu identificar que o leite humano apresenta uma composição única, composta por nutrientes e substâncias bioativas que atuam diretamente na proteção contra infecções, na modulação do sistema imunológico e na redução do risco de doenças agudas e crônicas.

Os artigos analisados confirmam que componentes como imunoglobulinas, citocinas, fatores de crescimento, oligossacarídeos e microbiota própria do leite desempenham papel determinante na maturação do sistema imune. Além disso, destacam-se os benefícios da amamentação exclusiva nos primeiros seis meses de vida e sua continuidade até dois anos ou mais, como prática fundamental de saúde pública.

Apesar do consenso científico sobre os benefícios do aleitamento, a literatura também aponta para lacunas relevantes. Muitos estudos ainda carecem de padronização metodológica, dificultando comparações mais amplas, e há necessidade de pesquisas que explorem os impactos de fatores como dieta materna, condições socioeconômicas e microbiota no perfil imunológico do leite humano. Tais aspectos reforçam que o tema permanece em constante evolução e demanda investigações mais robustas.

Portanto, este estudo reafirma que a amamentação vai além do ato de nutrir: representa um direito à saúde e bem-estar do lactente, com reflexos positivos que se estendem por toda a vida. Cabe aos profissionais de saúde, gestores e à sociedade como um todo promover, apoiar e proteger o aleitamento materno, reconhecendo-o como pilar fundamental para a saúde infantil e coletiva.

REFERÊNCIAS

BASHA, S.; SURENDRAN, N.; PICHICHERO, M. Immune responses in neonates. **Expert review of clinical immunology**, [*s.l.*], v. 10, n. 9, p. 1171-1184, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos**. Brasília, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Pesquisa inédita revela que índices de amamentação cresceram no Brasil**. Brasília, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Leite materno passa por transformações de acordo com cada etapa de desenvolvimento do bebê**. Brasília, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. **Nota Técnica Conjunta nº 251/2024 – Suplementação de cálcio durante a gestação.** Brasília: Ministério da Saúde, 2025.

BROCKWAY, M. M. *et al*. Human Milk Bioactive Components and Child Growth and Body Composition in the First 2 Years: A systematic review. **Advances in Nutrition**, [*s.l.*], v. 15, n. 1, e. 100127, 2024.

CORONA-CERVANTES, K. *et al*. Maternal immunoglobulins differentially bind a diverse bacterial community in human colostrum and the stool of breastfed neonates. **Immunology letters**, [*s.l.*], v. 273, e. 106978, 2025.

DAVIS, E. C. *et al*. Gut microbiome and breast-feeding: implications for early immune regulation. **J Allergy Clin Immunol**, [*s.l.*], v. 150, n. 3, p. 523-534, 2022.

DINIZ, L. M. O; FIGUEIREDO, B. C. G. O sistema imunológico do recém-nascido. **Revista Médica de Minas Gerais**, [*s.l.*], v. 24, n.2, p. 233-240, 2015.

DOARE, K. L. *et al*. Mother's milk: A purposeful contribution to the development of the infant microbiota and immunity. **Frontiers in immunology**, [*s.l.*] v. 9, p.361, 2018.

DONALD, K. *et al*. Secretory IgA: Linking microbes, maternal health, and infant health through human milk. **Cell Host & Microbe**, [*s.l.*], v. 30, n. 5, p. 650-659, 2022.

DUNNE-CASTAGNA, V. P; MILLS, D. A; LONNERDAL, B. Effects of milk secretory Immunoglobulin A on the commensal microbiota. **Nestle Nutr Inst Workshop Ser**, Lausanne, CH, v. 94, p. 158-168, 2020.

KAINONEN, E; RAUTAVA, S; ISOLAURI, E. Immunological programming by breast milk creates an anti-inflammatory cytokine milieu in breast-fed infants compared to formula-fed infants. **Br J Nutr**, [*s.l.*], v. 109, n. 11, p. 1962-1970, 2013.

KIEŁBASA, A.; GADZAŁA-KOPCIUCH, R.; BUSZEWSKI, B. Cytokines-Biogenesis and Their Role in Human Breast Milk and Determination. **International journal of molecular sciences**, [*s.l.*], v. 22, n. 12, e. 6238, 2021.

KIM, S. Y.; YI, D. Y. Components of human breast milk: From macronutrient to microbiome and microRNA. **Clinical and Experimental Pediatrics**, [*s.l.*], v. 63, n. 8, p. 301–309, 2020.

KOMATSU, Y. *et al*. Comparison of protein digestibility of human milk and infant formula using the INFOGEST method under infant digestion conditions. **British Journal of Nutrition**, [*s.l.*], v. 132, n. 3, p. 351-358, 2024.

KOUKOU, Z. *et al*. The effect of breastfeeding on food allergies in newborns and infants. **Children**, [*s.l.*], v. 10, n. 8, p. 1046, 2022.

LAI, X. *et al*. Identified human breast milk compositions effectively inhibit SARS-CoV-2 and variants infection and replication. **iScience**, v. 24, n. 4, e. 104136, 2022.

MA, G. *et al*. The effect of oral probiotics in the last trimester on the human milk and infant gut microbiotas at six months postpartum: A randomized controlled trial. **Heliyon**, [*s.l.*], v. 10, n.17, p. 37, e. 37157, 2024.

MARTIN, C. R; LING, P.; BLACKBURN, G. L. Review of infants feeding: Key features of breast milk and infant formula. **Nutrients**, [*s.l.*], v. 8, n. 5, p. 279, 2016.

MELNIK, B. C. *et al*. Exosome-Derived MicroRNAs of Human Milk and Their Effects on Infant Health and Development. **Biomolecules**, [*s.l.*], v. 11, n. 6, p. 851, 2021.

MORAES-PINTO, M. I.; SUANO-SOUZA, F.; ARANDA, C. S. Immune system: development and acquisition of immunological competence. **Jornal de Pediatria**, [*s.l.*], v. 97, n. 1, p. S59-S66, 2021.

PARK, J. E. *et al*. Prenatal development of human immunity. **Science**, New York, N. Y, v. 368, n. 6491, p. 600-603, 2020.

PEÑAHERRERA-PAZMIÑO, A. B. *et al*. In vitro gut-models to elucidate how human milk oligosaccharides shape the gut microbiota. **Journal of Functional Foods**, [*s.l.*], v.133, 2025.

RECHAVI, R. *et al*. Timely and spatially regulated maturation of B and T cell repertoire during human fetal development. **Science Translational Medicine**, [*s.l.*], v. 7, e. 276ra25, 2015.

REYES, S. M. *et al*. Human Milk Micronutrients and Child Growth and Body Composition in the First 2 years: A Systematic Review. **Advances in Nutrition**, Bethesda, Maryland, v. 15, n. 1, e. 100082, 2024.

RIO-AIGE, K. *et al*. Maternal diet shapes infant microbiota and defensive capacity against infections in early life via differential human milk composition. **EBioMedicine**, [*s.l.*], v. 118, 2025.

SHEEHAN, J. *et al*. SARS-CoV-2 infection induces human milk antibodies capable of mediating multiple functional activities. **Clinical Nutrition Open Science**, [*s.l.*], v. 58, p. 215-226, 2024.

SOCIEDADE DE PEDIATRIA DO RIO GRANDE DO SUL -SPRS. Seu filho é o que você come. Porto Alegre, 2013. Disponível em: https://sprs.com.br/sprs2013/noticias/detalhe.php?id=23&detalhe=464. Acesso em: 23/07/2025.

SOUZA, M.; SILVA, D.; CARVALHO, R. Integrative Review: What is it? How to do it?. **Einstein**, São Paulo, v.8, n.1, p. 102-106, 2010.

VICTORA, C. G. *et al*. Breastfeeding in the 21st century: Epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. **The Lancet**, [*s.l.*], v. 387, n. 10017, p. 475–490, jan. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO guideline for complementary feeding of infants and young children 6–23 months of age**. Geneva: World Health Organization, 2023.