REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

# ANÁLISE COMPARATIVA DE PARÂMETROS NUTRICIONAIS E FÍSICO-QUÍMICOS PÓS-RECONSTITUIÇÃO EM FÓRMULAS INFANTIS TIPO 1

## *COMPARATIVE ANALYSIS OF NUTRITIONAL AND PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS POST-RECONSTITUTION IN TYPE 1 INFANT FORMULAS*

## *ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS NUTRICIONALES Y FISICOQUÍMICOS POST-RECONSTITUCIÓN EN FÓRMULAS INFANTILES TIPO 1*

Nicole Rafaely Coelho Neves[1], Kamille Mcnish de Carvalho Barbosa[1], Ana Luísa Araújo Ferreira de Sousa[1], Cibelle Maria de Abreu Ibiapina[2], Camilla de Jesús Pires[2], Luiz Melo Araújo[2], Paula Eduarda Oliveira Honorato[2], Ana Karina Borges Costa[3], Neirigelson Ferreira de Barros Leite[4]

e727167
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i2.7167

PUBLICADO: 02/2026

**RESUMO**

O aleitamento materno é a principal estratégia para a saúde infantil, porém sua ausência torna necessário o uso de fórmulas infantis, que devem garantir a segurança e o adequado suprimento nutricional do lactente. O presente estudo objetivou avaliar a qualidade nutricional e a estabilidade físico-química de Fórmulas Infantis Tipo 1 (0–6 meses) comercializadas em Piripiri-PI, com foco na verificação de conformidade e nas variações do potencial hidrogeniônico após reconstituição. Três amostras foram analisadas quanto à conformidade nutricional e submetidas a testes de estabilidade (cor e reconstituição) e de pH em triplicata, sob diferentes condições de preparo e armazenamento por 24 horas. As amostras demonstraram conformidade geral com a legislação, mas revelaram diferenças em componentes funcionais e apresentaram excelente estabilidade física e de coloração por até 24 horas, indicando controle de oxidação lipídica e da reação de Maillard. Contudo, o pH das amostras, que inicialmente se apresentou neutro (aproximadamente 7,20–7,31), evidenciou tendência consistente de alcalinização ao longo do tempo, atingindo valores críticos entre 7,42 e 7,51 após 24 horas. Esse aumento do pH constitui forte indicador de perda de estabilidade química, sugerindo a ocorrência de hidrólise proteica e desestabilização da matriz coloidal. A perda de estabilidade química, evidenciada pela alcalinização, justifica plenamente as diretrizes de descarte imediato, pois a variação do pH, mesmo sob refrigeração, indica a progressão de processos degradativos que podem acarretar riscos fisiológicos, como acidose ou alcalose metabólica em neonatos. A adesão rigorosa ao tempo de descarte recomendado (1 a 2 horas) configura-se como medida de segurança fundamental para o consumo infantil.

**PALAVRAS-CHAVE**: Fórmula Infantil. Estabilidade Química. Potencial Hidrogeniônico. Hidrólise Proteica. Segurança Alimentar.

***ABSTRACT***

*Breastfeeding is the main strategy for infant health, but its absence makes the use of infant formulas necessary, which must guarantee the safety and nutritional supply of the infant. This study aimed to evaluate the nutritional quality and physicochemical stability of Type 1 Infant Formulas (0–6 months) sold in Piripiri-PI, focusing on compliance verification and variations in potential hydrogen after reconstitution. Three samples were analyzed for nutritional compliance and subjected to stability*

[1] Bacharela em Nutrição pela Christus Faculdade do Piauí – CHRISFAPI.
[2] Nutricionista, Docente do curso de Bacharelado em Nutrição da Christus Faculdade do Piauí – CHRISFAPI.
[3] Doutoranda em Química pela Universidade Federal do Piauí – UFPI.
[4] Doutorando em Química pela Universidade Federal do Piauí – UFPI, Docente do curso de Bacharelado em Nutrição da Christus Faculdade do Piauí – CHRISFAPI.



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



*tests (color, reconstitution) and pH in triplicate, under different preparation and storage conditions for 24 hours. The samples demonstrated general compliance with legislation but revealed differences in functional components and presented excellent physical and color stability for 24 hours, indicating control of lipid oxidation and Maillard. However, the pH of the samples, which started neutral (approximately 7.20–7.31), showed a consistent trend of alkalinization over time, reaching critical values between 7.42 and 7.51 at 24 hours. This increase in pH is a strong indicator of loss of chemical stability, suggesting the occurrence of protein hydrolysis and colloidal matrix destabilization. The loss of chemical stability, evidenced by alkalinization, fully justifies the guidelines for immediate discarding, as the variation in pH, even under refrigeration, indicates the progression of degradative processes that can lead to physiological risks such as acidosis or metabolic alkalosis in neonates. Strict adherence to the discard time (1 to 2 hours) is the primordial safety measure for infant consumption.*

***KEYWORDS:*** *Infant Formula. Chemical Stability. Hydrogen Ion Potential. Protein Hydrolysis. Food Safety.*

***RESUMEN***
*La lactancia materna es la estrategia principal para la salud infantil, pero su ausencia hace necesario el uso de fórmulas infantiles, las cuales deben garantizar la seguridad y el suministro nutricional del lactante. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad nutricional y la estabilidad fisicoquímica de Fórmulas Infantiles Tipo 1 (0–6 meses) comercializadas en Piripiri-PI, centrándose en la verificación de conformidad y en las variaciones de potencial de hidrógeno después de la reconstitución. Tres muestras fueron analizadas en cuanto a su conformidad nutricional y sometidas a pruebas de estabilidad (color, reconstitución) y pH por triplicado, bajo diferentes condiciones de preparación y almacenamiento durante 24 horas. Las muestras demostraron conformidad general con la legislación, pero revelaron diferencias en los componentes funcionales y presentaron excelente estabilidad física y de coloración durante 24 horas, indicando control de oxidación lipídica y Maillard. Sin embargo, el pH de las muestras, que inició neutro (aproximadamente 7,20–7,31), mostró una tendencia consistente a la alcalinización a lo largo del tiempo, alcanzando valores críticos entre 7,42 y 7,51 en 24 horas. Este aumento de pH es un fuerte indicador de pérdida de estabilidad química, sugiriendo la ocurrencia de hidrólisis proteica y desestabilización de la matriz coloidal. La pérdida de estabilidad química, evidenciada por la alcalinización, justifica íntegramente las directrices de descarte inmediato, ya que la variación de pH, incluso bajo refrigeración, indica la progresión de procesos degradativos que pueden llevar a riesgos fisiológicos como acidosis o alcalosis metabólica en neonatos. La adhesión estricta al tiempo de descarte (1 a 2 horas) es la medida de seguridad primordial para el consumo infantil.*

***PALABRAS CLAVE****: Fórmula infantil. Estabilidad química. Potencial hidrogeniónico. Hidrólisis proteica. Seguridad alimentaria.*

## 1. INTRODUÇÃO

O aleitamento materno constitui a estratégia mais eficaz para a promoção da saúde infantil, fortalecendo o vínculo afetivo, garantindo proteção e assegurando nutrição adequada. É reconhecido como a intervenção mais simples, acessível e economicamente vantajosa para reduzir a morbimortalidade infantil. Além disso, exerce um impacto amplo e positivo na saúde integral da mãe e do bebê, refletindo-se em melhores indicadores de saúde para toda a sociedade (1, 2).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Ministério da Saúde recomendam o aleitamento materno exclusivo até os seis meses de idade, sem a introdução de outros alimentos ou líquidos, devendo ser mantido de forma complementar até os dois anos ou mais (3). O início


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



precoce da amamentação é fundamental para que o recém-nascido receba o colostro (leite produzido pela mulher logo após o parto), rico em anticorpos e essencial para a imunidade. O leite materno contém todos os nutrientes necessários para o crescimento saudável do bebê, sendo a principal fonte de proteínas, gorduras e vitaminas até o segundo ano de vida (4).

O aleitamento materno é uma das estratégias mais eficazes de promoção da saúde e prevenção de doenças na infância. A introdução precoce de outros alimentos pode aumentar o risco de enfermidades, enquanto o leite materno atua como uma forma natural de proteção nutricional, reduzindo significativamente a morbimortalidade infantil e prevenindo doenças intestinais, respiratórias, alérgicas e metabólicas (5). O estado nutricional da criança está intimamente ligado à qualidade da alimentação desde a amamentação até a introdução alimentar, sendo uma dieta equilibrada essencial para o crescimento adequado (6).

Entretanto, há situações em que o aleitamento natural não é possível, seja por condições clínicas da mãe, uso de medicamentos contraindicados, doenças transmissíveis ou infecções mamárias. Nesses casos, a utilização de fórmulas lácteas infantis torna-se necessária para suprir as demandas nutricionais da criança e assegurar seu desenvolvimento saudável (7).

De acordo com a Resolução RDC nº 43/2011 da ANVISA (8), a fórmula infantil é o produto em pó ou líquido destinado a satisfazer, por si só, as necessidades nutricionais de lactentes saudáveis até os cinco meses e vinte e nove dias de vida. Esses produtos devem atender às normas do *Codex Alimentarius*, que estabelece diretrizes internacionais voltadas à segurança e à qualidade dos alimentos (9). Embora seja impossível reproduzir integralmente as propriedades do leite materno, a indústria busca desenvolver fórmulas com composição nutricional e funcional o mais próxima possível à dele. Geralmente, são elaboradas a partir do leite de vaca e/ou soja, acrescidas de nutrientes essenciais e ajustadas conforme as exigências legais (10, 11). Contudo, para garantir a segurança e a eficácia do produto no ponto de consumo, é igualmente crucial que estas fórmulas mantenham a estabilidade físico-química após a reconstituição, o que inclui parâmetros como pH e solubilidade.

A alimentação adequada nos primeiros anos de vida é determinante para o desenvolvimento infantil. Quando o aleitamento materno exclusivo não é viável, é fundamental que as fórmulas utilizadas apresentem qualidade e segurança nutricional. Nesse sentido, a análise físico-química e a verificação da composição desses produtos assumem grande importância, pois permitem avaliar sua conformidade com os critérios de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação brasileira.

Apesar do rigor regulatório, a estabilidade físico-química das fórmulas após a reconstituição (processo de dissolver o pó em água na proporção correta para recriar uma versão líquida e nutritiva, semelhante ao leite materno), como o pH, a cor e a facilidade de dissolução, é um fator de qualidade crucial que impacta a aceitação e a segurança do lactente, e que é pouco investigado na


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



literatura, especialmente em Piripiri-PI. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade de fórmulas infantis comercializadas no município de Piripiri-PI, verificando sua conformidade com a rotulagem nutricional e caracterizando seus parâmetros físico-químicos e de estabilidade. Especificamente, buscou-se comparar os teores declarados com a legislação e analisar a variação de pH, cor e comportamento de reconstituição ao longo do tempo de consumo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Desenho do estudo e amostras

Trata-se de um estudo experimental e transversal com abordagem quantitativa, focado na avaliação da qualidade e estabilidade físico-química de fórmulas infantis. A pesquisa não envolveu a participação de seres humanos ou animais, por se tratar de estudo laboratorial com produtos comercializados e, portanto, não necessitou de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) ou Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA).

Para a análise, foram utilizadas três marcas distintas de fórmulas infantis Tipo 1 (destinadas a lactentes de 0 a 6 meses), a partir de agora denominadas Amostra A, Amostra B e Amostra C. A escolha dessas marcas priorizou as fórmulas com maior presença e relevância nas farmácias de Piripiri-PI. Optou-se por produtos de diferentes fabricantes que oferecessem variações em seus componentes funcionais, especificamente prebióticos e Oligossacarídeos do Leite Humano (HMOs). Essa seleção permitiu investigar as opções mais prescritas por profissionais de saúde e adquiridas pelos consumidores locais, possibilitando comparar como fórmulas com diferentes perfis tecnológicos se comportam sob as mesmas condições de preparo e armazenamento. Todas as amostras foram adquiridas em farmácia de referência no município de Piripiri-PI, estando dentro do prazo de validade e apresentando integridade física. As análises laboratoriais foram conduzidas no Laboratório de Nutrição Humana da Christus Faculdade do Piauí (CHRISFAPI).

### 2.2. Análise da rotulagem e conformidade nutricional

As informações nutricionais e os ingredientes declarados nas embalagens das três amostras foram coletados e organizados para compor a Tabela 1. Os valores de macro e micronutrientes foram convertidos e comparados com os limites mínimos e máximos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), conforme a Resolução RDC nº 43/2011 (8), que regulamenta as fórmulas infantis no Brasil.

### 2.3 Preparo das amostras e condições de reconstituição

A reconstituição das fórmulas foi realizada seguindo as instruções de diluição recomendadas por cada fabricante. Para simular diferentes condições de preparo doméstico e avaliar o efeito da qualidade da água e do tratamento térmico na estabilidade da fórmula, foram

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



utilizadas quatro condições de água, em triplicata, para cada amostra: 1. Água filtrada na temperatura ambiente (aproximadamente 25 ºC); 2. Água filtrada fervida e, em seguida, resfriada até aproximadamente 50 ºC antes da adição do pó; 3. Água mineral na temperatura ambiente (aproximadamente 25 ºC); 4. Água mineral fervida e, em seguida, resfriada até aproximadamente 50 ºC antes da adição do pó.

O preparo foi realizado para um volume final de 100 mL e as fórmulas reconstituídas foram imediatamente transferidas para recipientes limpos e secos, devidamente fechados com filme de PVC. As amostras foram então armazenadas sob refrigeração controlada (aproximadamente 4 ºC), simulando o armazenamento após o preparo.

### 2.4 Análises físico-químicas

As análises de pH, cor e estabilidade de reconstituição foram realizadas em triplicata nos seguintes intervalos de tempo: $T_{30\ min}$ (momento inicial de consumo), $T_{120\ min}$ (2 horas após o preparo) e $T_{24\ h}$ (24 horas após o preparo), para simular o tempo de vida útil da fórmula preparada.

#### 2.4.1 Determinação do Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado pelo método eletrométrico, utilizando um medidor digital de pH tipo caneta, modelo T-PHM-0010.00 da Incoterm. O equipamento foi previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0, pH 7,0 e pH 10 e operado conforme as instruções do fabricante.

#### 2.4.2 Avaliação da Estabilidade e Cor

A estabilidade da reconstituição e a ocorrência de separação de fases (sedimentação ou floculação) foram avaliadas visualmente nos três intervalos de tempo ($T_{30\ min}$, $T_{120\ min}$ e $T_{24\ h}$). A cor das amostras também foi registrada por observação visual, utilizando uma escala descritiva e comparativa para identificar possíveis mudanças (escurecimento, amarelamento) em função do tempo e da condição de preparo.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Análise da rotulagem e conformidade legal

A análise da rotulagem das três fórmulas infantis para lactentes (Amostras A, B e C) foi realizada visando verificar a conformidade com a legislação brasileira (8) e identificar as estratégias de formulação de mercado. Os resultados do levantamento da composição nutricional por 100 mL de fórmula reconstituída, com base nas informações do rótulo, estão dispostos na Tabela 1.


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



**Tabela 1.** Comparação dos componentes bioativos e parâmetros nutricionais essenciais de três fórmulas infantis Tipo 1 (0-6 meses) por 100 mL reconstituído em relação aos limites regulatórios estabelecidos pela ANVISA

| Componente | Unidade | Amostra A | Amostra B | Amostra C | Limite Regulatório (ANVISA)* |
|---|---|---|---|---|---|
| **I. MACRONUTRIENTES E ENERGIA** | | | | | |
| Valor Energético | kcal/100 mL | 68 | 66 | 68 | 60 – 70 |
| Proteínas Totais | g/100 mL | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,2 – 1,9 |
| Carboidratos Totais | g/100 mL | 7,2 | 7,7 | 7,4 | 5,4 – 8,6 |
| Açúcares Adicionados | g/100 mL | 2,4 | 4,0 | 0,2 | — |
| Lipídios Totais | g/100 mL | 3,7 | 3,2 | 3,5 | 3,3 – 4,2 |
| Gordura Poli-insaturada | g/100 mL | — | 0,5 | — | — |
| **II. MINERAIS CHAVE** | | | | | |
| Sódio (Na) | mg/100 mL | 19 | 17 | 22 | 14 – 34 |
| Cálcio (Ca) | mg/100 mL | 42 | 67 | 51 | 44 – 120 |
| Fósforo (P) | mg/100 mL | 22 | 40 | 28 | 22 – 60 |
| Ferro (Fe) | mg/100 mL | 0,74 | 0,71 | 0,74 | 0,44 – 1,3 |
| Zinco (Zn) | mg/100 mL | 0,76 | 0,45 | 0,78 | 0,44 – 1,1 |
| **III. VITAMINAS CHAVE** | | | | | |
| Vitamina A | µg/100 mL | 62 | 61 | 77 | 53 – 140 |
| Vitamina D | µg/100 mL | 0,95 | 1,1 | 1,2 | 0,74 – 2,7 |
| Vitamina C | mg/100 mL | 11 | 11 | 15 | 7,4 – 27 |
| **IV. COMPONENTES FUNCIONAIS** | | | | | |
| DHA (Ácido Docosahexaenoico) | mg/100 mL | 7,2 | 6,6 | — | Opcional |
| ARA (Ácido Araquidônico) | mg/100 mL | 7,2 | 0,01 | — | Opcional |
| Prebióticos Totais (GOS/FOS) | g/100 mL | 0,47 | 0,8 | 0,4 | Opcional |
| 2'-O-Fucosilactose (2'-FL) | g/100 mL | 0,03 | — | — | Opcional (HMO) |
| Nucleotídeos | mg/100 mL | 2,1 | 1,5 | — | Opcional |
| Colina | mg/100 mL | 9,4 | 23 | 11 | Opcional |
| Inositol | mg/100 mL | 7,4 | 1,5 | 6,7 | Opcional |
| Carnitina Total | mg/100 mL | 2,0 | 7,0 | 1,6 | Opcional |

**Abreviações:** GOS (Galacto-oligossacarídeos); FOS (Fruto-oligossacarídeos); HMO (*Human Milk Oligosaccharides* – Oligossacarídeos do Leite Humano). ***Referência Regulatória:** Os limites mínimos e máximos da coluna "Limite Regulatório (ANVISA)" baseiam-se na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 43/2011 (8), aplicável a fórmulas infantis para lactentes de 0 a 6 meses. **Observação sobre Cálculos:** O teor de Prebióticos Totais é a soma dos oligossacarídeos declarados GOS e FOS. A Carnitina Total é a consolidação dos teores de L-Carnitina e Carnitina.

As três amostras se mostraram em conformidade geral com a legislação vigente (8) em relação aos requisitos mínimos e máximos estabelecidos pela ANVISA para os nutrientes essenciais. Os pilares nutricionais, incluindo Proteínas Totais, Carboidratos Totais e Lipídios Totais, encontram-se dentro dos limites legais, com o Valor Energético variando minimamente. Contudo, apesar da adequação das amostras analisadas, estudos prévios detectaram irregularidades na rotulagem e na composição de micronutrientes em fórmulas comercializadas no Brasil, reforçando a necessidade de um contínuo monitoramento desses produtos por meio de programas de vigilância sanitária (12, 13). É importante ressaltar que o consumo de proteínas no limite superior, como observado na Amostra C (1,4 g), deve ser monitorado, pois o teor elevado aumenta a Carga Renal


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



de Solutos (CRS), o que pode sobrecarregar a capacidade de concentração renal do lactente e exigir maior volume de água para a excreção de ureia (14).

Em relação aos micronutrientes obrigatórios, todas as amostras cumpriram os limites estabelecidos. Foram notadas diferenças estratégicas no balanço mineral: a Amostra C se destacou pelo teor mais elevado de Vitamina A e D, e a Amostra B, pelos maiores teores de cálcio (67 mg) e fósforo (40 mg). Essa variação na proporção Cálcio: Fósforo (Ca:P), que a RDC nº 43 (8) estabelece entre 1:1 e 2:1, é um ponto crucial, pois a relação entre os teores de cálcio, fósforo e a matriz lipídica influencia a absorção mineral. Concentrações elevadas de cálcio podem, inclusive, estar associadas a problemas gastrointestinais, como a constipação (15).

A maior disparidade entre as amostras reside na inclusão de componentes funcionais, que refletem as estratégias de mercado para simular as propriedades biológicas do leite humano. A Amostra C demonstrou um diferencial significativo ao declarar o menor teor de Açúcares Adicionados (0,2 g/100 mL), uma prática alinhada com as recomendações de saúde pública para a restrição de açúcar na primeira infância. A OMS recomenda que crianças menores de 2 anos não consumam açúcar adicionado nem alimentos que o contenham, pois isso molda o paladar, aumenta os riscos de obesidade e diabetes, além de prejudicar a aceitação de alimentos saudáveis. Adicionalmente, a suplementação com Ácido Docosahexaenoico (DHA) e Ácido Araquidônico (ARA) está presente nas Amostras A e B. A Amostra A é a única a declarar a presença de 2'-O-Fucosilactose (2'-FL), um Oligossacarídeo do Leite Humano (HMO), e a Amostra B possui o maior teor de Prebióticos Totais. A inclusão desses compostos e o uso de alegações de propriedade funcional fazem parte da promoção comercial, na busca por se assemelhar ao leite materno, o que é um foco constante de aprimoramento na indústria (16) e de monitoramento por parte dos órgãos fiscalizadores (17).

A inclusão de oligossacarídeos prebióticos é uma estratégia de formulação que visa modular positivamente o microbioma intestinal do lactente (18). A fermentação destes componentes estimula seletivamente o crescimento de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* (19), que produzem metabólitos benéficos e ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs), resultando na redução do pH fecal e fezes mais macias, tornando o ambiente intestinal menos favorável a patógenos (19, 20). Em bebês prematuros, a presença desses prebióticos também demonstrou reduzir a incidência de enterocolite necrosante (19).

### 3.2. Estabilidade de reconstituição e avaliação de cor

O teste de reconstituição demonstrou que as três marcas de Fórmula Infantil Tipo 1 (Amostras A, B e C) apresentaram excelente estabilidade em todas as condições analisadas. Não foi observada a presença de precipitados, grumos, ou qualquer forma de separação de fases em nenhum dos intervalos de tempo estipulados ($T_{30\ min}$, $T_{120\ min}$ e $T_{24\ h}$), independentemente do tipo de

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



água utilizada ou do tratamento térmico. Este resultado sugere que as três formulações possuem alta qualidade tecnológica, com o uso eficiente de emulsificantes e agentes dispersantes (como a lecitina) que garantem a solubilidade rápida e a estabilidade da suspensão proteica e lipídica. A ausência de separação de fases ou de partículas insolúveis após 24 horas, mesmo sob refrigeração, é um indicativo positivo da estabilidade física do produto (21), facilitando o preparo e o consumo (22).

A análise visual de cor das amostras reconstituídas também revelou uniformidade cromática e estabilidade. Em todas as marcas e condições de água, a coloração permaneceu a mesma desde o preparo até o final do período de avaliação ($T_{24\ h}$). A estabilidade da cor por 24 horas é um fator importante que sugere a baixa ocorrência de reações de deterioração, como a oxidação lipídica ou reações de Maillard. Visto que a oxidação lipídica poderia ser indicada por um amarelamento ou escurecimento, a ausência de alteração perceptível é um indicador positivo da integridade das gorduras e vitaminas lipossolúveis (como a Vitamina A e E) presentes nas formulações (13). Cabe ressaltar que, embora a análise visual tenha demonstrado estabilidade satisfatória para os propósitos deste estudo, o emprego de métodos instrumentais, como a colorimetria, forneceria dados mais precisos e sensíveis a variações sutis não detectáveis ao olho humano. As reações de Maillard, que levam à formação de polímeros que causam o *browning* (escurecimento) e afetam a qualidade da proteína, também não ocorreram de forma significativa (23).

Estes resultados de estabilidade e cor são particularmente relevantes quando confrontados com as diferenças na Composição Nutricional (Tabela 1). Apesar de a Amostra B apresentar o maior teor de Gorduras Poli-insaturadas e Prebióticos Totais, componentes que poderiam, teoricamente, elevar a susceptibilidade à oxidação, sua estabilidade física manteve-se equivalente à das demais amostras. A elevada estabilidade de reconstituição, demonstrada sob diferentes condições de água, reforça a qualidade do processamento industrial e a eficiência da formulação das três marcas analisadas.

### 3.3. Análise do Potencial Hidrogeniônico (pH)

Diferentemente da estabilidade física e visual da reconstituição, que se manteve uniforme e sem alterações visíveis (Seção 3.2), o controle da estabilidade química das fórmulas foi avaliado através do potencial hidrogeniônico (pH). A determinação do pH foi realizada em triplicata sob diferentes condições de preparo e armazenagem, com o objetivo de verificar a integridade da formulação. Os valores médios obtidos nos tempos de análise ($T_{30\ min}$, $T_{120\ min}$ e $T_{24\ h}$) são apresentados na Tabela 2.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



**Tabela 2.** Valores médios de pH das fórmulas infantis reconstituídas, em diferentes condições de preparo e tempos de análise

| Amostra | Tipo de Água | Condição | pH $T_{30\ min}$ | pH $T_{120\ min}$ | pH $T_{24\ h}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Filtrada | Temperatura ambiente | 7,31±0,03 | 7,32±0,06 | 7,47±0,02 |
| | | Fervida e resfriada | 7,25±0,01 | 7,35±0,03 | 7,45±0,01 |
| | Mineral | Temperatura ambiente | 7,29±0,03 | 7,39±0,02 | 7,51±0,03 |
| | | Fervida e resfriada | 7,31±0,00 | 7,41±0,01 | 7,50±0,03 |
| B | Filtrada | Temperatura ambiente | 7,27±0,02 | 7,24±0,00 | 7,36±0,03 |
| | | Fervida e resfriada | 7,12±0,02 | 7,22±0,00 | 7,40±0,02 |
| | Mineral | Temperatura ambiente | 7,20±0,04 | 7,24±0,02 | 7,44±0,03 |
| | | Fervida e resfriada | 7,15±0,07 | 7,26±0,03 | 7,42±0,01 |
| C | Filtrada | Temperatura ambiente | 7,29±0,04 | 7,33±0,00 | 7,42±0,01 |
| | | Fervida e resfriada | 7,24±0,02 | 7,35±0,02 | 7,45±0,01 |
| | Mineral | Temperatura ambiente | 7,30±0,02 | 7,40±0,03 | 7,49±0,02 |
| | | Fervida e resfriada | 7,28±0,01 | 7,40±0,04 | 7,49±0,02 |

A determinação do pH demonstrou que as três fórmulas infantis, nos 30 minutos iniciais após a reconstituição ($T_{30\ min}$), apresentaram valores próximos da neutralidade, variando entre 7,20 e 7,31. Estes valores são adequados e estão em faixa compatível com o pH do leite materno maduro, que tipicamente se situa entre 7,0 e 7,5 à temperatura ambiente (24). Em contrapartida, o pH do leite humano ordenhado e refrigerado é geralmente classificado pela Rede Brasileira de Bancos de Leite Humano como ligeiramente ácido, situando-se entre 6,5 e 6,9 (25). A ausência de impacto significativo do tipo de água ou do tratamento térmico no pH inicial indica a eficácia dos sistemas tamponantes das formulações, cuja acidez original é controlada pelas micelas de caseína, fosfatos e citratos (26, 27).

A avaliação do pH ao longo do tempo revelou o achado mais distintivo do estudo: uma tendência consistente de alcalinização (aumento do pH) nas três amostras após o período de 120 minutos, culminando nos valores mais elevados em $T_{24\ h}$, entre 7,42 e 7,51. Este aumento de pH é um forte indicador de que a estabilidade química da formulação é limitada (28). A alcalinização pode ser resultado da hidrólise de proteínas, cuja quebra de cadeias peptídicas libera grupos amina (—$NH_2$), que atuam como compostos básicos e elevam o pH da solução (23). A faixa de pH final observada se enquadra na região onde a alteração do pH do leite pode levar à dissociação e desintegração das micelas de caseína, comprometendo a integridade da suspensão proteica e o balanço de minerais (29).

O fator temperatura de medição também é relevante na interpretação. A medição do pH em $T_{30\ min}$ foi realizada quando as amostras estavam em temperatura significativamente mais elevada (morna ou ambiente) do que a medição em $T_{24\ h}$ (temperatura de refrigeração, aproximadamente 4 ºC). Esta diferença térmica pode ter contribuído para a variação observada, visto que o pH é dependente da temperatura, e altas temperaturas podem, inclusive, causar maior dissociação de íons na solução (30). No entanto, o fenômeno da alcalinização ao longo do período de 24 horas


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



demonstra uma perda na estabilidade química da formulação, independentemente da variável térmica.

A variação do pH após 24 horas é um indicador de qualidade (23) e justifica integralmente as recomendações dos fabricantes e órgãos de saúde para o descarte da fórmula preparada não consumida em 1 ou 2 horas (31). O monitoramento do pH é uma ferramenta essencial no controle de qualidade, pois a sobrecarga ácida ou básica, decorrente de instabilidade química, pode levar a riscos fisiológicos graves, como acidose ou alcalose metabólica e enterocolite necrosante em neonatos vulneráveis (32). Mesmo que a estabilidade física e visual permaneça perfeita (Seção 3.2), a mudança no pH demonstra que o produto está quimicamente instável. O fato de a alcalinização ter ocorrido mesmo sob refrigeração controlada indica que a baixa temperatura apenas retarda os processos degradativos, mas não os interrompe, sendo a perda na estabilidade química o achado mais relevante deste estudo para a segurança alimentar.

### 3.4. Limitações do estudo

Embora os resultados forneçam dados significativos sobre a estabilidade das fórmulas infantis, este estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos achados. Primeiramente, a avaliação de cor foi realizada por inspeção visual subjetiva, o que impossibilita a detecção de variações cromáticas discretas que métodos instrumentais, como a colorimetria, poderiam identificar com maior precisão. Em segundo lugar, o estudo focou exclusivamente nos parâmetros físico-químicos e de reconstituição, não incluindo análises microbiológicas que pudessem correlacionar a alcalinização do pH com o potencial de crescimento de patógenos ao longo de 24 horas. Por fim, a análise restringiu-se a um número reduzido de marcas disponíveis em um contexto regional específico de Piripiri-PI, o que limita a generalização dos resultados para todo o mercado de fórmulas infantis Tipo 1, embora os dados apontem tendências químicas consistentes de perda de estabilidade após a reconstituição.

## 4. CONSIDERAÇÕES

A avaliação físico-química das Fórmulas Infantis Tipo 1 confirmou a alta qualidade tecnológica e a conformidade legal dos produtos. As marcas demonstraram excelente estabilidade física e visual por 24 horas, indicando a eficiência dos agentes dispersantes e o controle das reações de deterioração, como a oxidação lipídica e a reação de Maillard, mesmo em composições mais ricas em ácidos graxos poli-insaturados. Contudo, a variação na composição, como o limite superior de proteína (1,4 g na Amostra C), sugere a necessidade de monitoramento da Carga Renal de Solutos (CRS) em neonatos.

O achado mais crítico do estudo reside na perda de estabilidade química das amostras após a reconstituição, evidenciada pela alcalinização consistente do pH (atingindo valores entre 7,42 e


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



7,51 em T24 h). Este aumento de pH é um forte indicador de hidrólise proteica, que libera grupos amina básicos, e sugere a desestabilização da matriz coloidal da fórmula. Nesse sentido, perspectivas futuras de investigação devem incluir a quantificação direta de aminoácidos livres e peptídeos ao longo do tempo de armazenamento, a fim de confirmar a extensão da hidrólise e seu impacto na biodisponibilidade proteica.

Conclui-se que, apesar da excelência do produto em pó, a perda da estabilidade química após o preparo exige a adesão estrita ao tempo de descarte (1 a 2 horas), sendo essa a medida de segurança primordial para o consumo infantil. Sugere-se, ainda, a realização de estudos microbiológicos complementares para correlacionar as alterações de pH observadas com o potencial de crescimento de patógenos, além de avaliações sobre o impacto da Carga Renal de Solutos em diferentes cenários de hidratação do lactente.

## REFERÊNCIAS

1. Rollins NC, Bhandari N, Hajeebhoy N, et al. Why invest, and what it will take to improve breastfeeding practices?. Lancet. 2016;387(10017):491-504. doi: 10.1016/S0140-6736(15)01044-2

2. Grummer-Strawn LM, Rollins N. Summarising the health effects of breastfeeding. Acta Paediatr. 2015;104(467):1-2. doi: 10.1111/apa.13136

3. Brasil RB, Nicolau ES, Silva MAP da. Leite instável não ácido e fatores que afetam a estabilidade do leite. RCA [Internet]. 10 ago 2024 [citado 20 nov 2025];25(4):15-26. Disponível em: https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/13531

4. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Guia Alimentar para Crianças Brasileiras Menores de 2 Anos [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2019 [citado 10 jan 2025]. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/publicacoes/guia_da_crianca_2019.pdf

5. Silva M de L, Speridião P da G, Marciano R, Amâncio OM, Morais TB, Morais MB. Effects of soy beverage and soy-based formula on growth, weight, and fecal moisture: experimental study in rats. J Pediatr (Rio J). 2015;91(3):306-312. doi: 10.1016/j.jped.2014.09.003

6. Abreu HM, Mendes ALR, Melo SM. Análise físico química do leite de soja para lactentes de até um ano de idade. RCC [Internet]. 16 jun 2021 [citado 20 nov 2025];12(1):e24633. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/casoseconsultoria/article/view/24633

7. Santos H da S. Contaminação microbiológica de fórmulas infantis: uma revisão sistemática. NUTRIVISA. 15 jun 2020;7(1):52-68. doi: 10.59171/nutrivisa-2020v7e9975

8. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 43, de 19 de setembro de 2011. Dispõe sobre o regulamento técnico para fórmulas infantis para lactentes. Diário Oficial da União, Brasília, DF: Ministério da Saúde; 20 set 2011 [citado 20 nov 2025]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/rdc0043_19_09_2011.pdf

9. Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization. Codex Alimentarius Commission: procedural manual. 30th ed. Rome: FAO/WHO; 2025. doi: 10.4060/cd4216en


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



10. Martin CR, Ling PR, Blackburn GL. Review of Infant Feeding: Key Features of Breast Milk and Infant Formula. Nutrients. 2016;8(5):279. Published 2016 May 11. doi: 10.3390/nu8050279

11. Strapasson KC, Borges ME, Ravazzani ED do A, Sales WB, Lima CP de. Análise microbiológica de fórmulas infantis em pó. VA [Internet]. 17 abr 2021 [citado 20 nov 2025];22(1). Disponível em: https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/79347

12. Medeiros FL da C, Macedo JL, Assunção FD, Silva RL da, Silva SS da, Oliveira AS da SS, et al. Análise de rótulos de fórmulas lácteas infantis. RBCS. 1 out 2019;23(3). doi: 10.22478/ufpb.2317-6032.2019v23n3.41267

13. Kus MMM, Silva SA da, Aued-Pimentel S, Mancini-Filho J. Informação nutricional de fórmulas infantis comercializadas no Estado de São Paulo: avaliação dos teores de lipídeos e ácidos graxos. Rev. Nutr. [Internet]. 30 abr 2011 [citado 10 dez 2025];24(2). Disponível em: https://puccampinas.emnuvens.com.br/nutricao/article/view/9348

14. Saldan PC, Venancio SI, Saldiva SRDM, Vieira DG, Mello DF. Consumo de leites em menores de um ano de idade e variáveis associadas ao consumo de leite não materno. Rev Paul Pediatr. 2017;35(4):407-414. doi: 10.1590/1984-0462/;2017;35;4;00004

15. Lima GNL, Bezerra RG, Florêncio JDMB, Brum HCC, Freitas D de, Vernilli DC. Caracterização físico-química de suplementos de carbonato de cálcio. Braz. J. Hea. Rev. 2024 Dec. 6;7(9):e75670. doi: 10.34119/bjhrv7n9-341

16. Fernandes PN, Antunes HA, Linhares IW, Alves ICR. Fórmulas infantis disponíveis no Brasil. RAHIS - Rev Adm Hosp Inov Saúde. 2021;18(4):138. doi: 10.21450/rahis.v18i4.7287

17. Baldani MM, Pascoal GB, Rinaldi AEM. Rotulagem e promoção comercial de fórmulas infantis comercializadas no Brasil. DEMETRA. 16 jul 2018;13(2):413-25. doi: 10.12957/demetra.2018.32911

18. Yoo S, Jung S-C, Kwak K, Kim J-S. The role of prebiotics in modulating gut microbiota: implications for human health. Int J Mol Sci. 2024;25(9):4834. Published 2024 Apr 29. doi: 10.3390/ijms25094834

19. Soares M de AS, Bender S, Bernardi DM. Impactos de prebióticos em fórmulas infantil no primeiro ano de vida. RBONE [Internet]. 18 jul 2025 [citado 10 dez 2025];19(120):438-47. Disponível em: https://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/2742

20. Miranda CM, Limirio JVA, Zoccoli TBV, Silva DJ e, Zampiva EBHND, Fagundes T da SC, Mundim RR. Microbioma intestinal: influência na saúde infantil e potencial de novas intervenções. REAS. 25 ago 2024;24(8):e16779. doi: 10.25248/reas.e16779.2024

21. Toikkanen O, Outinen M, Malafronte L, Rojas OJ. Formation and structure of insoluble particles in reconstituted model infant formula powders. Int Dairy J. 2018;82:19-27. doi: 10.1016/j.idairyj.2018.03.001

22. Paniago EO, Sarmento UC, Andrade OF, Vilas Boas JE, Figueiredo PS, Guimarães RCA. Fórmulas infantis industrializadas: impacto na informação nutricional. Rev Univ Vale Rio Verde. 2017;15(2):537-548. doi: 10.5892/ruvrd.v15i2.2989

23. Lund MN, Ray CA. Control of Maillard Reactions in Foods: Strategies and Chemical Mechanisms. J Agric Food Chem. 2017;65(23):4537-4552. doi: 10.1021/acs.jafc.7b00882


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



24. Meng F, Uniacke-Lowe T, Ryan AC, Kelly AL. The composition and physico-chemical properties of human milk: a review. Trends Food Sci Technol. 2021;112:608-621. doi: 10.1016/j.tifs.2021.03.040

25. Rede Brasileira de Bancos de Leite Humano. Leite humano ordenhado - determinação da acidez titulável: método Dornic. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2021. https://rblh.fiocruz.br/sites/rblh.fiocruz.br/files/usuario/116/nt_29.21_-_leite_humano_ordenhado_-_determinacao_da_acidez_titulavel_-_metodo_dornic_0.pdf

26. Koletzko B. Human Milk Lipids. Ann Nutr Metab. 2016;69 Suppl 2:28-40. doi: 10.1159/000452819

27. Moreira OBO, Castro LA, Oliveira MAL. Cálculo e preparo de soluções tampão: guia completo usando o software Peakmaster®. Quim Nova. 2021;44(6):783-791. doi: 10.21577/0100-4042.20170702

28. Prins RC, Billerbeck S. A buffered media system for yeast batch culture growth. BMC Microbiology. 2021;21(1):127. doi: 10.1186/S12866-021-02191-5

29. Sinaga H, Bansal N, Bhandari B. Effects of milk pH alteration on casein micelle size and gelation properties of milk. Int J Food Prop. 2017;20(1):179-197. doi: 10.1080/10942912.2016.1152480

30. Ströher JA, Nunes MR dos S, Santos Junior LCO. Physicochemical evaluation during shelf life of UHT milk produced and marketed in Rio Grande do Sul State. RSD. 2021 Mar. 12;10(3):e19910313193. doi: 10.33448/rsd-v10i3.13193

31. World Health Organization (WHO). Global strategy for infant and young child feeding [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2003 [citado 2025 dez 10]. Disponível em: https://wkc.who.int/resources/publications/i/item/9241562218

32. Pereira CI, Dametto JF, Oliveira JC. Evaluation of human milk titratable acidity before and after addition of a nutritional supplement for preterm newborns. J Pediatr (Rio J). 2016;92(5):499-504. doi: 10.1016/j.jped.2015.12.008


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.