



ELABORAÇÃO DE QUEIJO HÍBRIDO TRUFADO UTILIZANDO A CASTANHA DE BARU (*DIPTERYX ALATA*)

PREPARACIÓN DE QUESO HÍBRIDO TRUFADO CON NUECES DE BARÚ (*DIPTERYX ALATA*)

PREPARATION OF TRUFFLED HYBRID CHEESE USING BARU NUTS (*DIPTERYX ALATA*)

Apresentação: Comunicação Oral

Gabriela Amorim¹; Jhoseff Moura²; Keily Oliveira³; Karina Chaves⁴; Neila Barbosa⁵

DOI: DOI :<https://doi.org/10.31692/VICIAGRO.0097>

RESUMO

Preocupações crescentes com a saúde, sustentabilidade e inclusão alimentar vêm impulsionando o desenvolvimento de produtos inovadores que atendam às novas demandas do consumidor. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar um queijo trufado híbrido, elaborado a partir da combinação da estrutura externa de um queijo à base de leite A2 com o recheio de uma formulação vegetal à base de castanha de baru. A proposta visa unir os benefícios nutricionais do leite A2 com as propriedades funcionais e sustentáveis de ingredientes vegetais regionais, resultando em um produto com perfil sensorial diferenciado e apelo ampliado de consumo. O desenvolvimento da formulação seguiu as Boas Práticas de Fabricação (BPF), sendo conduzido em etapas sucessivas de testes e ajustes para alcançar a estabilidade da emulsão, firmeza da matriz e adequada integração entre os componentes. Foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e análise sensorial com 50 provadores não treinados, utilizando escala hedônica de 9 pontos e teste de intenção de compra. Os resultados demonstraram que o queijo trufado híbrido apresentou composição equilibrada, com teor de proteína de 19,61%, lipídios de 6,56% e umidade de 56,91%. Apesar de ultrapassar o limite legal de umidade para queijos coalho segundo a Instrução Normativa nº 30/2001, o produto atendeu a todos os

¹ Engenharia de alimentos, UFMT, gabrielaamorim11@outlook.com

² Engenharia de alimentos, UFMT, Jhoseff.moura@ufmt.br

³ Doutorado, UFMT, Keily.oliveira@ufmt.br

⁴ Doutorado, UFMT, Karina.chaves@ufmt.br

⁵ Doutorado, UFMT, neila.cortez@ufmt.br

parâmetros microbiológicos exigidos pela legislação vigente (Regulamento nº 161/2022), comprovando sua segurança sanitária. Sensorialmente, destacou-se pela cremosidade, aroma agradável e elevada intenção de compra, sendo bem aceito pelos provadores. Conclui-se que o queijo trufado híbrido representa uma alternativa viável, funcional e inovadora, com potencial para ampliar o mercado de produtos lácteos diferenciados, híbridos e sustentáveis.

Palavras-Chave: inovação alimentar ,sustentabilidade, plant-based.

RESUMEN

La creciente preocupación por la salud, la sostenibilidad y la inclusión alimentaria ha impulsado el desarrollo de productos innovadores que satisfagan las nuevas demandas de los consumidores. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo desarrollar y caracterizar un queso híbrido de trufa, elaborado a partir de la combinación de la estructura externa de un queso a base de leche A2 con el relleno de una formulación vegetal a base de nueces de baru. La propuesta busca combinar los beneficios nutricionales de la leche A2 con las propiedades funcionales y sustentables de los ingredientes vegetales regionales, dando como resultado un producto con un perfil sensorial diferenciado y un mayor atractivo para el consumidor. El desarrollo de la formulación siguió las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), realizándose en etapas sucesivas de pruebas y ajustes hasta lograr estabilidad de la emulsión, firmeza de la matriz y adecuada integración entre los componentes. Se realizaron análisis fisicoquímicos (humedad, proteínas, lípidos, carbohidratos y cenizas), microbiológicos (encuesta de *Salmonella* spp., recuento de *Staphylococcus aureus*, coliformes termotolerantes, hongos y levaduras) y sensorial con 50 catadores no entrenados, utilizando una escala hedónica de 9 puntos y un test de intención de compra. Los resultados demostraron que el queso híbrido de trufa presentó una composición equilibrada, con un contenido de proteína de 19,61%, lípidos de 6,56% y humedad de 56,91%. A pesar de superar el límite legal de humedad para quesos cuajados según la Instrucción Normativa nº 30/2001, el producto cumplió con todos los parámetros microbiológicos exigidos por la legislación vigente (Reglamento nº 161/2022), demostrando su seguridad sanitaria. Sensorialmente destacó por su cremosidad, agradable aroma y alta intención de compra, siendo bien aceptado por los catadores. Se concluye que el queso híbrido de trufa representa una alternativa viable, funcional e innovadora, con potencial para expandir el mercado de productos lácteos diferenciados, híbridos y sustentables.

Palabras Clave: Innovación alimentaria, sostenibilidad, basada en plantas.

ABSTRACT

Growing concerns about health, sustainability and food inclusion have been driving the development of innovative products that meet new consumer demands. In this context, the present study aimed to develop and characterize a hybrid truffle cheese, made from the combination of the external structure of a cheese made from A2 milk with the filling of a vegetable formulation made from baru nuts. The proposal aims to combine the nutritional benefits of A2 milk with the functional and sustainable

properties of regional vegetable ingredients, resulting in a product with a differentiated sensory profile and expanded consumer appeal. The development of the formulation followed Good Manufacturing Practices (GMP), being conducted in successive stages of testing and adjustments to achieve emulsion stability, matrix firmness and adequate integration between the components. Physicochemical (moisture, protein, lipids, carbohydrates and ash), microbiological (*Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, thermotolerant coliforms, fungi and yeasts) and sensory analysis were performed with 50 untrained tasters, using a 9-point hedonic scale and purchase intention test. The results showed that the hybrid truffle cheese had a balanced composition, with a protein content of 19.61%, lipids of 6.56% and moisture of 56.91%. Despite exceeding the legal moisture limit for curd cheeses according to Normative Instruction No. 30/2001, the product met all microbiological parameters required by current legislation (Regulation No. 161/2022), proving its health safety. Sensorially, it stood out for its creaminess, pleasant aroma and high purchase intention, being well accepted by the tasters. It is concluded that hybrid truffle cheese represents a viable, functional and innovative alternative, with potential to expand the market for differentiated, hybrid and sustainable dairy products.

Keywords: food innovation, sustainability, plant-based.

INTRODUÇÃO

O queijo é um dos derivados lácteos mais antigos e tradicionais, obtido pela coagulação do leite e separação do soro, podendo ser consumido fresco ou maturado.” (Cruz, 2017, p. 28) Sendo uma solução inovadora para conservar o leite, um produto perecível, permitindo que as comunidades o transformem, tornando-o mais estável, fácil de transportar e valorizando a matéria-prima. Essa mudança vai além da simples necessidade prática e também é uma estratégia inteligente para melhorar o armazenamento, expandir as possibilidades de cozimento e aumentar o valor comercial. Ao longo da história, diferentes culturas contribuíram com diferentes técnicas e ingredientes para a produção de queijo, resultando na impressionante diversidade deste alimento.

Dentre os queijos produzidos no Brasil, temos o queijo de coalho, de origem nordestina, vem ganhando notoriedade em outros nichos econômicos e outros estados sendo consumido especialmente grelhado em churrascos (Dantas, 2012). Além disso, tem sido cada vez mais incorporado à alimentação diária de muitos brasileiros, devido ao seu sabor marcante e alto valor nutricional. Essa popularidade crescente impulsiona a busca por inovações no setor, fazendo com que o queijo deixe de ser um produto exclusivamente regional para se tornar um item de produção em larga escala na indústria de derivados lácteos.

O queijo por se tratar de um alimento muito consumido e, em sua maioria, produzido com leite de origem animal, precisou ao longo do tempo de adaptações em sua composição para manter

a preferência no consumo deste alimento pelos indivíduos vegetarianos e suas subclasses, como o veganismo. O termo “veganismo”, foi criado em 1944 no Reino Unido, em referência aqueles que seguem um estilo de vida e filosofia que visa excluir, de todas as formas possíveis, qualquer tipo de prática, produto ou atividade que envolva o uso de animais, promovendo uso de alternativas livres de materiais de origem animal (Brasil, 2025; Matos, 2022).

A amêndoa de baru (*Dipteryx alata*) apresenta composição química única em termos de proteínas, lipídios insaturados, vitaminas, minerais, fibras, açúcares e compostos bioativos. Além do consumo tradicional pelas populações locais, os frutos de baru apresentam excelente potencial de aplicação na indústria alimentícia, sendo considerados ingredientes funcionais com benefícios à saúde. Sua popularidade crescente está relacionada à valorização da biodiversidade do Cerrado e ao reconhecimento de suas propriedades nutricionais e sensoriais (Monteiro *et al.*, 2022).

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo desenvolver uma formulação de queijo trufado sendo uma combinação híbrida com as duas formulações desenvolvida. A proposta visa atender à crescente demanda por produtos inovadores, funcionais e inclusivos, valorizando ingredientes regionais como o baru, promovendo a sustentabilidade e agregando valor ao bioma do Cerrado. Por meio da caracterização físico-química, microbiológica e sensorial da formulação, buscou-se avaliar a viabilidade técnica e a aceitação desses produtos, trazendo novas perspectivas sobre as matérias-primas do leite A2 e baru.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Recentemente, houve uma mudança notável nos padrões alimentares, impulsionada principalmente por preocupações com saúde, sustentabilidade ambiental e considerações éticas. Os produtos lácteos tradicionais, são muito reverenciados por seus benefícios nutricionais, e enfrentam desafios à medida que os consumidores buscam alternativas para lidar com problemas como alergias ao leite, intolerância à lactose, menor consumo de alimentos de origem animal e impacto ambiental (Short *et al.*, 2021).

Em resposta, há uma tendência crescente para a produção de produtos à base de plantas. Uma ampla gama de alternativas ao leite à base de plantas surgiu, incluindo soja, amêndoa, coco, aveia e arroz. As alternativas de queijo, por outro lado, frequentemente apresentam problemas com leites, cada um oferecendo perfis nutricionais e propriedades sensoriais únicos. Junto com o leite, o cenário de alternativas aos laticínios agora abrange substitutos de queijo, bem como alternativas de iogurte, sorvete, manteiga e creme (Lapýčikova *et al.*, 2024; Norazlina *et al.*, 2021; Leahu *et al.*, 2022; Kyriakopoulou *et*

al., 2025).

No entanto, esses produtos enfrentam desafios diferentes. O leite vegetal geralmente tem baixo teor de proteína, sabores estranhos e capacidade emulsificante reduzida devido à presença de amido. Alternativas ao iogurte podem apresentar sabores estranhos indesejáveis originados das matérias primas (Kyriakopoulou et al., 2025). O queijo híbrido é definido como um queijo feito de leite e ingredientes vegetais, onde ambos os componentes são retidos na matriz do produto em diferentes concentrações. Outras utilizadas são “alternativas mistas de laticínios e vegetais” ou “laticínios suplementados com ingredientes vegetais”.

De acordo com o codex alimentarius (2018), análogo de queijo é um produto que se assemelha ou imita o queijo. A gordura do leite é parcialmente ou completamente substituída por outras fontes de gorduras ou óleos vegetais na sua composição. Portanto, para a obtenção do análogo de queijo são misturados vários ingredientes e usam-se técnicas parecidas às utilizadas na fabricação de queijos. Estas imitações incluem diversos tipos de queijo, por exemplo: queijo cremosos, maturados, requeijão, misturas de queijo e queijo em pó. Estratégias para enfrentar esses desafios incluem a otimização dos métodos de processamento, o aproveitamento das propriedades funcionais das proteínas vegetais e a exploração de sinergias entre componentes lácteos e vegetais (Hinderink *et al.*, 2021; Grossmann e McClements, 2021). A ascensão dos HCA, apesar dos seus desafios, oferece uma via convincente para conciliar as preferências alimentares tradicionais e as de origem vegetal (Picciotti *et al.*, 2022).

O leite é um alimento de grande importância na alimentação de mamíferos, inclusive de seres humanos, por ser fonte de nutrientes necessários a todas as fases da vida, desde o nascimento até a senilidade. Nesse sentido, a sua riqueza em proteínas de alta qualidade e demais constituintes como carboidratos, lipídeos, vitaminas e minerais confere ao leite alto valor nutritivo, sendo estes componentes essenciais à vida (Thiruvengadam *et al.*, 2021). A diferença existente entre o leite proveniente de vacas A1A1/A1A2 e de vacas A2A2 é na fração de beta-caseína. Essa proteína possui 209 aminoácidos, sendo que a variante A1 distingue-se da variante A2 apenas por um aminoácido na posição 67, sendo a histidina presente em A1 e prolina em A2 (Barbosa *et al.*, 2019).

O leite que apresenta a variante A2 é considerado de mais fácil digestão e menor produção de BCM-7, sendo esta característica relacionada a forte ligação existente entre os aminoácidos envolvidos, prolina e isoleucina, dificultando a clivagem da cadeia na posição 67, enquanto que a variante A1 libera o peptídeo bioativo posteriormente a hidrólise pelas enzimas

gastrointestinais. (Coburcci, 2017; Pacchiarotti *et al.*; 2020).

De acordo com o Codex Alimentarius (2018), análogo de queijo é um produto que se assemelha ou imita o queijo. A gordura do leite é parcialmente ou completamente substituída por outras fontes de gorduras ou óleos vegetais na sua composição. Portanto, para obter análogos de queijo, é necessário misturar vários ingredientes e utilizar tecnologias semelhantes às utilizadas na produção de queijo. Esses produtos de imitação incluem vários tipos de queijo, como: cream cheese, queijo curado, queijo cottage, misturas de queijo e queijo em pó.

O uso de análogos de queijo está crescendo devido à redução nos custos de produção. Esse fator está relacionado à facilidade de processamento e à substituição de ingredientes lácteos por fontes vegetais mais baratas, além de poder servir como alternativa para pessoas com intolerância à lactose e vegetarianos. Produtos de origem vegetal atendem a propriedades funcionais dos laticínios convencionais, porém apresentam ainda barreira frente aos consumidores da substituição dos alimentos a base de proteína animal por vegetal (Ullmann *et al.*, 2023; Etter, Michel e Siegrist, 2024).

O baru (*Dipteryx alata*) é uma espécie arbórea nativa do Cerrado brasileiro, amplamente reconhecida por seu potencial alimentício, ecológico e farmacológico. Amplamente distribuído nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal, o barueiro é valorizado por sua capacidade de fixação de nitrogênio no solo e por seus frutos comestíveis de alto valor nutricional (Botezelli; Davine; Malavasi, 2000).

Estudos demonstraram que os inibidores de tripsina do tipo Kunitz podem ser significativamente reduzidos pelo tratamento térmico, melhorando assim a digestibilidade da proteína sem eliminar completamente os compostos bioativos. A presença de inibidores de tripsina também é relevante no desenvolvimento de produtos alimentícios à base de baru, como farinhas, manteigas e substitutos de laticínios. A aplicação de técnicas adequadas de processamento térmico, como aferventamento e extrusão, permite a redução da atividade desses inibidores, tornando o consumo seguro e nutricionalmente vantajoso (Gonçalves *et al.*, 2020). Portanto, o uso do baru na nutrição humana pode ser maximizado por meio de práticas tecnológicas que preservem seus nutrientes e compostos funcionais. Por isso, o baru se destaca não apenas pelo seu valor ecológico e agrônômico, mas também pelo seu potencial como ingrediente funcional e nutricional, prometendo o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, principalmente em formulações vegetais e veganas. (Monteiro *et al.*, 2022, p.2)

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em quatro etapas distintas: obtenção das matérias primas, desenvolvimento das formulações, e realizado as análise físico-química/composição, análise microbiológica e análise sensorial.

Figura 01: Fluxograma das etapas de elaboração da formulação do queijo híbrido.



Fonte: própria (2025)

Para a obtenção do protótipo final do queijo coalho A2, foram inicialmente realizados testes para definição das concentrações ideais de coalho e cloreto de cálcio, e baseando-se nos protocolos estabelecidos por Nassu, Macedo e Lima (2006). A matéria-prima principal utilizada foi leite pasteurizado A2, sendo os insumos e utensílios higienizados previamente, formas com dessorado, prensa e controle rigoroso de temperatura durante o processamento, assegurando a formação adequada da massa do queijo coalho.

Paralelamente, foi desenvolvida a formulação vegana, na qual a base vegetal foi obtida a partir da castanha de baru, submetida a secagem e torra controlada a 100 °C. Após resfriamento, as castanhas foram trituradas em água purificada para obtenção de uma emulsão. A esta, foram incorporados espessantes, acidulante e cloreto de sódio, seguida de homogeneização até a obtenção de uma pasta homogênea e densa. A pasta foi então submetida a aquecimento até atingir consistência firme. Para a formulação híbrida do queijo trufado, a pasta vegetal obtida foi incorporada à massa de queijo coalho A2, seguida de moldagem, prensagem e resfriamento por sete horas, resultando em um produto com propriedades sensoriais e funcionais características das formulações tradicional e vegetal.

As análises físico-químicas da formulação do queijo foram conduzidas com base em métodos oficiais

e amplamente validados. A umidade foi determinada por método gravimétrico, por dessecação em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, utilizando cápsulas previamente secas e resfriadas, conforme estabelecido pela legislação brasileira (Brasil, 2018). O teor de lipídios foi determinado pelo método de Bligh e Dyer (1959), com modificações, utilizando clorofórmio, metanol e solução de NaOH 1 N, seguido de separação de fases, evaporação e quantificação gravimétrica. As cinzas foram quantificadas por incineração em mufla a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 8 a 10 horas, segundo a Instrução Normativa MAPA nº 30/2001. A análise de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, conforme protocolo do Lanagro (2013), envolvendo digestão ácida com catalisador, destilação da amônia e titulação com HCl 0,1 N, utilizando fator de conversão 6,38 para produtos lácteos e análogos. O teor de carboidratos foi obtido por diferença, subtraindo-se da composição total (100%) os valores de umidade, lipídios, proteínas e cinzas.

As análises microbiológicas da formulação do queijo trufado híbrido foram conduzidas conforme os critérios estabelecidos pela Portaria SDA nº 30/2001 e pela Instrução Normativa nº 161/2022, atualizada pela IN nº 313/2024. A quantificação de coliformes termotolerantes foi realizada pelo método do Número Mais Provável (NMP), Para *Staphylococcus aureus*, utilizou placas Petrifilm, com resultados expressos em unidades formadoras de colônia por grama (UFC/g). A detecção de *Salmonella* spp. foi efetuada por meio de placas prontas. É para fungos e leveduras foi realizada em placas prontas.

A análise sensorial foi realizada com 50 provadores não treinados, selecionados aleatoriamente. As amostras foram codificadas e servidas em cubos de 5 g em copos descartáveis. Utilizou-se o teste de aceitação com escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei extremamente, 9 = gostei extremamente) para os atributos: sabor, cor, aroma, aparência, textura e impressão global. A intenção de compra foi avaliada em escala de 5 pontos (1 = certamente compraria, 5 = certamente não compraria). Os dados foram analisados no Microsoft Excel, com cálculo da média e do Índice de Aceitabilidade (IA), conforme Teixeira *et al.* (1987). Toda a análise sensorial teve a autorização do parecer consubstanciado do Comitê de ética, CAAE 77540524.3.0000.5587.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção do queijo trufado híbrido envolveu a integração de matérias-primas de origem vegetal e animal, exigindo ajustes nos parâmetros tecnológicos para garantir a estabilidade da matriz final. Durante o desenvolvimento, foram realizados aprimoramentos nas etapas de preparo dos ingredientes vegetais, como o tratamento térmico das oleaginosas, além da inclusão de aditivos funcionais que contribuíram para a coesão e estrutura do produto. O processamento foi conduzido sob condições controladas de higiene e temperatura, favorecendo a formação de uma massa

uniforme, com boa sinérese, textura estável e características sensoriais equilibradas. A interação entre as fases matriz animal e vegetal resultou em um produto final com boa consistência, aparência homogênea e aceitação sensorial satisfatória, conforme registrado nas análises subsequentes. Esses resultados demonstram a viabilidade do desenvolvimento de queijos híbridos, evidenciando a importância do controle rigoroso das etapas de formulação e processamento para a obtenção de um alimento seguro, funcional e de qualidade tecnológica adequada, o resultado final da formulação ser encontra na (Figura 2).

Figura 2: Formulação Aprovada do queijo trufado híbrido.



Fonte: própria (2025)

As análises físico-químicas são fundamentais para caracterizar a composição nutricional dos produtos e garantir a padronização entre as formulações desenvolvidas. Segundo Silva *et al.* (2020), parâmetros como umidade, teor de lipídios, proteínas e cinzas são essenciais para avaliar a qualidade e a estabilidade de queijos e similares. A (Tabela 1) apresenta os resultados das análises físico-químicas realizadas na formulação aprovada para análise sensorial, considerando a amostra integral de cada produtos.

Tabela 01: Resultados das análises físicos químicas.

Características	Queijo trufado híbrido
Umidade (%)	56,89 ± 0,32
Proteína (%)	19,61 ± 0,39
Carboidratos (%)	14,07 ± 0,63
Lipídios (%)	6,56 ± 0,29
Cinzas (%)	2,87 ± 0,25

Fonte: própria (2025)

Em relação à umidade, o queijo híbrido apresentou valor de 56,89%, superior ao limite de 55% definido pela IN nº 30/2001 para queijos do tipo coalho. Esse resultado, embora fora do padrão convencional, é esperado e justificado pela combinação de dois fatores: a capacidade higroscópica da base vegetal (baru), que retém mais água que a fração láctea, e o uso de leite A2, cuja β -caseína A2 está associada a uma coalhada mais macia e com menor capacidade de expulsão do soro (Faggion *et al.*, 2025). Portanto, a maior umidade é inerente à estrutura do produto e não compromete sua qualidade, sendo inclusive desejável em aplicações sensoriais específicas.

O teor de proteínas do híbrido foi de 19,61%, representando um valor expressivo quando comparado aos queijos tradicionais tipo coalho, e situando-se entre os valores obtidos nas formulações isoladas. O leite A2, embora similar ao leite convencional em teor absoluto de proteína, possui uma composição específica de caseínas que pode influenciar na digestibilidade e estabilidade da rede proteica do queijo (Mattioli, 2024). Por outro lado, a castanha de baru é rica em proteínas vegetais, complementando o perfil nutricional da formulação. Essa sinergia justifica o resultado intermediário, superior ao esperado para queijos lácteos puros, e próximo de formulações vegetais enriquecidas, como a FA de Mafaldo (2019), que apresentou 22,15%. Em relação ao conteúdo de carboidratos (14,07%), o híbrido apresentou valores mais elevados que os comumente encontrados em queijos convencionais. Isso decorre da incorporação integral da base de baru, que, além de amido, possui fibras solúveis que contribuem para o valor energético e influenciam positivamente a textura e a retenção de umidade. É importante destacar que, nas formulações exclusivamente vegetais, os teores de carboidratos podem variar amplamente de 3,44% (Mafaldo, 2019) a mais de 20% (Alves & Souza, 2024), a depender do grau de refino e proporção da oleaginosa utilizada.

O teor de lipídios (6,56%) do híbrido foi significativamente inferior ao das formulações vegetais, como a FA (26,33%), e moderado em relação a queijos tradicionais. Isso revela uma vantagem funcional importante: o produto apresenta menor densidade calórica, sem prejuízo à cremosidade e à palatabilidade, atributos tradicionalmente conferidos pelas gorduras. A inclusão controlada de gordura vegetal, aliada à fração lipídica do leite, contribui para um perfil sensorial agradável com melhor aceitação por consumidores que buscam alimentos menos gordurosos.

O teor de cinzas (2,87%), que reflete o conteúdo de minerais, indica bom aporte nutricional. Esse valor resulta da composição rica em micronutrientes do baru (como cálcio, magnésio e ferro), somada aos sais minerais naturalmente presentes no leite. Estudos com queijos vegetais (Mafaldo, 2019; Alves e Souza, 2024) indicam valores próximos, sugerindo que a formulação

híbrida é capaz de manter um perfil mineralizante adequado, com potencial de funcionalidade na alimentação humana. Portanto, os dados físico-químicos demonstram que a formulação híbrida não representa apenas uma média entre as versões isoladas, mas sim uma nova matriz equilibrada, que incorpora o melhor dos dois mundos: a qualidade proteica e digestibilidade do leite A2 com a complexidade nutricional e funcional da base vegetal. Essa combinação resultou em um produto com composição harmoniosa, sensorialmente atrativa e potencial nutricional robusto, capaz de atender tanto ao consumidor tradicional quanto àqueles interessados em alternativas híbridas mais saudáveis e sustentáveis.

O resultado das análises microbiológicas exigidos na legislação brasileira, Portaria Normativa SDA nº 30/2001 e as Portarias Normativas nº 161/2022 e nº 313/2024, estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 02: Resultados microbiológicos da amostra de queijo trufado híbrido.

Parâmetros	Queijo trufado híbrido	Limite
<i>Salmonella</i> spp.	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 est.	<10 est.
Fungos e leveduras (UFC/g)	$5,2 \times 10^2$	<10 est
Coliformes termotolerantes (NMP)	$<1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$

Fonte: própria (2025).

A ausência de *Salmonella* spp. do queijo trufado híbrido indica conformidade com a legislação vigente, sendo este um requisito eliminatório e essencial para a liberação sanitária de alimentos. A detecção desse patógeno é inaceitável em qualquer alimento pronto para consumo, em razão de seu potencial de causar surtos graves de doenças transmitidas por alimentos (Brasil, 2022). A ausência confirma a eficácia das boas práticas de fabricação (BPF) implementadas durante o processamento do produto. A contagem de *Staphylococcus aureus*, inferior a 10 UFC/g, representa outro indicador positivo de higiene. Esse microrganismo é geralmente introduzido no alimento durante a manipulação, e sua baixa contagem evidencia o controle eficaz de higiene pessoal e sanitização de utensílios e superfícies (Franco e Landgraf, 2023). A presença de *S. aureus* em concentrações superiores pode levar à produção de enterotoxinas termorresistentes, tornando sua vigilância crítica mesmo em produtos refrigerados. A presença de fungos e leveduras, quantificada em $5,2 \times 10^2$ UFC/g, situou-se dentro dos limites permitidos para queijos não maturados. Apesar de aceitável, este resultado requer atenção, especialmente considerando que ingredientes vegetais frescos, como o baru, podem representar um fator de risco para crescimento fúngico, dada sua atividade de água mais elevada e sua carga

microbiológica natural. Segundo Elia (2021), produtos com ingredientes de origem vegetal devem contar com medidas específicas de controle, como adequada refrigeração, embalagem protetiva e redução de umidade, visando garantir a estabilidade microbiológica ao longo da vida útil.

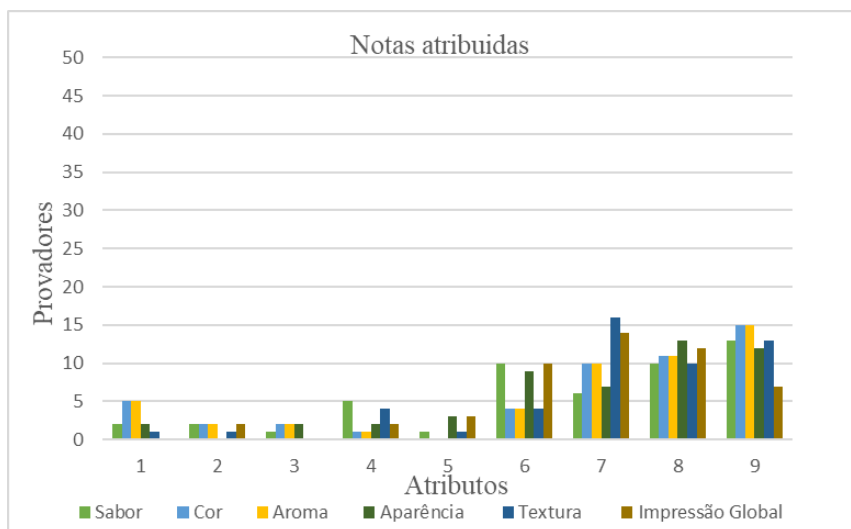
A quantificação de coliformes termotolerantes, com valores inferiores a 10 NMP/g, confirma a ausência de contaminação fecal recente e é um dos principais parâmetros para validar a higiene geral no processamento de alimentos. Essa ausência evidencia a utilização de água potável, correta higienização de superfícies, utensílios e ingredientes, e eficiência no controle de contaminação cruzada. Estudos como o de Mafaldo (2019), que desenvolveu queijos vegetais à base de amendoim, relatam conformidade microbiológica semelhante, com exceção de bolores e leveduras em períodos prolongados de armazenamento. Tais achados reforçam a importância de medidas preventivas ao desenvolver produtos híbridos ou plant-based, cuja estabilidade microbiológica depende da interação entre ingredientes com diferentes perfis físico-químicos e comportamentos frente ao crescimento microbiano.

Diante do crescente interesse por alimentos à base de proteínas alternativas, o controle microbiológico rigoroso torna-se um dos principais pilares para garantir a viabilidade comercial e segurança do consumidor, conforme destacado por Elia (2021) e pelo relatório técnico do Good Food Institute (GFI, 2020). Nesse contexto, o Brasil tem papel estratégico tanto na produção quanto na regulamentação de alimentos híbridos e plant-based, o que exige um alinhamento constante entre inovação, segurança e sustentabilidade.

A análise sensorial do queijo trufado híbrido de baru revelou alta aceitação pelos provadores, com destaque para os atributos de textura e cor, os quais receberam a maioria das notas entre 8 e 9 na escala hedônica. A aparência também foi muito bem avaliada, o que evidencia o potencial atrativo do produto, especialmente no aspecto visual. Este comportamento é comparável ao observado em formulações vegetais analisadas por Mafaldo (2019), onde as amostras do “queijo vegetal” FA apresentaram índice de aceitação superior a 85% para atributos como textura (7,97), cor (7,39) e impressão global (7,87), sendo classificadas entre “gostei moderadamente” e “gostei muitíssimo”. O índice de aceitação (IA) de 86% obtido no presente estudo está acima do mínimo recomendado de 70% para viabilidade sensorial de novos produtos, conforme Teixeira (1985) citado por Mafaldo (2019). Esse resultado confirma o bom desempenho da formulação híbrida e sua aceitabilidade, especialmente entre consumidores em busca de opções diferenciadas. Além disso, o caráter inovador da formulação híbrida, aliando características de produtos convencionais e vegetais, vai ao encontro da tendência destacada por Umpire *et al.* (2023) e Oliveira *et al.* (2021), de ampliar a oferta de alimentos que conciliem

atributos sensoriais agradáveis com propostas sustentáveis e inclusivas.

Figura 3: Notas obtidos através da análise de aceitação na amostra de queijo trufado híbrido.



Fonte: própria (2025)

CONCLUSÕES

As análises microbiológicas realizadas no queijo trufado híbrido indicaram conformidade com os parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira vigente, incluindo a Portaria SDA nº 30/2001 e a Instrução Normativa nº 161/2022, garantindo a segurança microbiológica do produto por meio da aplicação de boas práticas de fabricação e controle sanitário rigoroso. A caracterização físico-química evidenciou um perfil nutricional equilibrado, com teores de lipídios e proteínas compatíveis com as especificações desejadas para a formulação híbrida, embora o teor de umidade tenha excedido o limite máximo permitido para o queijo coalho, conforme a Instrução Normativa nº 30/2001 do MAPA. A análise sensorial, realizada por provadores não treinados, demonstrou aceitabilidade satisfatória em atributos como textura e sabor, atribuída à incorporação da castanha de baru, ingrediente regional funcional que contribui para a melhoria da qualidade nutricional e sensorial do produto. Os resultados confirmam a viabilidade tecnológica do desenvolvimento do queijo trufado híbrido como um produto inovador, seguro e com potencial de aprimoramento tecnológico para atender às exigências do mercado e às normas regulatórias vigentes.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. A.; SOUZA, P. C. Potencial nutricional do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) na alimentação humana. **Revista Brasileira de Alimentos Funcionais**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 42–52, 2024.

ALVES, T. A.; SOUZA, P. C. Produção de queijo vegano na base de amendoim. Dracena: ETEC Prof.^a Carmelina Barbosa, 2024. **Trabalho de Conclusão de Curso** – Ensino Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio.

BARBOSA, M. G. *et al.* Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 26, n. jun., p. 1–11, 2019.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911–917, 1959.

BOTEZELLI, L. *et al.* Avaliação da viabilidade de sementes de *Dipteryx alata* Vog.-*Fabaceae*-(baru) submetidas a diferentes condições de armazenamento, através do teste de tetrazólio. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado. Resumos... Gramado, RS, 1996. p. 58.

BRASIL. Associação Brasileira de Veganismo (ABV). Veganismo como filosofia de vida. 2017. Disponível em: <https://veganismo.org.br/veganismo/>. Acesso em: 05 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 27 jun. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2018. Estabelece como oficiais os métodos constantes do Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 27 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 04 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instrução Normativa nº 313, de 4 de setembro de 2024. Altera a IN nº 161/2022. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 06 set. 2024.

CORBUCCI, F. S. Beta-caseína A2 como um diferencial na qualidade do leite. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (**Graduação em Medicina Veterinária**) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araçatuba, 2017.

CRUZ, Adriano. **Processamento de Produtos Lácteos**. Vol. III. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2017. Ebook. ISBN 9788595154032. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br>. Acesso em: [coloque a data de acesso].

DANTAS, D. S. Qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no Município de Patos, PB. 2012. 79 p. Dissertação (**Mestrado em Zootecnia**) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

ELIA, C. B. O futuro da carne: uma análise da indústria plant-based. Rio de Janeiro: UFRJ, 2021. **Monografia de Graduação** – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ETTER, B.; MICHEL, F.; SIEGRIST, M. Categorizações dos consumidores sobre produtos lácteos e alternativas de leite, iogurte e queijo à base de plantas. **Apetite**, v. 203, n.1, 2024.

FAGGION, S. *et al.* β -Casein A2 affects milk renneting properties, cheese yield before and after ripening, and alters the texture of Caciotta cheese produced in field conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 108, p. 3199–3213, 2025.

FOX, P. F.; MULVIHILL, D. M. **Caseína**. In: **Géis alimentares**. Cap. 4, p. 121–173, 1990. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-009-0755-3_4. Acesso em: 23 maio 2025.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. D. G. **Microbiologia dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2023. 312 p. ISBN 9786555866506.

FU, W.; YANO, H. **Desenvolvimento de “novos” pães e queijos**. *Processes*, v. 8, n. 12, p. 1–23, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/pr8121541>. Acesso em: 23 maio 2025.

GFI BRASIL. **Indústria de proteínas alternativas**. São Paulo: Good Food Institute Brasil, 2020.

GONÇALVES, T. O. *et al.* In vitro bioaccessibility of the Cu, Fe, Mn and Zn in the baru almond and bociáúva pulp and, macronutrients characterization. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 86, Article 103356, 2020. DOI: 10.1016/j.jfca.2019.103356.

HINDERINK, E. B. A. *et al.* Combinação de proteínas vegetais e lácteas no design de colóides alimentares. **Current Opinion in Colloid and Interface Science**, v. 56, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2021.101507>. Acesso em: 23 maio 2025.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KYRIAKOPOULOU, K. *et al.* **Alternativas para carne e laticínios**. *Annual Review of Food Science and Technology*, v. 12, n. 1, p. 29–50, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurevfood-062520-101850>. Acesso em: 23 maio 2025.

LANAGRO-RS. Método de Ensaio – MET POA/11/02/01: Determinação de nitrogênio total em leite e derivados lácteos pelo método de **micro-Kjeldahl**. Porto Alegre: Laboratório Nacional Agropecuário – LANAGRO/RS; 28 nov. 2013. 8 p.

LAPÝCÍKOVÁ, B.; LAPÝCÍK, L.; VALENTA, T.; CHVATÍKOVÁ, M. Emulsões vegetais como alternativas ao creme de leite: comparação das propriedades viscoelásticas e da estabilidade coloidal de vários produtos modelo. **Foods**, v. 13, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods13081225>. Acesso em: 23 maio 2025.

LEAHU, A.; ROPCIUC, S.; GHINEA, C. Leites à base de plantas: alternativas à fabricação e caracterização de sorvete. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 12, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app12031754>. Acesso em: 23 maio 2025.

MAKINEN, O. E. et al. Alimentos para necessidades dietéticas especiais: substitutos de leite de origem vegetal não láctea e produtos lácteos fermentados. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, p. 339–349, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>. Acesso em: 23 maio 2025.

MATTIOLI, L. M. Qualidade do leite A2 pasteurizado tipo A comercializado em Belo Horizonte, MG. 2024. Dissertação (**Mestrado em Ciência de Alimentos**) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024.

MONTEIRO, G. M.; CARVALHO, E. E. N.; BOAS, E. V. B. V. Baru (*Dipteryx alata* Vog.): Fruit or almond? A review on applicability in food science and technology. **Advances in Food Chemistry**, v. 1, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100103>. Acesso em: 09 abr. 2025.

NASSU, R. T.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. **Queijo de coalho**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 40 p. (Coleção Agroindústria Familiar).

OLIVEIRA, G.; SILVA, A.; SANTOS, B.; et al. Produção de queijo vegano à base de amendoim. 2021. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Curso de Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal do Paraná, Campus Curitiba, 2021.

PACCHIAROTTI, V. L.; MENDES, J. P. G.; FERREIRA, L. M. Produção do leite A2 e melhoramento genético do rebanho. **Revista Interdisciplinar de Saúde e Educação**, n. 2, p. 208–226, 2020.

SHORT, E. C.; KINCHLA, A. J.; NOLDEN, A. A. Queijos à base de plantas: uma revisão sistemática de estudos de avaliação sensorial e estratégias para aumentar a aceitação do consumidor. **Foods**, v. 10, n. 4, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10040725>. Acesso em: 23 maio 2025.

SILVA, A. C. da *et al.* Caracterização físico-química e sensorial de queijo tipo minas frescal elaborado com diferentes concentrações de sal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 75, n. 2, p. 104–111, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v75i2.943>.

ULLMANN, A. *et al.* **Elaboração de queijo vegano à base de castanha-de-caju**. In: CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: o avanço da ciência no Brasil. v. 3. São Paulo: Editora Científica Digital, 2023. p. 205–209. ISBN 978-65-5360-291-5. DOI: 10.37885/230212082.

UMPIRE, A. R. D. *et al.* Aceitação do público vegano e não vegano ao pão de queijo vegano. São Paulo: ETEC Irmã Agostina, 2023. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Curso Técnico em Nutrição e Dietética.