

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

**DETERMINAÇÃO DE pH E TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE LEITE
EM PÓ INTEGRAL E DESNATADO COMERCIALIZADO NA CIDADE
DE GOIÂNIA**

Wanessa Alves Batista

Orientadora: Prof^a. MSc. Nástia Rosa Almeida Coelho

Goiânia-Goiás

2026

WANEISSA ALVES BATISTA



**DETERMINAÇÃO DE pH E TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE LEITE
EM PÓ INTEGRAL E DESNATADO COMERCIALIZADO NA CIDADE
DE GOIÂNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Medicina Veterinária, junto ao
curso de Medicina Veterinária, da Escola de
Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia
Universidade Católica de Goiás

Orientadora: Prof^ª.MSc. Nástia R. A. Coelho

Goiânia-Goiás

2026

ANEXO 3

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No dia 02/06/2026, às 13:30 horas, o(a) estudante WANESSA ALVES BATISTA, do curso de Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, expôs, em Sessão Pública de Apresentação de Trabalho de Conclusão de Curso, o trabalho intitulado Determinação de pH e teor de sólidos solúveis de leite em pó integral e desnatado comercializado na cidade de Goiânia para a Banca de Avaliação composta pelos docentes, MSc. Nástia Rosa Almeida Coelho (Presidente), Dra. Laudiceia Oliveira da Rocha (Membro 1) e Dra. Luciana Casaletti (Membro 2). O trabalho da Banca de Avaliação foi conduzido pelo (a) docente Presidente que, inicialmente, após apresentar os docentes integrantes da Comissão, concedeu 20+5 minutos ao (a) aluno (a) para que este (a) expusesse o trabalho. Após a exposição, o (a) docente Presidente concedeu a palavra a cada membro convidado da Comissão para que estes arguissem o (a) aluno. Após o encerramento das arguições, a Banca de Avaliação, reunida isoladamente, avaliou o trabalho desenvolvido e o desempenho do (a) aluno na exposição, considerada a trajetória deste (a) no desenvolvimento do TCC.

Como resultado da avaliação, a Banca de Avaliação deliberou pela:

☒ Aprovação;

☐ Aprovação, condicionado às correções recomendadas pelos membros da banca; ☐ Reprovação.

Aprovação condicionada às correções recomendadas pelos membros da banca: A Banca de Avaliação conclui que o(a) aluno está APROVADO(A) condicionado às correções de forma e/ou conteúdo recomendados. As correções deverão ser indicadas no formulário de Avaliação Final de Trabalho de Conclusão de Curso. O(A) aluno terá o prazo de 10 dias para os ajustes e entrega da versão final ao professor (a) orientador (a), contado a partir da data da sessão de apresentação pública do TCC.

Reprovação.

A Banca de Avaliação conclui que o trabalho apresentado não satisfaz as condições mínimas e o estudante está REPROVADO(A).

A Banca Avaliadora:

Membro Presidente da Banca Avaliadora: Nástia Rosa Almeida Coelho

Membro Convidado da Banca Avaliadora: Andréia Pereira da Rocha

Membro Convidado da Banca Avaliadora: [Assinatura]

À mulher que existe no amanhã, que ela carregue consigo a memória de tudo que precisei ser para que ela pudesse existir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que em sua infinita bondade colocou em meu coração um sonho maior do que meus medos e inseguranças, e que, ao longo de toda essa caminhada, foi minha base, meu refúgio e minha força. Nos momentos de incerteza, foi Ele quem me sustentou, renovou minha fé e me deu coragem para continuar, mesmo quando tudo parecia difícil demais.

À minha mãe Genilda Alves, minha inspiração, que, mesmo diante das dificuldades e dos desafios da vida, jamais permitiu que esse sonho se perdesse. Transformou seus próprios silêncios em força para que eu pudesse continuar e com seu amor incondicional e seus inúmeros sacrifícios, tornou possível cada etapa dessa conquista. Tudo o que sou e tudo o que conquistei carrega um pouco de você.

Aos meus avós Santa e Manoel, que representam minhas raízes, meu porto seguro e minha base emocional. Foram símbolo de fé, abrigo e presença constante em minha vida. Levo comigo cada ensinamento, cada gesto de carinho e cada palavra de incentivo que me ajudaram a chegar até aqui.

À minha irmã Thaynara Alves, por estar ao meu lado em todos os momentos, aconselhando e compartilhando comigo alegrias e dificuldades, tornando a caminhada mais significativa. Ao meu cunhado, pelo apoio e por sempre contribuir de forma positiva nessa trajetória. E ao meu afilhado, que com sua alegria, inocência e amor, trouxe luz aos meus dias e me fez lembrar da importância de continuar, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha dupla da faculdade Isadora Gonçalves, que está comigo desde o primeiro período, agradeço por ter compartilhado comigo não apenas os estudos, mas também os desafios, as inseguranças e as conquistas ao longo dessa jornada. Sua parceria foi essencial para que esse caminho fosse mais leve, mais forte e possível.

Aos meus amigos, que estiveram presentes em diferentes fases dessa trajetória, oferecendo apoio, escuta e incentivo.

À minha família, de forma geral, especialmente às minhas tias e primos com quem tenho maior proximidade, pelo carinho, apoio e por sempre acreditarem em mim.

À minha orientadora professora Nástia, por toda a paciência, dedicação e comprometimento ao longo deste trabalho. Agradeço pela confiança, pelos ensinamentos compartilhados e por toda a orientação que foi essencial não apenas para a construção deste trabalho, mas também para o meu crescimento acadêmico e profissional.

E, por fim, a todos que passaram pela minha vida em algum momento e que de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui, seja com palavras de incentivo, gestos de apoio, oportunidades ou simplesmente acreditando em mim. Deixo aqui minha profunda e sincera gratidão. Essa conquista não é apenas minha, mas de todos que fizeram parte dessa caminhada.

RESUMO

O leite é um alimento essencial na alimentação humana e animal, devido ao seu alto valor nutricional. O leite em pó destaca-se pela maior durabilidade e facilidade de armazenamento, mantendo características semelhantes ao leite fluido. Sua qualidade pode ser avaliada por parâmetros físico-químicos, como pH e sólidos solúveis totais (°Brix). O objetivo foi avaliar a qualidade físico-química de leite em pó integral e desnatado de diferentes lotes de uma mesma marca. As amostras foram compradas em comércios em Goiânia e reconstituídas conforme recomendações do fabricante. Foram realizadas análises de pH com pHmetro e de sólidos solúveis totais (°Brix) por refratometria, com comparação entre os lotes. Observou-se variação nos valores de °Brix entre os lotes (11,6 a 14,8), mais evidente no leite integral. O leite desnatado apresentou menor variação. O pH manteve-se constante em todas as amostras. Conclui-se que os produtos apresentaram qualidade adequada, atendendo aos padrões esperados, conforme preconizado nos documentos oficiais. As variações observadas não comprometeram a qualidade, mas podem indicar influência de fatores de processamento e armazenamento.

Palavras-chave: qualidade; parâmetros físico-químicos; refratômetro; pHmetro; teor de gordura.

ABSTRACT

Milk is an essential food in human and animal food, due to its high nutritional value. Powdered milk stands out for its greater durability and ease of storage, maintaining characteristics similar to fluid milk. Its quality can be evaluated by physicochemical parameters, such as pH and total soluble solids (°Brix). The objective was to evaluate the physicochemical quality of whole and skimmed milk powder from different batches of the same brand. The samples were purchased in shops in Goiânia and reconstituted according to the manufacturer's recommendations. pH analyzes were performed with pHmeter and total soluble solids (°Brix) by refractometry, with comparison between the batches. Variation in °Brix values was observed between batches (11.6 to 14.8), more evident in whole milk. Skimmed milk showed less variation. The pH remained constant in all samples. It is concluded that the products presented adequate quality, meeting the expected standards, as recommended in the official documents. The variations observed did not compromise the quality, but may indicate the influence of processing and storage factors.

Keywords: quality; physicochemical parameters; refractometer; pHmeter; fat content..

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°Brix.	graus Brix
°C.	graus Celsius
EMBRAPA.	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<i>FAO:</i>	<i>Food and Agriculture Organization</i>
g.	grama
MAPA.	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ml:	mililitro
pH:	potencial hidrogeniônico
PUC-GOIÁS:	Pontifícia Universidade Católica de Goiás
RIISPOA:	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RTIQ:	Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
UFG:	Universidade Federal de Goiás
<i>UHT:</i>	<i>Ultra High Temperature</i>

SUMÁRIO

	LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	ix
	INTRODUÇÃO	01
	REVISÃO DE LITERATURA	03
1.	LEITE	03
2.	DESNATAMENTO	05
2.1	Métodos de desnate	05
3	LEITE EM PÓ	06
3.1	Conceito e definição	06
3.2	Processos para formação do leite em pó	06
	Fluxograma do processamento de leite em pó	08
3.3	Importância na indústria alimentícia e na nutrição	08
4	QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA	09
5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	09
	MATERIAL E MÉTODOS	10
	RESULTADOS	12
	DISCUSSÃO	12
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

INTRODUÇÃO

O leite sempre teve um papel essencial na alimentação, tanto de seres humanos quanto de animais, principalmente nas fases iniciais da vida, quando o organismo depende de nutrientes de alta qualidade para crescer e se desenvolver adequadamente.

A versão em pó, obtida a partir da retirada de água do leite fluido, surge como uma alternativa prática, de maior durabilidade e facilidade de armazenamento, sem perder de forma significativa suas características nutricionais.

O leite em pó possui algumas características físico-químicas específicas para ser considerado de boa qualidade, como teor máximo de 3% a 4% de umidade e valores baixos no índice de solubilidade, que indicam melhor capacidade de dissolução. Para a maioria das categorias, o índice de solubilidade deve apresentar valor máximo de 1,0 mL, podendo, no caso do leite em pó desnatado, atingir até 2,0 mL. Além disso, sua granulometria deve ser adequada, ou seja, quanto menor a presença de partículas finas, melhor será a solubilidade do produto (BRASIL, 1996).

Basicamente, temos dois tipos principais: o comum, com partículas bem pequenas e, conseqüentemente, menor solubilidade, dificultando a penetração da água; e o leite em pó instantâneo, que passa por processo de aglomeração, resultando em partículas maiores e mais porosas, isso faz com que a água entre mais fácil e dissolva melhor.

O produto pode ser comercializado e consumido sob diferentes apresentações, como integral, semidesnatado e desnatado, além de possuir uma ampla versatilidade na sua utilização na indústria alimentícia, embutidos, confeitaria, formulação de rações e outros.

No Brasil, o uso de ingredientes de origem láctea na alimentação animal é regulamentado pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) que estabelece normas e critérios para garantir a segurança e a qualidade desses produtos quando destinados à formulação de rações (BRASIL, 2018).

O objetivo geral deste estudo foi a determinação da qualidade do leite em pó integral e desnatado, com a finalidade de avaliar o pH e o teor de sólidos solúveis totais (°Brix), a fim de verificar se os produtos atendem aos padrões estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) para leite em pó. As análises foram realizadas entre diferentes lotes de uma mesma marca, disponíveis ao consumidor. As amostras foram adquiridas em supermercados da cidade de Goiânia.

Para atender ao objetivo geral deste estudo, foram estabelecidos objetivos específicos a serem desenvolvidos no Laboratório Multidisciplinar da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), contemplando a realização de análises físico-químicas em amostras de leite em pó integral instantâneo e desnatado instantâneo.

Foram adquiridos quatro pacotes de produtos (integral instantâneo e desnatado instantâneo) de uma só marca. As amostras foram preparadas por meio da reconstituição conforme as orientações do fabricante. Em seguida, foram realizadas as determinações do pH, utilizando pHmetro, e do teor de sólidos solúveis totais (°Brix).

Posteriormente, os resultados obtidos foram comparados entre diferentes lotes de uma mesma marca comercial, bem como entre as versões integral e desnatada, buscando identificar possíveis variações entre os produtos analisados.

Por fim, foi avaliado se os produtos atendem aos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação vigente para o leite em pó.

REVISÃO DE LITERATURA

1.LEITE

Considera-se por leite o resultado da ordenha total e ininterrupta de vacas sadias bem alimentadas, feita de maneira higiênica e sem a presença de colostro. Leites de outras espécies devem ser devidamente identificados. A produção brasileira deve obedecer às regras sanitárias que asseguram a qualidade e a segurança do alimento. Segundo o Decreto N° 9.013, DE 29 DE MARÇO DE 2017, frisa no Art. 482: “A produção de leite em condições higiênicas é obrigatória, desde a origem, independentemente da quantidade produzida e do uso que se fará dele”. Isso enfatiza a importância do controle sanitário em todas as etapas da produção (BRASIL, 2017).

O leite também serve de base para diversos derivados como queijos, iogurtes, manteiga e leite em pó. Esses produtos aumentam as formas de consumo e prolongam a vida útil da matéria-prima, além de diversificar a oferta na indústria (EGITO E SANTOS, 2017).

Embora o leite de vaca seja o mais popular globalmente, outras fontes de leite de animais também são aproveitadas na dieta humana. Búfalas, cabras e ovelhas desempenham um papel crucial em diversos locais, principalmente onde o clima, a disponibilidade de comida e aspectos culturais moldam as práticas de criação. Mesmo com a liderança do leite bovino, esses animais são importantes para a produção mundial, sendo que cada um apresenta características individuais específicas (FAO, 2022).

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária, o Brasil é o terceiro maior produtor de leite do mundo, com mais de 34 bilhões de litros por ano, envolvendo tanto agricultura familiar, quanto pequeno, médio e grandes produtores em todas as regiões do país. Isso demonstra a importância, principalmente econômica e social, pois além de ser uma fonte de alimento, é fonte de renda (BRASIL, 2026).

O mercado global do leite e derivados cresce cada vez mais com produções para consumo tanto interno, quanto externo pela demanda por alimentos ricos em proteínas e nutrientes essenciais. Sendo assim, a indústria tem ampliado e diversificado alternativas para as ofertas dos produtos com modificações como redução ou ausência de lactose, para consumo daqueles que possuem restrições alimentares (GLOBAL GROWTH INSIGHTS, 2026).

Em termos físico-químicos, o leite é um alimento complexo. É composto principalmente por água, onde se dissolvem nutrientes como lactose, minerais e parte das proteínas. Também contém pequenas partículas de gordura e micelas de caseína dispersas no líquido. Essa estrutura influencia características como densidade, viscosidade e estabilidade, e afeta o comportamento do leite em processos industriais (EMBRAPA, 2021).

Sua composição muda conforme a espécie e a raça do animal, a fase de lactação, a alimentação e o cuidado com o rebanho. Nessa situação, alteram os níveis de gordura, proteínas e lactose, o que afeta a qualidade do leite e o resultado na produção de seus derivados (WATTIAUX, [s.d.])

Na indústria, uma das principais formas de aumentar o tempo de vida útil do leite é o processamento térmico, que reduz ou elimina os micro-organismos. Os tratamentos mais comuns são a termização, a pasteurização e o processamento UHT (*Ultra High Temperature*), que se diferenciam principalmente na intensidade do aquecimento e no tempo de exposição ao calor (Wang et al., 2024).

A termização é um aquecimento leve aplicado ao leite cru antes do processamento. Ela diminui parte da carga microbiana e ajuda a conservar a matéria-prima por um tempo curto, mantendo suas características até que receba tratamentos mais intensos (ARAÚJO et al., 2021).

A pasteurização é um processo comum e bastante utilizado no qual o leite é aquecido a uma temperatura controlada por um certo tempo e, depois, resfriado rapidamente (72°C por 15-29 segundos). Isso elimina os micro-organismos que causam doenças (como brucelose e tétano) e torna o produto mais seguro para o consumo ao manter grande parte de suas características nutricionais durante o armazenamento refrigerado (ZHU et al., 2020).

No processo UHT, o leite é exposto a temperaturas muito altas por alguns segundos. Esse tratamento eleva a estabilidade microbiológica, diminuindo consideravelmente a presença de micro-organismos e permite que seja guardado por mais tempo, mesmo em temperatura ambiente antes de serem abertos (ILCT, 2021).

O leite para consumo humano pode ser classificado de acordo com o teor de gordura. O leite pasteurizado pode ser integral, semidesnatado ou desnatado. O integral tem, no mínimo, 3,0% de gordura; o semidesnatado varia de 0,6% a 2,9%; e o desnatado tem até 0,5%. Essa classificação padroniza o produto e atende a diferentes necessidades nutricionais, garantindo o controle na produção e no processamento (BRASIL, 2018).

2. DESNATAMENTO

Segundo SILVA, SILVA, FERREIRA (2013) “quando o leite chega ao laticínio, parte da gordura é retirada desse leite (para elaboração de outros produtos) por um procedimento chamado desnate, o que ocorre através de um equipamento chamado de desnatadeira”. O controle do teor de gordura do leite é fundamental para padronizar produtos lácteos e atender às exigências da legislação e do mercado consumidor.

De acordo com o decreto do RIISPOA, Art. 242 “é proibido o desnate parcial ou total do leite nas propriedades rurais”, ou seja, esse processo deve ser feito apenas nos laticínios regulamentados. A realização do desnate na propriedade rural, antes da coleta para comercialização, é considerado fraude pois irá alterar a composição original do leite (BRASIL, 2017).

O creme, resultante do processo de desnate, é a base para a fabricação de manteiga e outros produtos lácteos. Após esse processo, é seguido por etapas como filtração, pasteurização, resfriamento, e maturação no processamento industrial.

Métodos de desnate

O desnate natural é visto como o método mais simples para separar a gordura do leite. Nesse processo, o leite fica parado por aproximadamente 24 horas, o que permite que a gordura, por ser menos densa, se acumule na superfície na forma de nata. Depois, essa nata pode ser facilmente retirada (SILVA, 1996).

Na indústria de laticínios, o processo de desnate é feito principalmente de forma mecânica, usando equipamentos chamados desnatadeiras ou centrífugas. Esses aparelhos conseguem separar a gordura do leite de maneira rápida, aproveitando a diferença de densidade entre os componentes. Devido a esses fatores, tem-se uma menor exposição do leite à contaminação microbiana e maior rendimento na recuperação da gordura (CIÊNCIA DO LEITE, 2008).

A temperatura do leite afeta diretamente a eficiência do processo de separação da gordura. Por isso, o ideal é que o leite esteja entre 35 °C e 40 °C. Nessa faixa, ele fica com

menor viscosidade e flui melhor, o que ajuda na separação dos glóbulos de gordura durante a centrifugação (AGRICULTURE INSTITUTE, 2023).

3. LEITE EM PÓ

3.1 Conceito e definição

Conforme BRASIL (2017) “leite em pó é o produto obtido por meio da desidratação do leite integral, desnatado ou parcialmente desnatado e apto para alimentação humana, mediante processo tecnológico adequado”. Este processo consiste na remoção de água presente no leite fluido por meio dos processos tecnológicos.

O leite em pó integral preserva a essência do leite fresco; ao passar pelo processo de desidratação, ele mantém quase toda a sua gordura original. Para ser considerado verdadeiramente integral, o produto entrega uma riqueza nutricional com um teor de gordura de, no mínimo, 26% (MAYER, 2023).

Para chegar à versão parcialmente desnatada, o leite passa por uma padronização prévia onde sua gordura é reduzida. Só então o líquido é desidratado, preservando uma concentração de lipídios que transita entre 1,5% e 25,9%, o que o torna uma opção versátil e moderada. (PREZOTTO; NASCIMENTO, 2013).

Diferente das versões integral e parcial, o leite desnatado passa por uma remoção rigorosa de gordura antes de se tornar pó. O resultado é um produto focado na funcionalidade, apresentando um teor de gordura baixíssimo, que não costuma ultrapassar a marca de 1,5% (ALMEIDA, 2011).

3.2 Processos para formação do leite em pó

A formação do leite em pó envolve algumas etapas extremamente importantes para priorizar a padronização, antes serem consumidos, para que o produto final mantenha cor, sabor e valor nutritivo parecidos ao leite fluido. Entre essas etapas pode-se citar as análises sensoriais e físico-químicas, pasteurização, concentração, atomização, secagem, resfriamento e embalagem.

O processo de pasteurização consiste em um tratamento térmico no qual o leite é aquecido entre 72°C e 75°C por um período de 15 a 20 segundos, seguido de resfriamento

imediatamente a uma temperatura igual ou inferior a 4°C, visando eliminar microrganismos prejudiciais e garantir a segurança do consumo (EMBRAPA; ELETROBRAS, 2014).

A etapa de concentração tem como objetivo reduzir a porcentagem de umidade do leite, ocorrendo geralmente por evaporação controlada, que permite retirar grande parte da umidade sem causar alterações importantes na estrutura do leite. Como resultado, obtém-se um leite mais concentrado, facilitando o processo posterior de secagem utilizado na produção do leite em pó (UFG, s.d.).

Após ser concluída a etapa de concentração, o leite passa pelo processo de atomização, no qual o leite concentrado é pulverizado em pequenas gotículas dentro da câmara de secagem, chamada de atomizador. A finalidade é aumentar a área de contato do leite com o ar quente facilitando as próximas etapas (MOSTARO, 2022).

Para a etapa de secagem, o resultado do processo de atomização entra em contato com uma corrente de ar quente dentro do equipamento denominado *spray dryer*, promovendo a rápida evaporação da água, resultando no produto final. O processo de secagem é importante para transformar as pequenas gotículas de leite em um pó fino e seco (BALKE et al., 2014).

A etapa de resfriamento é feita com ar seco e frio, o leite é armazenado em tanques isotérmicos e mantido em temperaturas inferiores a aproximadamente 5°C. Essa etapa caracteriza-se pela preservação da qualidade da matéria-prima, afim de evitar instabilidade e alterações microbiológicas (UFG, s.d.).

No fim dessas etapas, o produto final é envasado e deve ser selado em embalagens individuais protegidas, contendo todas as informações de rastreabilidade e validade exigidas por lei como nome do produto, marca, data de fabricação, identificação do fabricante e peso líquido. Para o armazenamento e transporte, utilizam-se caixas secundárias que preservam a integridade do item até o destino final (Brasil, 2018).

O fluxograma do processamento de leite em pó está apresentado na Figura 01.



Figura 01: Fluxograma do processamento de leite em pó.

Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Balke et al. (2014) e Silva et al. (2012).

3.3 Importância na indústria alimentícia e na nutrição.

Santos (2017) demonstrou a importância do leite em pó na indústria alimentícia e na nutrição, pois mesmo passando por processos tecnológicos, consegue manter grande parte das propriedades nutricionais presentes no leite fluido como proteínas, cálcio e vitaminas. Por apresentar boa estabilidade durante o transporte e no armazenamento é utilizado tanto como forma direta quanto de forma indireta em produtos industrializados.

Outro ponto importante é o papel do leite em pó na parte econômica da cadeia do leite. De acordo com Freitas et al. (2015), sua produção apresenta boas vantagens competitivas e contribui para a geração de renda tanto para produtores quanto para a indústria. Por ter maior valor agregado e ampla comercialização, o leite em pó acaba fortalecendo o setor lácteo e ampliando as oportunidades de atuação no mercado.

Além disso, o leite em pó também se destaca pela sua capacidade de inovação na indústria de alimentos. Segundo Cunha (2021), ele pode ser combinado com diferentes ingredientes, inclusive de origem vegetal, o que facilita o desenvolvimento de novos produtos. Essa versatilidade permite acompanhar as mudanças no consumo e oferecer alimentos mais variados e acessíveis, reforçando sua importância no setor.

4. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA

A qualidade do leite em pó é analisada por meio de testes físico-químicos que permitem verificar se sua composição está adequada e se houve alguma alteração durante o processamento ou armazenamento. Entre os principais parâmetros avaliados estão a umidade, pH, °Brix, o teor de gordura, a acidez e a solubilidade, além da presença de amido e de partículas queimadas, conforme estabelecido pela legislação. Essas análises são importantes porque ajudam a garantir que o produto seja seguro para o consumo, esteja dentro dos padrões de qualidade exigidos e também, permitem identificar possíveis adulterações ou falhas no processo industrial (FOPPA et al., 2009).

O pH é um dos principais parâmetros utilizados na avaliação da qualidade do leite em pó, pois está diretamente relacionado à estabilidade química e microbiológica do produto. Alterações nesse valor podem indicar processos de deterioração, como fermentação ou crescimento microbiano, uma vez que o leite é um meio altamente suscetível à contaminação. Além disso, o pH influencia características importantes, como a estabilidade das proteínas e a conservação do produto, sendo frequentemente analisado em conjunto com outros parâmetros para uma avaliação mais precisa da qualidade (GÓES et al., 2015).

A determinação de sólidos solúveis totais, expressa em °Brix, constitui um parâmetro relevante na avaliação da qualidade do leite em pó reconstituído, pois está associada à quantidade de substâncias dissolvidas, como açúcares, proteínas e sais minerais. A análise desse indicador possibilita verificar a padronização do produto, além de contribuir para a identificação de alterações decorrentes de falhas no processamento ou condições inadequadas de armazenamento. Desvios nos valores esperados podem sugerir modificações na composição original, incluindo absorção de umidade ou variações na concentração dos constituintes (MEDEIROS et al., 2014).

5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento será conduzido no Laboratório Multidisciplinar do Campus 2 da PUC-Goiás, localizado no Bloco G, sala 004, durante o mês de Abril de 2026. Todas as determinações

foram realizadas em duplicata, com três repetições. Foram analisados dois lotes distintos para cada amostra (leite em pó integral instantâneo (A) e leite em pó desnatado instantâneo (B), ambos da mesma marca comercial). As embalagens foram mantidas hermeticamente fechadas até o início das análises.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Determinação do pH

Os processos que avaliam o pH são colorimétricos ou eletrométricos. Os primeiros usam certos indicadores que produzem ou alteram sua coloração em determinadas concentrações de íons de hidrogênio. São processos de aplicação limitada, pois as medidas são aproximadas e não se aplicam às soluções intensamente coloridas ou turvas, bem como às soluções coloidais que podem absorver o indicador, falseando os resultados. Nos processos eletrométricos empregam-se aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH (IAL, 2008).

O pHmetro utilizado no experimento está apresentado na Figura 02



Figura 02: pHmetro utilizado no experimento.

Fonte: Acervo pessoal do autor.

6.1.1 Materiais

Foram utilizados béqueres de 50 e 150 mL, proveta de 100 mL, pHmetro, balança analítica, espátula de metal e agitador magnético. Reagentes Soluções-tampão de pH 4, 7 e 10.

6.1.2 Procedimento

Pesou 10 g da amostra em um béquer e diluiu com auxílio de 100 mL de água. Agitou-se o conteúdo até que o produto se apresentasse uniforme. Determinou-se o pH, com o aparelho previamente calibrado, operando-o de acordo com as instruções do manual do fabricante.

6.2 Determinação de sólidos solúveis por refratometria

A determinação de sólidos solúveis pode ser estimada pela medida de seu índice de refração por comparação com a tabela de referência (IAL, 2008)

6.2.1 Materiais

Foram utilizados refratômetro de Abbé, com escala graduada de Brix, em pelo menos 0,5%, banho termostatzado com circulação de água ($20 \pm 0,2$)°C (opcional), algodão, espátula metálica, bastão de vidro e béquer de 25 mL.

Reagente: Álcool

6.2.2 Procedimento

Ajuste o refratômetro para a leitura de n em 1,3330 com água a 20°C, de acordo com as instruções do fabricante. Transfira de 3 a 4 gotas da amostra homogeneizada para o prisma do refratômetro. Circule água à temperatura constante pelo equipamento, de preferência a 20°C, no tempo suficiente para equilibrar a temperatura do prisma e da amostra e mantenha a água circulando durante a leitura, observando se a temperatura permanece constante. Após um minuto, leia diretamente na escala os graus Brix. Se as partículas sólidas da amostra prejudicarem a nitidez da leitura, filtre em papel de filtro ou em pedaço de algodão.

RESULTADOS

Os resultados dos experimentos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados experimentais.

	BRIX		pH	
	Integral	Desnatado	Integral	Desnatado
Lote 1	14,8	13,8	6,9	6,9
Lote 2	11,6	13,1	6,9	6,9

Os resultados apresentados foram obtidos a partir das médias das três repetições. Para fins de complementação, informamos as datas de fabricação da amostra integral foram: Lote 1: 04/11/25; Lote 2: 10/12/25 e, para a amostra desnatada: Lote 1: 02/08/25; Lote 2: 07/01/26.

Observou-se que, para a amostra integral, a determinação em °Brix, evidenciou decréscimo de 14,8 para 11,6 entre os lotes analisados. Comportamento semelhante foi observado para a amostra desnatada, sendo os resultados 13,8 para o lote 1 e 13,1 para o lote 2.

Em relação aos valores de pH, as análises não indicaram variação para nenhuma amostra.

DISCUSSÃO

Os resultados de sólidos solúveis totais (°Brix) evidenciaram variação entre os lotes analisados, com redução no leite em pó integral de 14,8 para 11,6 (27%) e, de forma menos acentuada, no leite em pó desnatado de 13,8 para 13,1 (5%). Essa diminuição indica alteração na concentração dos constituintes solúveis do leite entre os lotes.

A legislação brasileira não estabelece valores de referência para sólidos solúveis totais expressos em °Brix para leite fluido ou leite em pó. Segundo o Decreto 10.468 do RIISPOA, considera-se que o leite atenda a seguinte determinação de teor mínimo de sólidos totais de 11,4g/100g (BRASIL, 2020). Observamos que ambas as amostras estão de acordo com que é preconizado oficialmente.

O °Brix está relacionado ao teor de sólidos solúveis, sendo influenciado principalmente pela concentração de lactose, proteínas solúveis e sais minerais. Estudos demonstram que a lactose é o principal componente dos sólidos do leite, podendo representar a maior fração desses

constituintes, o que impacta diretamente propriedades físico-químicas como os sólidos totais (GARHWAL et al., 2025)

Fatores relacionados ao armazenamento também podem influenciar os sólidos solúveis. A atividade de micro-organismos, especialmente psicrotróficos, pode promover a degradação de componentes como lactose e proteínas, alterando a composição do leite ao longo do tempo (CASTRO et al., 2009). Isso pode contribuir, caso a amostra seja de leite fluido, para a redução dos valores observados entre os lotes, especialmente quando há diferença no tempo entre fabricação e análise.

Rodrigues et al. (2012) avaliaram as propriedades físico-químicas de bebidas lácteas vendidas em Cuiabá (MT). Foi observado que os valores de °Brix podem variar consideravelmente conforme a formulação. Embora esses produtos não sejam diretamente comparáveis ao leite em pó, eles reforçam a ideia de que esse parâmetro é bastante sensível à composição do produto.

Além disso, a composição do leite não é constante, sendo influenciada por fatores como estágio de lactação, alimentação do animal, condições de manejo e processamento industrial. Essas variações podem resultar em diferenças nos parâmetros físico-químicos entre lotes distintos (CASTRO et al., 2009). No presente estudo, as diferentes datas de fabricação das amostras sugerem que mudanças na matéria-prima ou no processamento podem ter contribuído para a redução dos valores de °Brix.

Em um estudo que avaliou leite em pó integral e desnatado comercializados no Pará, o teor de sólidos solúveis totais medidos por refratômetro resultou em aproximadamente 5 °Brix para leite em pó integral e entre 10,0 e 13,3 °Brix no desnatado reconstituído, indicando que existe variabilidade natural entre formulações devido às diferenças de composição e teor de gordura dos produtos em pó (GÓES et al., 2015).

Durante etapas como padronização e tratamento térmico, podem ocorrer ajustes tecnológicos que alteram a quantidade de sólidos presentes no produto final, refletindo diretamente nos valores de °Brix (Martins et al., 2008). Isso ajuda a entender a redução observada no leite integral (de 14,8 para 11,6) e, de forma mais discreta, no desnatado (de 13,8 para 13,1), evidenciando que variações no processamento entre lotes podem impactar esse parâmetro.

A etapa de atomização é fundamental na produção do leite em pó, pois transforma o leite concentrado em pequenas gotículas que entram em contato com o ar quente para remoção da água. O controle de parâmetros como temperatura do ar, vazão de alimentação e fluxo de ar

é essencial para garantir padronização do produto. Variações nessas condições podem modificar a umidade e as características físicas do pó, influenciando sua qualidade final (PERRONE et al., 2013).

As condições de secagem adotadas no spray dryer impactam diretamente as propriedades do leite em pó. Alterações operacionais podem influenciar a retenção de umidade, a estrutura das partículas e o comportamento do produto na reconstituição, refletindo nos valores de °Brix. Assim, diferenças entre lotes podem estar associadas não apenas à matéria-prima, mas também às condições de processamento utilizadas (GANDRA, 2013).

De modo geral, os resultados de °Brix evidenciam variação na composição dos sólidos solúveis entre os lotes analisados, reforçando que esse parâmetro é sensível a alterações na composição do leite e deve ser interpretado de forma complementar, associado a outros indicadores físico-químicos.

O pH de 6,9, evidenciado neste estudo, está dentro da faixa esperada para o leite em pó reconstituído. Segundo a EMBRAPA (2021), o leite fresco apresenta pH próximo da neutralidade (6,6 a 6,8), podendo sofrer pequenas variações. Dessa forma, os resultados indicam que tanto o leite em pó integral, quanto o desnatado mantiveram suas características físico-químicas após reconstituição.

A estabilidade do pH em valores constantes entre os lotes sugere que não ocorreram alterações (microbiológicas) significativas, visto que reduções no pH estão associadas à fermentação da lactose e consequente produção de ácido lático. Nesse contexto, a estabilidade observada indica adequada qualidade da matéria-prima e ausência de deterioração durante o armazenamento (DIAS; ANTES, 2014)

A semelhança dos valores de pH entre o leite integral e o desnatado pode ser explicada pelo fato de que a gordura não exerce influência significativa sobre o equilíbrio ácido-base do leite, sendo este determinado principalmente pelas interações entre proteínas e sais minerais presentes no sistema coloidal (SANTOS et al., 2018).

Do ponto de vista tecnológico, o leite e seus derivados apresentam um sistema coloidal complexo, no qual o pH está diretamente relacionado à estabilidade das micelas de caseína e aos equilíbrios iônicos do meio. Alterações nesses equilíbrios poderiam resultar em mudanças no pH; contudo, os resultados indicam que o processamento e a reconstituição das amostras não promoveram tais modificações (FARAGE et al., 2025).

No caso específico do leite em pó, o processo de obtenção por evaporação e secagem, quando realizado sob condições controladas, não provoca mudanças significativas no pH do

produto final. Isso ocorre porque tais etapas visam apenas a remoção de água, mantendo a composição química essencial do leite praticamente inalterada (VIDAL; NETTO, 2018).

Fatores como armazenamento, embalagem e manuseio podem influenciar características físico-químicas do leite em pó. Quando esses fatores são adequadamente controlados, o produto tende a manter sua estabilidade, incluindo o pH, ao longo do tempo (SANTOS, 2017).

A estabilidade do pH também está relacionada à qualidade global do leite, que depende de condições adequadas desde a obtenção até o processamento. Aspectos como higiene na ordenha, controle microbiológico e manejo correto influenciam diretamente a manutenção das características físico-químicas do produto, incluindo seu equilíbrio ácido-base (SILVA et al., 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises realizadas, observou-se que as amostras de leite em pó integral e desnatado apresentaram resultados físico-químicos dentro do esperado para esse tipo de produto, demonstrando condições satisfatórias de qualidade nos parâmetros avaliados.

Os valores de pH permaneceram estáveis em todas as amostras, com resultado de 6,9 tanto para o leite integral quanto para o desnatado. Essa estabilidade indica que os produtos mantiveram suas características após a reconstituição, sem alterações significativas entre os lotes analisados.

Em relação aos sólidos solúveis totais (°Brix), foi observada maior variação entre os lotes do leite integral, com redução de 14,8 para 11,6. Já no leite desnatado, a diferença foi menor, apresentando valores de 13,8 e 13,1. Essas variações podem estar relacionadas a fatores como diferenças na matéria-prima utilizada, etapas do processamento industrial e condições de armazenamento dos produtos.

Os resultados obtidos demonstram a importância das análises físico-químicas na avaliação da qualidade e da padronização do leite em pó, contribuindo para o controle do produto destinado ao consumo.

Dessa forma, conclui-se que os objetivos propostos neste estudo foram alcançados, uma vez que foi possível avaliar e comparar os parâmetros de pH e °Brix em amostras de leite em pó integral e desnatado de diferentes lotes.

Como limitação do estudo, destaca-se a análise de uma única marca comercial e de poucos parâmetros físico-químicos. Sugere-se que pesquisas futuras incluam maior número de marcas, lotes e outros parâmetros de qualidade, permitindo avaliações mais amplas sobre a qualidade do leite em pó comercializado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURE INSTITUTE. Key factors that influence the fat percentage in cream during separation. 2023. Disponível em: <https://agriculture.institute/dairy-products-i/key-factors-fat-percentage-cream-separation/>

ALMEIDA, M. R. Avaliação da qualidade e variedade de leite em pó e leite condensado por espectroscopia Raman e análise multivariada. (Dissertação). Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2011.

ARAÚJO, C. S. et al. Processamento térmico do leite: termização, pasteurização e UHT. In: Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/52217/2/Processamento%20t%C3%A9rmico%20do%20leite%20termiza%C3%A7%C3%A3o%20e%20pasteuriza%C3%A7%C3%A3o%20e%20uht.pdf>.

BALKE, M.; KILIAN, J.; STEFFENS, C.; SOARES, M. B. A.; STEFFENS, J. Avaliação do processo de obtenção de leite em pó pelo processo de secagem em spray dryer. Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ); 2014;São Paulo: Blucher; 2014.

BRASIL. Decreto nº 9.013 de 29 mar 2017. Regulamenta a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília (30 mar 2017); Sec.1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9013.htm#art541

BRASIL. Decreto nº 10.468, de 26 de agosto de 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 27 ago. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10468.htm. Acesso em: 04 maio 2026.,

BRASIL. Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974. Dispõe sobre a inspeção e fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 27 dez. 1974.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Mapa do Leite. Brasília, DF: MAPA, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 05 maio 2026

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instrução Normativa nº 53, de 1º de outubro de 2018. Aprova o Regulamento Técnico Mercosul de Identidade e Qualidade de Leite em Pó. Brasília, DF, 2018 (BRASIL, 2018 a).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018. Estabelece critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte e seleção do leite cru. Diário Oficial da União, Brasília, 2018 (BRASIL,2018 b).

BRASIL Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº146 de 07 mar 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Brasília, 1996 mar 11; Seção

CASTRO, Vinícius Lourenço Faleiro; ALVARENGA, Verônica Ortiz; MAITAN, Valéria Ribeiro. Qualidade microbiológica e físico-química do leite em um entreposto. *Estudos*, Goiânia, v. 36, n. 5/6, p. 809–816, maio/jun. 2009.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. (ELETROBRAS). Pasteurização e embalagem de leite: uso produtivo e eficiente da energia elétrica. 1. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2014. (Série Centros Comunitários de Produção). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1139973/1/Manual-CCP-Pasteurizacao-e-Embalagem-de-Leite.pdf>. Acesso em: 05 maio 2026.

CIÊNCIA DO LEITE. Processo de desnatação do leite. Juiz de Fora, 2008. Disponível em: <https://cienciadoleite.com.br/noticia/2814/processo-de-desnatacao-do-leite>. Acesso em: 05 maio 2026.

CUNHA, T. M. P. da. Concentração de produtos lácteos e potencial físico, químico e nutricional de composto lácteo adicionado de extrato de soja. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/257146>. Acesso em: 05 maio 2026.

DELA JUSTINA, Marciel; DELA JUSTINA, Mariléia Buss; SKORONSKI, Everton. O uso das enzimas na indústria de laticínios: uma breve revisão. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, [S.l.], v. 73, n. 3, p. 172-184, mar. 2019. ISSN 2238-6416. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/679/481>>. Acesso em: 05 maio 2026. doi:<https://doi.org/10.14295/2238-6416.v73i3.679>.

DIAS, Juliana Alves; ANTES, Fabiane Goldschmidt. Qualidade físico-química, higiênico-sanitária e composicional do leite cru: indicadores e aplicações práticas da Instrução Normativa 62. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2014

EGITO, A. S.; SANTOS, K. M. O. Agregação de valor ao leite e seus derivados com base em genótipos locais e tecnologias de processamento. *Revista Científica de Produção Animal*, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rcpa/article/view/42826>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Leite: composição e propriedades físico-químicas. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1131994/leite-composicao-e-propriedades-fisico-quimicas>. Acesso em: 8 mar. 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). pH do leite. Brasília: Embrapa, [08/12/21]. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/testes-de-qualidade/ph-do-leite. Acesso em: 04 maio 2026.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Dairy animals*. 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/en> Porta de entrada para a produção e os produtos lácteos. Acesso em: 8 mar. 2026

FARAGE, Gabriel de A. et al. Avaliação e comparação dos sistemas coloidais de leites UHT comercializados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. *Química Nova*, v. 48, n. 3, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20250081>

FOPPA, Talize; FERRAREZE, Cárta K.; CASAGRANDE, Jaqueline; KOCH, Patrícia A. Análises físico-químicas do leite em pó comparado ao leite UHT integral. *Ágora: Revista de Divulgação Científica*, Caçador, v. 16, n. 1, p. 38–43, 2011. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/agora/article/download/5/120>. Acesso em: 05 maio 2026.

FREITAS, J. B. de; REVILLION, J. P. P.; BELARMINO, L. C. Análise da competitividade da cadeia produtiva do leite em pó integral. *Revista de Administração Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 6, p. 750–771, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2015150001>. Acesso em: 05 maio 2026.

GANDRA, Renata Luana Pádua. Avaliação da qualidade e produção de material de referência de leite em pó. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

GARHWAL, Renu et al. Biochemical, dielectric and surface characteristics of freeze-dried donkey milk powder. *Food and Agricultural Immunology*, v. 36, n. 1, p. 2442358, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09540105.2024.2442358>. Acesso em: 05 maio 2026.

GÓES, L. R. D.; SANTOS, A. J. dos S.; FERREIRA, M. A. de S.; DAMASCENO, T. V.; BARBOSA, I. C. da C.; SOUZA, E. C. de; SILVA, A. dos S. Caracterização físico-química e quimiométrica de leite em pó integral e desnatado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 55., 2015. Anais [...]. [S.l.]: Associação Brasileira de Química, 2015. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2015/trabalhos/10/7672-21161.html>. Acesso em: 05 maio 2026.

GLOBAL GROWTH INSIGHTS. Lactose free dairy products market size & share (2026–2035). Disponível em: <https://www.globalgrowthinsights.com/pt/market-reports/lactose-free-dairy-products-market-106545>. Acesso em: 8 mar. 2026.

INOVALEITE UFV. Spray drying na indústria de laticínios [online]. [local desconhecido]: MilkPoint; 2014. [Acesso em 29 mar 2026]. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/spray-drying-na-industria-de-laticinios-205439>

MARTINS, Ana Maria Centola Vidal et al. Efeito do processamento UAT (Ultra Alta Temperatura) sobre as características físico-químicas do leite. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 2, p. 295–298, 2008.

MAYER, M. Controle de qualidade microbiológico do leite em pó. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2023. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/37345/1/qualidademicrobiologicaleitepo.pdf>. Acesso em: 05 maio 2026.

MEDEIROS, Katianne C. de; DEODATO, José N. V.; MARTINS, Simone S.; SEVERO, Danielle de S.; ARAÚJO, Alfredina dos S. Qualidade de leite em pó integral comercializado em Pombal - PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal, v. 9, n. 4, p. 50–52, 2014. Disponível em:

<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3003>. Acesso em: 05 maio 2026.

MOSTARO, L. Leite em pó: entenda melhor! [online]. [local desconhecido]: MilkPoint; 2022. [Acesso em 29 mar 2026]. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/temas/processamento-lacteos/leite-em-po-231159>

PET EngAli. Como ocorre o processamento do leite em pó? Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2020. [Acesso em 29 mar 2026]. Disponível em: <https://pet.agro.ufg.br/n/131584-como-ocorre-o-processamento-do-leite-em-po>

PERRONE, Ítalo Tuler; SIMEÃO, Moisés; RODRIGUES JÚNIOR, Paulo Henrique; STEPHANI, Rodrigo; CARVALHO, Antonio Fernandes de. Influência das condições de operação em spray dryer piloto sobre a umidade e a atividade de água do leite em pó integral. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 68, n. 393, p. 5–9, jul./ago. 2013.

PUGLIESE, A.; CABASSI, G.; CHIAVARO, E.; PACIULLI, M.; CARINI, E.; MUCCHETTI, G. Caracterização física de leite em pó integral e desnatado. *J Food Sci Technol*. 2017; Sep 13;54(11):3433–3442. [Acesso em 24 fev 2026]. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5629152/>. doi: 10.1007/s13197-017-2795-1.

PREZOTTO, Leomar Luiz; NASCIMENTO, Ernandes Rodrigues do. Manual de orientações sobre constituição de serviço de inspeção municipal (SIM). Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, 2013. 117 p. Disponível em: <https://desenvolvimento.mg.gov.br/assets/projetos/1167/72876bbd519169743ec357a73405f2d2.pdf>. Acesso em: 05 maio 2026.

SANTOS, Bianca Ohara Freitas Nardin dos. Análise e avaliação da qualidade físico-química do leite em pó integral. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2017.

SANTOS, F. R. et al. Análises físico-químicas de leite UHT integral e desnatado comercializados em Montes Claros – MG. In: SEALIM / SIMPECAL, 2018.

SANTOS, Simone Silveira Nery da Silva Cofani dos. Caracterização química de leite em pó para produção de material de referência certificado. 2017. Dissertação (Mestrado em Química na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. doi:10.11606/D.64.2017.tde-19052017-084639. Acesso em: 2026-03-15. https://teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64135/tde-19052017-084639/publico/SimoneSilveiraNeryDaSilvaCofaniDosSantos_Revisada.

SILVA, Gilvan; SILVA, Argélia Maria Araújo Dias; FERREIRA, Maria Presciliana de Brito. Derivados do leite. [S.l.]: e-Tec Brasil, 2012. Disponível em: https://ifpr.edu.br/pronatec/wp-content/uploads/sites/46/2012/07/Derivados_do_Leite.pdf. Acesso em: 05 maio 2026

SILVA, F. T. Manual de produção de manteiga. Fortaleza: BNB; Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 1996. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/410326/1/manualdeproducaodemanteiga.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2026.

VIDAL, Ana Maria Centola; SARAN NETTO, Arlindo (org.). Obtenção e processamento do leite e derivados. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/9788566404173>

RODRIGUES, R. et al. Avaliação das propriedades físico-químicas de bebidas lácteas comercializadas em Cuiabá – MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52., 2012. Anais [...]. [S.l.]: Associação Brasileira de Química, 2012. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/10/1373-14651.html>. Acesso em: 05 maio 2026.

WANG, Y.; XIAO, R.; LIU, S.; WANG, P.; ZHU, Y.; NIU, T.; CHEN, H. The impact of heat treatment intensity on milk proteins, fatty acids, macro/micronutrients, flavor, and heating markers—A comprehensive review. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 25, n. 16, p. 8670, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms25168670>

WATTIAUX, Michel A. Composição do leite e seu valor nutricional. Madison: Babcock Institute, University of Wisconsin-Madison, [s.d.]. Disponível em: https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosupload/4383/material/19_composicao_do_leite_e_seu_valor_nutricional.pdf. Acesso em: 20 abril 2026.

Zhu D, Kebede B, Chen G, McComb K, Frew R. Effects of the vat pasteurization process and refrigerated storage on the bovine milk metabolome. *J Dairy Sci.* 2020 Mar;103(3):2077-2088. doi: 10.3168/jds.2019-17512. Epub 2020 Jan 21. PMID: 31980231.