

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DA ÁGUA POR SORO DE QUEIJO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DE BISCOITOS DE POLVILHO

Christine da Silva Macedo¹;

¹Universidade do Estado do Pará (UEPA), Castanhal, Pará.

<http://lattes.cnpq.br/9549979734850809>

Gilson da Silva Rodrigues².

²Universidade do Estado do Pará (UEPA), Castanhal, Pará.

<http://lattes.cnpq.br/5951661080232035>

RESUMO: O aproveitamento do soro de queijo em produtos alimentícios representa uma alternativa para valorização de coprodutos da indústria de laticínios. Este estudo teve como objetivo investigar o efeito da substituição da água por soro de queijo muçarela nas características físico-químicas e tecnológicas de biscoitos de polvilho. Foram elaboradas três formulações: F0 (0% de substituição), F1 (50%) e F2 (100%). O soro foi caracterizado quanto ao pH, sólidos totais, proteínas e lipídios, e os biscoitos foram avaliados quanto à composição centesimal, índice de expansão, volume específico, densidade aparente, cor instrumental e dureza. A substituição pelo soro não alterou significativamente os teores de umidade, lipídios e carboidratos, porém promoveu aumento nos teores de cinzas e proteínas. A formulação F1 manteve índice de expansão e volume específico semelhantes ao controle, enquanto F2 apresentou menor expansão, menor volume específico, coloração mais escura e maior dureza. Conclui-se que a substituição de 50% da água por soro de queijo muçarela constitui uma alternativa promissora para valorização desse coproduto, preservando as principais características tecnológicas dos biscoitos de polvilho.

PALAVRAS-CHAVE: Soro lácteo. Fécula de mandioca. Aproveitamento de coprodutos.

EFFECT OF WATER REPLACEMENT WITH CHEESE WHEY ON THE PHYSICOCHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CASSAVA STARCH BISCUITS

ABSTRACT: The use of cheese whey in food products represents an alternative strategy for adding value to dairy industry co-products. This study aimed to investigate the effect of replacing water with mozzarella cheese whey on the physicochemical and technological characteristics of cassava starch biscuits. Three formulations were prepared: F0 (0% replacement), F1 (50%), and F2 (100%). The whey was characterized for pH, total solids, protein, and lipid contents, while the biscuits were evaluated for proximate composition, expansion index, specific volume, apparent density, instrumental color, and hardness. Water replacement with whey did not significantly affect moisture, lipid, or carbohydrate contents;

however, it increased ash and protein levels. Formulation F1 maintained expansion index and specific volume values similar to those of the control, whereas F2 showed lower expansion, lower specific volume, darker color, and greater hardness. It was concluded that replacing 50% of the water with mozzarella cheese whey represents a promising alternative for the valorization of this co-product while preserving the main technological characteristics of cassava starch biscuits.

KEYWORDS: Whey. Cassava starch. By-product valorization.

INTRODUÇÃO

O biscoito de polvilho é um produto tradicional brasileiro elaborado principalmente a partir da fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), matéria-prima naturalmente isenta de glúten e amplamente empregada na produção de alimentos expandidos. Suas características típicas, como leveza, elevada expansão e crocância, estão relacionadas às propriedades do amido e às transformações que ocorrem durante a escaldagem e o assamento. Nesse processo, a gelatinização parcial do amido, associada à formação e retenção de vapor de água na massa, desempenha papel determinante no desenvolvimento da estrutura característica do produto. Além disso, diferenças entre o polvilho nativo e o fermentado podem modificar propriedades físico-químicas, reológicas e de expansão dos produtos obtidos (Ferreira et al., 2025).

Paralelamente, a produção de queijos gera volumes expressivos de soro, correspondentes a aproximadamente 80–90% do volume de leite processado ou cerca de 9–10 L de soro para cada quilograma de queijo produzido. Embora frequentemente considerado um coproduto de baixo valor comercial, o soro de queijo contém componentes relevantes do leite, especialmente lactose, proteínas solúveis e minerais. Sua elevada carga orgânica, entretanto, confere altos valores de demanda bioquímica e química de oxigênio, tornando o descarte inadequado um potencial problema ambiental. Dessa forma, sua valorização por meio do desenvolvimento de novos ingredientes e produtos alimentícios tem recebido crescente atenção dentro dos princípios da economia circular e do aproveitamento sustentável de recursos da indústria de alimentos (Pires et al., 2021; Mota et al., 2026).

Entre as alternativas de valorização, a utilização do soro líquido diretamente em formulações alimentícias apresenta interesse tecnológico por possibilitar seu aproveitamento sem a necessidade de etapas de concentração ou secagem. Em produtos de panificação, a substituição da água por soro pode modificar propriedades da massa e do produto final, incluindo gelatinização do amido, textura, volume, porosidade e coloração. Iuga et al. (2020) demonstram que componentes do soro, particularmente proteínas e lactose, podem interagir com o amido durante o processamento e participar de reações de escurecimento não enzimático durante o forneamento, influenciando as características tecnológicas e sensoriais do produto.

Nesse contexto, a substituição da água por soro de queijo na elaboração de biscoitos de polvilho constitui uma alternativa para a valorização desse coproduto lácteo, ao mesmo

tempo em que pode promover modificações na composição e nas propriedades tecnológicas do produto. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da substituição da água por soro de queijo nas características físico-químicas e tecnológicas de biscoitos de polvilho.

OBJETIVO

Investigar a influência da incorporação de soro de queijo, em substituição à água, sobre a qualidade físico-química e o desempenho tecnológico de biscoitos de polvilho.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Alimento, da Universidade do Estado do Pará (UEPA), Campus XX, localizado no município de Castanhal, Pará, Brasil. A elaboração dos biscoitos e as determinações físico-químicas e tecnológicas foram realizadas nas dependências do referido laboratório.

Para a elaboração dos biscoitos foram utilizados polvilho azedo, sal, óleo de soja, ovos, água e soro de queijo. As matérias-primas, exceto o soro de queijo, foram adquiridas no comércio local de Castanhal, Pará, e armazenadas de acordo com as recomendações dos fabricantes até o momento de sua utilização. O soro de queijo foi fornecido por um produtor local de queijo muçarela, e, imediatamente após sua obtenção, acondicionado em recipiente previamente higienizado e hermeticamente fechado. O transporte até o laboratório foi realizado em caixa térmica contendo gelo, sob condições de refrigeração, mantendo-se a temperatura entre $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$. O tempo transcorrido entre a coleta e a chegada ao laboratório foi de aproximadamente 30 minutos. Após a recepção, a temperatura do soro foi verificada ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$) e foi mantido sob refrigeração, a aproximadamente $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, até sua utilização na elaboração dos biscoitos, visando preservar suas características físico-químicas e microbiológicas e minimizar possíveis alterações decorrentes do armazenamento.

No dia seguinte, foram elaboradas três formulações de biscoitos de polvilho, diferenciadas exclusivamente pela proporção de substituição da água pelo soro, mantendo-se constantes as quantidades dos demais ingredientes. A formulação controle (F0) foi elaborada utilizando água como fase líquida, enquanto as formulações experimentais receberam soro em substituição à água nas proporções previamente estabelecidas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Formulações dos biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de substituição da água por soro de queijo.

Ingredientes (g)	F0 (0%, controle)	F1 (50%)	F2 (100%)
Polvilho azedo	300	300	300
Sal	6	6	6
Óleo de soja	131,6	131,6	131,6
Ovo	50	50	50
Água	70	35	0
Soro de queijo	0	35	70

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Nota: F0 = 0% de substituição da água por soro de queijo; F1 = 50% de substituição; F2 = 100% de substituição.

Os biscoitos foram elaborados seguindo a metodologia de Montenegro et al. (2008) com adaptações. Inicialmente, os ingredientes foram pesados individualmente em balança analítica Shumadzu (modelo AUX220). Em uma batedeira planetária da marca Oster (modelo Power 850), foram misturados o polvilho azedo, o sal e 5% do líquido, em velocidade baixa, por 4 minutos. A seguir, foi realizado o escaldamento desse material, adicionando-se uma mistura aquecida (90 °C) com o restante do líquido e óleo, misturando por mais 3 minutos em velocidade baixa. Sem desligar a batedeira, adicionou-se o ovo, misturando por 1 minuto, em velocidade baixa. Para melhor incorporação de ar, a massa foi mantida sob batimento por mais 3 minutos em velocidade alta. A massa, à temperatura de 26 °C, foi usada para moldar os biscoitos padronizados no formato cilíndrico de 4,0 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro, distribuídos uniformemente em assadeira com o auxílio de um bico de confeitar nº 2 (circular, com diâmetro de 0,5 cm). Os biscoitos foram assados em um fogão Esmaltex, a 200 °C, por 15 minutos, sendo posteriormente resfriados naturalmente à temperatura ambiente. Após completo resfriamento, os biscoitos foram acondicionados em embalagens plásticas apropriadas para alimentos e selados a vácuo. As amostras foram identificadas de acordo com cada tratamento e mantidas em temperatura ambiente, protegida de luz e umidade até a realização das análises físico-químicas e tecnológicas.

O soro de queijo utilizado nas formulações foi caracterizado quanto ao pH, sólidos totais, proteínas e lipídios. O pH foi determinado por potenciometria, conforme os Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal do MAPA; o teor de sólidos totais, pelo método gravimétrico AOAC 925.23; e o teor de proteínas, pelo método de Kjeldahl, conforme AOAC 991.20. O teor de lipídios foi determinado pelo método gravimétrico estabelecido na ISO 23318:2022. Todas as determinações foram realizadas em triplicata, sendo os resultados expressos como média $\pm$ desvio-padrão.

A composição centesimal dos biscoitos de polvilho foi determinada por meio das análises de umidade, cinzas, lipídios e proteínas, de acordo com métodos oficiais da AOAC International (2023). Previamente às determinações, amostras representativas de cada formulação foram trituradas e homogeneizadas, sendo as análises realizadas em triplicata. O teor de umidade foi determinado por método gravimétrico de secagem em estufa, conforme

AOAC 925.10; as cinzas, por incineração em forno mufla, segundo AOAC 923.03; os lipídios, pelo método de hidrólise ácida seguida de extração gravimétrica, conforme AOAC 922.06; e o teor de proteínas, pela determinação do nitrogênio pelo método de Kjeldahl, conforme AOAC 920.87, utilizando-se fator de conversão adequado à matriz. O teor de carboidratos totais foi estimado por diferença, conforme a equação: Carboidratos (%) = 100 – [umidade (%) + proteínas (%) + lipídios (%) + cinzas (%)]. Os resultados foram expressos em g/100 g de amostra, como média ± desvio-padrão.

As propriedades tecnológicas dos biscoitos foram avaliadas após o resfriamento, utilizando-se unidades selecionadas aleatoriamente de cada formulação e mantendo-se o mesmo número de repetições entre os tratamentos. Foram determinados o índice de expansão, volume específico, densidade aparente, cor instrumental e textura.

O índice de expansão foi determinado a partir das dimensões dos biscoitos antes e após o assamento, mensuradas com paquímetro digital, conforme metodologia adaptada de Maeda e Cereda (2001) e Fernandes et al. (2015). O volume específico foi obtido pelo método de deslocamento de sementes, conforme Montenegro et al. (2008), e calculado pela razão entre o volume (V) e a massa (m) do biscoito ($VE = V/m$), sendo expresso em cm^3/g . A densidade aparente foi calculada pela relação inversa entre massa e volume ($\rho = m/V$), expressa em g/cm^3 . A cor instrumental dos biscoitos foi determinada utilizando colorímetro Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta Sensing, Japão), previamente calibrado, sendo registrados os parâmetros L^* , a^* e b^* no sistema CIE $L^*a^*b^*$, conforme ISO/CIE 11664-4:2019.

A textura dos biscoitos foi avaliada instrumentalmente por meio da determinação da dureza, conforme metodologia descrita por Montenegro et al. (2008) com adaptações. As análises foram realizadas em analisador de textura TA.XTplusC (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido) equipado com dispositivo de flexão em três pontos (*3-Point Bending Rig*, probe HDP/3PB). Os biscoitos foram posicionados horizontalmente sobre os apoios do dispositivo, mantendo-se distância de 40 mm entre os pontos de apoio. Foram adotadas as seguintes condições de ensaio: velocidade de pré-teste de 1,0 mm/s, velocidade de teste de 3,0 mm/s e velocidade pós-teste de 10,0 mm/s. A dureza foi determinada pela força máxima necessária para provocar a ruptura da amostra, sendo expressa em Newton (N). Foram realizadas dez determinações para cada formulação, utilizando-se uma unidade de biscoito em cada ensaio. Os resultados das análises tecnológicas foram utilizados para avaliar as modificações estruturais decorrentes da substituição parcial ou total da água por soro de queijo nas formulações.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando constatado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar, versão 6.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a caracterização físico-química do soro de queijo, considerando os parâmetros pH, sólidos totais, proteínas e lipídios, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Caracterização físico-química do soro de queijo utilizado na elaboração dos biscoitos de polvilho.

Parâmetro	Valor
pH	6,30 ± 0,01
Sólidos totais (g/100 mL)	6,23 ± 0,05
Proteínas (g/100 g)	0,84 ± 0,40
Lipídios (g/100 g)	0,32 ± 0,21

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Nota: Os resultados estão expressos como média ± desvio-padrão de determinações realizadas em triplicata (n = 3).

Os resultados obtidos foram compatíveis com a composição característica de soro doce de queijo muçarela. Gernigon et al. (2009) encontraram pH de $6,38 \pm 0,15$ e sólidos totais de $6,06 \pm 0,17$ g/100 g em soro de muçarela, valores próximos aos observados neste estudo (6,30 e 6,20 g/100 mL, respectivamente). Os teores de proteínas (0,80 g/100 g) e lipídios (0,30 g/100 g) também se mostraram coerentes com valores encontrados por Franceschi et al. (2023) para soros doces, em torno de 0,82 e 0,49 g/100 g, respectivamente.

Os resultados da composição centesimal dos biscoitos de polvilho, referentes aos teores de umidade, cinzas, lipídios e proteínas, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Composição centesimal dos biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de substituição da água por soro de queijo.

Parâmetros (%)	F0 (0%, controle)	F1 (50%)	F2 (100%)
Umidade	5,01 ^a ± 0,35	5,06 ^a ± 0,12	5,08 ^a ± 0,40
Cinzas	1,64 ^a ± 0,11	1,67 ^{ab} ± 0,36	1,76 ^b ± 0,29
Proteínas	1,60 ^a ± 0,34	1,70 ^b ± 0,98	1,78 ^b ± 0,85
Lipídios	31,40 ^a ± 0,29	31,33 ^a ± 0,65	31,16 ^a ± 0,26
Carboidratos	60,35 ^a ± 0,29	60,24 ^a ± 0,74	60,22 ^a ± 0,43

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Nota: Os resultados estão expressos como médias ± desvio padrão com letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05)

A substituição da água por soro de queijo não promoveu diferenças significativas (p > 0,05) nos teores de umidade, lipídios e carboidratos. Em contrapartida, F2 apresentou maior teor de cinzas que F0, enquanto F1 apresentou comportamento intermediário, indicando contribuição dos minerais presentes no soro. As formulações F1 e F2 também apresentaram maior teor proteico que o controle (p < 0,05), sem diferença entre si. Tendência semelhante foi observada por Alexa et al. (2026) em biscoitos sem glúten enriquecidos com soro, nos

quais a incorporação desse coproduto aumentou significativamente os teores de proteínas e minerais. A menor magnitude das alterações neste estudo pode ser atribuída ao uso de soro líquido, que apresenta baixa concentração de sólidos, diferentemente do soro em pó empregado pelos autores.

Os resultados das propriedades tecnológicas dos biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de substituição da água por soro de queijo estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Propriedades tecnológicas dos biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de substituição da água por soro de queijo.

Parâmetros	F0 (0%, controle)	F1 (50%)	F2 (100%)
Índice de expansão ¹	1,80 ^a ± 0,06	1,75 ^a ± 0,03	1,68 ^b ± 0,09
Volume específico (mL/g)	4,80 ^a ± 0,23	4,64 ^a ± 0,47	4,36 ^b ± 0,33
Densidade aparente (g/cm ³)	0,21 ^a ± 0,07	0,22 ^a ± 0,03	0,23 ^a ± 0,05
L*	74,00 ^a ± 0,20	70,00 ^b ± 0,22	66,00 ^c ± 0,29
a*	3,00 ^a ± 0,12	4,00 ^b ± 0,34	5,50 ^c ± 0,16
b*	20,00 ^a ± 0,32	22,00 ^{ab} ± 0,63	24,00 ^b ± 0,81
Dureza (N)	18,00 ^a ± 0,94	21,00 ^{ab} ± 1,04	24,00 ^b ± 1,60

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Nota: ¹Considerando o índice de expansão calculado pela relação entre a dimensão após e antes do assamento. Os resultados estão expressos como médias ± desvio padrão com letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05)

A substituição total da água por soro de queijo reduziu significativamente o índice de expansão e o volume específico (p < 0,05), enquanto F0 e F1 não diferiram entre si, indicando que a substituição de 50% preservou melhor a capacidade de expansão dos biscoitos. Os volumes específicos obtidos (4,36–4,80 mL/g) encontram-se na faixa de baixa expansão (<5 mL/g) proposta para produtos de polvilho azedo por Ferreira et al. (2025). A densidade apresentou pequeno aumento com a adição de soro, porém sem diferença significativa entre as formulações, resultado coerente com sua relação inversa com o volume específico.

Kazerski et al. (2022) estudando produtos à base de amido de mandioca também demonstram que alterações na formulação modificam significativamente a expansão e a estrutura do produto assado. A substituição pelo soro também promoveu alterações significativas na cor, com redução de L* e aumento de a* e b*, indicando biscoitos progressivamente mais escuros, avermelhados e amarelados. Tendência semelhante foi observada por Zhu et al. (2023) em biscoitos sem glúten adicionados de concentrado proteico de soro, nos quais o aumento do ingrediente lácteo intensificou o escurecimento e modificou a textura. A dureza aumentou de 18 para 24 N, sendo F1 estatisticamente intermediária entre F0 e F2, sugerindo estrutura mais firme com a substituição total. Zhu et al. (2023) também observaram aumento da dureza e fragilidade em determinadas concentrações de proteína de soro, atribuído à gelificação das proteínas e às interações

proteína-amido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do soro de queijo muçarela mostrou-se viável na elaboração de biscoitos de polvilho, promovendo aumento nos teores de proteínas e cinzas sem alterar significativamente a umidade, os lipídios e os carboidratos. A substituição de 50% da água pelo soro manteve o índice de expansão e o volume específico semelhantes ao controle, enquanto a substituição total reduziu essas propriedades e resultou em biscoitos mais escuros e firmes. Assim, a substituição parcial da água por soro de queijo apresenta-se como alternativa promissora para valorização desse coproduto, preservando as principais características tecnológicas do produto.

REFERÊNCIAS

ALEXA, Ersilia; FLUERASU, Diana; ARGYELAN, Cristian; STOIN, Daniela; JIANU, Călin; NEAGU, Christine; DOSSA, Sylvestre; NEGREA, Monica; BERBECEA, Adina; SUBA, Mariana; IANĂȘI, Cătălin. Valorization of whey as a natural functional ingredient in gluten-free rice biscuits: formulation, optimization, and chemical profiling. *Applied Sciences*, v. 16, n. 12, 6081, 2026. DOI: 10.3390/app16126081.

AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL*. 22. ed. Editado por George W. Latimer Jr. Rockville, MD: AOAC International, 2023. DOI: 10.1093/9780197610145.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Secretaria de Defesa Agropecuária. Métodos oficiais para análise de produtos de origem animal*. 1. ed. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022.

FERNANDES, Daiana de Souza; DEL BEM, Marília Sbragia; SORROCHE, Camila; LEONEL, Magali; LEONEL, Sarita. Elaboração de pão de queijo adicionado com farinha de banana verde: características físicas e sensoriais. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v. 11, n. 1, p. 56-65, 2015. DOI: 10.17766/1808-981X.2015v11n1p56-65.

FERREIRA, Cássia Berlesi Brigatto; BACH, Daniele; WOJEICCHOWSKI, José Pedro; LACERDA, Luiz Gustavo; ALBERTI, Aline; DEMIATE, Ivo Mottin. Revolutionizing gluten-free baking: the role of cassava sour starch in specialty breads. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 68, e25241051, 2025. DOI: 10.1590/1678-4324-2025241051.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: 10.28951/rbb.v37i4.450.

FRANCESCHI, Piero; MARTUZZI, Francesca; FORMAGGIONI, Paolo; MALACARNE, Massimo; SUMMER, Andrea. Seasonal variations of the protein fractions and the mineral contents of the cheese whey in the Parmigiano Reggiano cheese manufacture. *Agriculture*, v. 13, n. 1, 165, 2023. DOI: 10.3390/agriculture13010165.

GERNIGON, Gwénolé; PIOT, Michel; BEAUCHER, Eric; JEANTET, Romain; SCHUCK,

Pierre. Physicochemical characterization of Mozzarella cheese wheys and stretchwaters in comparison with several other sweet wheys. *Journal of Dairy Science*, v. 92, n. 11, p. 5371–5377, 2009. DOI: 10.3168/jds.2009-2359.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 23318:2022 | IDF 249:2022: *Milk, dried milk products and cream — Determination of fat content — Gravimetric method*. Geneva: ISO, 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION; INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION. ISO/CIE 11664-4:2019: *Colorimetry — Part 4: CIE 1976 L*a*b* colour space*. Geneva: ISO, 2019.

IUGA, Mădălina; BOESTEAN, Olga; GHENDOV-MOSANU, Aliona; MIRONEASA, Silvia. Impact of dairy ingredients on wheat flour dough rheology and bread properties. *Foods*, v. 9, n. 6, 828, 2020. DOI: 10.3390/foods9060828.

KAZERSKI, Rosemeri Teresinha da Silva; BIDUSKI, Bárbara; WEBER, Fernanda Hart; PLATA-OVIEDO, Manuel Salvador Vicente; GUTKOSKI, Luiz Carlos; BERTOLIN, Telma Elita. Substitution of chemically modified corn starch with heat-moisture treated cassava starch in Brazilian *pão de queijo*. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 28, 100541, 2022. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2022.100541.

MAEDA, Kelly Cristina; CEREDA, Marney Pascoli. Avaliação de duas metodologias de expansão ao forno do polvilho azedo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 21, n. 2, p. 139-143, 2001. DOI: 10.1590/S0101-20612001000200003.

MONTENEGRO, Flavio Martins; GOMES-RUFFI, Cristiane Rodrigues; VICENTE, Cláudia Aparecida; COLLARES-QUEIROZ, Fernanda Paula; STEEL, Caroline Joy. Biscoitos de polvilho azedo enriquecidos com fibras solúveis e insolúveis. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, supl., p. 184-191, 2008. DOI: 10.1590/S0101-20612008000500029.

MOTA, João; MOURA-ALVES, Márcio; TEIXEIRA, Ana Francisca; NÓBREGA, Rafaela; LAMEIRÃO, Diogo; GONÇALVES, Carla. From cheese whey to functional ingredients: upcycling whey proteins for cardiovascular and immunomodulatory health—evidence mapping and perspectives from Portugal. *Foods*, v. 15, n. 5, 908, 2026. DOI: 10.3390/foods15050908.

PIRES, Arona Figueroa; MARNOTES, Natalí Garcia; RUBIO, Olga Díaz; GARCIA, Angel Cobos; PEREIRA, Carlos Dias. Dairy by-products: a review on the valorization of whey and second cheese whey. *Foods*, v. 10, n. 5, 1067, 2021. DOI: 10.3390/foods10051067.

ZHU, Lijia; SNIDER, Luke; VU, Thanh Hien; DESAM, Gnana Prasuna; HERALD, Tomas J.; DOGAN, Hulya; KHALED, Alfadhl Y.; ADEDEJI, Akinbode A.; ALAVI, Sajid. Effect of whey protein concentrate on rheological properties of gluten-free doughs and their performance in cookie applications. *Sustainability*, v. 15, n. 13, 10170, 2023. DOI: 10.3390/su151310170.