

Secagem de proteína do soro do queijo em secador de leite de jorro convencional: uma alternativa de proteção ambiental

Autoras:

Táisa Kelly Pereira da Silva

Bacharela em Nutrição, especialista em Nutrição Clínica e Funcional. Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA - UFPB, João Pessoa

Karina Lígia Pereira da Silva

Bacharela em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

DOI: 10.58203/Licuri.21719

Como citar este capítulo:

SILVA, Táisa Kelly Pereira; SILVA, Karina Lígia Pereira. Secagem de proteína do soro do queijo em secador de leite de jorro convencional: uma alternativa de proteção ambiental. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Desafios globais, soluções locais: Avanços em Ciências Agrárias e Ambientais**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 84-92.

ISBN: 978-65-85562-17-1

Resumo

A proteína do soro do queijo, conhecida também pela população como soro do leite, teve sua demanda crescente na indústria de alimentos em decorrência do seu considerável valor nutricional rico em todos os aminoácidos essenciais (triptofano, fenilalanina, leucina, valina, isoleucina, lisina, treonina, metionina e histidina) e de cadeia ramificada (Branched-Chain Amino Acids - BCAA: valina, leucina e isoleucina), lipídeos, sais minerais e vitaminas do complexo B. Essa pesquisa teve como objetivo secar o aglomerado proteico obtido a partir do soro de queijo em secador de leite de jorro convencional, visando seu aproveitamento como fonte proteica em alimento. Tal processo ainda reduz a carga poluidora que seria lançada ao meio ambiente, proporcionando um benefício duplo. O soro de queijo foi fornecido por uma indústria de laticínios do município de Caturité - PB. Os melhores resultados obtidos durante os experimentos, foram para uma altura de leite igual a 11,5 cm, vazão do ar de entrada igual a 2,4 m³/h, 2% de aglomerado proteico alimentado em relação à quantidade de inerte utilizado e temperatura de 40°C. O processo de secagem do aglomerado proteico em leite de jorro convencional, apesar de não apresentar altos valores de rendimento para as condições estudadas, pode ser otimizado e assim ter sua eficiência melhorada. Logo pode ser usado como alternativa para secagem do aglomerado proteico em estudo.

Palavras-chave: Soro do leite. Valor nutricional. Poluição ambiental. Indústria de laticínios.

INTRODUÇÃO

A secagem é uma técnica antiga de conservação de alimentos que consiste em remoção de água ou qualquer outro líquido do alimento na forma de vapor para o ar não saturado. É uma operação industrial largamente utilizada e, por isso, está em constante aperfeiçoamento proporcionando melhorias na conservação e menor tempo de processamento dos alimentos, visto que diminui o potencial deteriorante dos mesmos durante o período de armazenagem; diminui o custo com transporte e facilita a padronização dos produtos. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA, limita em 25 % de teor de água nos alimentos (CARVALHO, 2020; ALVES et al., 2014).

O secador de leite de jorro é caracterizado por promover um contato fluido-sólido bastante intenso, ocasionando altas taxas de transferência de calor e massa. Apresenta baixo custo de implantação e tem mostrado ser uma ótima alternativa a secagem de pastas e suspensões, produzindo produtos em pó de alta qualidade. O mesmo vem sendo bastante usado no Brasil, para a obtenção de produtos químicos, farmacêuticos e alimentícios desde décadas passadas até os dias atuais (MACHADO, 2015; SANTOS et al., 2016).

O soro de queijo é portador dos mais valiosos nutrientes do leite do ponto de vista qualitativo; é composto de lactose, proteínas, gordura, ácido láctico, sais minerais e vitaminas. A superioridade nutricional das proteínas do soro, em relação às outras proteínas para nutrição humana, vem sendo estabelecida através de vários pesquisadores e se deve fundamentalmente ao perfil de aminoácidos presentes no soro que supera as doses diárias mínimas de nutrientes recomendáveis pela FAO/WHO, tanto para crianças como para adultos (LOPES; GUIMARÃES; RIBEIRO, 2023; KOMEROSKI, 2019).

Cada vez mais a legislação ambiental exige das indústrias de laticínios um plano de tratamento ou reaproveitamento deste soro. Acredita-se que aproximadamente 50% de todo o soro líquido produzido não é aproveitado, sendo este número ainda maior se forem consideradas as micro e pequenas empresas. O leite de jorro, por ser um equipamento eficiente e de baixo custo, pode ser uma alternativa para secagem do soro de queijo, agregando valor e reduzindo os riscos de contaminação pelo produto ao meio ambiente (CASTRO, 2018).

Nesta pesquisa foi estudado o desempenho de um secador de leite de jorro convencional na secagem de proteína proveniente do soro de queijo. A albumina e a globulina, proteínas presentes no soro, têm funções vitais para os organismos, atuando de forma versátil, ou seja, assumindo diversificadas funções tais como: estrutura dos tecidos; agentes reguladores da atividade biológica; resultam em hormônios; combatem os agentes estranhos ao organismo; servem como fonte de aminoácidos.

Logo, essa pesquisa visou aplicar a técnica de secagem para conservar a proteína do soro de queijo a partir da remoção de água, visando a redução dos riscos de contaminação pelo produto ao meio ambiente

METODOLOGIA

Tratou-se de uma pesquisa experimental de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), em parceria com o laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande - PB, em associação com uma revisão integrativa da literatura sobre aproveitamento dos concentrados proteicos do soro do queijo para diminuição da poluição ambiental.

Obtenção da proteína do soro

O soro foi cedido por uma indústria de laticínios do município de Caturité - PB. A precipitação ocorreu em duas etapas: tratamento térmico e ajuste do pH. O soro foi aquecido até 95°C por injeção direta de calor e mantido por 4 minutos nesta temperatura. Em seguida introduz-se 5% (do volume de soro) de ácido orgânico, provocando a queda de pH, ajustando-o para 4,5 (para precipitação ácida no pH isoelétrico). O soro foi resfriado gradativamente até 40°C, ocorrendo a precipitação do aglomerado proteico. Após vinte e quatro horas de repouso, o aglomerado proteico precipitado foi separado do soro por filtração, ficando com umidade em base seca por volta de 80%.

Secagem da proteína

Foi utilizado um secador do tipo leite de jorro convencional, constituído de uma base cônica de acrílico, com ângulo interno de 60°, acoplada a uma coluna cilíndrica

também em acrílico, com diâmetro interno de 15 cm e 44 cm de altura. O ar de secagem foi fornecido ao sistema por um compressor e aquecido por um conjunto de resistências. A vazão do ar na entrada foi medida por um rotâmetro controlada por uma válvula. A suspensão contendo a proteína do soro do queijo foi transportada por gravidade até o interior do secador.

Para os ensaios preliminares, foram realizados experimentos apenas com o inerte a ser utilizado na secagem, o poliestireno de baixa densidade, o qual foi escolhido baseado em resultados anteriores, e por se tratar de um material aprovado para uso com alimentos.

Para os experimentos de forma geral, já envolvendo a proteína a metodologia foi a seguinte:

- Empacotamento da coluna do secador com uma quantidade de inerte equivalente a altura do leito desejada.
- Acionamento do soprador e ajuste da velocidade do ar requerida.
- Pré-aquecimento do sistema com o inerte nas condições operacionais selecionadas.
- Tomadas de dados de temperatura na entrada e na saída da coluna.
- Medida da altura da fonte do jorro estável.
- Alimentação da proteína do soro de queijo, pela parte superior do secador.
- Acompanhamento da secagem com tomadas de dados de temperatura em intervalos regulares.
- Na maioria dos experimentos, foram realizadas três alimentações intermitentes a cada 20 minutos de secagem. A última alimentação teve o período de secagem de 30 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da Tabela 1 foram obtidos a partir de ensaios preliminares com o leito contendo apenas o material inerte (poliestireno). Para este estudo foi considerado o efeito da altura do leito, a vazão do gás; a quantidade de aglomerado protéico e a

temperatura do gás de entrada sobre o rendimento do pó obtido.

Tabela 1. Vazão de jorro mínimo obtidos para o leito de jorro apenas com material inerte.

Altura do leito (cm)	Vazão de Jorro Mínimo (m ³ /h)
7,5	10
9,5	25
11,5	40

A vazão do jorro mínimo é definida como o jorro que ocorre com menor velocidade superficial do qual o jorro ainda existe.

Ensaio variando a altura do leito de inertes

Para esses ensaios, foi mantida a temperatura do gás de entrada igual a 40°C e vazão do gás igual a 2,4 vezes a vazão de jorro mínimo para cada condição e a quantidade de aglomerado protéico foi igual a 2,0% da quantidade de inerte referente a cada altura estudada, ou seja, $T = 40^\circ\text{C}$, $Q = 2,4Q_{jm}$ e $m_p = 0,02m_i$. Os resultados para umidade do pó obtido e rendimento relacionado às alturas do leito iguais a 7,5 cm (região cônica), 9,5cm e 11,5cm (região cilíndrica), estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Efeito da altura do leito de inertes na secagem de aglomerado proteico de queijo.

Condições: $T=40^\circ\text{C}$; $Q/Q_{jm} = 2,4$; $m_p/m_i = 2,0\%$		
Altura do Leito (cm)	Umidade do pó em base seca (%)	Rendimento em base seca (%)
7,5	4,56	16,4
9,5	5	33
11,5	9	37

Os resultados obtidos mostraram que a melhor altura do leito foi a de 11,5 cm, na região cilíndrica, apresentado uma boa circulação de sólidos e um pó com umidade em base seca igual a 9% e rendimento em base seca de 37%.

Ensaio variando a vazão de entrada do gás

Foram mantidas constantes a temperatura e escolhida a altura do leite de 11,5 cm por apresentar melhor rendimento dentre as estudadas. A quantidade de aglomerado protéico obedeceu a relação $mp/mi = 2,0\%$. A vazão do gás de secagem variou de acordo com a relação Q/Q_{jm} estudada. Os resultados dos experimentos estão na Tabela 3.

Tabela 3. Efeito da vazão do gás de secagem (Q) na umidade e no rendimento do pó obtido a partir da aglomerado protéico de queijo em leite de jorro convencional.

Condições: H = 11,5 cm; T = 40 °C; $mp/mi = 2,0\%$		
Q/Q _{jm} (m ³ /h)	Umidade do pó em base seca (%)	Rendimento em base seca (%)
1,5	10,6	22,7
1,9	10,2	31,4
2,4	9	37

Pode-se observar que a vazão que apresenta os resultados mais satisfatórios foi a de 2,4 m³/h.

Ensaio variando a quantidade de aglomerado proteico alimentada

A partir dos experimentos anteriores, procurando as melhores condições operacionais, foram selecionadas as seguintes condições: H = 11,5 cm; $Q/Q_{jm} = 2,4$ m³/h e T = 40 °C. Nestas condições foram realizados experimentos variando a quantidade de aglomerado protéico por alimentação, mantendo três alimentações com o mesmo tempo de secagem, 20 minutos para cada alimentação, sendo 30 minutos a alimentação final. Os resultados obtidos para variação da quantidade de proteína alimentada, dada pela relação $mp/mi = 2\%$, estão na Tabela 4.

A melhor relação de aglomerado protéico foi de 2,0%. A relação de 3,0%, apesar de apresentar um rendimento próximo a de 2,0%, apresenta uma alta umidade em base seca, inviabilizando sua utilização.

Tabela 4. Efeito da quantidade de aglomerado protéico na umidade e no rendimento do pó obtido a partir da aglomerado protéico de queijo em leito de jorro convencional.

Condições: H = 11,5 cm; T = 40 °C; Q/Q _{jm} =2,4 m ³ /h		
mp/mi (%)	Umidade do pó em base seca (%)	Rendimento em base seca (%)
1,2	4,9	18
2,0	9	37
3,0	11,3	35

Ensaio variando a temperatura de entrada do ar de secagem

Foram realizados ensaios variando a temperatura de entrada do ar de secagem, usando como condições fixas, a vazão de entrada do ar, Q/Q_{jm}=2,4 m³/h; altura do leito H = 11,5 cm e relação mp/mi =2,0%. Os resultados obtidos estão na Tabela 5.

Tabela 5. Efeito da temperatura de entrada do ar de secagem na umidade, no rendimento e no percentual de proteína total no pó obtido a partir da aglomerado protéico de queijo em leito de jorro convencional.

Condições: H = 11,5 cm; Q/Q _{jm} =2,4 m ³ /h; mp/mi =2,0%		
T °C	Umidade do pó em base seca (%)	Rendimento em base seca (%)
40	9	37
45	5,9	24,7
50	2,8	18,6

Quando se aumenta a temperatura de entrada do gás, pode-se observar que a umidade do pó em base seca e o rendimento são reduzidos. Com uma temperatura de 40 °C obtivemos a maior umidade de pó em base seca (9%), o maior rendimento (37%) e a maior percentagem de proteína total (38,21%). Em todos os experimentos, a aparência do pó obtido é de aspecto e textura agradáveis.

De forma geral, os resultados mostraram que o leite de jorro pode ser uma alternativa para a secagem da proteína resultante do soro do queijo, podendo ser usado para redução da poluição ambiental, gerada pela descarga do soro em corpos d'água, e também pelo aproveitamento da proteína que serve de fonte protéica a ser adicionada a farinhas, bolos, biscoitos e outros artigos do gênero.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As proteínas do soro de queijo têm interessado a indústria láctea uma vez que apresentam alta qualidade nutricional com propriedades funcionais únicas em seu estado nativo. A recuperação das proteínas do soro, além de ser importante por agregar valor (econômico, nutricional e funcional) a esse resíduo da indústria de laticínio, tem o relevante papel de preservar a qualidade do meio ambiente. Essas constatações e a consideração de ser o soro um subproduto da indústria láctea brasileira ainda sem aproveitamento expressivo, evidenciam um campo de pesquisa promissor quanto a significativas contribuições científicas, econômicas e sociais.

O soro de queijo deve ser definitivamente desmistificado como rejeito: assim como na indústria da soja onde, no passado o óleo era o principal produto e hoje a torta (proteína) é o produto principal e o óleo um subproduto, os mais modernos já consideram nos Estados Unidos, que o queijo era um subproduto da indústria de soro de leite. Sendo assim, o soro de queijo constitui subproduto promissor para utilização na indústria de alimentos em diversos segmentos, merecendo estudos adicionais para esclarecer melhor suas propriedades.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. P., et al. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, V.69, n.3, 212-226, 2014. DOI: 10.14295/2238-6416.v69i3.341. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/viewFile/341/316>>. Acesso em: 03 ago. 2023.

CARVALHO, A. S. *Valorização da proteína do soro da indústria de queijo pela produção de micropartículas de hidrogéis*. Curitiba, PR, 2020. 94p. Dissertação de

Engenharia de Alimentos - Centro de Tecnologia, UFPR, 2020. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/68947/R%20-%20D%20-%20ANDRESA%20SOUSA%20CARVALHO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 03 ago. 2023.

CASTRO, L. E. N. **Projeto industrial: reaproveitamento de soro de leite para produção de vinagre dentro de um laticínio**. Jandaia do Sul, PR, 2018. 155p. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Alimentos - Centro de Tecnologia, UFPR, 2018. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/68764/LUIZ%20NOCHI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 05 ago. 2023.

KOMEROSKI, M. R. **Efeito da incorporação de proteínas do soro do leite na qualidade de produtos de panificação como alternativa para celíacos**. Porto Alegre, RS, 2019. 115p. Dissertação de Alimentação, Nutrição e Saúde - Faculdade de Medicina, UFRS, 2019. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/202561/001102386.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 04 ago. 2023.

LOPES, E. T. S. V.; GUIMARÃES, D. G. F.; RIBEIRO, L. F. Soro de leite: de subproduto a coproduto nas indústrias de laticínios. *Revista GeTec*, Monte Carmelo-MG, V.12, n.40, 110-114, 2023. Disponível em: <<https://www.revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/3082>>. Acesso em: 04 ago. 2023.

MACHADO, I. P. **Avaliação térmica e desempenho do processo de secagem de misturas de graviola e leite em secador de leite de jorro**. Natal, RN, 2015. 100p. Dissertação de Engenharia Química - Centro de Tecnologia, UFRN, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/19691/1/IzadoraPereiraMachado_DISSERT.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2023.

SANTOS, J. T. S., et al. Secagem de alimentos em leite de jorro sob a ótica da análise de patentes. *ISTI*, Aracaju-SE, V.3, n.1, 186-191, 2016. DOI: 10.7198/S2318-3403201600030024. Disponível em: <<https://www.api.org.br/conferences/index.php/ISTI2016/ISTI2016/paper/viewFile/78/24>>. Acesso em: 03 ago. 2023.