

27 A 29 DE OUTUBRO DE 2020



ON LINE

7º Simpósio de
Segurança Alimentar

Inovação com sustentabilidade

OBTENÇÃO DE XAROPES POR PROCESSOS DE CONCENTRAÇÃO E HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DA LACTOSE DO PERMEADO DE SORO DE LEITE

C.M. Endres¹, B. Seguenka², S. S. Fortuna³, M.S. Silveira⁴, V.B. Brião⁵, V.M. Rodrigues⁶

1-Departamento de Ciências dos Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CEP: 91501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil, Telefone: 55 (51) 3308-6684 – Fax: 55 (51) 3308-7048 – e-mail: (creciana.maria@gmail.com)

2- Departamento de Ciências dos Alimentos - Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – CEP: 99052-900 – Passo Fundo – RS – Brasil, Telefone: 55 (54) 3316-8100 – Fax: 55 (54) 3311 1307 - e-mail: (brunaseguenka@hotmail.com)

3 - Departamento de Ciências dos Alimentos - Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – CEP: 99052-900 – Passo Fundo – RS – Brasil, Telefone: 55 (54) 3316-8100 – Fax: 55 (54) 3311 1307 - e-mail: (sandrinislongo@outlook.com)

4 - Faculdade SENAI Chapecó. Serviço - Nacional de Aprendizagem Industrial de Santa Catarina - Graduação Tecnológica em Alimentos - CEP: 89803-800 – Chapecó – SC – Brasil, Telefone: (49) 3321-7300 e-mail: (maristela.silveira@edu.sc.senai.br)

5- Departamento de Ciências dos Alimentos - Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – CEP: 99052-900 – Passo Fundo – RS – Brasil, Telefone: 55 (54) 3316-8100 – Fax: 55 (54) 3311 1307 - e-mail: (vandre@upf.br)

6- Departamento de Ciências dos Alimentos - Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – CEP: 99052-900 – Passo Fundo – RS – Brasil, Telefone: 55 (54) 3316-8100 – Fax: 55 (54) 3311 1307 - e-mail: (veramro@upf.br)

RESUMO – O objetivo do estudo foi obter um xarope por processos de concentração e hidrólise enzimática da lactose do permeado do soro de leite. No processo de produção de concentrado protéico, tem-se a origem de um subproduto que é o permeado, rico em lactose e sais, possibilitando a elaboração de um xarope de açúcares com potencial aplicação em produtos alimentícios. A elaboração do xarope ocorreu por processo de tratamento da lactose concentrada, por meio de hidrólise enzimática (concentração 0,1 % (v/v)). Os resultados demonstraram teor de hidrólise adequado (< 0,1 %), considerado um produto com baixo teor de lactose, benéfico à população que apresenta intolerância. Esse xarope com alto poder adoçante e qualidades tecnológicas desejáveis como viscosidade e solubilidade em água pode ser aplicado na produção de alimentos diferenciados na substituição da sacarose, trazendo alternativas de reutilização do subproduto permeado da ultrafiltração, tornando-se uma alternativa viável para o setor lácteo.

ABSTRACT – The objective of the study was to obtain a syrup by means of enzymatic concentration and hydrolysis of lactose from whey permeate. In the production process of protein concentrate, there is the origin of a by-product which is permeate, rich in lactose and salts, enabling the preparation of a sugar syrup with potential

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



www.officeeventos.com.br



application in food products. The preparation of the syrup was carried out by the concentrated lactose treatment process, by means of enzymatic hydrolysis (concentration 0.1% (v / v)). The results showed an adequate hydrolysis content (<0.1%), considered a product with low lactose content, beneficial to the population that has intolerance. This syrup with high sweetening power and desirable technological qualities such as viscosity and water solubility can be applied in the production of differentiated foods in the substitution of sucrose, bringing alternatives for reusing the permeated by-product of ultrafiltration, making it a viable alternative for the dairy sector.

PALAVRAS-CHAVE: Subproduto; Hidrólise; Indústria Láctea.

KEYWORDS: By-product; Hydrolysis; Dairy Industry.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de laticínios encontra-se em constante crescimento no Brasil e com isso ocorre o aumento da produção de soro de leite. Em 2017 a indústria láctea gerou 2,7 milhões de toneladas de soro (Silva et al., 2017). Grande parte deste subproduto é destinado à alimentação animal ou descartado de forma indevida. Com isso surge a necessidade e a oportunidade de otimizar esse subproduto rico em proteína e lactose. Novas alternativas estão sendo estudadas, como por exemplo, a separação, dos componentes presentes neste fluido, por membranas. Esse processo possibilita a recuperação e a concentração das proteínas do soro, para a obtenção de *whey protein* (Baldasso, 2008).

A separação dos constituintes do soro de leite, pela tecnologia de separação por membranas, apresenta resultados positivos quanto a separação, concentração e purificação dos constituintes. O soro submetido ao processo de ultrafiltração, permite a recuperação das proteínas e, a corrente que permeia a membrana de ultrafiltração, denominada de permeado da ultrafiltração, permite a recuperação de lactose e dos sais. Para concentrar e purificar este permeado, ele é submetido ao processo de nanofiltração seguida de dialise, originando a lactose concentrada, com possível aplicação em formulações alimentícias, como em produtos panificados e balas, além de ser utilizada, quando pura, pela indústria farmacêutica (Baldasso et al., 2011; Faedo et al., 2013, Almeida et al., 2015; Souza et al., 2010).

A lactose concentrada, obtida por processos de concentração, ainda apresenta pouca aplicação industrial. Portanto, processos de hidrólise deste dissacarídeo, são capazes de gerar produtos de maior valor agregado. O processo de hidrólise e concentração desses açúcares representa um processo tecnológico rentável para a indústria alimentícia, pois possibilita a elaboração de xaropes com alto poder adoçante, está pode substituir a sacarose usualmente empregada em alimentos. Diante disso, o objetivo do trabalho foi obter xaropes por processos de concentração e hidrólise enzimática da lactose do permeado do soro de leite.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O soro de leite líquido desnatado e pasteurizado foi cedido pela empresa Relat de Estação/RS. Este foi transportado sob refrigeração (0 °C) em embalagens plásticas térmicas até a Universidade de Passo Fundo, sem sofrer aquecimento. Ao chegar ao laboratório foi mantido sob refrigeração (0 °C) e após foi submetido a separação dos seus constituintes por processos de separação por membranas.



2.1 Produção da lactose concentrada

O soro de leite foi processado através das operações de ultrafiltração, dando origem ao permeado da ultrafiltração (UF). O permeado da UF foi processado pelas etapas combinadas de nanofiltração (NF) e diálise (DF) com objetivo de originar a lactose concentrada (LC). A ultrafiltração foi necessária para separar as proteínas de maior peso molecular e originar uma corrente líquida, o permeado, que era uma solução rica em lactose e sais, mas com baixo teor de proteína, este de interesse para nosso estudo.

Os sais presentes na solução de lactose foram separados da lactose pela operação de nanofiltração, permeando o sódio e o potássio e concentrando a lactose, tendo como retido da membrana, uma solução rica em lactose e alguns sais residuais. Para retirada dos sais remanescentes da solução de lactose realizou-se a operação de diálise, obtendo-se uma solução concentrada em lactose, aqui denominado de lactose concentrada (LC), que foi utilizado como matéria prima nos experimentos deste trabalho.

2.2 Tratamento da lactose concentrada

A lactose concentrada foi armazenada em embalagens plásticas hermeticamente fechadas, submetidas ao congelamento lento (-18 °C) em freezer, até o momento dos experimentos, não ultrapassando o período de seis meses de estocagem. Antes do congelamento uma amostragem foi retirada para a realização de análises físico-químicas afim de realizar sua caracterização, através da metodologia de Espectroscopia no infravermelho próximo (FTIR), baseado na legislação Internacional Standard 141 IDF (2013), determinando-se gordura, proteínas, lactose, sólidos totais, sólidos solúveis e pH.

No momento dos experimentos, a lactose concentrada foi previamente descongelada em refrigerador a 4°C. Posteriormente foi aquecida a 35 °C em chapa aquecedora, sob leve agitação para completa solubilização dos sólidos que foram precipitados pelo processo de congelamento. Após, foi filtrado em papel qualitativo para remoção do material precipitado. O filtrado foi novamente tratado termicamente a 80 °C, em chapa aquecedora por 20 min, para desnaturação e precipitação das proteínas residuais e após, foi centrifugado a 3000 rpm por 20 min., em centrífuga de tubos (Presvac) para completa separação do precipitado. O precipitado foi descartado e o líquido translúcido utilizado. A lactose concentrada foi caracterizada quanto ao teor de lactose, gordura, proteínas, sólidos totais, sólidos solúveis e pH pela metodologia de Espectroscopia no infravermelho próximo (FTIR).

2.3 Obtenção do xarope

A hidrólise da lactose concentrada foi realizada com o uso da enzima β -galactosidase na concentração de 0,1 % (v/v), em erlenmeyers contendo 200 mL de xarope de lactose cuja temperatura foi ajustada e mantida constante em 37 °C utilizando banho-maria dotado de sistema de agitação (Tecnal TE-0532) a 200 rpm por 4 horas. O pH do meio reacional foi ajustado em 6,6 através de uma solução de hidróxido de potássio (1 mol.L⁻¹).

O xarope hidrolisado foi posteriormente concentrado para reduzir o teor de água. A concentração do xarope hidrolisado foi realizada em evaporador rotativo (Fisatom-801), até obter um xarope com teor de sólidos próximos de 80 °Brix. O aumento do teor de sólidos totais do xarope foi acompanhado utilizando refratômetro digital (Atago) devidamente calibrado. A temperatura do banho de aquecimento no evaporador rotativo foi de 90 °C, vácuo de 500 mmHg e tempo de concentração em torno de três horas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lactose concentrada obtida preliminarmente por processos de separação por membranas, apresentou uma separação de fases, gerando certa quantidade de precipitado de cor esbranquiçado. A origem deste precipitado pode estar associada à desnaturação das proteínas remanescentes no processo de separação por membranas e

devido ao aquecimento aplicado a lactose concentrada. A retirada destes sólidos foi importante para evitar arenosidade no produto final.

3.1 Caracterização da lactose concentrada

A Tabela 1 apresenta a caracterização da lactose concentrada por meio do processo de separação por membranas, antes e após o tratamento.

Tabela 1 - Caracterização lactose concentrada antes e após o tratamento

| Análise | Lactose Concentrada Antes do tratamento | Lactose Concentrada Após o tratamento |
|-------------------------|--|--|
| | Média±desvio padrão | Média±desvio padrão |
| Lactose (%) | 12,94±0,10 ^a | 12,30±0,04 ^b |
| Lípidios (%) | 0,14±0,02 ^a | 0,07±0,01 ^b |
| Sólidos Totais (%) | 14,62±0,06 ^a | 14,17±0,02 ^b |
| Proteína (%) | 0,63±0,0 ^a | 0,61±0,0 ^b |
| Sólidos Solúveis (Brix) | 15,2±0,00 ^a | 15,2±0,00 ^a |
| pH | 5,2±0,00 ^a | 5,2±0,00 ^a |

Os resultados expressam a média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo Teste Tukey (P > 0,05)

Mantiveram-se constantes os teores de sólidos solúveis e pH. Para os demais parâmetros observa-se que uma leve redução em alguns parâmetros após o tratamento, principalmente para a gordura que foi reduzida após as etapas de centrifugação e filtração. Foi observado um residual de sódio nas amostras, isso ocorreu porque o sódio tem capacidade de permear na membrana de NF, sabe-se que neste processo não é possível reduzir 100 % do sódio, no produto. Segundo Salehi (2014) a permeação máxima de íons monovalentes pela membrana de NF é de 80 %, além disso, essa quantidade de sais torna um produto com características importantes, pois pode ser aplicado em alimentos, tornando-o com valor nutricional superior (Cuartas-uribe et al., 2009). Esse resultados corroboram com os da literatura (Andrade, et al.2013).

Através desta caracterização foi possível verificar a alta concentração de lactose, o que já era esperado devido o processo tecnológico utilizado, justificando sua utilização para a elaboração de um xarope.

3.2 Caracterização do xarope

A Tabela 2 apresenta a caracterização do xarope

Tabela 1 - Caracterização do xarope



| Análise | Média±DP |
|----------------------|--------------|
| Umidade (%) | 12,41± 0,33 |
| Proteína (%) | 0,48± 0,04 |
| Cinzas (%) | 1,16± 0,00 |
| Carboidratos (%) | 85,95± 0,38 |
| Calorias (kcal/100g) | 345,72± 1,35 |
| Acidez (°D) | 10,41±0,34 |
| pH | 6,7± 0,00 |
| EST* (%) | 87,59± 0,33 |
| ESD** (%) | 87,59± 0,33 |
| Sódio (mg/L) | 2600± 0,00 |

O xarope obtido a partir do processo de hidrólise e concentração da de lactose, obteve-se um teor de hidrólise adequado (< 0,1 %). Escobar et al., (2014) estudou a hidrólise no permeado de soro diluído com teor de lactose de 5%, e obteve uma hidrólise de 95 % da lactose, essa diferença pode estar associada ao tempo e temperatura utilizados na hidrólise e as características de cada produto. O xarope apresentou alto teor de sólidos, baixa umidade e um pequeno residual de proteína. Esta proteína é remanescente das etapas de separação de membranas que não retiveram totalmente as proteínas e sugere-se que sejam proteínas de menor massa molar.

Duarte (2010) caracterizou o mel comercial Karo®, que apresentou pH de 4,05 e sólidos solúveis de 80 °Brix, sendo diferente do encontrado no presente estudo, estas diferenças se referem às matérias primas utilizadas. O xarope atendeu os requisitos exigidos pela Legislação vigente para a classe de alimentos “Xaropes e Produtos de Confeitaria”, sendo que apresentou ausência para salmonella e <1 UFC/g para coliformes a 45°C. Estes resultados demonstram que as condições de segurança e higiene foram seguidas e atendidas durante o processo de produção do xarope hidrolisado e concentrado.

4. CONCLUSÃO

O processo experimental sugerido para obtenção do xarope, poderá ser reproduzido em escala industrial, trazendo rentabilidade a indústria e aplicabilidade no desenvolvimento de novos produtos. O processo de hidrólise é uma alternativa para redução do teor de lactose no produto, podendo ser aplicado a alimentos que fazem parte de dietas com restrições a lactose. Além disso, o xarope pode ser aplicado em formulações, como substituto da sacarose, tendo em vista que está previsto uma redução gradual de 144,6 mil toneladas de sacarose no setor alimentício, até 2022.

Este estudo permitiu visualizar a agregação de valor ao subproduto lácteo, aplicação deste na indústria alimentícia, bem como competitividade da indústria.



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, K. E.; Bonassi, I. A.; Roça, R. O. *Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal*. Ciênc. Tecnol. Aliment., v.21, p.187-192, 2001.
- Baldasso, C.; Barros, T. C.; Tessaro, I. C. *Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration*. Desalination, v. 278, n. 1-3, p. 381-386, 2011.
- Brião, V. B.; Magoga, J.; Hemkemeier, M.; Brião, E. B.; Girardelli, L.; Sbeghen, L.; Favaretto, D. P. C. *Reverse osmosis for Desalination of water from the Guarani Aquifer system to produce drinking water in southern Brazil*. Desalination, v. 344, p. 402-411, 2014.
- Carminatti, C. A. *Ensaio de hidrólise enzimática da lactose em reator a membrana utilizada Beta-galactosidase Kluyveromyces lactis*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2001.
- Cuartas-uribe, B.; Alcaina-miranda, M.I.; Soriano-costa, E.; Mendoza-roca, J.A.; Iborra-clar, M.I., Lora-garcía, J. *A study of the separation of lactose from whey ultrafiltration permeate using nanofiltration*. Desalination, v. 241, p. 244-255, 2009.
- Escobar, G. P., Souza, C. F. V., Lehn, D. N., *Avaliação de β -galactosidase livre e imobilizada na hidrólise da lactose do permeado de soro de queijo*. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Centro Universitário UNIVATES. Caderno pedagógico, Lajeado, v. 11, n. 1, p. 117-129, 2014.
- Faedo, R., Brião, V. B., Castoldi, S., Girardelli, L., Milani, A., *Obtenção de leite com baixo teor de lactose por processos de separação por membranas associados à hidrólise enzimática*. Universidade de Passo Fundo, Revista CIATEC – UPF, vol.3, p.p.44-54, 2013.
- Klein, M. P. *Imobilização de β -galactosidase para obtenção de produtos lácteos com baixo teor de lactose*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Rio Grande do Sul/RS 2010.
- Salehi, F. *Current and future applications for nanofiltration technology in the food processing*. Food and Bioproducts Processing, v.92, p.161-177, 2014.
- Silva, R. O.P., Bueno, C. R. F., Sá, P. B. Z. R. *Aspectos relativos à produção de soro de leite no Brasil, 2007-2016*. Informações Econômicas, v. 2, n. 2, 2017.
- Souza, R. R.; Bergamasco, R.; Costa, S. C.; Feng, X.; Faria, S. H. B.; Gimenes, M. L. *Recovery and purification of lactose from whey*. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, v. 49, p. 1137–1143, 2010.