

## SÍNTESE DE LACTULOSE (4-O- $\beta$ -D-galactopiranosil-D-frutose) EM LEITE OVINO PARA ELABORAÇÃO DE LÁCTEOS PREBIÓTICOS <sup>1</sup>

Letícia Knakiewicz<sup>2</sup>, Alexandra Fabíola Becker<sup>3</sup>, Darlene Cavalheiro<sup>4</sup>, Elisandra Rigo<sup>4</sup>, Georgia Ane Raquel Sehn<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Obtenção de ingredientes naturais para aplicação em produtos de origem animal”

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia de Alimentos – UDESC OESTE – PROIP/UDESC

<sup>3</sup> Mestranda do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos – UDESC OESTE

<sup>4</sup> Professora, Departamento de Engenharia Química e de Alimentos, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), UDESC /Oeste

<sup>5</sup> Orientadora, Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química – UDESC OESTE

Os galactooligosacarídeos (GOS) são oligossacarídeos não digeríveis utilizados como ingredientes alimentares prebióticos. O consumo regular destes pode promover o crescimento e o metabolismo de bifidobactérias intestinais, micro-organismos associados a efeitos positivos à saúde. A lactulose (4-O- $\beta$ -D-galactopiranosil- $\beta$ -D-frutofuranose) é sintetizada através da frutose e galactose. A concentração mínima de lactulose indicada em alimentos é de 3 g, sendo que o excesso desta pode tornar o produto laxativo. Para sua produção utilizando o leite é necessário realizar a hidrólise da lactose em glicose e galactose através da  $\beta$ -galactosidase e posteriormente isomerizar a glicose a frutose através da transgalactosilação, com a enzima glicose isomerase. A enzima  $\beta$ -d-galactosidase, em suas formas livre ou imobilizada, tem uma aplicação importante na indústria de alimentos para hidrólise de lactose e síntese de GOS.

O leite é composto por diferentes estruturas químicas como lactose, gordura e proteína, sendo que esses apresentam variação nas diferentes espécies. O leite ovino contém significativamente maior concentração de proteína, caseína, cálcio, gordura, lactose, ácido linolênico conjugado e vitaminas, em comparação ao leite bovino. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a síntese de lactulose em leite ovino, para posterior aplicação na produção de lácteos prebióticos com teor reduzido de lactose. Neste sentido foram utilizadas para reação as enzimas  $\beta$ -galactosidase de *Kluyveromyces lactis* (EC 3.2.1.23) imobilizada em quitosana ativada com genipina, e a glicose isomerase comercialmente imobilizada.

A síntese da lactulose no leite foi realizada em três etapas: (a) adição da enzima  $\beta$ -galactosidase imobilizada, aprisionada em tela com espessura de 0,15 mm e 40 mesh, para a hidrólise da lactose a  $10 \pm 1$  °C até cerca de 60% de hidrólise; (b) adição da enzima glicose isomerase também aprisionada, para realizar a isomerização da glicose obtida pela hidrólise da lactose a  $8 \pm 1$  °C; (c) transgalactosilação da frutose e galactose para síntese da lactulose. Para análise do processo de síntese foi avaliado a concentração de glicose e lactulose.

A síntese da lactulose é um processo no qual distintos parâmetros podem influenciar na concentração gerada em um determinado tempo. Sínteses por via enzimática são complexas e menos rentáveis em comparação aos processos químicos, apesar de que a principal diferença está nos compostos secundários formados por essas duas vias. A Tabela 1 apresenta a porcentagem de hidrólise do leite e posterior síntese da lactulose no leite ovino integral.

**Tabela.1** – Determinação da síntese enzimática da lactulose através da variação da concentração da enzima glicose isomerase em 34 h da hidrólise a 10 °C, e síntese por 36 h a 8 °C, ambas com agitação de 200 rpm.

Leite	Tempo /temperatura	Concentração LA (g.100 mL de leite <sup>-1</sup> )	% Hidrólise	Tempo /temperatura	Concentração GI (g.100 mL de leite <sup>-1</sup> )	LU (g.L <sup>-1</sup> )
LOI	34 h/10 °C	0,457	60,69±1,04	36 h/ 8 °C	0,5	0,16±0,05 <sup>a</sup>
		0,457	62,06±1,39		1,7	0,25±0,05 <sup>a</sup>

Média ± desvio padrão. Valores seguidos da mesma letra minúscula, na coluna, não apresentam diferença significativa ao nível de confiança de 95% (p<0,05). Leite ovino integral (LOI), β-galactosidase (LA), glicose isomerase (GI), lactulose (LU). Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

A utilização do LOI com maiores concentrações de enzima (1,7 g GI.100 mL de leite<sup>-1</sup>) não influenciou na síntese da lactulose, considerando não haver diferença significativa (p<0,05). Com isso, devido os custos envolvidos no processo a síntese da lactulose é viável em termos econômicos e rentáveis utilizando-se de 0,5 g GI.100 mL de leite<sup>-1</sup>. O leite ovino integral tem relevância devido a sua elevada bioatividade por parte da gordura, principalmente devido a importância de seus ácidos graxos.

Estudos indicam que temperaturas superiores daquelas utilizadas neste trabalho resultaram em maiores teores de lactulose. Porém, caso o produto para aplicação desta seja o iogurte, a síntese deve ser feita *in loco* permanecendo assim a lactulose sintetizada no meio.

Outra situação encontrada nesse estudo foi o fato da lactose presente neste meio (leite) ser de baixa concentração se comparada a outros pré-selecionados para maiores valores de síntese. Um exemplo é o soro de leite, que em sua composição possui alto teor de lactose, baixo teor de gordura e tem apresentado bons resultados quanto a obtenção de lactulose via enzimática, com parâmetros de processo diferenciados aos aplicados neste estudo (temperatura e tempo). O leite ovino integral mostrou-se uma matéria-prima promissora para obtenção da lactulose (via enzimática), entretanto, estudos visando a aplicação da lactulose em produtos lácteos ainda são necessários.

**Palavras-chave:** Galactooligosacarídeos. Lactose. Enzima imobilizada.

**Agradecimentos:** A FAPESC pelo financiamento parcial (Termo de outorga 2019TR648) e a ICL Brasil.