

Área: Engenharia de alimentos

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA CONCENTRAÇÃO DE LEITE POR OSMOSE INVERSA

Giordana Demaman Arend*, Suelen Muhl Castoldi, Vandr e Barbosa Bri o

*Laborat rio de Opera es Unit rias, Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia e
Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS*

**E-mail: giordana_eng@hotmail.com*

RESUMO – O processo tradicional de concentra o pode ser definido como um processo de evapora o, onde   realizada a retirada de umidade de um produto. Sabe-se tamb m que, para que ocorra a retirada de  gua do produto tem-se custos com energia el trica e vapor, sendo necess rios 64,34 Kg de vapor para a produ o de 100 Kg de leite concentrado a um custo de vapor de 44,64 R\$/tonelada. Por ser um processo com custo elevado e pass vel de causar danos ao produto, j  que no processo de evapora o utilizam-se altas temperaturas de maneira a se obter o produto final desejado, tem-se buscado alternativas que possibilitem a substitui o do m todo de concentra o tradicional. O processo de separa o por membranas vem sendo ent o utilizado nas ind strias com a finalidade de separar, purificar ou concentrar determinados componentes da mistura de interesse. O processo apresenta uma seletividade inerente ao processo, onde em algumas situa es a separa o por membranas se apresenta como  nica alternativa para o mesmo. Ao mesmo tempo, este   um processo onde, ao contr rio da maioria dos processos de separa o, apresenta a vantagem de ser extremamente simples do ponto de vista operacional.

Palavras-chave: Osmose inversa, concentra o, separa o por membranas.

1 INTRODU O

O uso de leite concentrado para fabrica o de derivados l cteos j  vem sendo estudado h  anos, principalmente com o intuito de redu o de custos. A concentra o do leite aumenta sua densidade, acarretando tamb m no aumento de refra o e na redu o da condutividade t rmica. Quanto menor   a atividade de  gua, maior   a depend ncia relativa da temperatura: mais energia   requerida para eliminar a  gua do produto (WALSTRA; JENNESS, 1984). Estas informa es indicam que   exigida maior energia para a evapora o da  gua e para a obten o do teor final de umidade desejado na produ o do derivado l cteo.

Al m dos custos energ ticos, sabe-se que a temperatura tem uma influencia nas

propriedades físico-químicas do leite e que esta tem sido o enfoque de diversas pesquisas que buscam criar diversas alternativas que minimizem estes danos. Uma alternativa de processamento de leite concentrado consiste na utilização de processos de separação por membrana (PSM). Esse tipo de processo vem surgindo devido a uma série de vantagens inerentes a esta tecnologia, como a economia de energia, seletividade, separação de compostos termolábeis, simplicidade de operação, não requerem aditivos químicos, são sistemas compactos, apresentam a possibilidade de emprego em sistemas contínuos e podem ser combinados com outros processos de separação.

Tem-se por objetivo a concentração do leite em duas diferentes temperaturas através da osmose inversa (OI) e avaliação das qualidades físico-químicas do leite concentrado e no permeado obtidos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para verificar a influência das diferentes temperaturas na concentração do leite por osmose inversa foi utilizado leite desnatado, sendo o experimento realizado em um módulo piloto com membrana de osmose inversa. Duas diferentes temperaturas (20 °C e 45 °C) foram testadas, e avaliou-se as propriedades físico-químicas tanto do permeado e do retido, como também as propriedades do leite de alimentação do equipamento de OI. As variáveis de resposta foram as características do permeado e retido obtidos, quanto aos parâmetros físico-químicos analisados: lactose, sólidos totais, cinzas, proteínas, óleos e graxas, condutividade, pH e °Brix. Além destas, avaliou-se o fluxo permeado e também a colmatção da membrana.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao circularmos o leite desnatado no equipamento piloto de osmose inversa e analisarmos as diferentes frações obtidas de permeado e rejeito, inicial e final, bem como também a alimentação, obteve-se os resultados demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados de Brix, condutividade (Cond.), gordura, pH, lactose, proteínas, sólidos totais (ST) e cinzas para a alimentação, rejeito final e inicial e permeado inicial e final para os experimentos a 45°C e 10 bar (1) e a 20°C E 10 bar (2).

		Alimentação							
Exp.	Rep.	Brix	Cond.	Gordura (mg/L)	pH	Lactose (mg/L)	Proteína (%)	ST (mg/L)	Cinzas (mg/L)
1	1	7,200	6510	0,030	6,80	41800	2,220	77950,00	5850
1	2	8,500	8310	0,030	6,58	59600	2,590	81500,00	5270
2	1	5,300	6250	0,000	6,75	34500	1,520	53100	3995,000
2	2	7,400	9540	0,010	6,65	64900	2,290		
		Rejeito inicial							
1	1	7,900	6450	0,030	6,85	43600	2,470	71200	6205,00
1	2	9,200	9030	0,020	6,73	54300	2,820	89600	7020,00
2	1	5,300	6350	0,030	6,83	32900	1,520	55200	8030
2	2	7,550	8510	0,010	6,53	64300	2,260	69500	6020
		Rejeito final							
1	1	7,900	6960	0,010	6,77	49800	2,360	71800	12850
1	2	9,700	8930	0,020	6,65	54800	2,920	87600	10060
2	1	5,200	6940	0,010	6,58	32000	1,550	52200	7920
2	2	8,000	8225	0,010	6,41	58000	2,520	73500	7490
		Permeado inicial							
1	1	0,000	258,4	0,009	7,09	33,38	0,000		
1	2	0,000	431,8	0,017	6,65	29,22	0,000	0,420	0,280
2	1	0,100	101,3	0,021	6,09	31,72	0,000		
2	2	0,100	386,1	0,033	6,30	25,89	0,000	0,200	0,160
		Permeado final							
1	1	0,000	242,7	0,005	6,59	34,21	0,000		
1	2	0,000	424,8	0,008	6,50	27,56	0,000	0,300	0,240
2	1	0,100	327,9	0,012	6,05	44,20	0,000	0,210	0,150
2	2	0,000	339,6	0,002	6,64	27,55	0,000	0,330	0,170

Ao avaliarmos os resultados obtidos verifica-se que os valores de °Brix, condutividade, gordura, proteínas, lactose, sólidos totais e cinzas totais foram inferiores nos permeados quando em comparação com a alimentação e os rejeitos. Comportamento este

explicado pelo fato que fracionamento realizado pela membrana, resultante da permeabilidade e porosidade da mesma.

Além disso, ao avaliarmos os demais fatores como gordura, pH e cinzas estes tiveram maior presença no permeado quando em comparação com o rejeito, ou mantiveram-se com valores semelhantes em ambas as frações. A alta temperatura (45°C), a que a membrana foi submetida pode ter provocado a colmatação ou *fouling* (acúmulo de material orgânico) na membrana, o que poderia acarretar consequente passagem de alguns componentes por difusão, sendo que então o permeado irá apresentar características indesejáveis como composição química e características físicas.

A rejeição tem um efeito importante na passagem de soluto e solvente através da membrana, onde com o aumento da rejeição resulta em um acréscimo na concentração de soluto. Os valores de rejeições obtidos para os rejeitos e os permeados estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de Rejeição obtidos nas condições experimentais testadas. Valores em percentagem (%).

Experimento	Rep.	Rejeição inicial					
		Gordura	Lactose	Proteína	ST	Cinzas	Cond.
45°C e 10 bar	1	70,000	99,923	100,000	95,787	64,545	95,994
45°C e 10 bar	2	74,000	99,946	100,000	95,313	60,114	95,218
20°C E 10 bar	1	71,333	99,904	100,000	95,290	82,565	96,112
20°C E 10 bar	2	71,200	99,960	100,000	97,122	73,422	95,463
		Rejeição final					
45°C e 10 bar	1	66,667	99,931	100,000	96,518	85,992	96,513
45°C e 10 bar	2	60,000	99,950	100,000	96,575	76,143	95,243
20°C E 10 bar	1	75,000	99,862	100,000	95,977	81,061	95,275
20°C E 10 bar	2	80,000	99,953	100,000	95,510	77,303	95,871

A Tabela 2 mostra que para todos os parâmetros analisados, a rejeição da membrana de OI apresentou valores acima de 60%. O aumento da rejeição resulta no aumento da concentração de nutrientes. A eficiência da membrana na rejeição de gordura não foi tão alta quanto os demais parâmetros, sendo este um item importante para obter-se o resultado final

desejado, pois além de enriquecer o rejeito, diminui a composição no permeado, tornando-o menos poluente. A mesma teoria aplica-se aos demais parâmetros analisados.

Ao avaliarmos o fluxo durante o transcorrer do experimento, obteve-se a Tabela 3.

Tabela 3: Variação do fluxo durante o processo de filtração por membranas. Onde os experimentos 1 e 2 foram realizados na condição de 45 °C e 10 Bar e os experimentos 3 e 4 foram realizados a 20 °C e 10 Bar.

Tempo (min)	J (L/h*m ²)			
	1	2	3	4
1	35,088	22,807	29,825	26,316
2	35,088	22,807	31,579	28,070
3	35,088	22,807	29,825	26,316
4	35,088	22,807	33,333	28,070
5	35,088	22,807	31,579	28,070
7	33,333	24,561	31,579	26,316
9	35,088	23,684	33,333	28,070
10	35,088	23,684	33,333	28,070
15	35,088	23,684	35,088	28,070
20	35,088	22,807	36,600	28,070
25	35,088	22,807	38,526	28,070
30	35,088	22,807	38,526	29,825
35	35,088	24,561		29,825
40	35,088	24,561		28,070
45	35,088	23,684		28,070
50	35,088	24,561		26,316
55	33,333	23,684		29,825
60	33,333	24,561		26,316

Verifica-se que em todos os experimentos obteve-se uma redução do fluxo de permeado, este comportamento é verificado devido ao acúmulo de macromoléculas na superfície da membrana resultando na diminuição do fluxo de permeado, tratando-se então de

uma ação mecânica de bloqueio dos poros e o depósito de material em suspensão sobre a superfície da membrana com a formação de uma torta de filtração.

4 CONCLUSÃO

Ao avaliarmos os resultados obtidos verifica-se que os valores de Brix, condutividade, gordura, proteínas, lactose, sólidos totais e cinzas totais foram inferiores nos permeados quando em comparação com a alimentação e os rejeitos. O mesmo comportamento não foi verificado para a gordura, pH e cinzas onde estes tiveram maior presença no permeado quando em comparação com o rejeito, ou mantiveram-se com valores semelhantes em ambas as frações. Em todos os experimentos obteve-se uma redução do fluxo de permeado, este comportamento é verificado devido ao acúmulo de macromoléculas na superfície da membrana resultando na diminuição do fluxo de permeado, sendo uma limitação para aplicações industriais.

A alta temperatura (45°C) pode ter provocado a colmatação ou *fouling* (acúmulo de material orgânico) na membrana, o que poderia acarretar consequente passagem por difusão de alguns compostos, porém, apesar da presença destes compostos no permeado, a separação por osmose é aplicável no processo de concentração do leite.

5 AGRADECIMENTOS

A FAPERGS pela bolsa de iniciação científica e ao professor orientador Vandrê Brião por toda a dedicação e auxílio a nós dedicado.

6 REFERÊNCIAS

WALSTRA, P.; GEURTS, T. J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; BOEKEL, M. A. J. S. Ciência de la leche y tecnología de los productos lácteos. Zaragoza: Editorial **Acribia**, p.729, 1984.

STRATHMANN, H. Membrane Separation Process. Journal of Membrane Science, Amsterdam: **Elsevier Science Publisher B.V**, v. 9, p. 121 – 189, 1989.