

Área: Engenharia de Alimentos

PRODUÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA COM SÓLIDOS DO LEITE RECUPERADOS DE ÁGUAS DE PRIMEIRO ENXÁGUE POR OSMOSE INVERSA

Caroline Dalcin Zanon, Ana Cláudia Vieira Salla, Cristiano Damo, Jobson

Strapazzon, Vandrê Barbosa Brião*

*Laboratório de Operações Unitárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia e
Arquitetura, Universidade de Passo Fundo*

**E-mail: vandre@upf.br*

RESUMO

As indústrias de alimentos geram grande volume de efluentes devido à necessidade frequente de higienização durante o processamento. As águas de primeiro enxágue apresentam um elevado potencial poluidor, pois contém alta carga orgânica. Nos laticínios, os processos de separação com membranas apresentam um grande potencial para o tratamento de efluentes, com isso seria possível atingir a redução da carga orgânica como uma parte integrada da linha de produção. O objetivo foi avaliar a utilização da osmose inversa para a recuperação e concentração de sólidos do leite presentes em águas de primeiro enxágue de equipamentos da indústria de laticínios e aplicações desses sólidos na produção de bebida láctea. No experimento utilizou-se uma membrana de osmose inversa de poliamida PA em um módulo piloto de filtração, para concentrar um efluente simulado, até uma concentração de 7% de sólidos totais. Em seguida foram caracterizados através de análises físico-químicas, o efluente gerado (permeado), o concentrado e a bebida láctea, produzida com frações alternadas de soro e concentrado. A bebida láctea produzida teve uma excelente aceitação, o que comprova capacidade do concentrado ser utilizado para fins mais nobres que um efluente. Conclui-se a partir de análises físico químicas, que o procedimento de osmose inversa é um sistema de filtração eficiente porém, em condições controladas de temperatura, pressão e vazão.

Palavras-chave: efluente, laticínios, membranas, concentração

1 INTRODUÇÃO

A indústria de laticínios representa uma atividade de grande importância, sendo o Brasil o sexto maior produtor de leite. Em 2007 foram produzidos cerca de 23,3 bilhões de

litros de leite segundo a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA, 2007). O Rio Grande do Sul produziu 2,9 bilhões de litros de leite no ano de 2007. Este crescimento, no entanto, deve estar associado às inovações visando o desenvolvimento sustentável, pois alguns laticínios consomem até 3L de água para 1L de leite processado. Esse consumo de água gera um elevado volume de efluente, acarretando prejuízos ao ambiente se não for tratado adequadamente. O reuso de águas e a valorização de resíduos tornam-se uma interessante alternativa técnica e econômica para a indústria, proporcionando menores gastos com a captação de água e no tratamento de efluentes.

A possibilidade de aplicação da OI para recuperação de nutrientes das águas de enxágue poderia solucionar um grande problema de excesso de volume de efluentes gerados pelas indústrias de laticínios, criando uma forma eficiente de reuso e reciclo de água em circuito fechado, uma vez que após a separação a mesma água permeada poderia em tese retornar com água de abastecimento. A aplicação do concentrado para produção de bebida láctea complementa a cadeia de reaproveitamento, obtendo-se um processo com maior eficiência. Segundo Láctea Brasil (2009), o consumo de bebida láctea no Brasil aumenta a cada ano, apontando para um mercado com grande potencial pela boa aceitabilidade, devido ao baixo custo, consistência leve, refrescante, e aliada a isso uma capacidade de rápida distribuição logística.

O objetivo foi utilizar a osmose inversa para recuperar sólidos lácteos de água de primeiro enxágue para produção de bebida láctea.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento constituiu em utilizar uma membrana de osmose inversa de poliamida do fabricante Koch Membrane Systems (modelo 3838 HR-NYV) na configuração espiral com área de filtração de 7,1 m² e rejeição ao NaCl de 99,3% em um módulo piloto de filtração. Como simulação da água de primeiro enxágue foi diluído leite em pó em água potável (relação de 1g/L). Os testes de filtração no sistema piloto de osmose inversa foram realizados

sob condições controladas de pressão transmembrana (2 MPa), temperatura da solução a ser filtrada (35 °C) e vazão de rejeito (3000 L/h).

2.1.1 ENSAIO NO SISTEMA DE OSMOSE INVERSA

O efluente simulado alimentou o tanque, que por sua vez, impulsionado por uma bomba centrífuga multi-estágios separou através da carcaça da membrana, o permeado e o concentrado, como mostra a Figura 1.

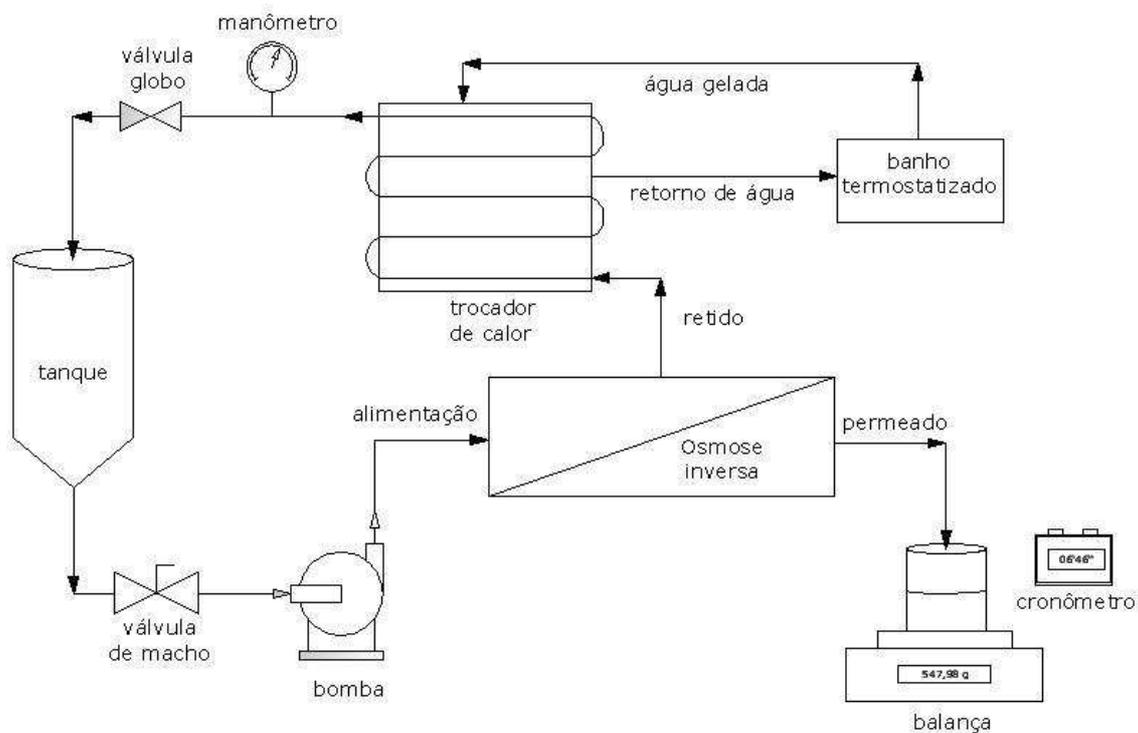


Figura 1 : Esquema do módulo piloto de filtração por membranas.

Obteve-se o fluxo do permeado com o auxílio de proveta e cronômetro. O concentrado retornou para o tanque de alimentação, de onde novamente foi impulsionado através da membrana. O controle da temperatura durante este procedimento deu-se com o auxílio de um banho termostático, e registrou-se por meio de um termopar a temperatura ao longo do tempo. O processo finalizou-se quando observada uma proporção de 7% de sólidos solúveis no tanque, medidos pelo refratômetro de Abbé. Ao longo dos experimentos de concentração

mediu-se o fluxo do permeado e retirou-se alíquotas, para os fatores de concentração (FC) 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64 para a caracterização físico-química. Na etapa de realização dos ensaios no módulo de osmose inversa, analisaram-se as duas correntes (permeado e retido). Para o permeado, observaram-se os parâmetros que definem a qualidade do mesmo, Demanda Química de Oxigênio (DQO), condutividade, nitrogênio, lactose, óleos e graxas e fósforo, tratando-o como uma água passível de reuso. Quanto ao retido, analisaram-se os parâmetros que definem a caracterização do leite, como, proteínas, lactose, gordura e sólidos totais.

2.1.2 FABRICAÇÃO DA BEBIDA LÁCTEA

Para a elaboração da bebida láctea adicionada do concentrado lácteo recuperado por osmose inversa, foram utilizados diversos ingredientes (leite, soro de leite, açúcar, polpa de morango e cultura láctea), o leite e o soro foram fornecidos pelo Centro de Pesquisas Agronômicas (CEPAGRO) da Universidade de Passo Fundo e os demais ingredientes pela empresa Global Foods. Foram realizados quatro formulações, diferenciando entre eles a concentração do soro e do concentrado (Figura 2). A mistura foi mantida a 45°C em uma estufa e acompanhou-se o aumento da acidez, ocasionando o decréscimo do pH até 4,8. Para a caracterização da bebida láctea, foram analisados aqueles parâmetros de interesse para a posterior identificação da qualidade conforme a legislação vigente (BRASIL, 2000). Realizaram-se ensaios de viscosidade e massa específica.

	1	2	3	4
Soro	100%	50%	25%	0%
Concentrado	0%	50%	75%	100%

Figura 2: Diferentes concentrações de soro e concentrado na fabricação diferentes formulações de bebida láctea testadas.

2.1.3 ANÁLISE SENSORIAL DA BEBIDA LÁCTEA

Os testes de avaliação sensorial da bebida láctea foram conduzidos no Laboratório de Análise Sensorial. A análise sensorial foi realizada utilizando-se 24 provadores e escalas

hedônicas balanceadas de sete pontos. Foi aplicado um teste de diferença do controle, para que seja avaliado se haverá diferença entre as bebidas lácteas produzidas com a adição do concentrado, obtido por osmose inversa, e o padrão, produzido sem adição de concentrado, somente com leite in natura e os demais ingredientes.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.1 CONCENTRAÇÃO DOS NUTRIENTES POR OI

A Tabela 1 refere-se às análises realizadas no permeado. Observou-se que conforme o FC aumenta, as concentrações de lactose, óleos e graxas, nitrogênio, fósforo, condutividade e DQO aumentam também.

Tabela 1: Análises realizadas no permeado

	Lactose (mg/L)	Óleos e Graxas (mg/L)	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Condutividade (μ S/cm)	DQO (mg/L)
FC1	11,745	0	0,933	0,157	6,160	93,091
FC2	8,214	0,400	0,933	0,121	5,960	93,091
FC4	11,745	4,800	0,980	0,153	7,870	83,919
FC8	11,745	3,000	0,933	0,195	13,230	94,262
FC16	11,745	10,400	1,027	0,215	23,230	94,750
FC32	17,042	34,400	1,120	0,347	40,330	95,482
FC64	19,690	37,000	1,260	0,369	51,490	95,872

Nas análises de óleos e graxas, salienta-se a concentração final de 37 mg/L que extrapolou os limites do CONSEMA (Conselho Estadual de Meio Ambiente) 128/06 de 30mg/l para óleos e graxas de origem animal e vegetal em efluentes para lançamento em corpos de água superficiais. Contudo, o permeado final apresentou apenas uma pequena fração (37 mg/L) da concentração do retido ao final do processo (21000 mg/L) demonstrando o potencial para aplicação da OI nesta separação. Em relação ao DQO, segundo o CONSEMA 128/06 (RIO GRANDE DO SUL, 2006), que dispõe sobre os critérios e padrões estabelecidos para efluentes em águas superficiais no estado do Rio Grande do Sul, a demanda química de oxigênio encontrada no permeado 96mg/L estabeleceu-se dentro dos padrões mais rigorosos

para esses, ou seja, para vazões acima de 10.000 m³/dia, DQO máxima de 150mg/L, o que possibilitaria o despejo imediato desse efluente sem a necessidade de tratamento prévio, ou o reciclo do mesmo para ETA'S (estações de tratamento de águas) secundárias em sistemas fechados de reuso.

Quanto ao rejeito ou concentrado (Tabela 2), o mesmo apresentou elevação da concentração dos nutrientes à medida que a água de enxágue foi recirculada no equipamento. Uma fração desses nutrientes foi perdida com a passagem do permeado através da membrana, mas a alta rejeição da mesma mostrou uma boa eficiência para a recuperação de proteínas, gorduras e lactose presentes na água de enxágue.

Tabela 2: Análises realizadas no rejeito

	Lactose (mg/L)	Óleos e graxas (mg/L)	Proteína (mg/L)	Sólidos totais (mg/L)
FC1	970,4295	68,700	755,7893	4403,333
FC2	1412,696	69,900	1252,358	4396,667
FC4	2608,844	430,000	2082,363	12920,000
FC8	3639,033	531,100	2811,971	21243,330
FC16	4704,533	8988,000	2938,391	34133,330
FC32	5918,337	15555,000	6834,711	33506,670
FC64	6053,400	21288,000	9881,359	53110,000

2.2.2 CARACTERIZAÇÃO DA BEBIDA LÁCTEA PRODUZIDA

A Tabela 3 refere-se às análises de viscosidade e massa específica, realizadas nas diferentes bebidas lácteas produzidas. A bebida láctea padrão obteve viscosidade maior que a bebida láctea 2 e 4 com adição do retido, porém a 3 obteve o maior valor, de 0,11653 kg/m.s. Isto se deve ao aumento do teor de sólidos. Tendência semelhante foi descrita por WOLFSCHOON-POMBO, GRANZINOLLI, FERNANDES, segundo eles o aumento da viscosidade do iogurte é proporcional ao teor de sólidos totais do mesmo.

A massa específica da bebida láctea padrão obteve valores semelhantes as bebidas 2 e 3 com adição de retido e a bebida láctea 4 com 100% de retido, obteve menor valor (Figura 3). Segundo (UFBA), obteve uma densidade de 1023 kg/m³ para o leite e segundo (CALILA 2006), obteve densidade de 1078 kg/m³ para bebida láctea com polpa de umbú. Comparando as bebidas 1, 2 e 3 que ficaram próximas de 1800 kg/m³, com a de polpa de umbu, observou-

se que a de polpa de umbu obteve valores maiores e a bebida 4 obteve um valor de 1062 kg/m³, valor semelhante a bebida comparada.

Tabela 3: Valores de massa específica e viscosidade nas amostras de bebida láctea.

Bebida láctea	Massa específica (kg/m ³)	Viscosidade (kg/ms)
1	1823,34	0,07932
2	1817,42	0,06400
3	1817,70	0,11653
4	1062,44	0,06996

2.2.3 BEBIDA LÁCTEA - ANÁLISE SENSORIAL

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise sensorial das bebidas lácteas produzidas adicionados, respectivamente, de 50%, 75% e 100% do concentrado, em relação a bebida láctea padrão, pelo teste de diferença do controle. A análise sensorial das bebidas lácteas produzidas a partir da combinação de soro com diferentes proporções de concentrado, comparados a uma bebida láctea produzida apenas com soro, apontou que não houve diferença nos seguintes parâmetros analisados: Aparência, textura, sabor e aroma, a partir de que o F calculado foi menor que o F tabelado.

Tabela 4: Valores para as amostras de bebida láctea 1, 2, 3 e 4, do fator de correção em nível de 5 % (F).

	Aparência	Textura	Sabor	Aroma
Fc	0,57	1,57	1,24	2,59
Ft	2,73	2,73	2,73	2,73

3 CONCLUSÃO

A osmose inversa apresentou eficácia na recuperação de sólidos das águas de enxágue e concentração dos mesmos à um teor de sólidos próximo ao do soro, o que possibilitou a utilização desse concentrado na fabricação de bebida láctea. O permeado obtido pode ser descartado sem a necessidade de tratamento prévio, o que previne a poluição nas indústrias de laticínios.

A bebida láctea produzida com a adição dos sólidos do leite recuperados da água de enxágue não diferiu da bebida láctea padrão, mostrando a possibilidade de aplicação destes nutrientes recuperados. Isso demonstra a aceitação por parte dos consumidores, possibilitando uma oportunidade de aprimoramento da formulação, seguida de uma comercialização em escala, além de mudanças na legislação que considera esse retido como um efluente.

REFERÊNCIAS

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, Resolução CONSEMA nº 128/2006. Disponível em: www.proamb.com.br/leis_decretos/consema_128.pdf . Acesso em 10 março 2011.

IBGE: Produção de leite em 2008 aumentou 5,5%. Disponível em: www.wm.agripoint.com.br/mailling/redirect.asp?9654**73405**www.milkpoint.com.br/?noticiaID=58680&actA=7&areaID=50&secaoID=165. Acesso em: 25 março 2011

STRAPAZZON, J.; DAMO, C. Produção de bebida láctea com sólidos de leite recuperados de águas de primeiro enxágue por osmose inversa. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Alimentos). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo 2011.

WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; GRANZINOLLI, G.G.M.; FERNANDES, R.M. Sólidos totais do leite, acidez, pH e viscosidade do iogurte. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 227, n. 37, p.19-24, 1983.

LÁCTEA BRASIL. Estatísticas. Disponível em: www.lacteabrasil.org.br/pagina.asp?idS=15&idN=70> Acesso em: 13 out. 2009.

REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE BEBIDA LÁCTEA. Disponível em: www.lacteabrasil.org.br/images/conteudo/IN%2016%20-%20bebida%201%C3%A1lctea.pdf. Acesso em: 03 nov. 2009.

CALILA. Disponível em: www.deag.ufcg.edu.br. Acesso em 10 de março de 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gado de leite. Estatísticas Agropecuárias, 2007. Acesso em: 15out. 2009.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2011. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. Disponível em:extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=7086. Acesso em : 29 mar. 2011