

25 e 26 de setembro de 2007



em Passo Fundo, RS

## OSMOSE INVERSA PARA A RECUPERAÇÃO DE SÓLIDOS DO LEITE PRESENTES EM ÁGUAS DE PRIMEIRO ENXÁGÜE

**Luis Fernando Wentz Brum, Claudinéia Aparecida Pires, Daiana Bugança Galera, Michele Zanotto Siben, Jorge Gruhn Schulz, Vandr e Barbosa Bri o\***

*Laboratório de Opera es Unitárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo*

\*Email: [vandre@upf.br](mailto:vandre@upf.br)

### RESUMO

As indústrias de alimentos geram grandes volumes de efluentes devido   necessidade freqüente de higieniza o durante o processamento. O efluente gerado pelas indústrias de laticínios apresenta um elevado potencial poluidor, porque cont m elevada carga orgânica. Nos laticínios, os processos de separa o com membranas apresentam um grande potencial para o tratamento de efluentes, visto que seria possível atingir a redu o da carga orgânica como uma parte integrada da linha de produ o. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi utilizar a osmose inversa para a concentra o e recupera o de sólidos do leite, presentes em águas de primeiro enxágüe de equipamentos da indústria de laticínios. Foi utilizado um efluente simulado com leite em p  na concentra o de  $2 \text{ g.L}^{-1}$ . O efluente foi concentrado em um sistema de osmose inversa e coletadas amostras após um fator de concentra o (FC) de 2, 4, 8, 16 e 32, utilizando 4 MPa de pressão no processo. Foram analisados os sólidos totais, proteínas, lipídios e lactose no concentrado obtido. O concentrado apresentou valores de sólidos totais crescentes de acordo com o FC. O efluente inicial apresentou uma concentra o de sólidos totais de 0,02%, proteína de 0,08%, gordura de 0,098% e lactose de 0,07%. O concentrado obtido, após uma redu o de volume de 32 vezes, apresentou uma concentra o de sólidos totais de 6,9%, proteína de 1,68%, gordura de 1,23% e lactose de 2,28%. O processo de osmose inversa demonstrou ser possível a recupera o de sólidos totais de sólidos lácteos de águas de primeiro enxágüe de equipamentos e tubula es da indústria de laticínios.

Palavras-chave: reúso, membranas, efluentes de laticínios, leite.

### 1 INTRODU O

As indústrias de alimentos têm extrema necessidade de higiene, consumindo com isso, grandes quantidades de água na limpeza de máquinas e equipamentos, tornando imprescindíveis a redu o de polui o na fonte e o reaproveitamento de  guas. O efluente gerado pelas indústrias de laticínios apresenta um elevado potencial poluidor, visto que compõe um licor rico em gordura, carboidratos, proteínas e alguns sais. Poluentes inorgânicos, em especial nitrogênio e fósforo, são gerados em grande quantidade em processadoras de laticínios, uma vez que o leite possui cerca de 3,3% de proteínas e  $1.000 \text{ mg.L}^{-1}$  de fósforo. Embora essenciais como nutrientes para tratamentos biológicos, quando

em excesso, ocasionam extrapolações do efluente gerado, o que pode vir a causar a eutrofização dos rios (BRIÃO, 2007).

O reúso de efluentes surge, neste contexto, como alternativa para a minimização do lançamento de efluentes, evitando a sobrecarga nos sistemas de tratamento e servindo como uma ferramenta na redução de custos.

Os processos com membranas surgiram como uma nova classe de processos de separação que utiliza membranas como uma barreira seletiva, que separa duas fases, restringindo total ou parcialmente o transporte de uma ou várias espécies presentes na fase. A economia surgiu como uma das principais vantagens do processo de separação por membranas, visto que há separação sem que haja mudança de fases, tornando-o economicamente viável (PIRES et. al., 2007).

A osmose inversa é o processo que objetiva a separação de solutos iônicos (orgânicos e inorgânicos), e macromoléculas de correntes aquosas. A membrana possui estrutura assimétrica, embora a pele possua um papel de extrema significância na separação, sendo muitas vezes a camada superior constituída por membrana densa, responsável pela seletividade, sendo os compostos transportados através dela por difusão (PIRES et. al., 2007).

Os processos com membranas, e entre eles a osmose inversa, apresentam um grande potencial para o tratamento de efluentes de laticínios, pois retêm a carga orgânica em uma corrente e permitem a passagem preferencial do solvente (água), chamada de permeado. A separação do efluente em uma fração concentrada e outra diluída, sem que haja um destino apropriado para essas correntes, não soluciona o problema do controle de poluição, uma vez que ambas as partes necessitarão de tratamento. A simples remoção da carga orgânica do efluente, reduzindo a demanda química de oxigênio (DQO) do permeado, justifica o procedimento de utilização de processos com membranas na indústria de laticínios, mas abre espaço para a questão do tratamento do rejeito. Uma vez que a legislação de alimentos permite a adição de sólidos de origem láctea em alguns produtos, como o doce de leite, a utilização deste processo pode ser justificada (PIRES et., al., 2007).

Objetivou-se utilizar a osmose inversa para a recuperação e concentração de sólidos do leite presentes em águas de primeiro enxágüe de equipamentos da indústria de laticínios, visando obter-se um concentrado passível de ser utilizado na produção de doce de leite.

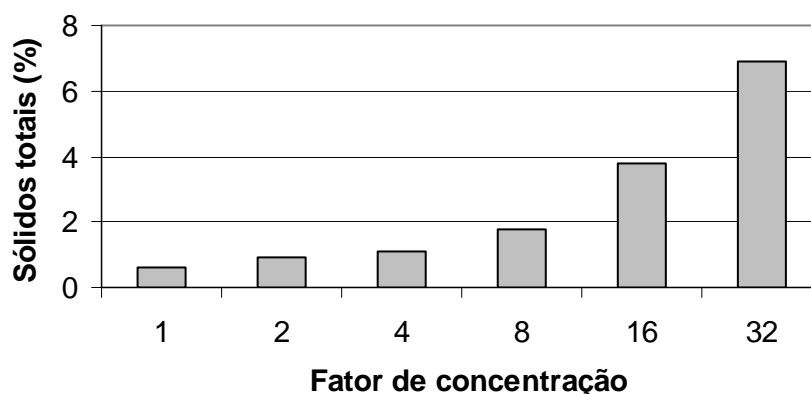
## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Material e métodos**

A recuperação de sólidos lácteos da água do pré-enxágüe de equipamentos da indústria de laticínios foi realizada por um sistema piloto de filtração tangencial de osmose inversa. A membrana possuía uma área de filtração de 1,2 m<sup>2</sup>. Os ensaios foram realizados à temperatura de 25 °C, realizando-se o controle de temperatura com banhos termoestatizados. A pressão de operação utilizada foi 4,0 MPa. A amostra desta água de primeiro enxágüe foi obtida diluindo-se leite em pó integral em água potável na proporção de 2 g.L<sup>-1</sup>. Essa relação foi testada de modo que a DQO estivesse próxima de 2000 mg.L<sup>-1</sup>, valor este característico de efluente industrial de laticínios, encontrado por Brião (2007). No módulo de osmose inversa o efluente simulado foi alimentado a um tanque, impulsionado por uma bomba positiva através da carcaça da membrana, separando o permeado e o rejeito. Os sólidos totais das amostras de permeado e concentrado foram determinados utilizando-se um refratômetro Abbé. As análises de proteína do rejeito utilizaram o método de Kjeldahl. A concentração de óleos e graxas foi determinada pela acidificação da amostra, posterior digestão e extração das gorduras pelo método clássico de Soxhlet. A lactose foi determinada como um açúcar redutor pelo método do ácido dinitro salicílico (3,5 DNS), segundo procedimento utilizado por Brião (2007).

## 2.2 Resultados e discussão

A Figura 1 apresenta a relação entre o fator de concentração (FC) e os sólidos totais das amostras coletadas ao longo do processo de concentração. O efluente simulado apresentou uma concentração de 0,2% de sólidos totais, obtendo-se um valor de 6,9% para o concentrado final, concentrado 32 vezes. Esta relação direta entre FC e os sólidos totais indica que, de certa forma, pouca matéria orgânica foi perdida com o permeado, mostrando uma boa eficiência do processo na separação.



**Figura 1** - Fator de concentração *versus* sólidos totais

A Tabela 1 apresenta os valores da análise de proteína encontrados para as amostras do rejeito.

**Tabela 1** - Valores de proteína para cada uma das amostras do rejeito

| FC | Concentração (%) |
|----|------------------|
| 1  | 0,08             |
| 2  | 0,142            |
| 4  | 0,186            |
| 8  | 0,673            |
| 16 | 1,01             |
| 32 | 1,684            |

Os valores de proteína para o rejeito, como esperado, aumentaram à medida que este foi recirculado no tanque de alimentação.

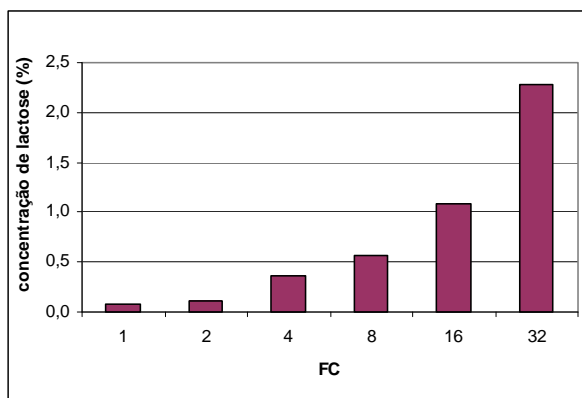
A Tabela 2 apresenta os valores da análise de lipídios encontrados para as amostras do rejeito.

**Tabela 2** - Valores de lipídios para cada uma das amostras do rejeito

| FC | Concentração (%) |
|----|------------------|
| 1  | 0,098            |
| 2  | 0,105            |
| 4  | 0,162            |
| 8  | 0,497            |
| 16 | 0,777            |
| 32 | 1,227            |

Os valores de lipídios para o rejeito, também como esperado, aumentaram à medida que este foi recirculado no tanque de alimentação. As análises de proteína e lipídios confirmam que a matéria orgânica, em sua maioria, não foi perdida com o permeado, sendo mantida junto ao rejeito.

A Figura 2 apresenta a relação entre o fator de concentração (FC) e os valores de lactose das amostras coletadas ao longo do processo de concentração. O efluente simulado apresentou uma concentração de 0,07% de sólidos totais, obtendo-se um valor de 2,28% para o concentrado final, concentrado 32 vezes.



**Figura 2** - Fator de concentração *versus* lactose

Os resultados demonstram que a composição do efluente concentrado se aproxima da composição do leite original à medida que este é recirculado pelo tanque de alimentação, sendo este considerado apto para a utilização em processamentos de produtos de origem láctea, como no caso do doce de leite. Para efeitos de comparação, outro subproduto da indústria de laticínios, o soro de leite, apresenta em torno de 7% de sólidos totais, sendo utilizado por várias indústrias do setor como insumo na produção de doce de leite.

### 3 CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que foi possível recuperar sólidos lácteos que se encontram em águas de primeiro enxágue da indústria de laticínios utilizando o processo de osmose inversa, diminuindo o potencial poluidor do efluente gerado. O concentrado final apresentou uma concentração de 6,9% de sólidos totais.

### 4 REFERÊNCIAS

BRIÃO, V. B. **Processos de separação por membranas para reuso de efluentes de laticínios**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

PIRES, C. A. et al. **Recuperação de sólidos lácteos de águas de primeiro enxágue por osmose inversa e sua aplicação na produção de doce de leite**. Passo Fundo, 2007. (Projeto de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade de Passo Fundo).