



Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Alimentos

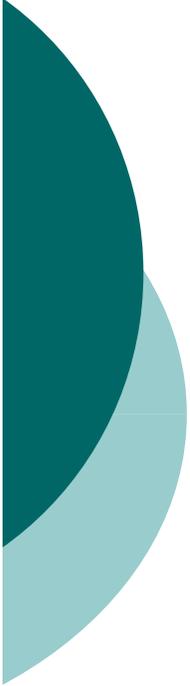


REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DE PROCESSO E RESÍDUOS DE INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

*Silvia Benedetti
Edna Regina Amante
Luis Fernando Wentz Brum
Luis Carlos de Oliveira Jr

São Paulo

2009



INTRODUÇÃO

Indústria de alimentos:

- Grande consumo de água e geração de efluentes por unidade produzida
- Grande volume de lodo nas estações com tratamento biológico.

Indústria de laticínios:

- Operações de limpeza de silos, tanques, tubulações e equipamentos
- Grande volume de efluentes com alta carga orgânica.

INTRODUÇÃO

- BRASIL: 7º maior produtor
- 24 bilhões de litros (dados de 2005)
- Minas gerais: 7 bilhões de litros

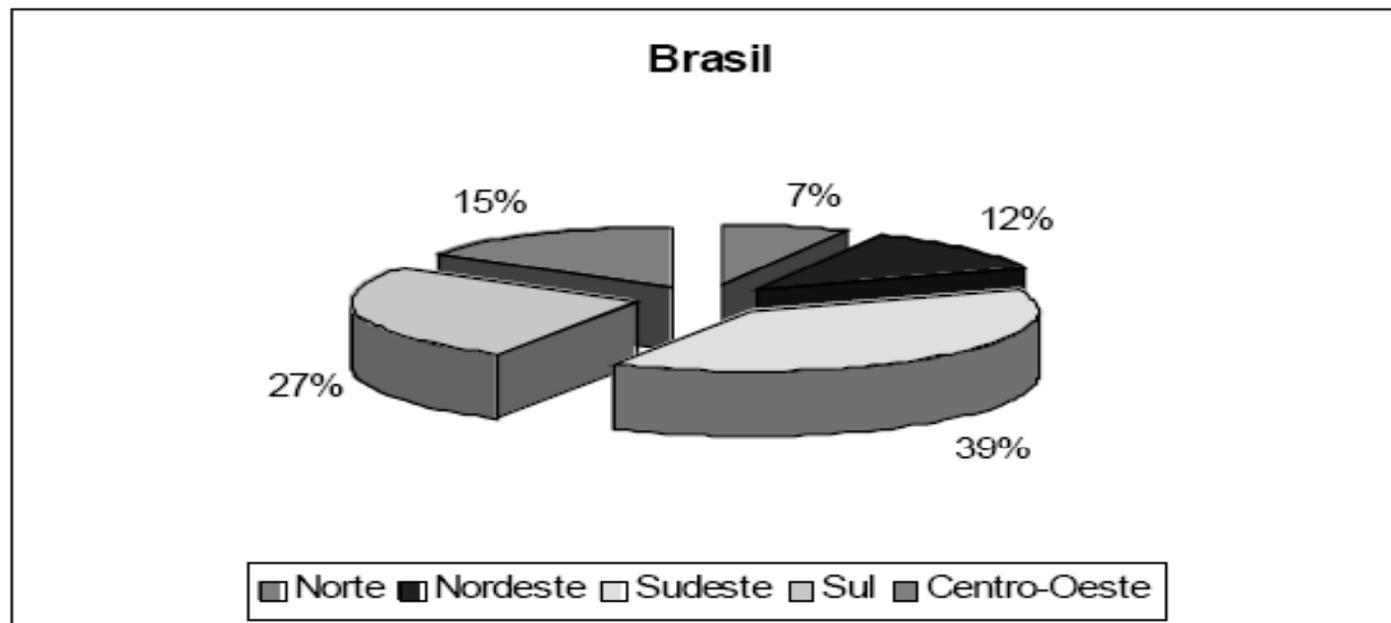


Figura 1 Distribuição da produção nacional de leite por região geográfica do País em 2007 (MAPA, 2008)

INTRODUÇÃO

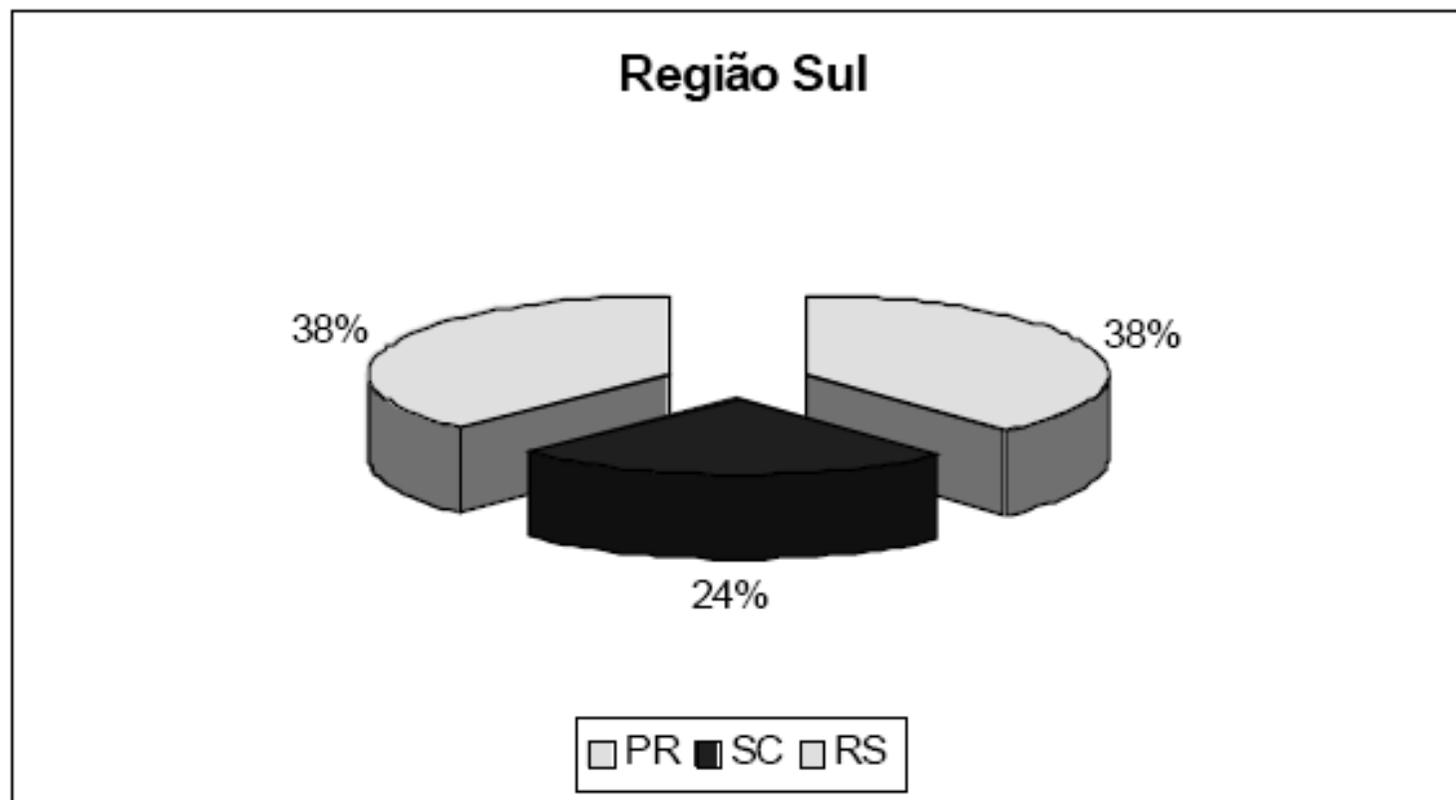
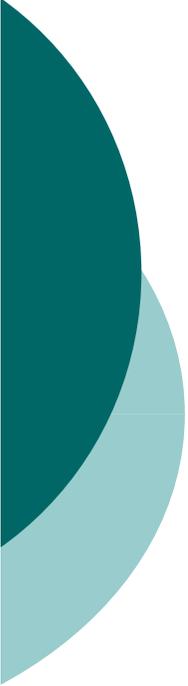
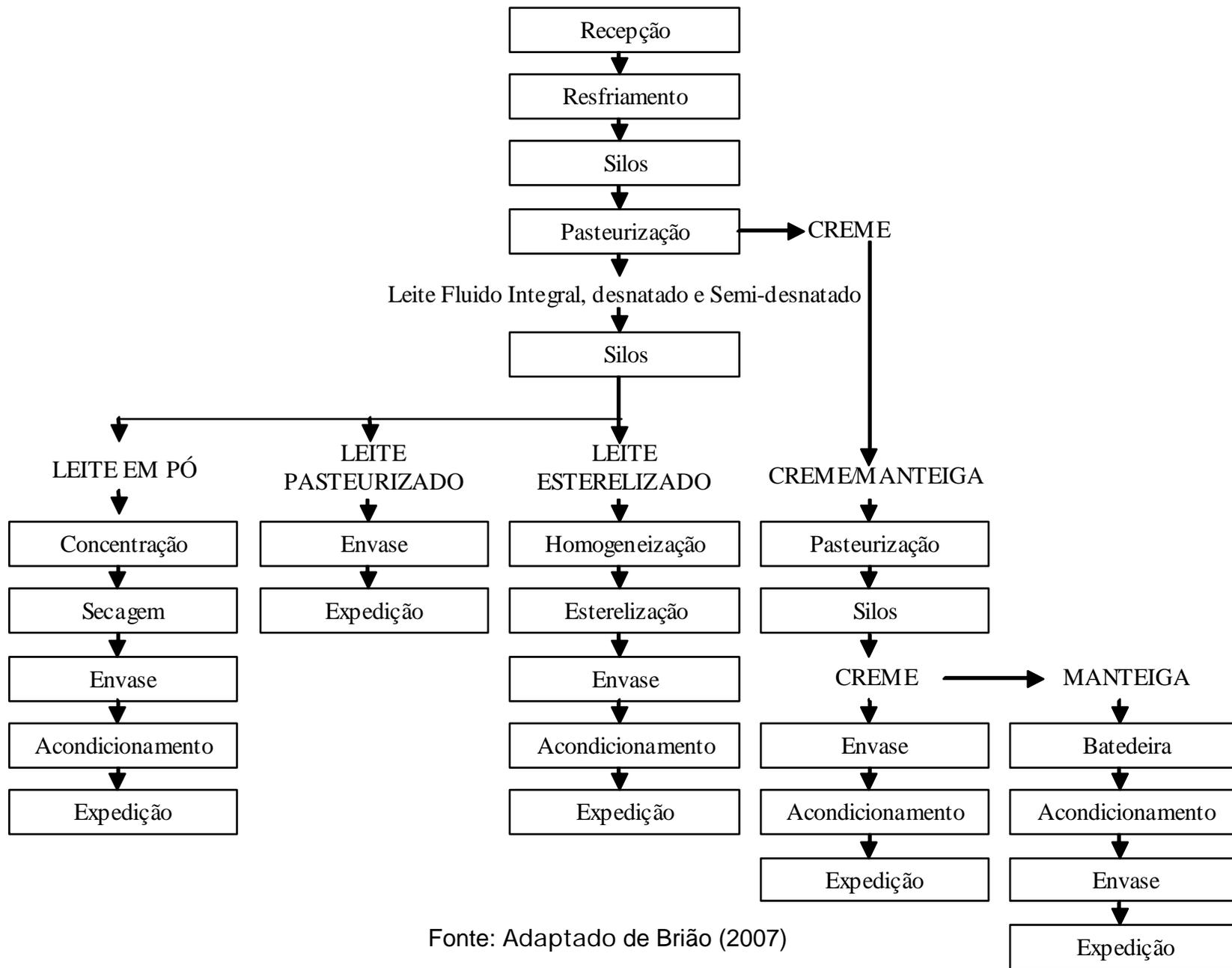


Figura 2 Distribuição da produção de leite na região sul do Brasil em 2007 (MAPA, 2008)



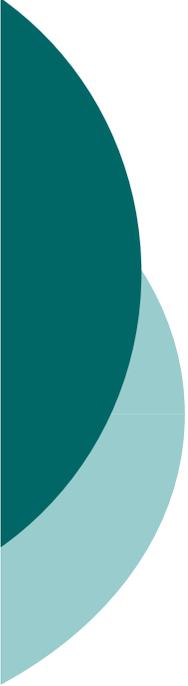
INTRODUÇÃO

- Indústria de laticínios
- Água da higienização → 80 % da demanda → tratamento de efluentes
 - Matéria orgânica
 - Minerais



Fonte: Adaptado de Brião (2007)

Figura 3 Diagrama geral da produção de laticínios



INTRODUÇÃO

- Grande volume de água residuária
 - Frequente higienização
 - Manutenção da limpeza na produção
 - Varia de acordo com processo/produto
 - Geração de água residuária 1:1 (BRIÃO, 2007).

INTRODUÇÃO

- Operações de higienização
 - Remoção de resíduos (orgânicos e minerais)
- CIP (Cleaning in place)

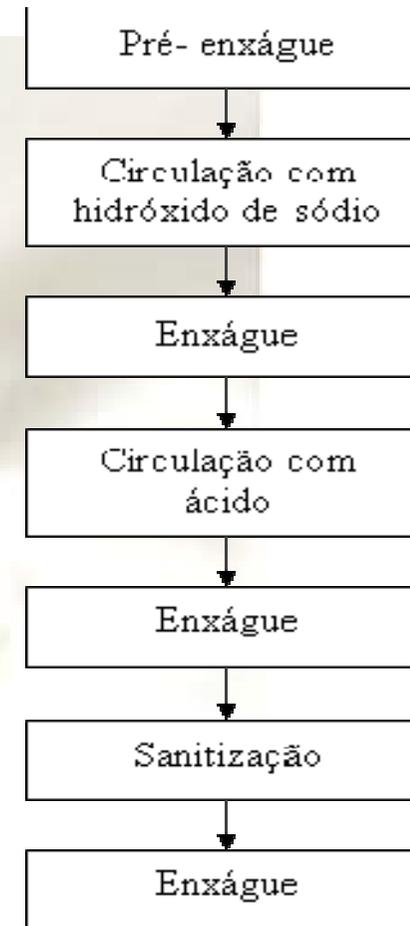
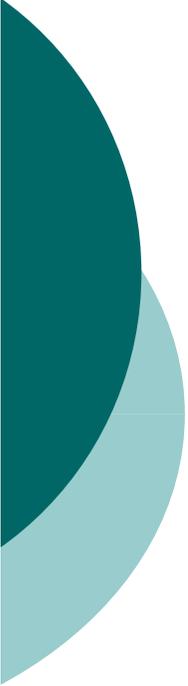
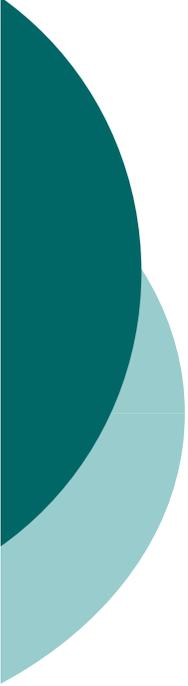


Figura 4 Fluxograma da limpeza CIP



INTRODUÇÃO

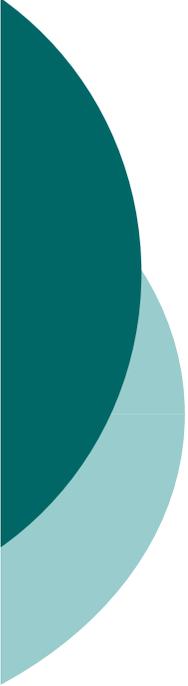
- Recuperação de resíduos
- Minimizar lançamento de efluentes → valorização de subprodutos
 - Efluente → matéria orgânica → tecnologias



OBJETIVO

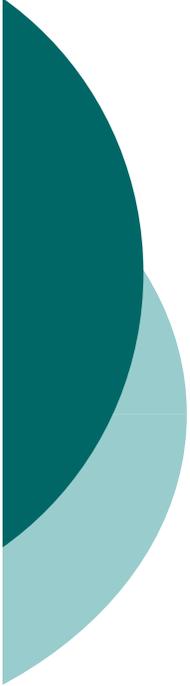
Propor uma alternativa para diminuição do potencial poluidor do efluente das indústrias de laticínios, utilizando processo de separação com membranas.

- Recuperação e concentração de sólidos do leite na água de 1º enxágue
- Reutilização do permeado como água de retorno para limpeza



COMPOSIÇÃO DOS EFLUENTES DE LATICÍNIOS

- **Efluente gerado**
 - Matéria orgânica: gorduras, proteínas, lactose
 - Compostos inorgânicos: N e P
- DQO: 2 g/L (BRIÃO, 2000).
- pH \pm 6,7



COMPOSIÇÃO DOS EFLUENTES DE LATICÍNIOS

○ **Caracterização do efluente**

- Processo de industrialização
 - Capacidade produtiva
 - Desempenho da indústria
 - Sistema de higienização
 - Composição da matéria-prima processada
-
- Efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas

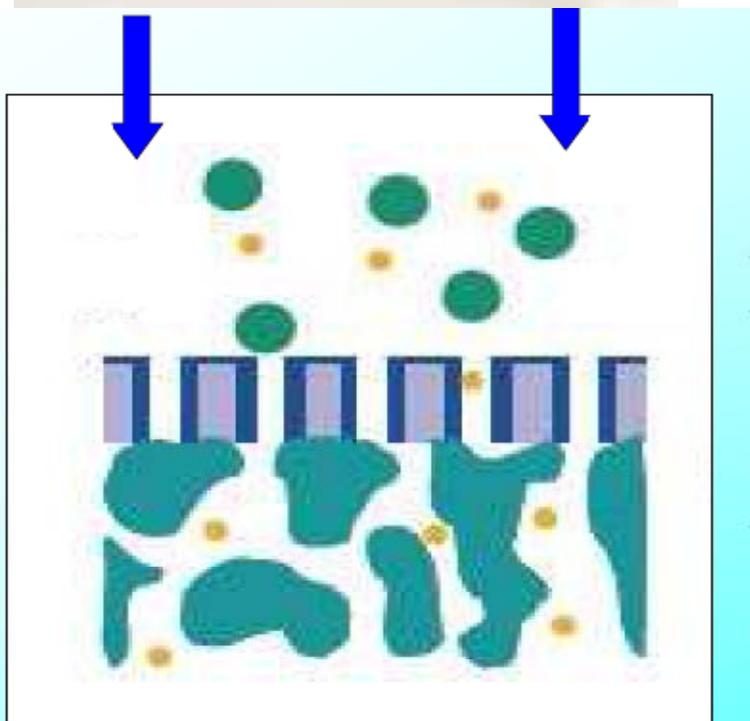
Líquidos: leite, produtos do leite, detergentes, desinfetantes, areia, lubrificantes, açúcar, pedaços de frutas, essências, condimentos, etc.

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO COM MEMBRANAS

MEMBRANAS

SELETIVIDADE

PERMEABILIDADE



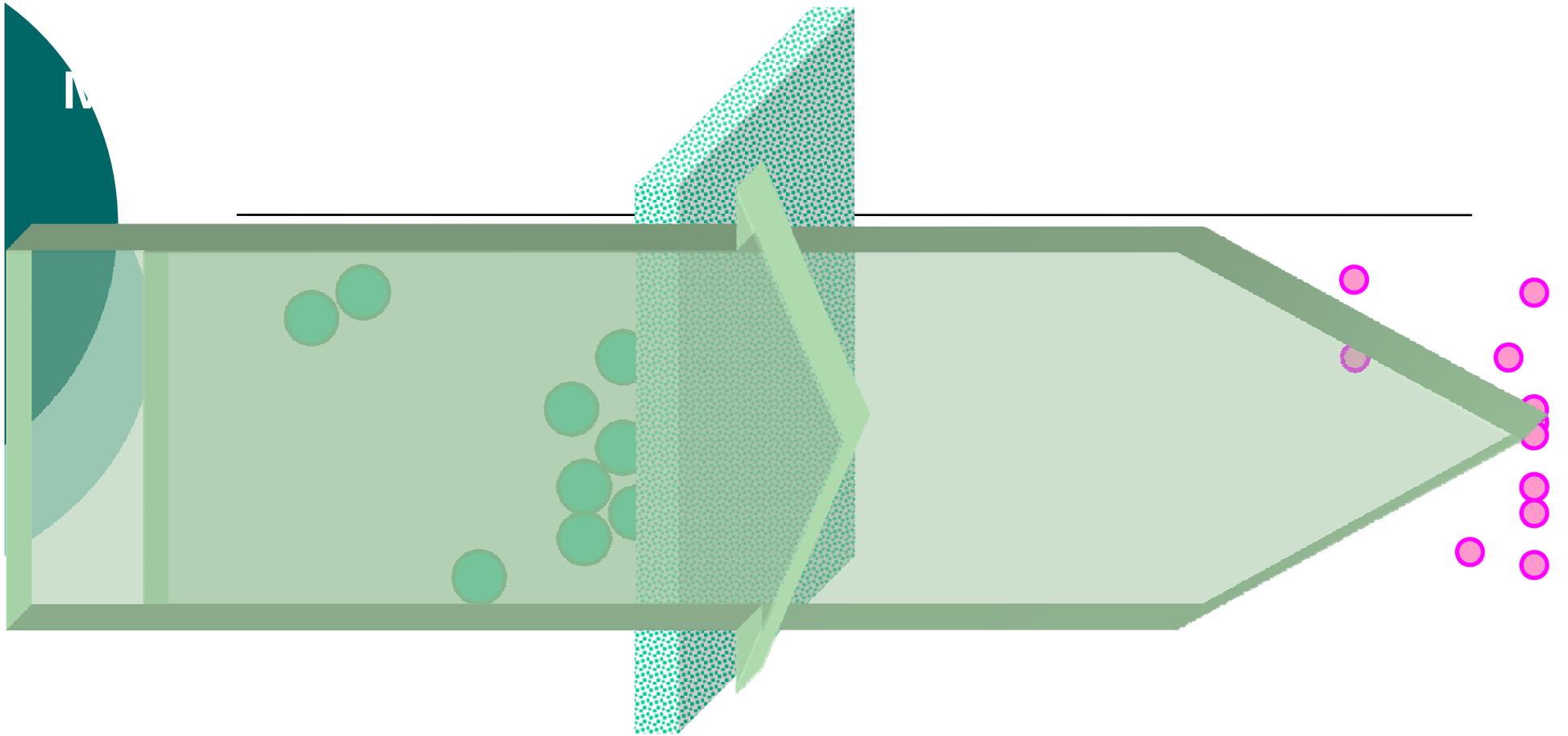
Membrana é uma barreira seletiva semipermeável que separa duas fases e restringe total ou parcialmente o transporte de uma ou várias espécies químicas ou substâncias presentes nas fases, de uma maneira específica (SIDNEY, 1999)

Figura 5 Esquema da separação com membranas

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO COM MEMBRANAS

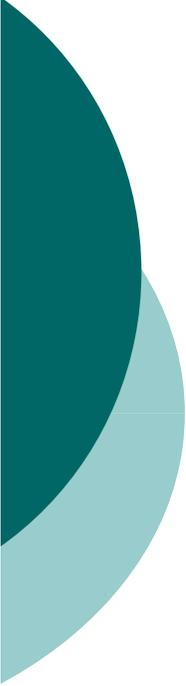
PROCESSO DE SEPARAÇÃO





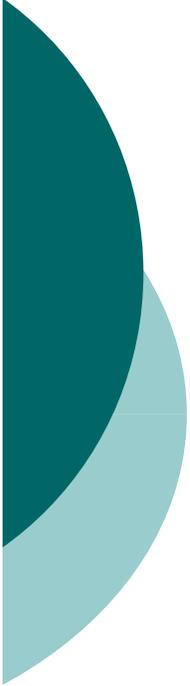
Alimentação

Permeado



APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO COM MEMBRANAS

- Clarificação de sucos;
- Remoção de microrganismos (pasteurização a frio);
- Fracionamento e concentração de macromoléculas (proteínas, lactose, etc);
- Dessalinização de água.



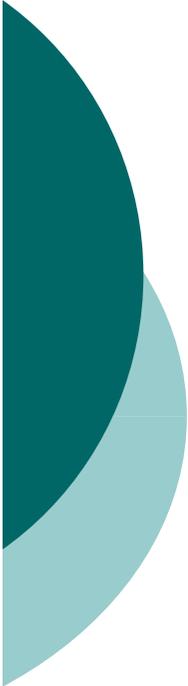
APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO COM MEMBRANAS

o Vantagens

- processo atérmico;
- não envolve mudança de fase;
- não necessita de produtos químicos;
- operações simples e modulares;
- facilitam ampliação de escala;
- baixo consumo energético
- recuperação de subprodutos de alto valor agregado

o Limitações

- alto custo inicial de implantação
- fragilidade das membranas;
- processos de limpeza demorados



APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO COM MEMBRANAS

- Osmose Inversa: inversão do fluxo de filtração através de diferença de pressão
 - dessalinização de água;
 - recuperação de águas residuárias;
 - concentração de sais e moléculas orgânicas.

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO COM MEMBRANAS

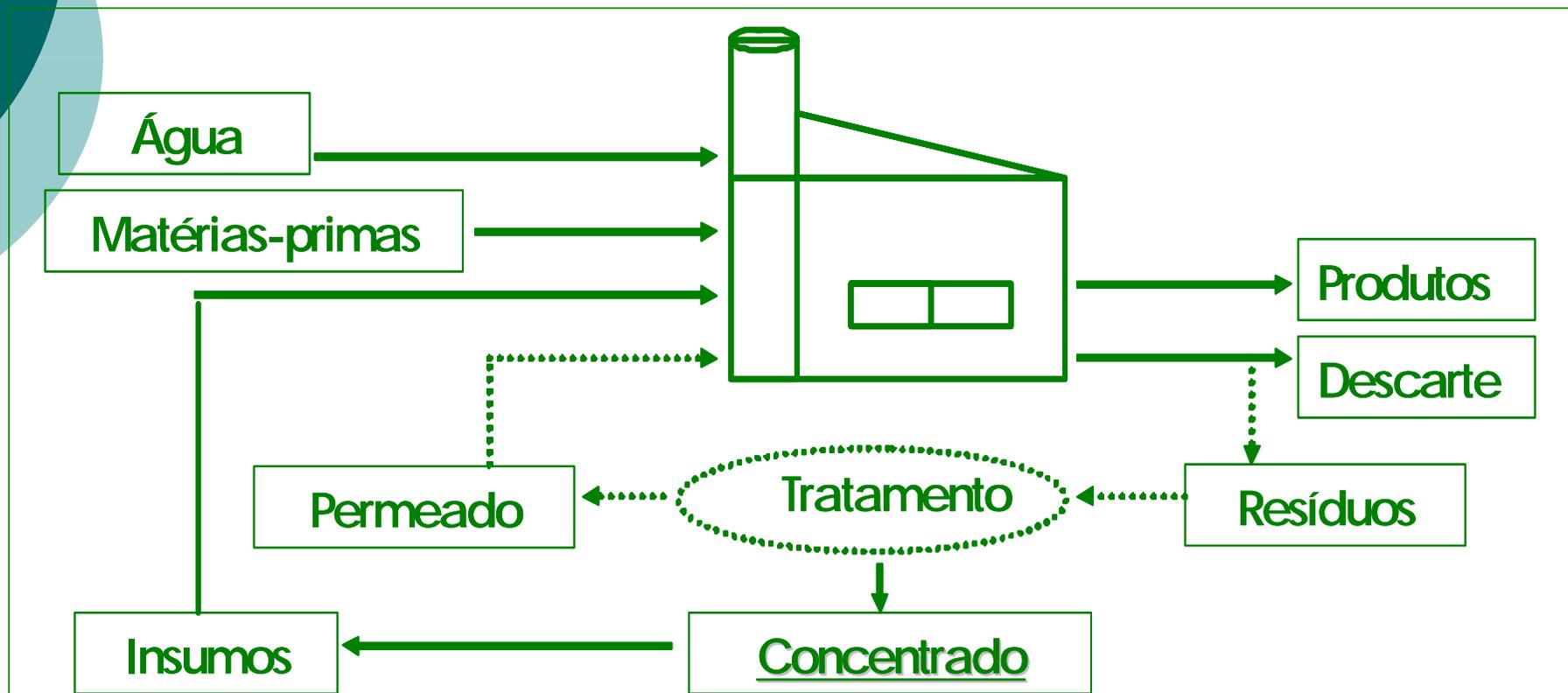
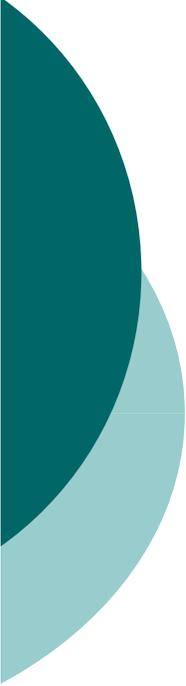


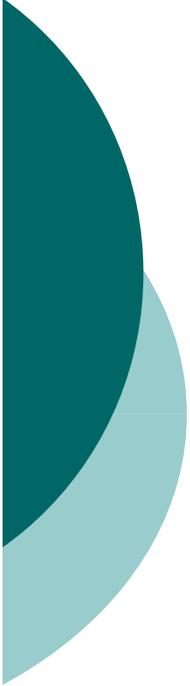
Figura 3 Processo integrado ao sistema industrial para redução do lançamento de carga orgânica



APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO COM MEMBRANAS

Vantagens

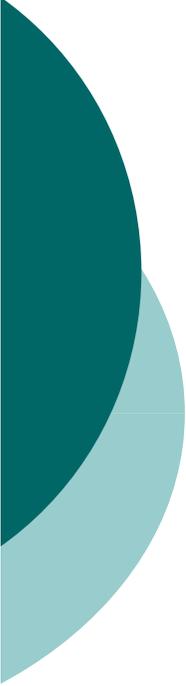
- Menor consumo de água
- Recuperação de resíduos sólidos
- Minimização do impacto ambiental dos resíduos



VANTAGENS AMBIENTAIS E ECONÔMICAS PARA A RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS DE ÁGUAS DE PRIMEIRO ENXÁGUE

Indústria de laticínios de grande porte
no estado do RS

- Geração média de aproximadamente 680.000 L/dia de efluente
- Produção de leite UHT e creme ~ 594 t/dia
- Água residuária encaminhada para Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)



VANTAGENS AMBIENTAIS E ECONÔMICAS PARA A RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS DE ÁGUAS DE PRIMEIRO ENXÁGUE

Indústria de laticínios de grande porte
no estado do RS

- ~ 435.200 L/dia gastos na operação de pré-enxágue do processo CIP
- Minimização significativa do impacto ambiental

VANTAGENS AMBIENTAIS E ECONÔMICAS PARA A RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS DE ÁGUAS DE PRIMEIRO ENXÁGUE

Indústria de laticínios de grande porte
no estado do RS

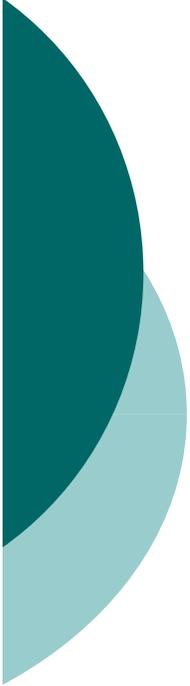
~ 680.000 L/dia –
água residuária

Fluxo permeado: $30 \text{ kg.m}^{-2}\text{h}^{-1}$.
Pires (2007)

~ 435.000 L/dia –
pré-enxágue

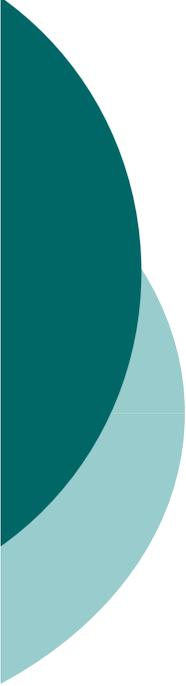
~ 130.000 L/dia –
permeado

~ 305.000 L/dia –
retentado (rejeito)



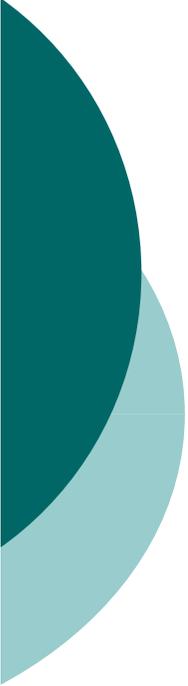
VANTAGENS AMBIENTAIS E ECONÔMICAS PARA A RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS DE ÁGUAS DE PRIMEIRO ENXÁGUE

- Importância da caracterização do permeado e do rejeito
- Adequações às normas da legislação
- Permeado: água de retorno ao processo industrial
- Rejeito: reintegração como matéria-prima parcial



VANTAGENS AMBIENTAIS E ECONÔMICAS PARA A RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS DE ÁGUAS DE PRIMEIRO ENXÁGUE

- Validação econômica: consideração de custos operacionais e de compra, instalação, manutenção e depreciação de equipamentos
- Possibilidade de integração do processo com indústrias próximas
- Verificação da eficiência do processo em escala laboratorial



CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Viabilidade técnica do processo é aceitável
- Utilização do permeado obtido como água de retorno: lavagens de piso e caminhões, etc
- Venda ou utilização do concentrado como matéria-prima parcial em produtos lácteos açucarados
- MINIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA
- MINIMIZAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL
- Necessidade de estudo econômico apurado para implementação

Obrigada!

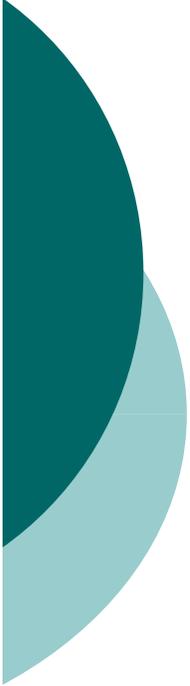
*silviabene@gmail.com

luisfbrum.engenheiro@gmail.com

luisc_oliveira@yahoo.com.br

eamante@cca.ufsc.br

Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos
Campus Trindade, CEP: 88040-900
Florianópolis, SC
Fone: (48) 3721-9930



REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Portaria nº354, de 4 de setembro de 1997. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do doce de leite. Brasília, DF, 1997.
- [2] BRIÃO, Vandrê Barbosa. **Estudo de prevenção à poluição em uma indústria de laticínios**. Maringá, 2000, 71 p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá).
- [3] BRIÃO, Vandrê Barbosa. **Processos de separação por membranas para reuso de efluentes de laticínios**. Maringá, 2007, 94 p. (Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá).
- [4] SIDNEY, M. L. O. **Osiose inversa de água para a aplicação na hemodiálise**. Uberlândia: EdUFU, p. 23-36, 1999.