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

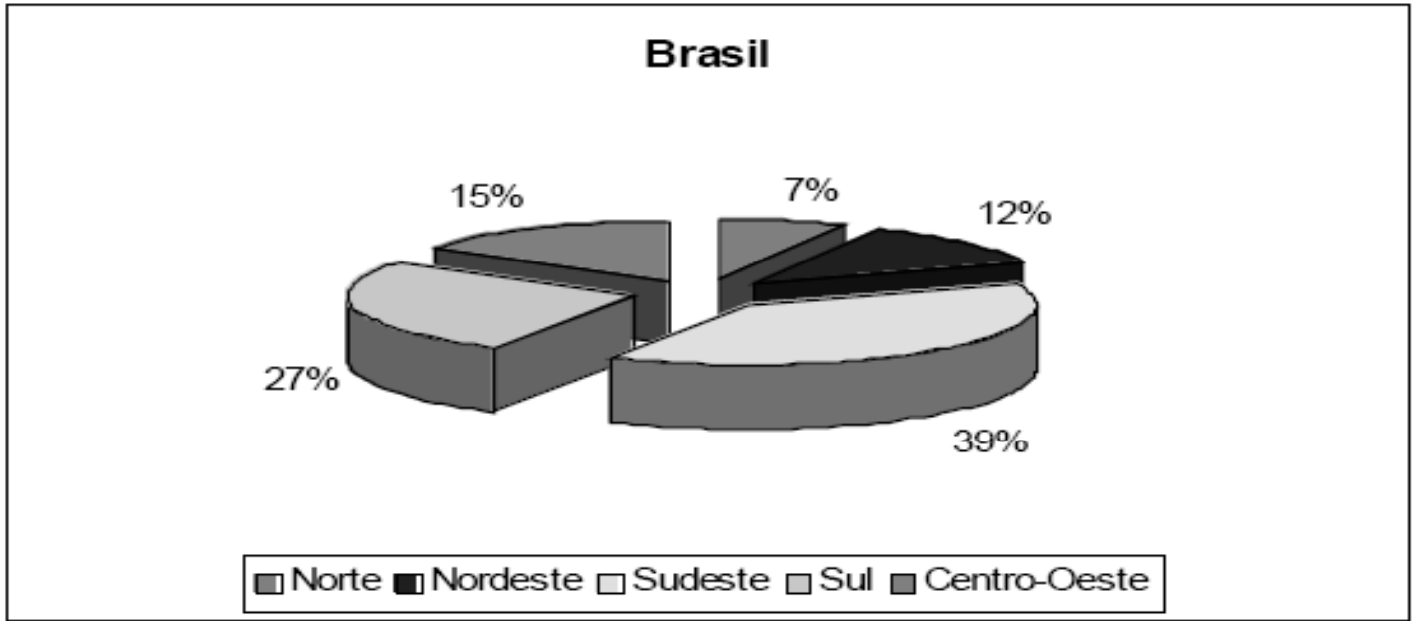


Figura 1 Distribuição da produção nacional de leite por região geográfica do País em 2007 (MAPA, 2008)

INTRODUÇÃO

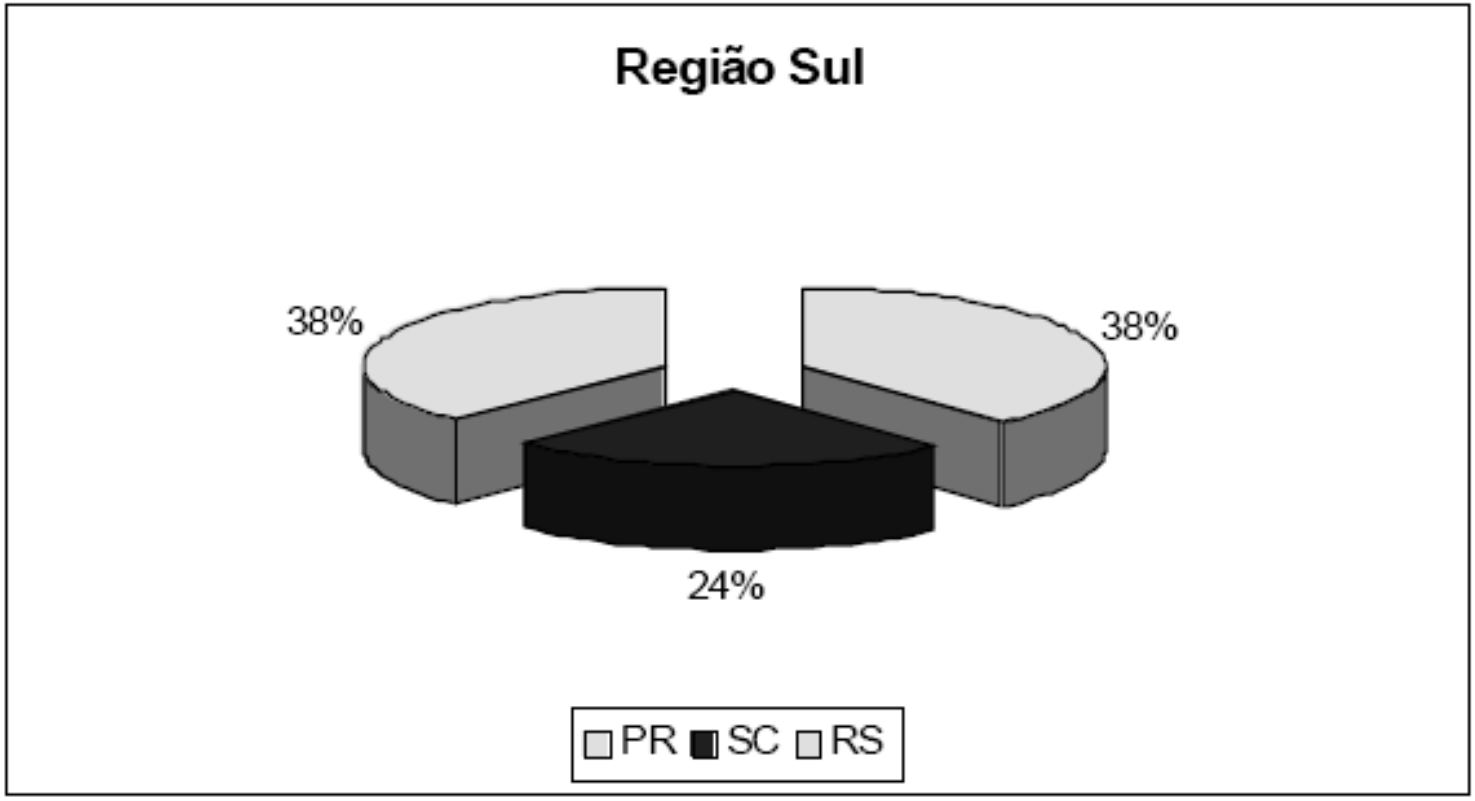
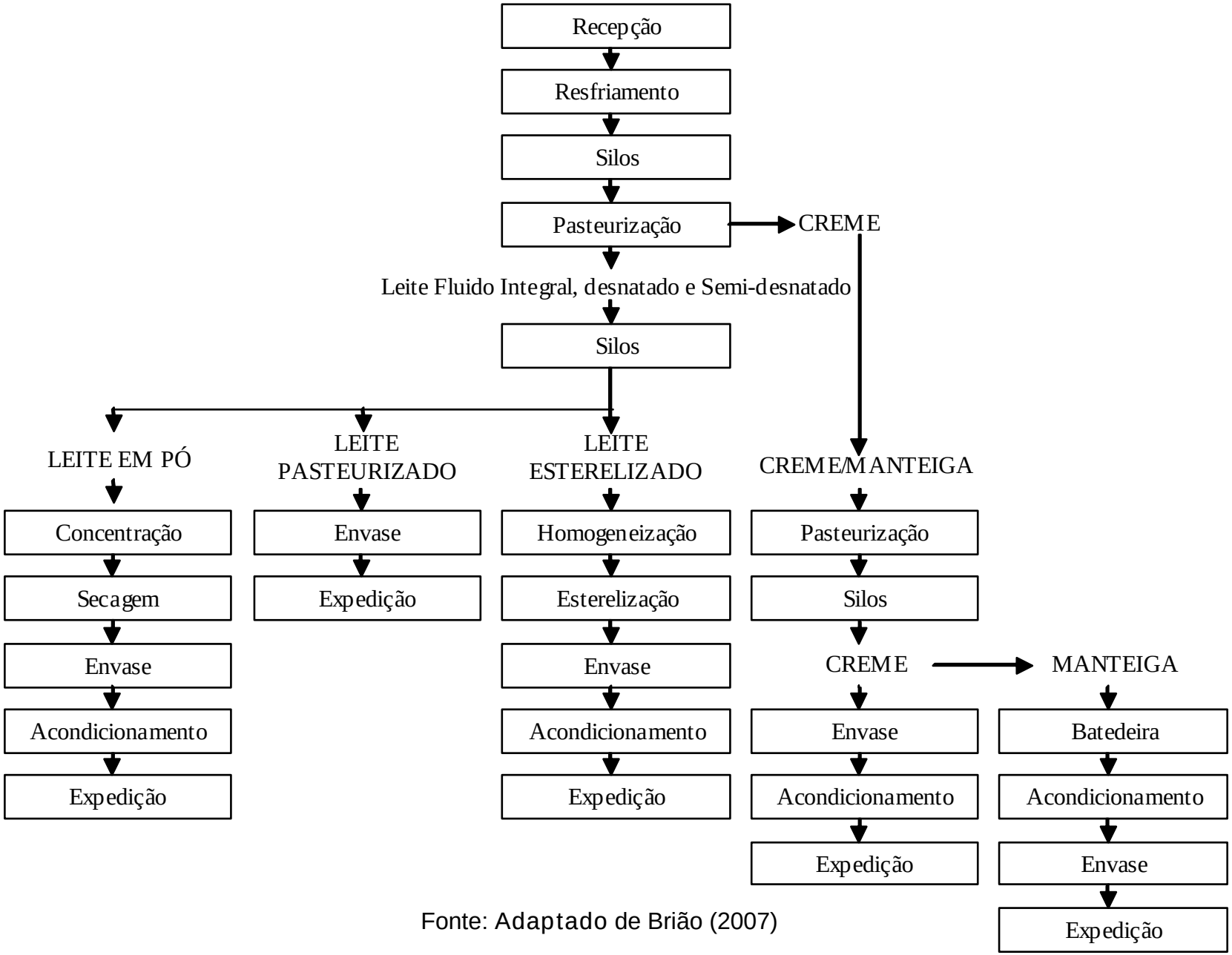


Figura 2 Distribuição da produção de leite na região sul do Brasil em 2007 (MAPA, 2008)

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)

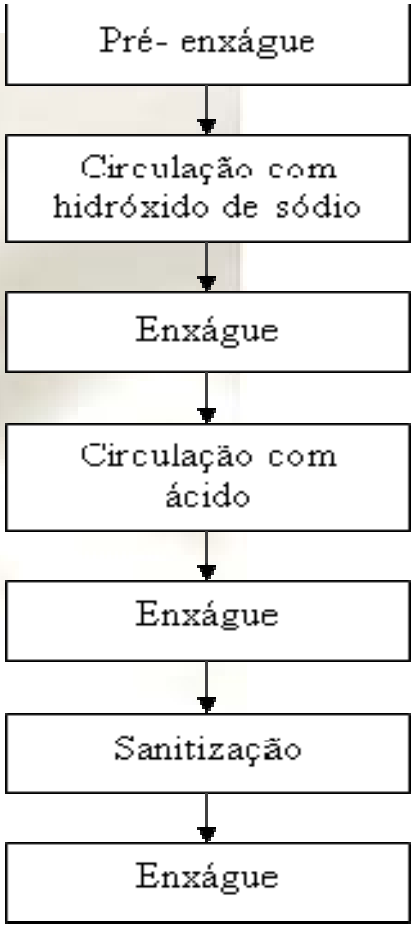


Figura 4 Fluxograma da limpeza CIP

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 ± 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

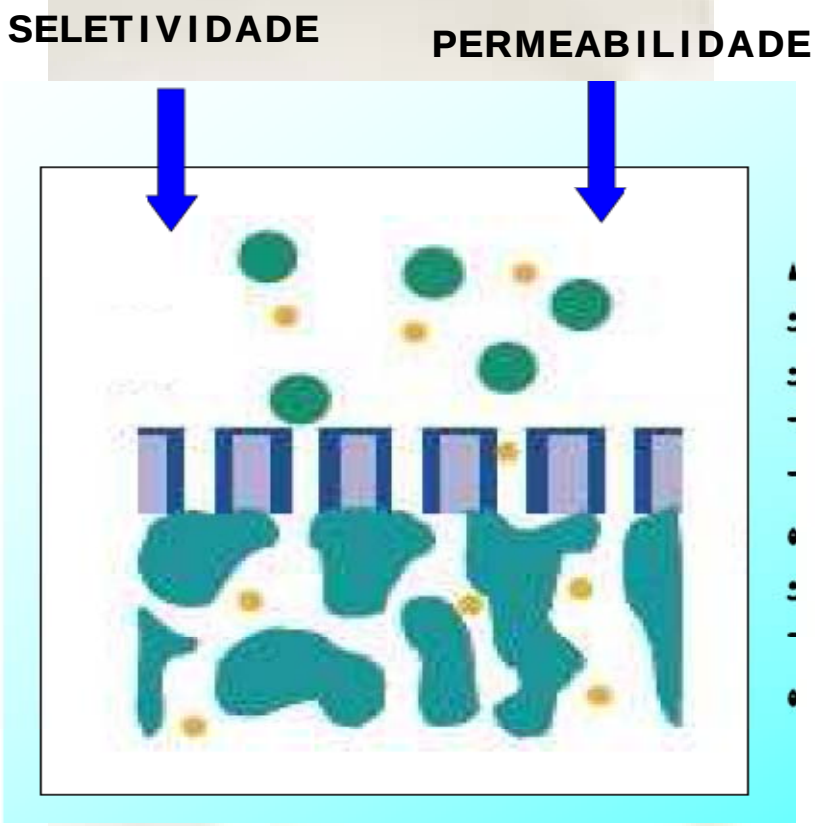


Figura 5 Esquema da separação com membranas

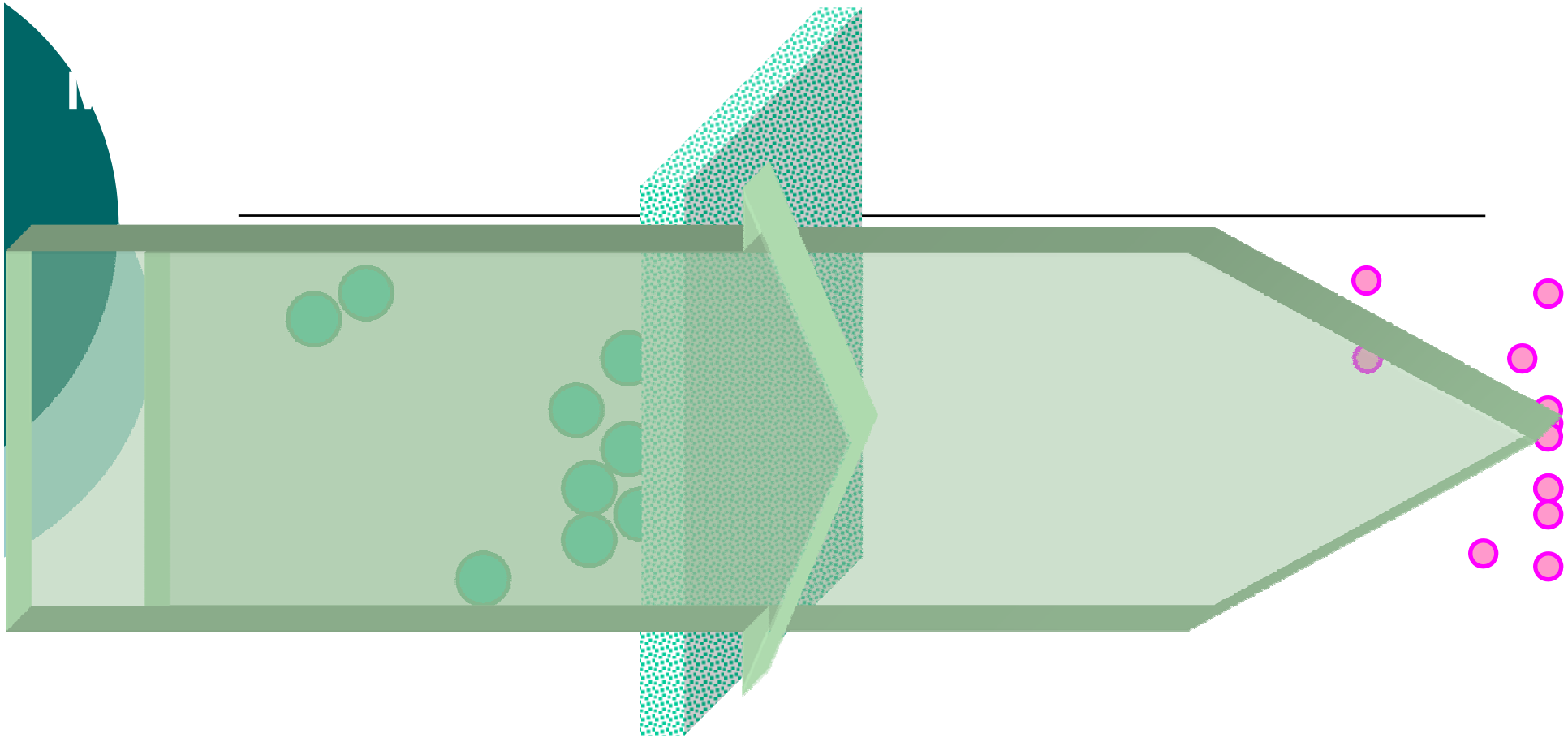
Membrana é uma barreira seletiva semipermeável que separa duas fases e restringe total ou parcialmente o transporte de uma ou várias espécies químicas ou substâncias presentes nas fases, de uma maneira específica (SIDNEY, 1999)

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO COM MEMBRANAS

PROCESSO DE SEPARAÇÃO

Processo de separação → Permeabilidade seletiva através da membrana → Fracionamento da corrente de alimentação

- → **CONCENTRADO**
- → **PERMEADO**



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

- **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

- **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

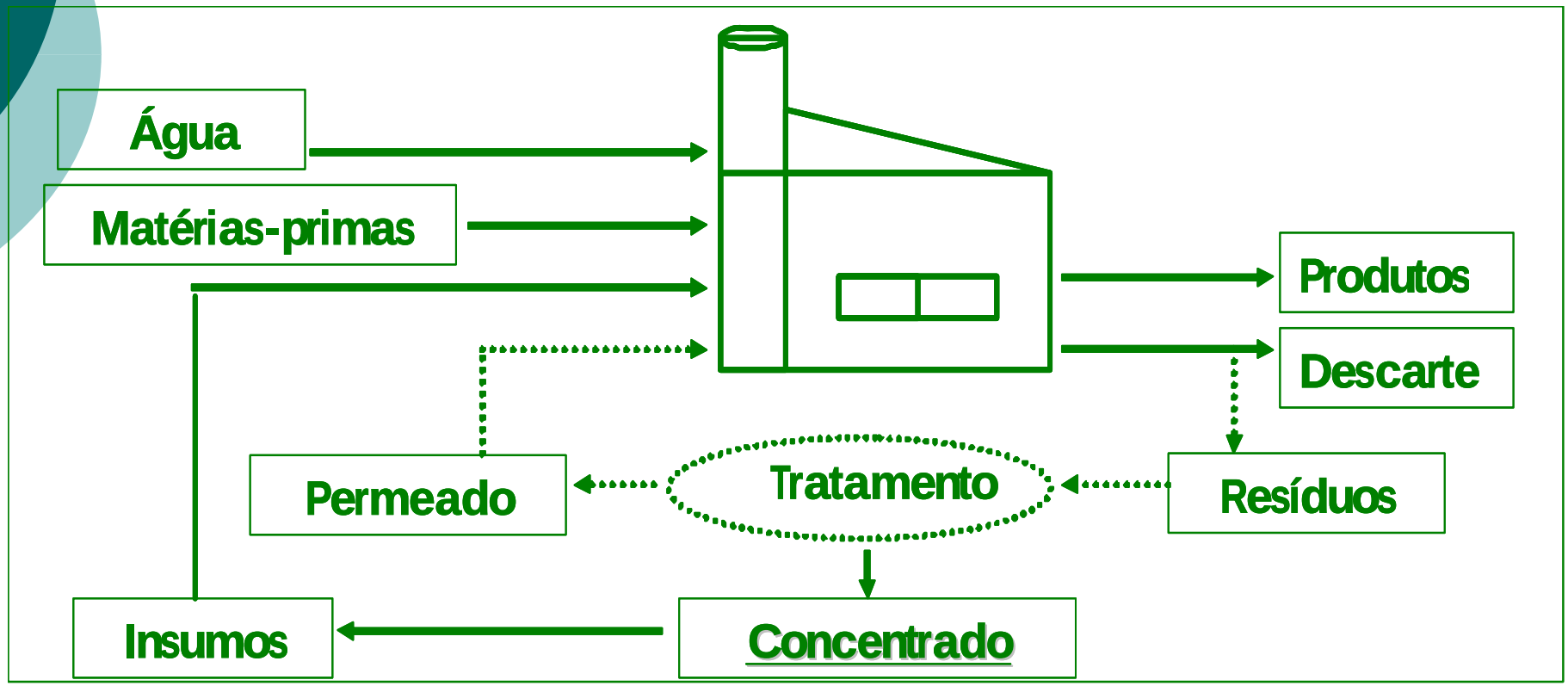


Figura 3 Processo integrado ao sistema industrial para redução do lançamento de carga orgânica

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

↓

~435.000 L/dia – pré-enxágue

↓ ~130.000 L/dia – permeado

↓ ~305.000 L/dia – retentado (rejeito)

Fluxo permeado: 30 $kg.m^{-2}h^{-1}$.

Pires (2007)

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, Vandré 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, Vandré 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. **Osmose inversa de água para a aplicação na hemodiálise.** Uberlândia: EdUFU, p. 23-36, 1999.