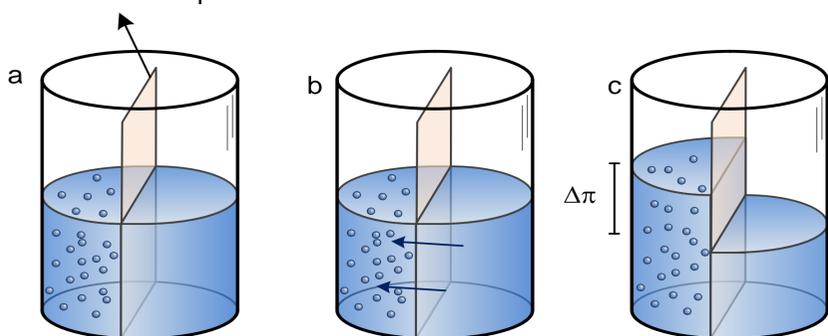


## INTRODUÇÃO

- Inúmeros processos industriais necessitam de remoção e/ou recuperação de compostos orgânicos a partir de soluções aquosas relativamente diluídas.
- A remoção de etanol de bebidas alcólicas, por exemplo, é geralmente realizada por destilação e evaporação, as quais consomem grande quantidade de energia e podem afetar as características do produto.
- **A Osmose Direta (OD)**
  - Possível alternativa de processo para este tipo de operação.
  - Diferença de pressão osmótica ( $\Delta\pi$ ) entre soluções que passam em lados opostos de uma membrana semipermeável como força motriz.
  - Menor alteração nas características do produto.
  - Menor consumo de energia.

Membrana semi-permeável



**Figura 1:** representação esquemática do processo osmótico. O solvente passa através de uma membrana semipermeável, da solução mais diluída para a mais concentrada. Usando como alimentação soluções aquosas contendo etanol, o álcool é transportado através da membrana junto com água.

## OBJETIVOS

- Verificar a viabilidade da utilização da osmose direta na remoção de etanol de soluções aquosas diluídas.
- Avaliação da influência dos parâmetros de operação:
  - gradiente de temperatura;
  - gradiente de pressão osmótica;
  - velocidade de escoamento tangencial.

## RESULTADOS

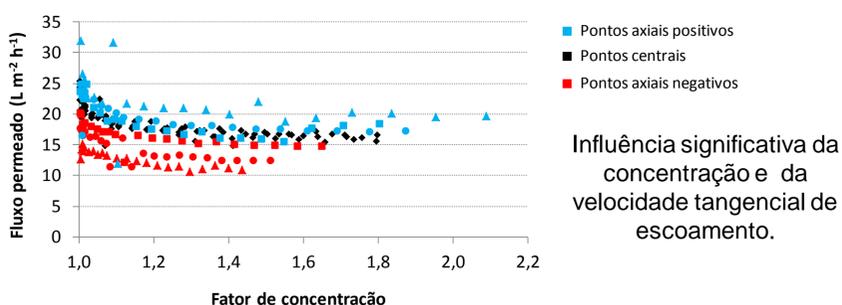
### ➤ Caracterização da membrana

Parâmetro	Antes da remoção de etanol	Depois da remoção de etanol
Fluxo permeado ( $L m^{-2} h^{-1}$ )	12,7±0,4	10,9±0,7
Fluxo inverso soluto ( $g m^{-2} h^{-1}$ )	7,0±0,9	3,7±0,5

Após remoção de etanol as médias de fluxo tiveram redução de aproximadamente 15% no fluxo de água e de 47% no fluxo inverso de sal.

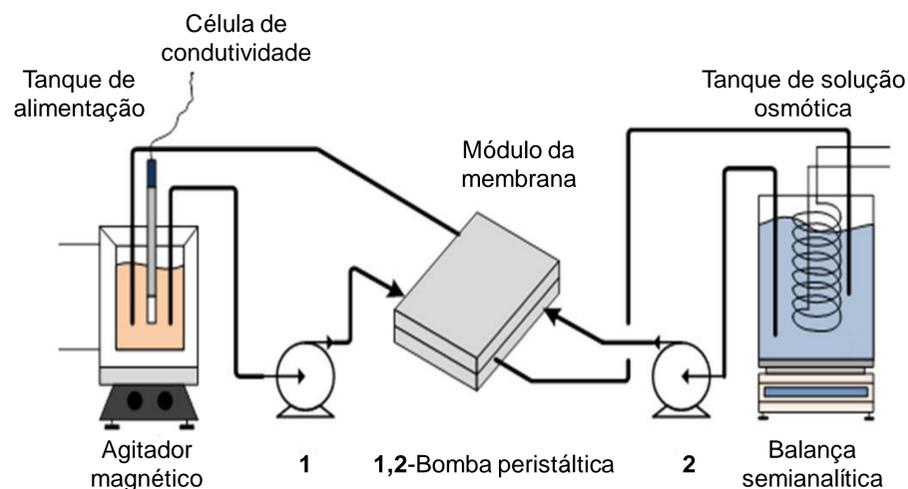
### ➤ Remoção de Etanol

Fluxo permeado



## MATERIAS E MÉTODOS

### ➤ Sistema de bancada



### ➤ Metodologia de caracterização das membranas

**Solução de Alimentação:** água deionizada, 200 mL.

**Solução osmótica:** solução aquosa de NaCl 1M, 2 L.

**Membrana:** Comercial de triacetato de celulose.

**Condições de operação:** 20 °C ; 12 cm s<sup>-1</sup>.

Membrana foi caracterizada de acordo com o fluxo permeado de água e o fluxo inverso de sal antes e após os experimentos de remoção de etanol.

### ➤ Metodologia dos testes de remoção de etanol

**Solução de Alimentação:** solução aquosa 5% v/v de etanol, 200 mL.

**Solução osmótica:** solução aquosa de NaCl, 2 L

**Condições de operação:**

- temperatura da solução de alimentação: fixa em 15 °C;
- temperatura da solução osmótica: 21,6 a 38,4 °C;
- concentração da solução osmótica: 176 a 310 g L<sup>-1</sup>;
- velocidades tangenciais de escoamento: 1,3 a 12,1 cm s<sup>-1</sup>;
- tempo total de experimento: fixo em 2,5 horas.

Foi realizado planejamento experimental composto central com pontos axiais e resultados analisados através de análise de variância.

### Fluxo inverso de NaCl

- Dependente apenas da velocidade de escoamento.
- Existência de uma velocidade ótima de operação com fluxo de água e etanol adequados e fluxo inverso de soluto minimizado.

### Eficiência da remoção do etanol (etanol removido / concentração inicial)

- Não dependente da concentração da solução osmótica.
- Diferença de pressão osmótica 230 atm (243,4 g L<sup>-1</sup>, 30 °C): redução de 33% do teor de etanol.

### Fator de redução de volume (volume removido / volume inicial da solução)

- Maior influência da velocidade de escoamento e temperatura da solução osmótica.
- Diferença de pressão osmótica 230 atm (243,4 g L<sup>-1</sup>, 30 °C): redução de 48 % do volume.

## CONCLUSÃO

- Os três parâmetros avaliados têm influência significativa sobre o processo.
- O processo é bastante promissor e tem grande potencial para ser utilizado na indústria como alternativa aos processos atualmente empregados.

### ✓ Agradecimentos

- Alan Ambosi e Isabel Tessaro
- FAPERGS, LASEM, DEQUI e UFRGS