



# **VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**



**PETROBRAS**

## **REÚSO DE ÁGUA EM SISTEMA DE RESFRIAMENTO COM ELETRODIÁLISE REVERSA**

PETROBRAS/CENPES/ P&D em Gás, Energia e Desenvolvimento Sustentável

Tecnologias em Tratamento e Reuso de Água

Rodrigo Suhett de Souza

e-mail: [rsuhett@petrobras.com.br](mailto:rsuhett@petrobras.com.br)

**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



**PETROBRAS**

## UMA REFLEXÃO INICIAL

O melhor “Reúso” é o uso eficiente.



**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



**PETROBRAS**



## ➤ PETROBRAS:

- ✓ Década de 1970: Uso de correntes internas;
- ✓ Década de 2000: Intensificação do reúso de correntes internas e minimização do consumo;
- ✓ Desde 2001: Pesquisas na área de Reúso do Efluente Final de Refinaria;
- ✓ Década de 2010: Implantação do Reúso de Efluente Final em 5 Refinarias e CENPES.



**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



## UNIDADE PROTÓTIPO PARA REUSO DE EFLUENTE DE REFINARIA EM SISTEMA DE RESFRIAMENTO



**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



- **Consumo de água no Refino:**  
0,8 a 1,0 L de água : 1 L óleo refinado
- **Maior demanda:**  
Sistema de Resfriamento



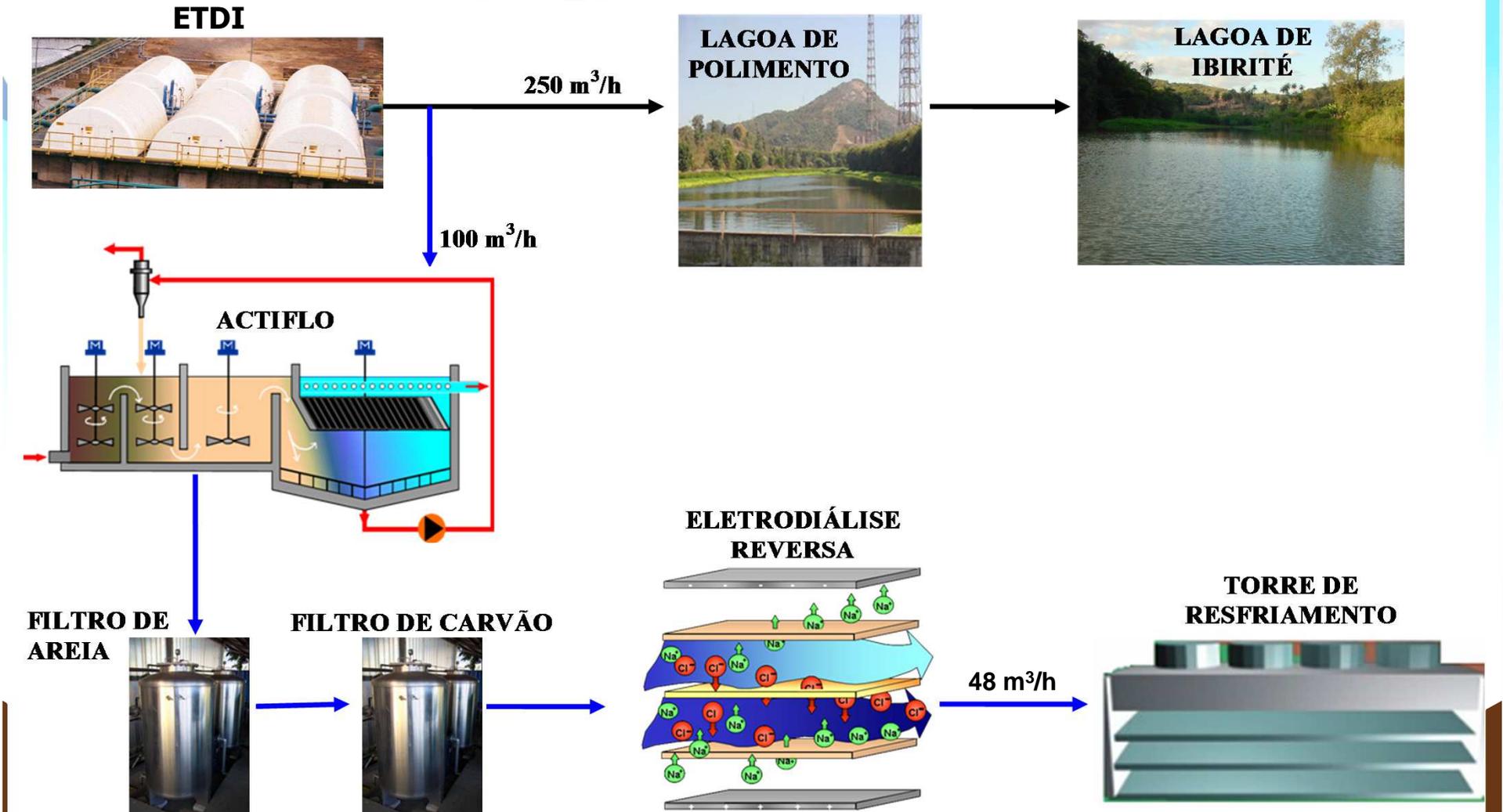
**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



**PETROBRAS**



**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



**PETROBRAS**



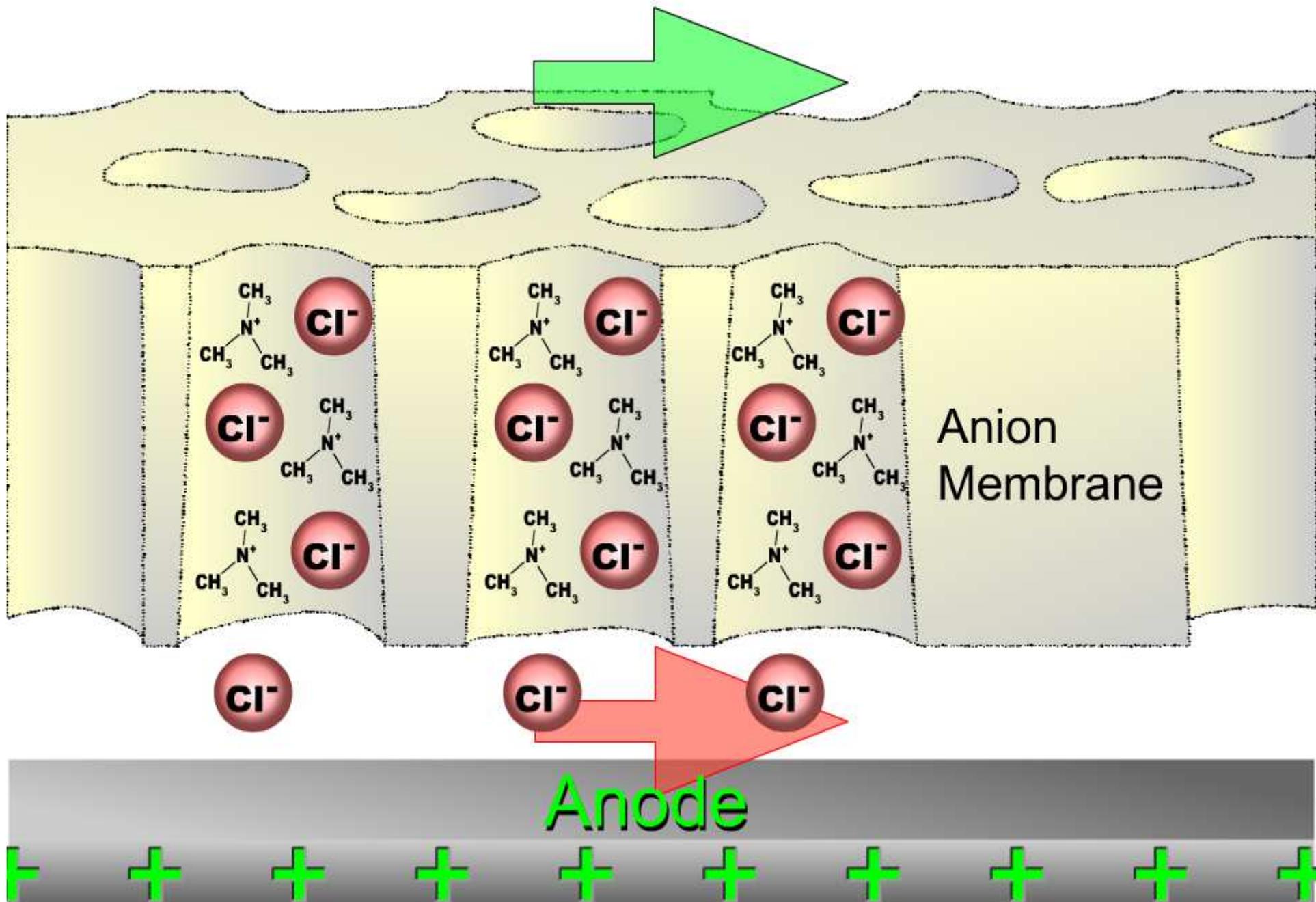
## ➤ Tecnologia de Eletrodialise Reversa

- ✓ Processo de separação eletroquímica através de membranas
- ✓ Objetivo: Remoção de sais dissolvidos

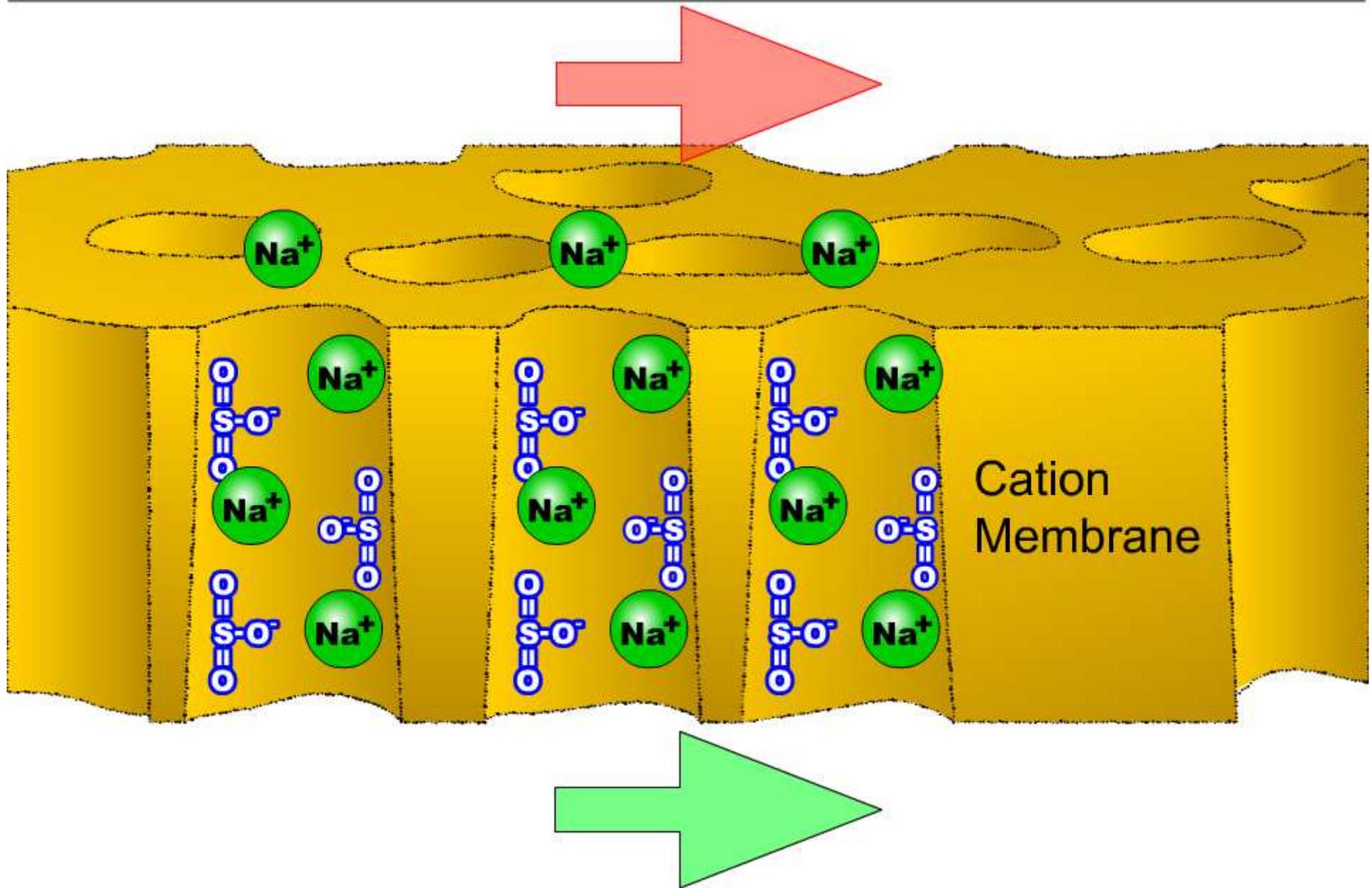


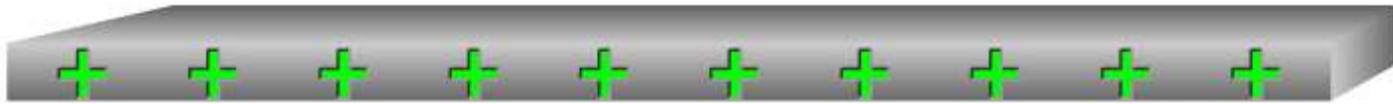
**Porto A**

**3 a 26/1**



Cathode





Electrode  
Stream



Anion-Exchange Membrane

Dilute  
Stream



Cation-Exchange Membrane

Concentrate  
Stream



Anion-Exchange Membrane

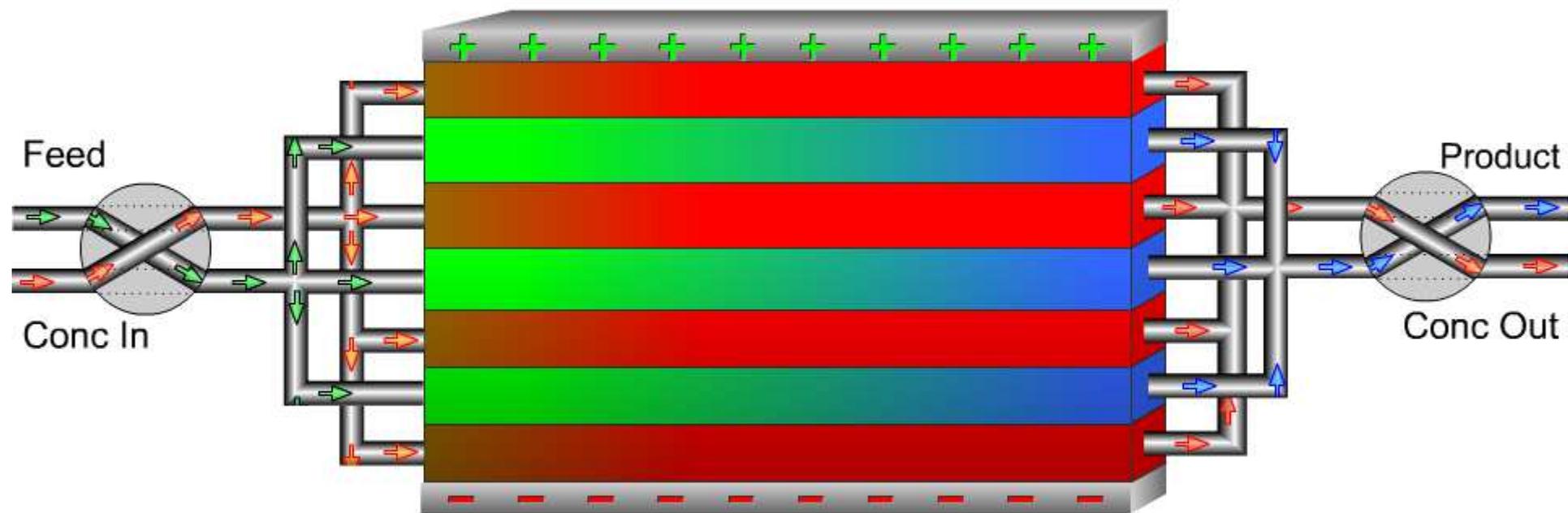
Dilute  
Stream



Cation-Exchange Membrane

Electrode  
Stream







# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



## COMPARAÇÃO EDR x OSMOSE INVERSA

### ➤ Vantagens da EDR:

- ✓ Maior robustez operacionalmente;
- ✓ Maior recuperação de água (80%).

### ➤ Desvantagens da EDR:

- ✓ Menor rejeição salina (75% com 2 estágios);
- ✓ Remoção muito baixa ou nula de compostos como Sílica e Matéria Orgânica.

**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# **VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**



**PETROBRAS**

**FILME**

**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**

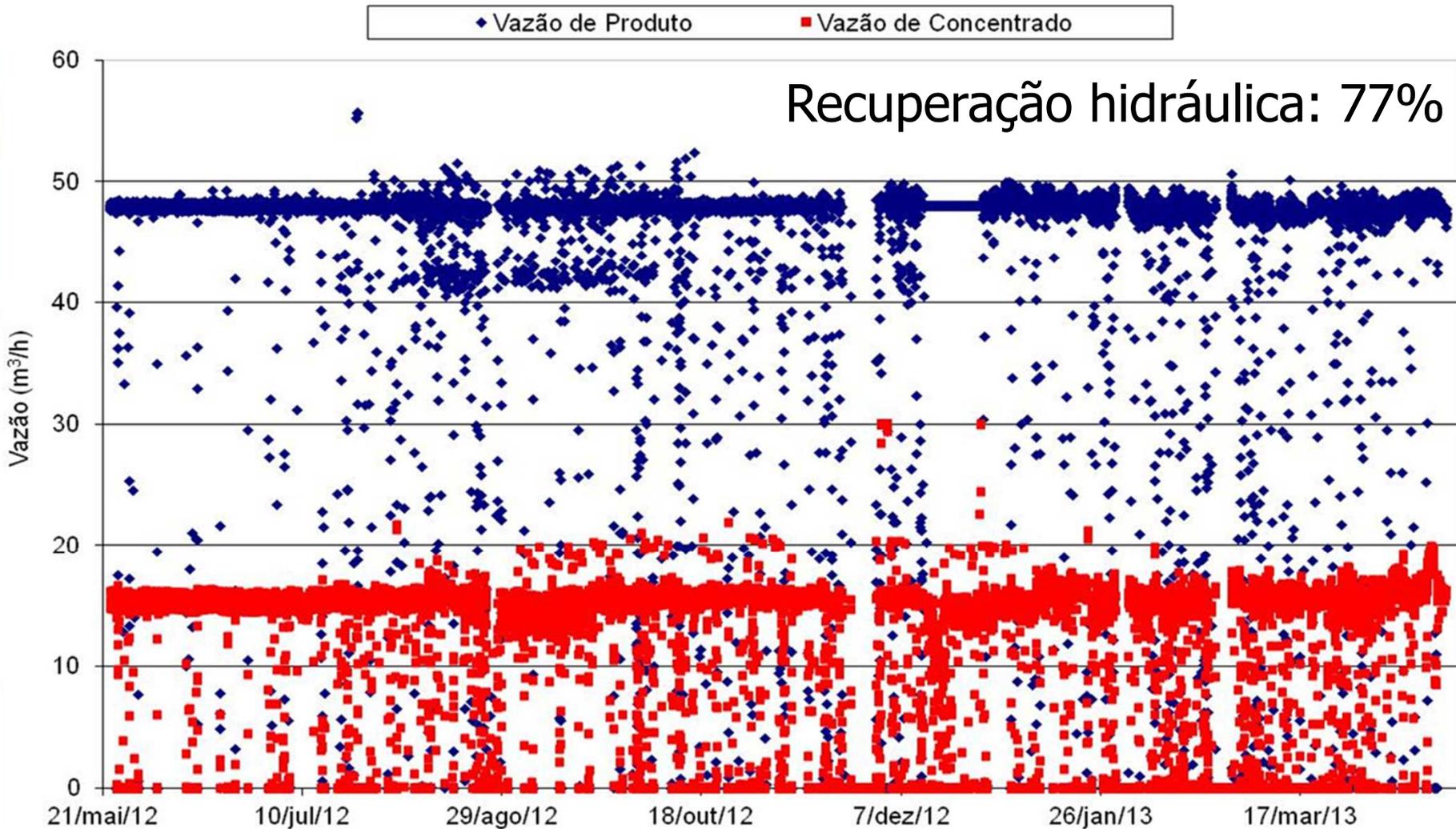


# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



PETROBRAS

## PRINCIPAIS RESULTADOS



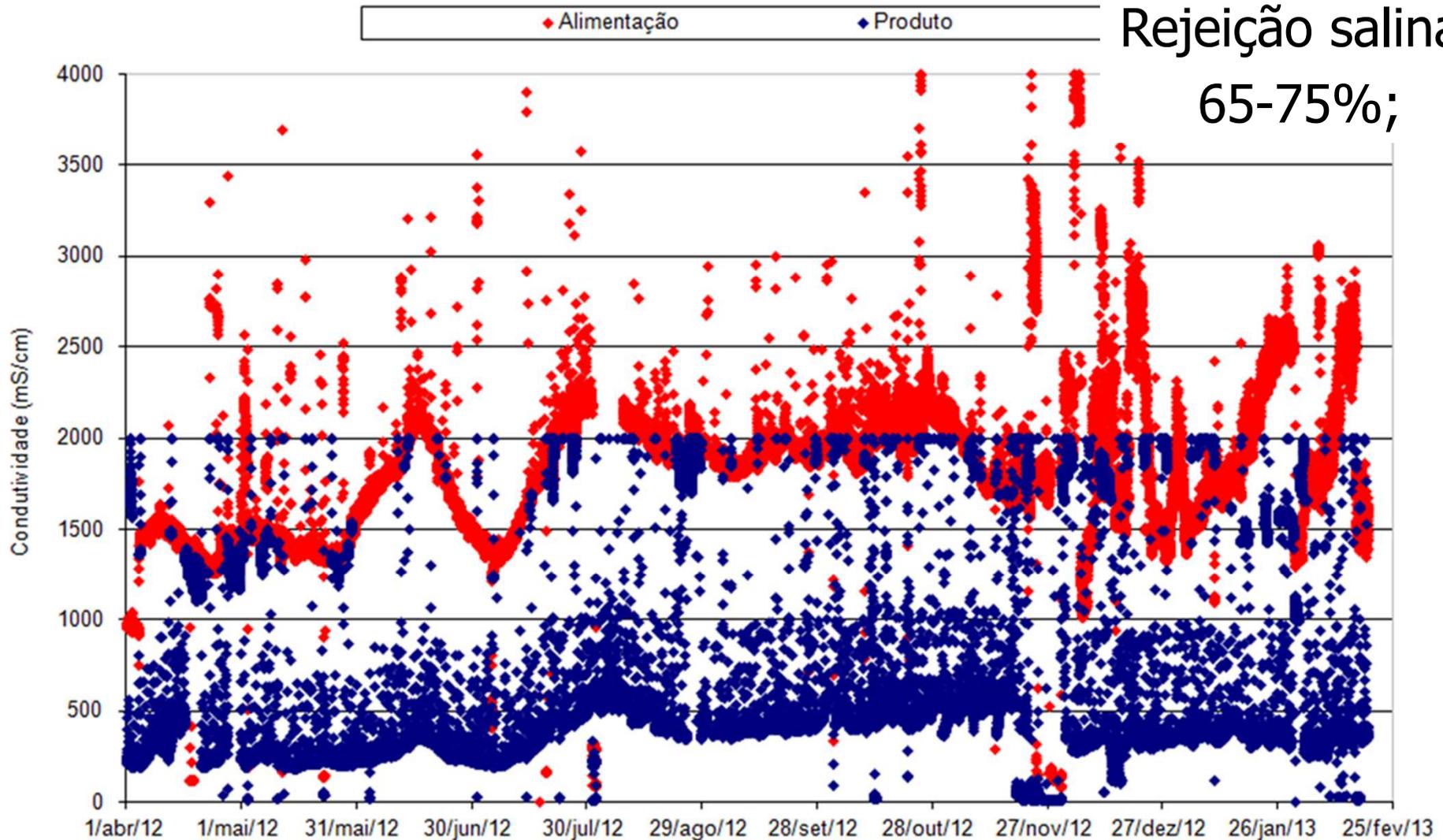


# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



PETROBRAS

Rejeição salina:  
65-75%;



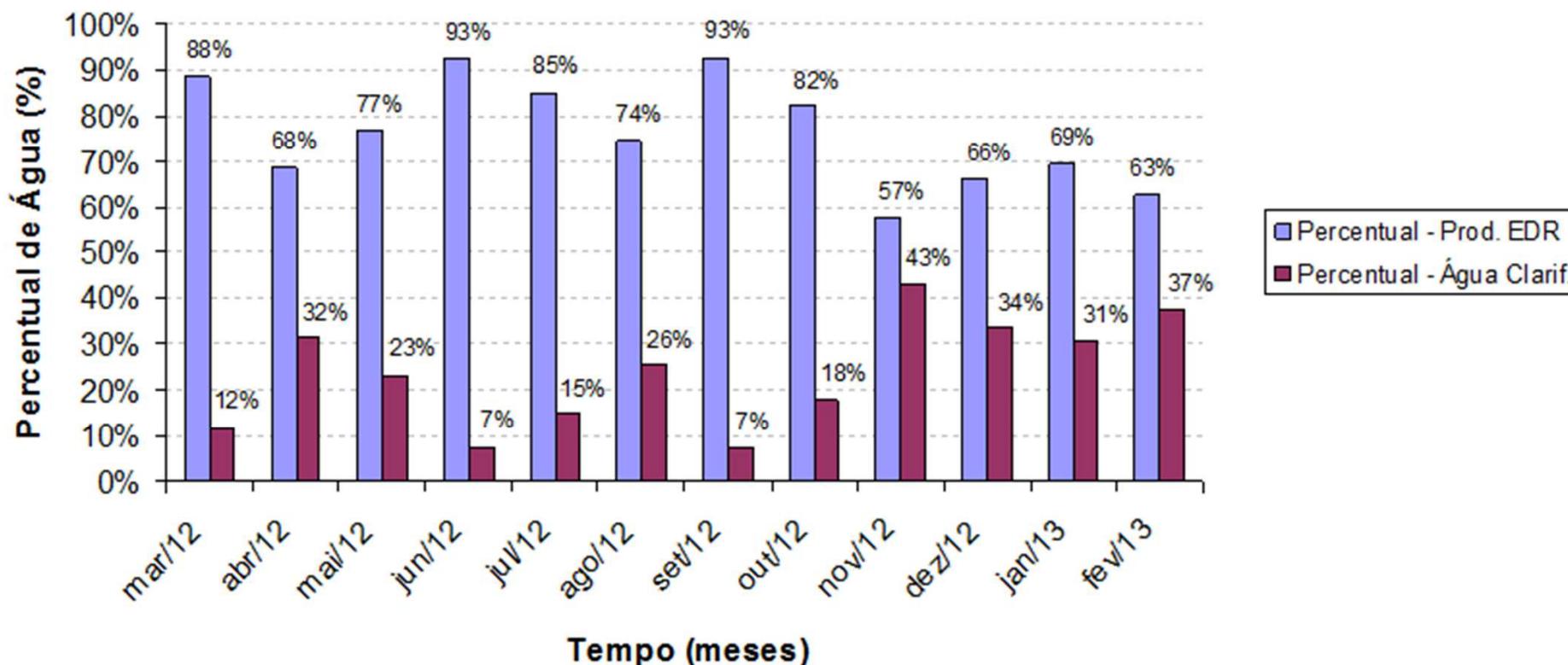


# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



**PETROBRAS**

### Percentual de Água de Make up - U-223 - Média Mensal - 2012/13



**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



**PETROBRAS**

## ➤ Taxas de corrosão no Sistema de Resfriamento:

- ✓ Aço Carbono: < 1,0 mpy;
- ✓ Cobre: 0,6 mpy
- ✓ Latão: 0,7 mpy

**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



PETROBRAS



## PRINCIPAIS DESAFIOS OPERACIONAIS

### 1. Sistema de Remoção de Sólidos:

- ✓ Alta demanda operacional em função da variação do efluente;
- ✓ Garantia de qualidade com introdução de filtro tipo *bag*;
- ✓ Proposta de substituição do sistema tradicional por Microfiltração.

Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



## 2. Sistema de Remoção de Carbono Orgânico:

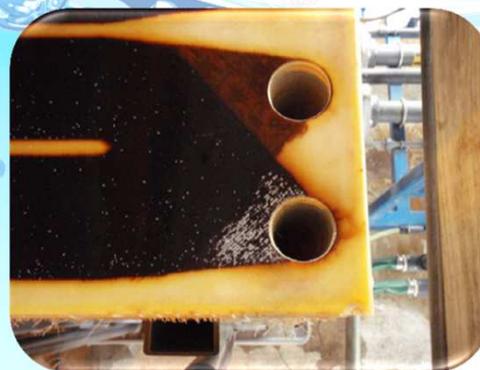
- ✓ Alto custo operacional e demanda logística para substituição ou regeneração externa do leito de carvão ativado;
- ✓ Opção por operar a EDR com TOC acima do limite do fabricante (média de 20 mg/L);
- ✓ Sem observação de perda de eficiência das membranas.



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



**PETROBRAS**



## 3. Sistema de Antiincrustante:

- ✓ Necessidade de controle de dosagem e efetividade do produto;
- ✓ Limpeza semanal de manutenção para incrustação de carbonatos;
- ✓ Parada para limpeza manual em caso de incrustação de Sulfato de Bário (aprox. 1 x ano).

**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL



**PETROBRAS**

## 4. Custo operacional:

Água de Reúso (atual)



R\$ 1,00/m<sup>3</sup>

Água de Reúso (MF)



R\$ 0,40/m<sup>3</sup>

Água de Captação



R\$ 0,70/m<sup>3</sup>

**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**



# **VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**



**PETROBRAS**



# ***OBRIGADO!***

**Porto Alegre/RS - 23 a 26/11/2015**