

# 7º Seminário de Meio Ambiente

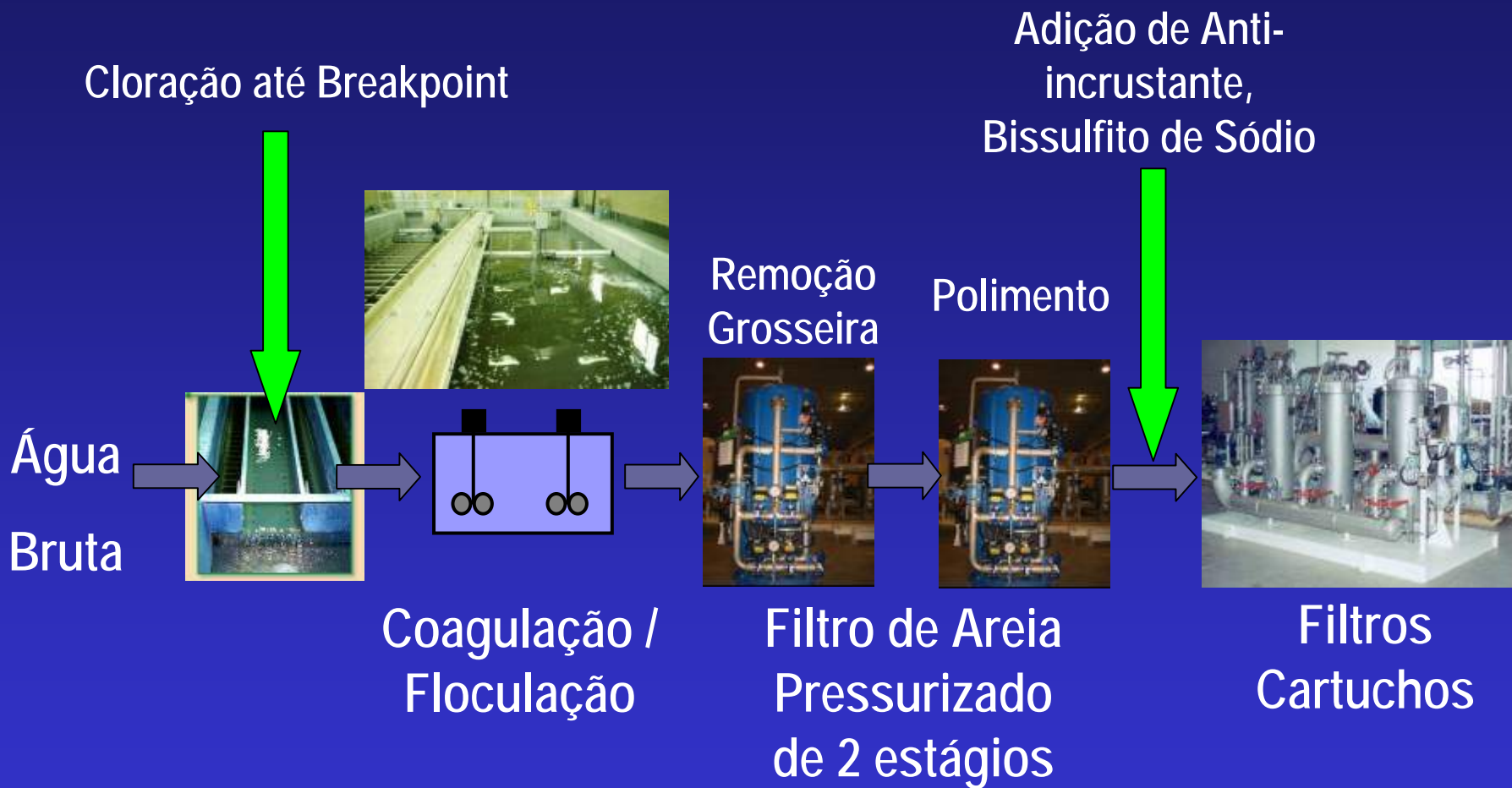
22 de junho de 2004 / São Paulo - SP

**"SISTEMAS DE TRATAMENTO-  
MEMBRANAS DE ULTRA-FILTRAÇÃO: A  
EXPERIÊNCIA BRASILEIRA NO PRÉ-  
TRATAMENTO DE OSMOSE REVERSA E NO  
TRATAMENTO DE EFLUENTES".**

**APRESENTADO POR: HELOISA YAMAGUCHI - ZENON BRASIL**

# A Tecnologia de Ultra- Filtração no Pré- Tratamento de OR

# Pré-Tratamento Convencional de Osmose Reversa



# Porquê Pré-tratamento ?

- Assegurar confiabilidade na Osmose Reversa (OR)
- Remover materiais coloidais, bactérias e sólidos suspensos inorgânicos que bloquearão os canais de alimentação da OR, causando queda de pressão
- Remover sais solúveis na água, minimizando a incrustação
- Minimizar o “fouling” da OR devido a crescimento bacteriano

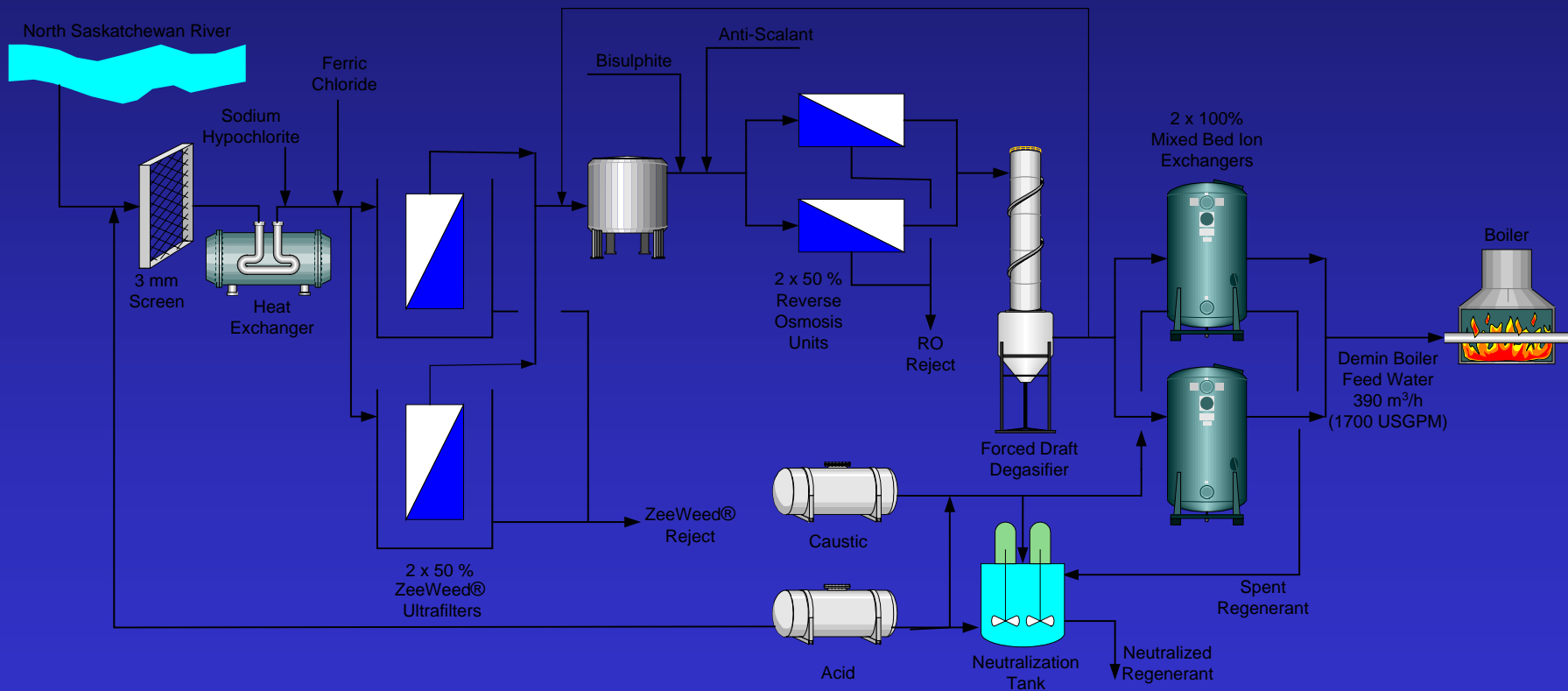
# Limites Típicos de Água de Alimentação de OR

- SDI < 5 (idealmente < 3 ou melhor)
- SST < 1 mg/L
- Turbidez < 1 NTU
- COT < 5 mg/L
- LSI < 2.0 (com sequestrante)

**100% do Tempo**

.....Conseqüentemente o Pré-Tratamento  
É Necessário

# Diagrama de Processo Típico



# Clarificadores

- Tecnologia comum de tratamento de água
- Mudanças na Alimentação não são gerenciadas bem
- Sempre usados com polímeros e coagulantes e Filtros de múltiplos meios
- Baixo desempenho com a variação de temperatura
- Área ocupada muito grande
- Tipicamente produz Turbidez 5 – 10 NTU



# Filtros de Meios Duplos

- Tipicamente de Múltiplos Meios  
– areia, garnet, antracito
- Filtração Dead End – Retro-  
Lavagem Requerida
- Remove 20 a 100 microns
- Normalmente usado com  
polímeros e coagulantes
- Não consegue produzir  
consistentemente SDI < 5 ou  
Turbidez < 1 NTU





# Filtros Cartuchos

- Encontrados em quase todos os sistemas de OR
- Porosidade nominal 5 – 25 microns
- Filtração Dead End – Frequentes trocas
- Mais como fator de segurança para Elemento Principal e da Bomba de processo da OR
- Normalmente uma fonte de problemas de contaminação por bactéria



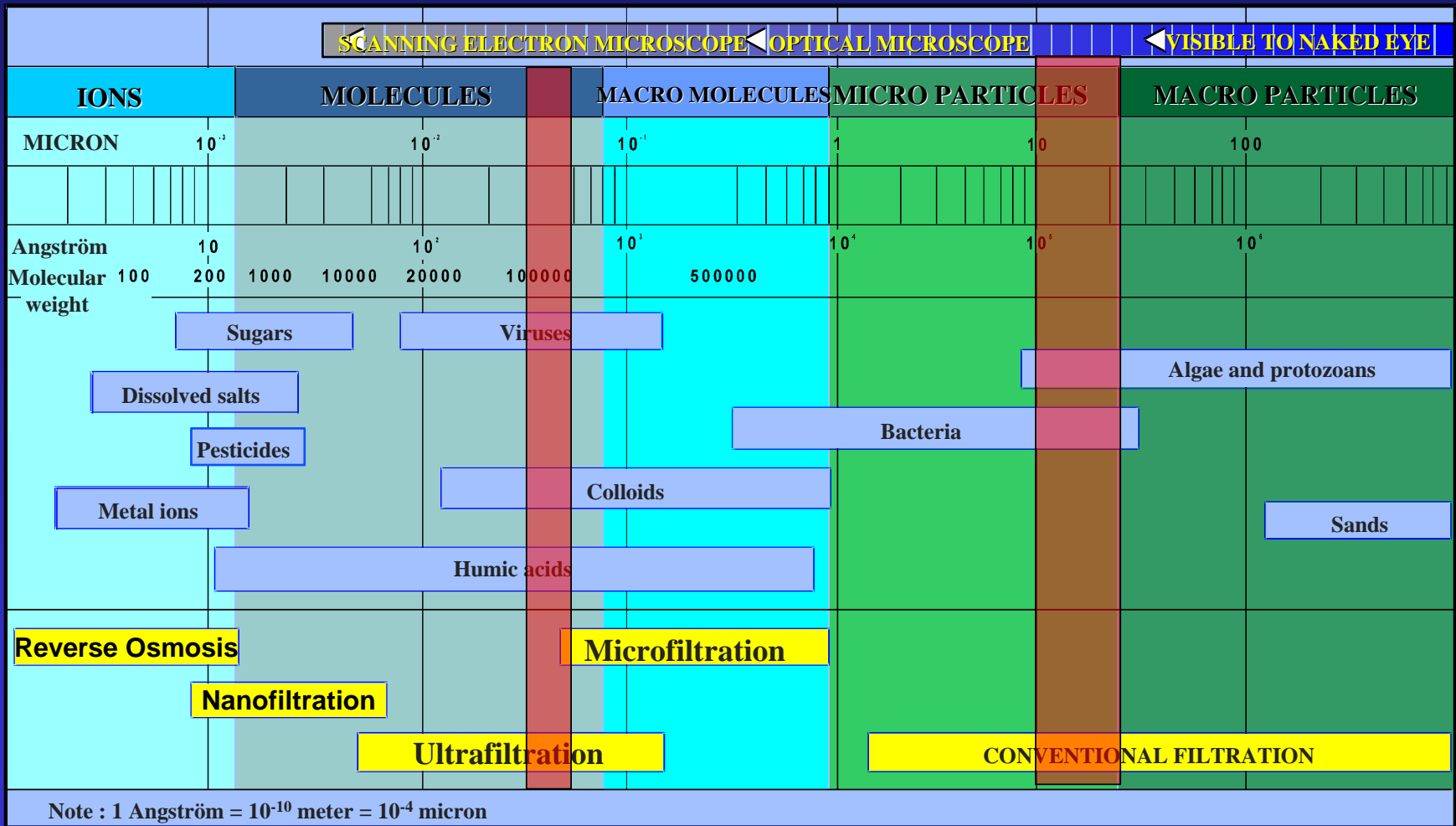
# Comparação dos Pré-Tratamentos

<b>Pré-Tratamento</b>	<b>UF / OR</b>	<b>Convencional / OR</b>
<b>Descrição</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UF, Fibra Oca, Fora/Dentro, modelos ZW 500/1000</li> <li>• Porosidade nominal de 0,04 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>• Máx. TMP: 83 kPa (12 psi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MMF</li> <li>• Cartucho de 5 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>• Cartucho de 1 <math>\mu\text{m}</math></li> </ul>
<b>Qualidade de Água</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistente, confiança na qualidade</li> <li>• SDI &lt;3, 100% do tempo</li> <li>• Turbidez: &lt;0,1 NTU</li> <li>• Bactéria: &gt; 5 logs de remoção</li> <li>• Cisto de <i>Giardia e de Cripto</i>: &gt;4 logs de remoção (cada)</li> <li>• Vírus: &gt;2 logs de remoção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade Flutuante</li> <li>• SDI &lt;3 ~90% do tempo</li> </ul>
<b>Área Instalada Estimada</b>	<b>25% ou mais que o pré-tratamento convencional</b>	<b>25% ou mais que o pré-tratamento pr UF</b>

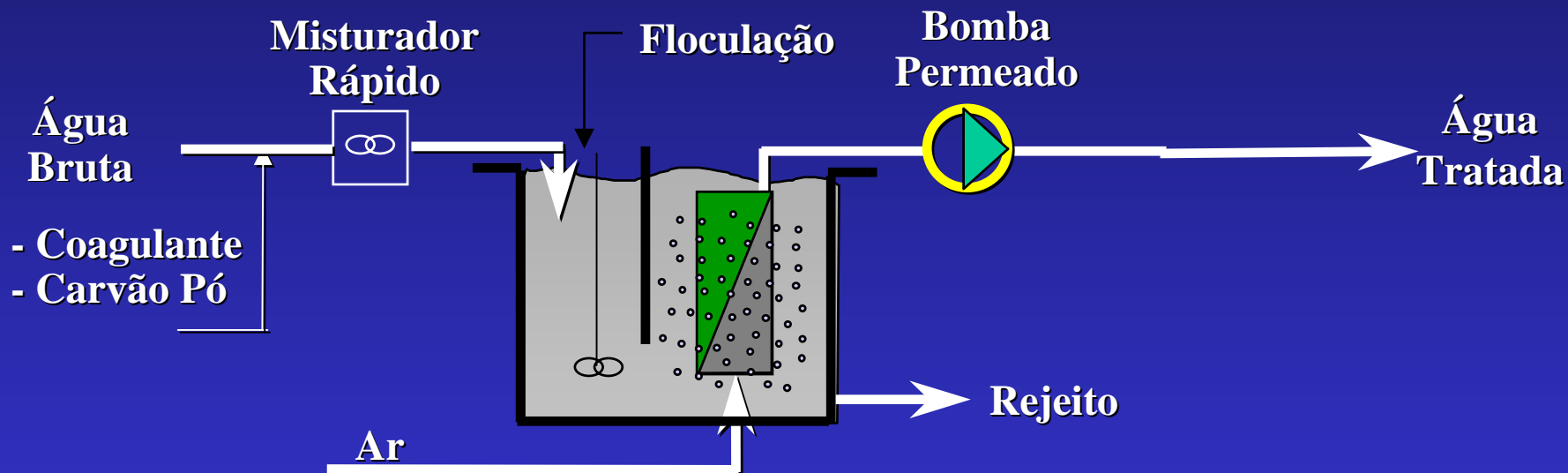
# Comparação dos Pré-Tratamentos

<b>Pré-Tratamento</b>	<b>UF / OR</b>	<b>Convencional / OR</b>
<b>Vida útil Típica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membranas de UF: 5-7 Anos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meio do MMF: 2-3 anos</li> <li>• Cartuchos: 3-4 semanas</li> </ul>
<b>Taxa de Troca de OR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8% ao ano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12% ao ano</li> </ul>
<b>Frequência de limpeza química de OR</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,5 vezes da que é realizada com pré-tratamento por UF</li> </ul>
<b>Consumo Químico para Limpeza da OR</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 vezes da que é realizada com pré-tratamento por UF</li> </ul>

# Espectro de Filtração



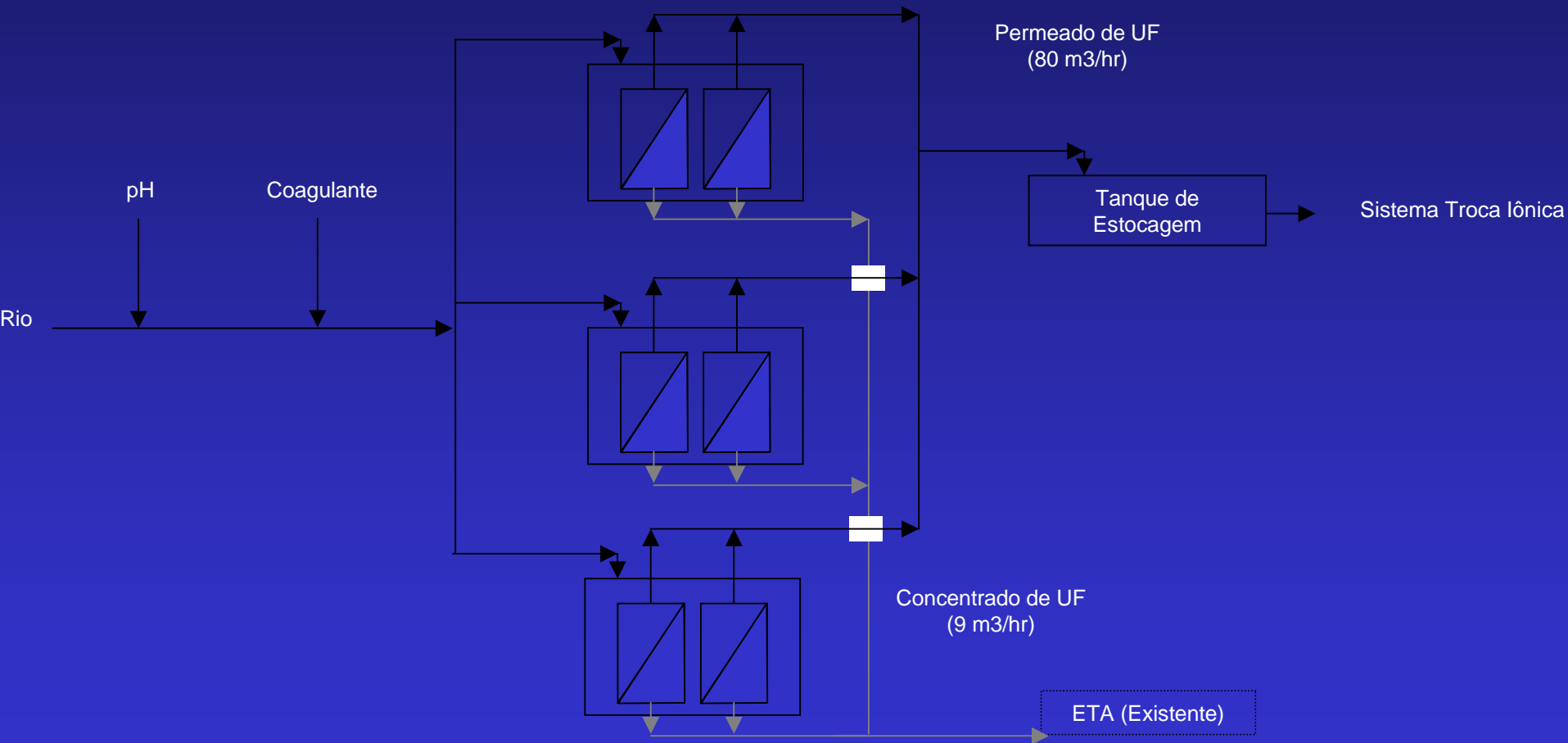
# Coagulação Aumentada com Membranas



# Vantagem de Uso de Membranas como Pré-Tratamento de OR

- Não há geração de lodo
- Não há adição de polímeros/produtos químicos – apenas filtração direta
- Sistema é totalmente automatizado, controle por PLC – atenção mínima pelo operador
- Consistentemente produz qualidade de água superior
  - (Turbidez  $<0,2$  NTU e SDI  $< 3$ )

# REMAN



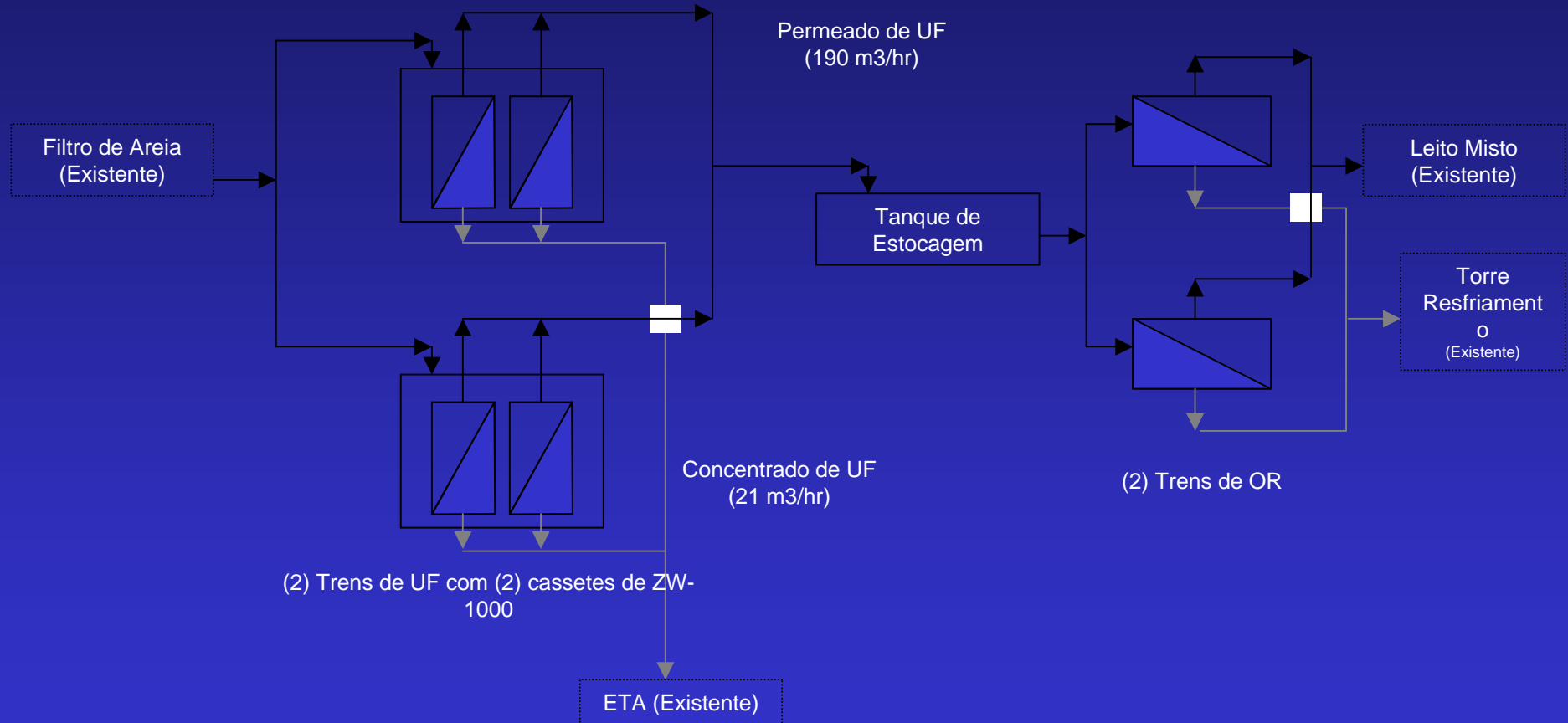
(3) Trens de UF com (2) cassetes de ZW-500

# REMAN

- $SDI < 3$
- Turbidez  $< 0,2$  NTU
- Remoção de cor  $> 95\%$  (Cor média = 150 PtCo; Pico = 250 PtCo)
- $Fe < 0,1$  mg/L
- Sólidos Suspensos  $< 1$  mg/L



# REVAP



UF= Ultra-Filtração  
OR= Osmose Reversa

# REVAP

- $SDI < 1,5$
- Turbidez  $< 0,1$  NTU
- $Fe < 0,1$  mg/L
- Sólidos Suspensos  $< 1$  mg/L

# A Tecnologia de Ultra-Filtração no Tratamento de Efluentes

# Planta Piloto REGAP

- Planta piloto visando re-uso de efluentes de refinaria.
- Experiência anterior da ZENON em aplicação similar (PEMEX).
- Tratamento de efluentes da refinaria composto de: Remoção de óleo + Biológico + Remoção de Amônia

# Planta Piloto REGAP

- Planta piloto em posição terciária para trabalhar junto a Osmose Reversa.
- Averiguação dos custos operacionais:
  - Limpeza das membranas:
    - Modo de Operação
    - Seleção de produtos químicos (discussão de disposição do rejeito da Osmose Reversa).
  - Recuperação do sistema de membranas
  - Taxa de filtração das membranas

# Planta Piloto REGAP

- Resultados obtidos:
  - Remoção de DBO: 85%
  - DQO solúvel no efluente bruto: 15%
  - Remoção de DQO total: 43%
  - Remoção de TOC: 27%
  - Remoção de Turbidez: 98%
  - Turbidez: < 0,5 NTU
  - SDI < 4

# MBR: Hopi Hari, São Paulo, Brasil

## Hopi Hari (Parque temático)

**Capacidade:**

600 m<sup>3</sup> / dia (média diária)

**Comissionado:**

Novembro 2000

**Problema:**

Local com sensíveis pressões ambientais

**Descrição do Projeto:**

Nova planta de MBR, com re-uso de 100% do efluente tratado. Baixos níveis de N e P de acordo com a legislação local.

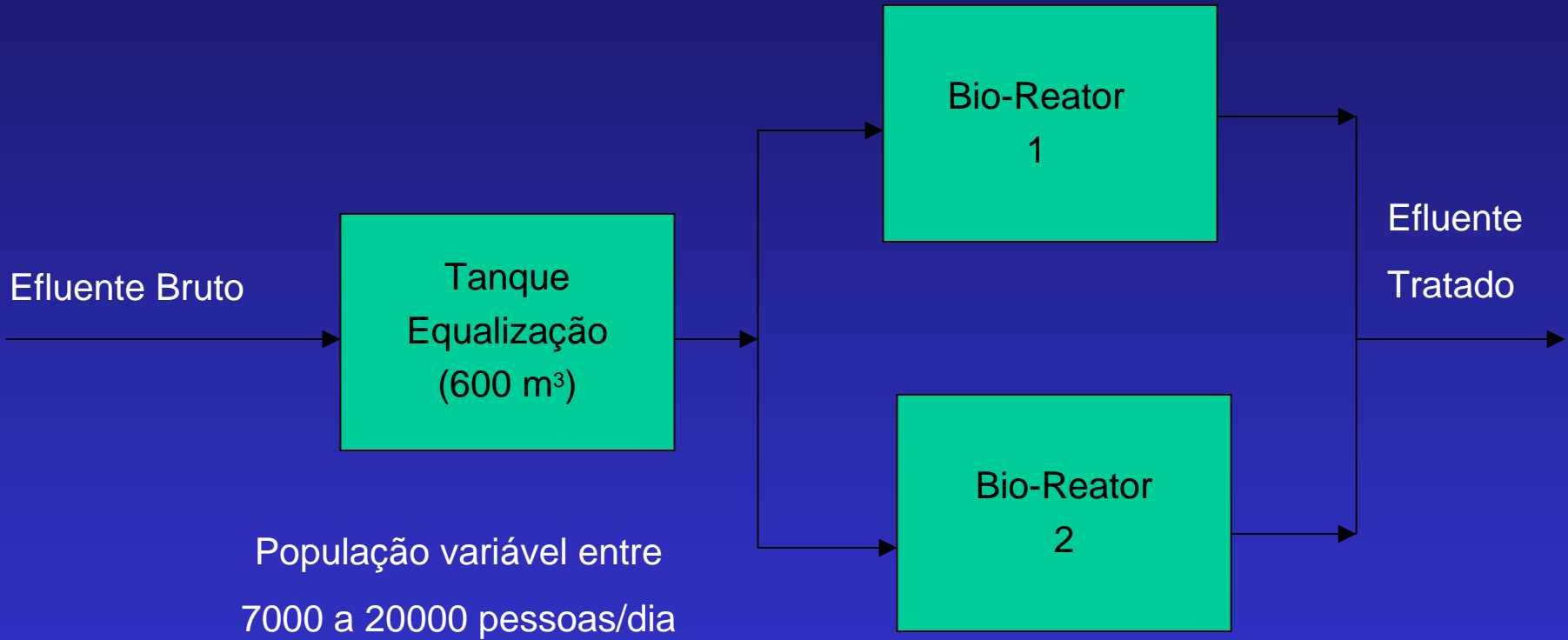


# MBR: Hopi Hari, São Paulo, Brasil

- Parque Temático localizado em área de manancial, não pode descartar efluente tratado ou se descartar deverá ter índices de N e P muito baixos.
- Tecnologia MBR foi selecionada pelo Comitê de Bacias do Piracicaba.
- Sistema MBR operando há quase 3 anos ininterruptamente.
- Re-uso de 100% do efluente tratado + Compostagem do lodo



# MBR: Hopi Hari, São Paulo, Brasil



# MBR: Hopi Hari, São Paulo, Brasil

	Efluente Bruto	Efluente Tratado
DBO (mg/l)	300 – 600	2 – 4
DQO (mg/l)	400 – 1200	15 – 25
O&G (mg/l)	30 – 50	< 1
N Amoniacal (mg/l)	15 – 50	0,2 – 0,8
N Total (mg/l)	20 – 55	0,8 – 1,5
P Total (mg/l)	7 – 10	0,3 – 1,0
Tensoativo (mg/l)	0,10 – 0,60	0,05 – 0,1

# MBR: Natura, São Paulo, Brasil

**Natura (planta de fabricação de cosméticos)**

**Capacidade:**

370 m<sup>3</sup>/dia (média diária)

**Comissionado:**

Novembro 2000

**Problema:**

Sistemas existentes de tratamento de efluentes não capazes de atender legislação local. Sensíveis pressões ambientais & capacidade de tratar novos produtos cosméticos

**Descrição do Projeto:**

Nova planta de MBR, com autorização da vigilância sanitária para 100% de re-uso



Efluente Bruto



Efluente Tratado



# MBR: Natura, São Paulo, Brasil

- Caracterizado por mudar carga e característica da carga TODOS os dias.
- Sistemas convencionais de tratamento de efluentes não eram capazes de atingir Artigo 18-A (efluente tratado).
- Sistema MBR operando há quase 4,5 anos ininterruptamente, com qualidade de efluente excedendo Artigo 18-A
- Re-uso de 40% do efluente tratado. Limitado pela salinidade. Em estudo modificações para aumentar re-uso.

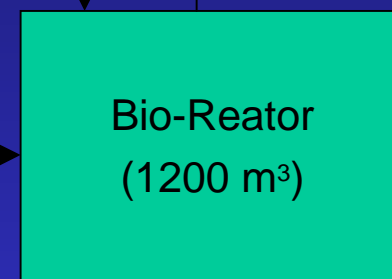
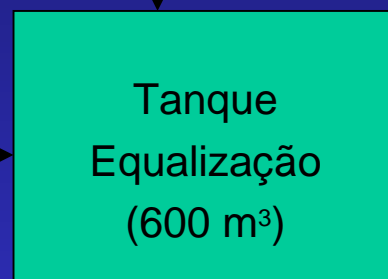
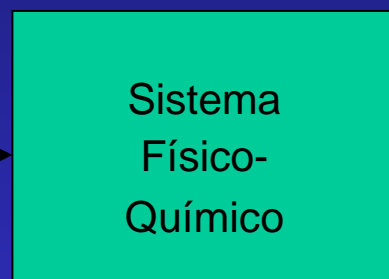
# MBR: Natura, São Paulo, Brasil

Efluente Sanitário

Efluente Tratado

Efluente Não Oleoso

Efluente Oleoso



FeCl<sub>3</sub>

Soda

Polim.  
Anion

MLSS= 15000 mg/l  
Volume Lodo= 20 m<sup>3</sup>/dia

# MBR: Natura, São Paulo, Brasil

	Efluente Sanitário	Efluente Industrial	Efluente Tratado
Vazão (m <sup>3</sup> /d)	135 - 140 (Pico= 160)	75 - 80	200 - 220
DBO (mg/l)	700 - 1200	5000	10
DQO (mg/l)	1400 - 2500	9500 - 10000	60
O&G (mg/l)	350	1120	7

O&G= Óleos e Graxas

# Terciário: Pemex, Minatitlán, México

## Pemex (petro-química)

**Capacidade:**

300 L/seg (vazão de pico)

**Comissionado:**

Janeiro 2002

**Problema:**

Falta de água e objetivo de re-usar efluente tratado

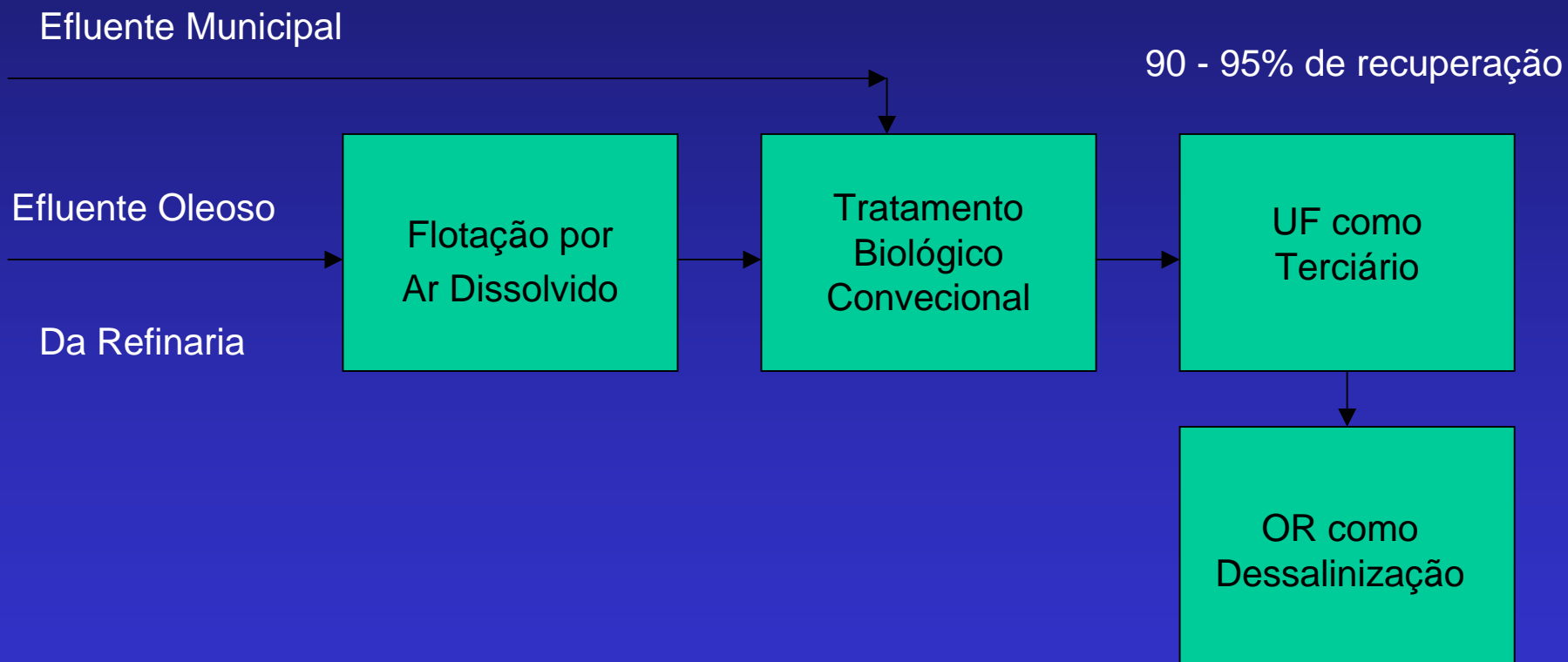
**Descrição do Projeto:**

Nova planta com eficiência de re-uso de 70%, baseado no permeado da OR.



- Atlatec S.A. de C.V. foi escolhida pela Pemex para fornecer um sistema de tratamento de efluentes para refinaria em Minatitlán
- Objetivo principal de re-usar a água tratada dentro da planta





- Projeto do sistema:
  - Vazão de Pico – 300 L/s (1.080 m<sup>3</sup>/hr)
  - Recuperação- 90-95%
  - 7 trens paralelos (6 operando + 1 standby)
  - 11 cassetes por trem (expansível para 15)
- Requisito de Qualidade de Efluente Tratado:
  - SST < 1 mg/l
  - Turbidez < 0,1 NTU
  - SDI < 3

# Perguntas???

Heloisa Yamaguchi

([heloyam@uol.com.br](mailto:heloyam@uol.com.br))

Fone: (11) 5539-5562