

# APRESENTAÇÃO ABTCP 2003

## Fechamento de Circuito: Solução Inteligente

---



## O Uso de Membranas para Re-Uso

20/08/2003

Local: Belo Horizonte, Minas Gerais

Apresentado por:

Heloisa Yamaguchi

# MOTIVOS SOBRE RE-USO

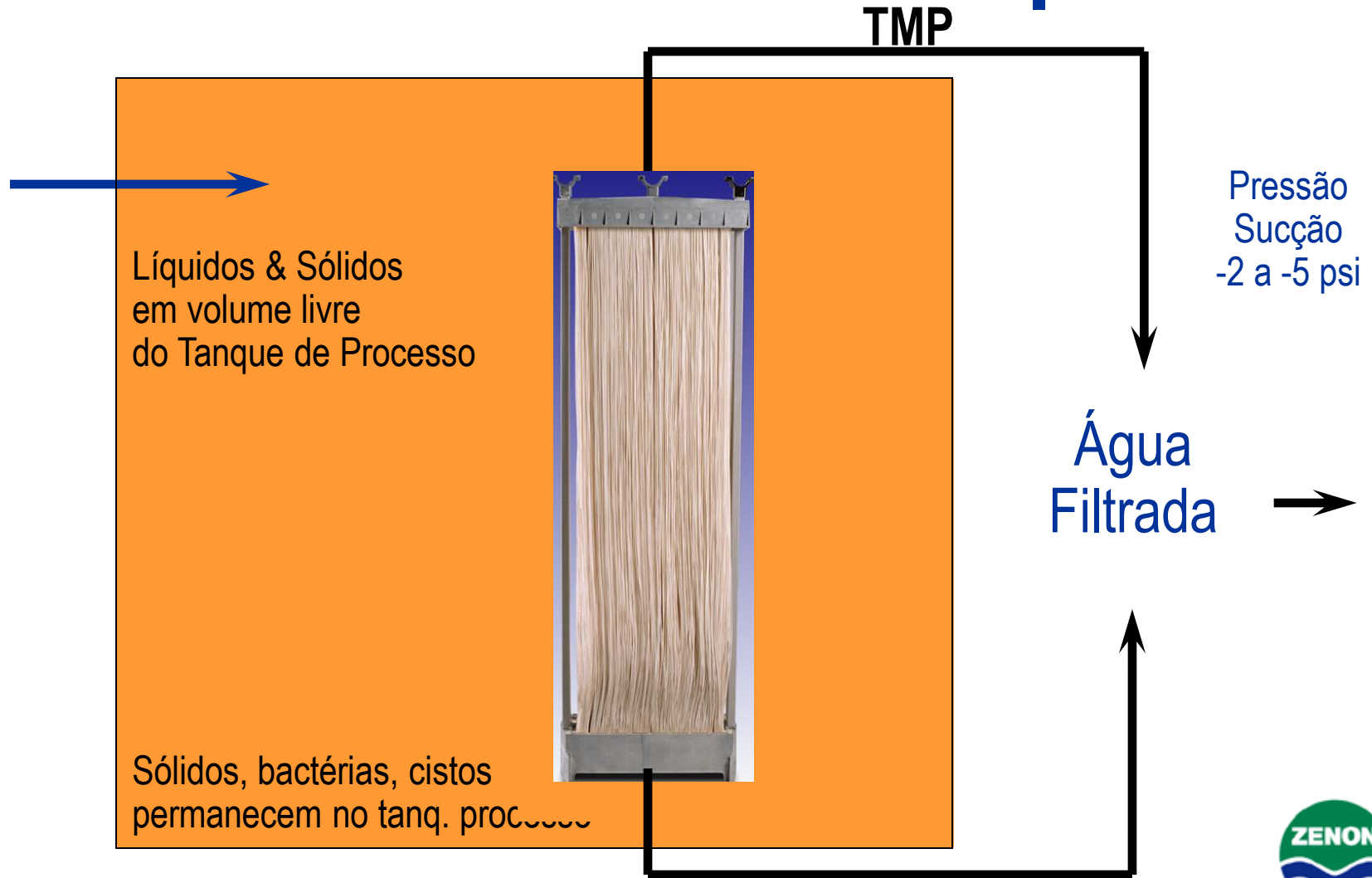
- Preocupação com saúde e meio ambiente aliado a falta de água potável para a população.
- Qualidade da “Água” para Re-uso:
  - Historicamente, menores investimentos repercutiram em altos custos operacionais.
  - Padrões altos de qualidade de água versus diminuição do “faturamento” – Análise de risco
- Tipos de aplicação no Re-Uso:
  - Irrigação por spray ou por gotejamento – baixo DBO e SS (evitar odor e incrustação nas linhas)
  - Água de reposição para torre de resfriamento – baixo SS (diminuir consumo de produto químico)
  - Pré-Tratamento de Osmose Reversa- baixo SS e SDI (estudos Petrobrás)

# As Tecnologias de Tratamento com Membranas para Re-Uso ou Descarte Direto

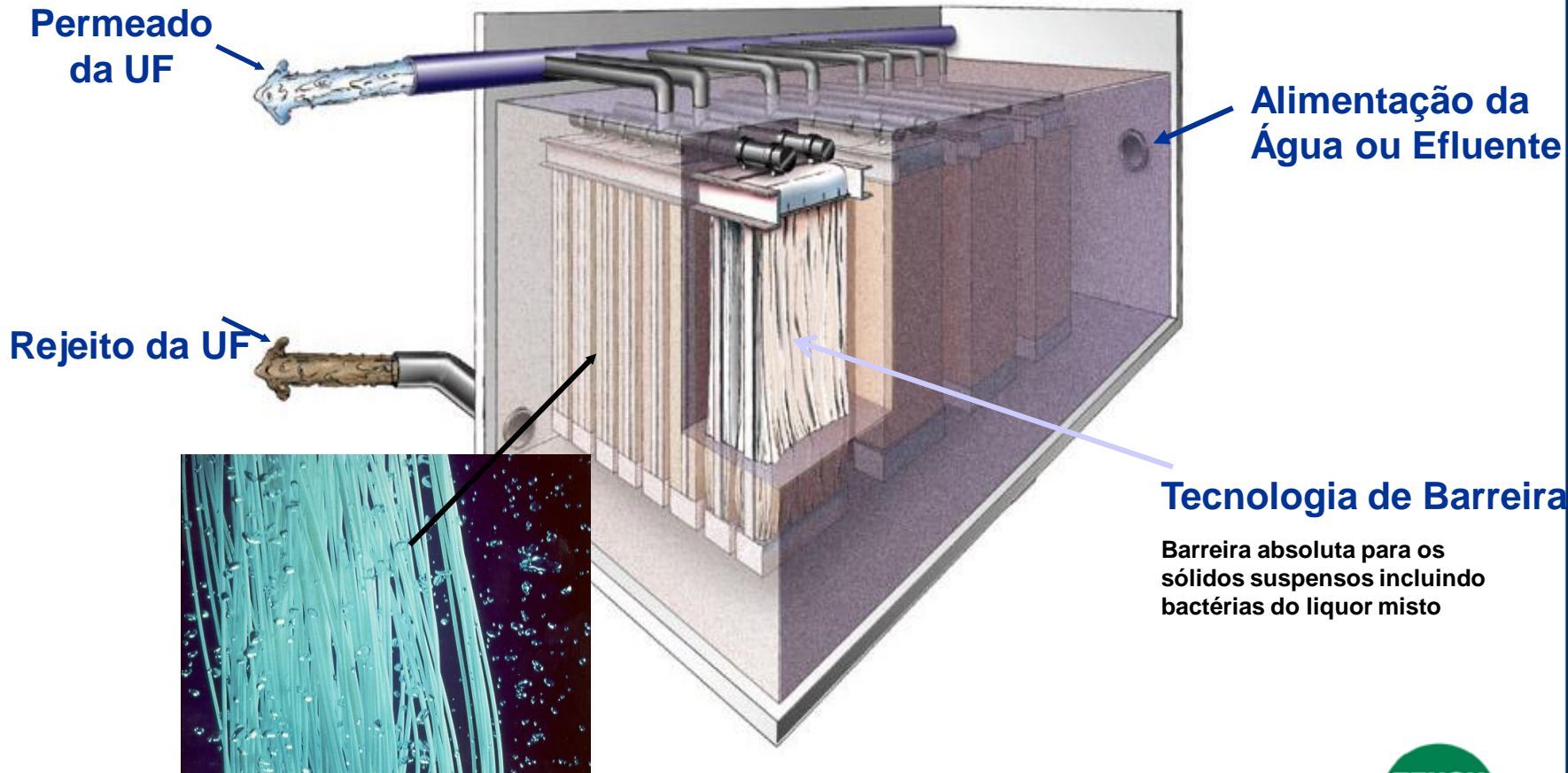
- Filtração Direta
- Tratamento Biológico com Filtração de Membranas (Bioreator a Membranas ou MBR)
- Tratamento Terciário
- Polimento por Osmose Reversa (pode ser usado com qualquer dos tratamentos citados acima)

# ZeeWeed®

## Membrana Imersa de Fora p/ Dentro



# ZeeWeed<sup>®</sup> - Operação

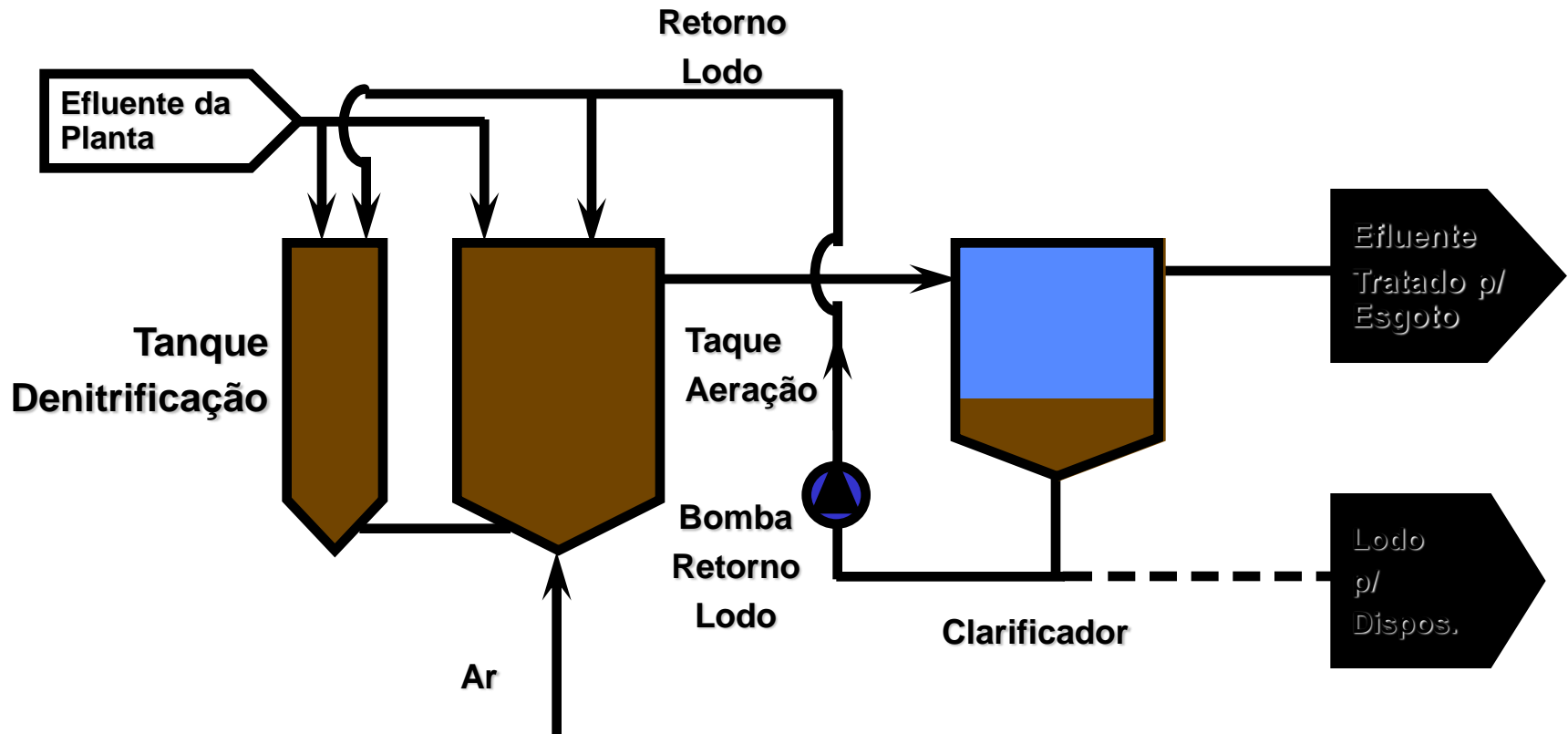




# A Membrana de Fibra Oca ZeeWeed®

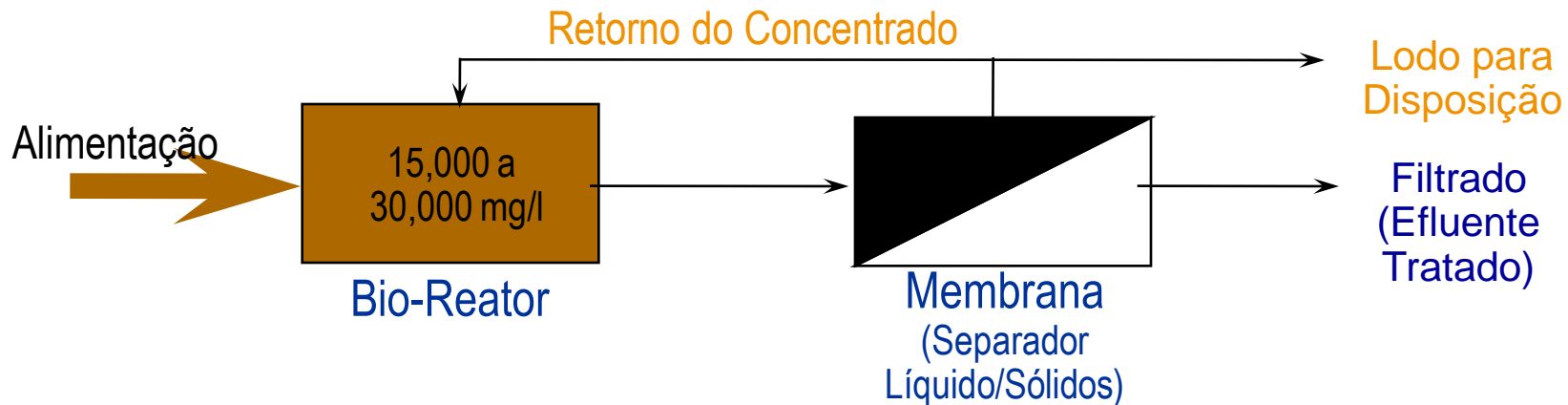


# Diagrama de Tratamento Convencional



# ZenoGem®

## Bio-Reator a Membranas (MBR)



### Bio-Reator de alta taxa

- alta capacidade
- área compacta
- tratamento avançado
- processo mais simples e mais confiável (não enfatiza o componente biológico)

### Filtro Absoluta/Positivo

- alto controle de organismos/sólidos
- qualidade consistente de efluente tratado
- pequena atenção do operador- menos componentes



# Benefícios da Tecnologia ZeeWeed®

- Permeação de “fora para dentro” significa que as fibras não plugueiam.
- Baixo requisito de energia (80% menos do que a Tubular)
- Adequada / custo efetivo para altas vazões
- A membrana pode ser diretamente imersa no bio-reator (minimiza área instalada, tornando fácil a expansão)
- Projeto de alta densidade de empacotamento
- Projeto de fibra muito forte (não há preocupações com quebra)
- A membrana pode ser limpa “in-situ”
- Custo de troca de Membranas: 9 US\$ por metro quadrado de área superficial de membrana
- Expectativa de vida útil das membranas: 8 a 12 anos (PEMEX)
- Nenhuma membrana retornou até hoje para a Zenon (troca)
- Não precisa prever membranas sobressalentes nos primeiros anos de operação (quebra de membranas < 0.6% ao ano)

# ZenoGem<sup>®</sup> e ZeeWeed<sup>®</sup>

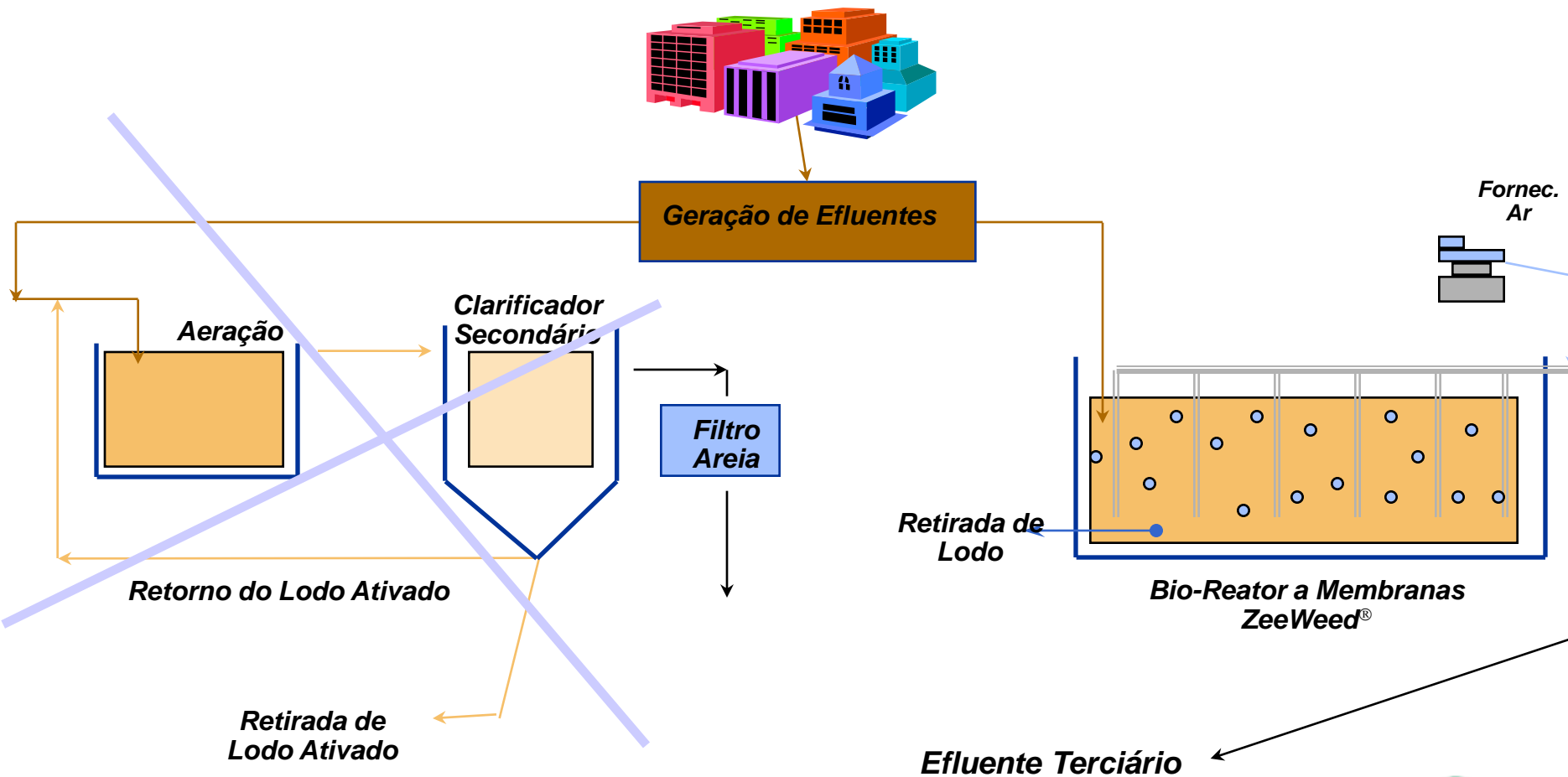
## ZenoGem<sup>®</sup>

- Processo MBR patenteado
- Tratamento Avançado
- Efluente Superior
- Pequena Área
- Operação Confiável

## ZeeWeed<sup>®</sup>

- Membrana Patenteada
- Fibra Oca
- Vazão por vácuo
- Baixa Energia
- Auto Limpante

# Conversão a ZenoGem<sup>®</sup>



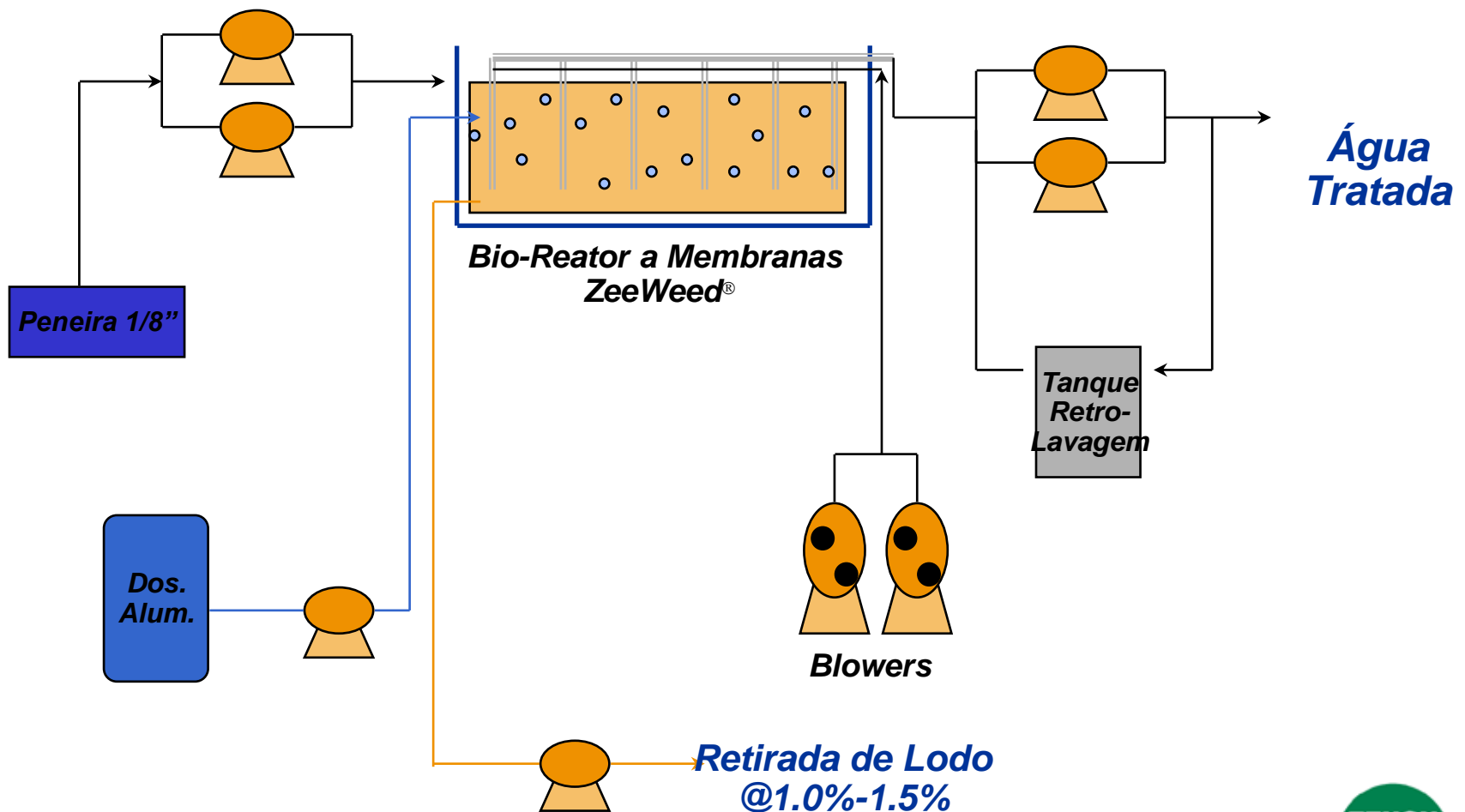
# Vantagens do MBR ZenoGem<sup>®</sup>

- Membranas imersas dentro do bio-reator
- Área de Implantação compacta (sem clarificadores ou filtros)
- Membranas permitem operação com MLSS alto (10.000 mg/L a 20.000 mg/L)
- Desempenho independente da decantabilidade do lodo (Confiança!)
- Elevada Idade de Lodo (se requerido)
- Barreira absoluta ao descarte de particulados (porosidade 0,04  $\mu\text{m}$ )
- P mínimo no Efluente Tratado com adição de Coagulante (TP < 0,5 mg/L0)
- Facilmente adaptável para remoção de N (TN < 3 mg/L)
- Adaptável a Tanques Existentes (minimizar serviços de civil)
- Ideal para Expansão em Estágios
- Inteiramente Aeróbico; Sem Odor
- Produção de Lodo Reduzida

# Projeto Biológico do ZenoGem<sup>®</sup>

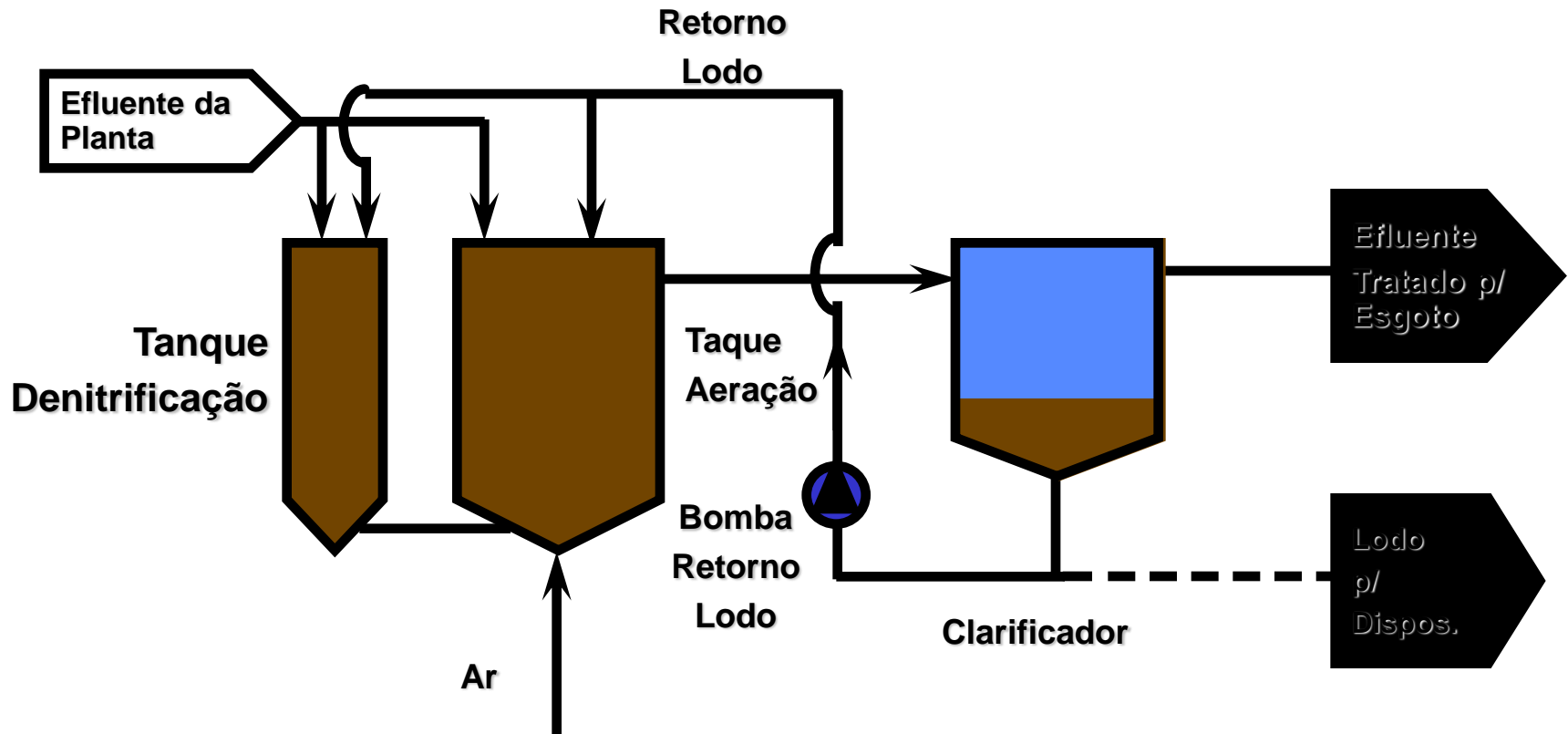
<u>Parâmetro</u>	<u>ZenoGem<sup>®</sup> MBR</u>	<u>Lodo Ativado Convencional</u>
MLSS (%)	1.0 – 1.5	0.2 – 0.5
F:M (# DBO/#MLVSS*d)	<0.2	0.2 – 1.0
Carga de DBO (# DBO/1000 ft <sup>3</sup> *d)	50 - 150	25 - 75
HRT (h) w/pc	>3	6 – 8
HRT (h) wo/pc	>6	>15
SRT (d)	>15 dias	3 - 15

# Esquema de MBR ZenoGem<sup>®</sup>

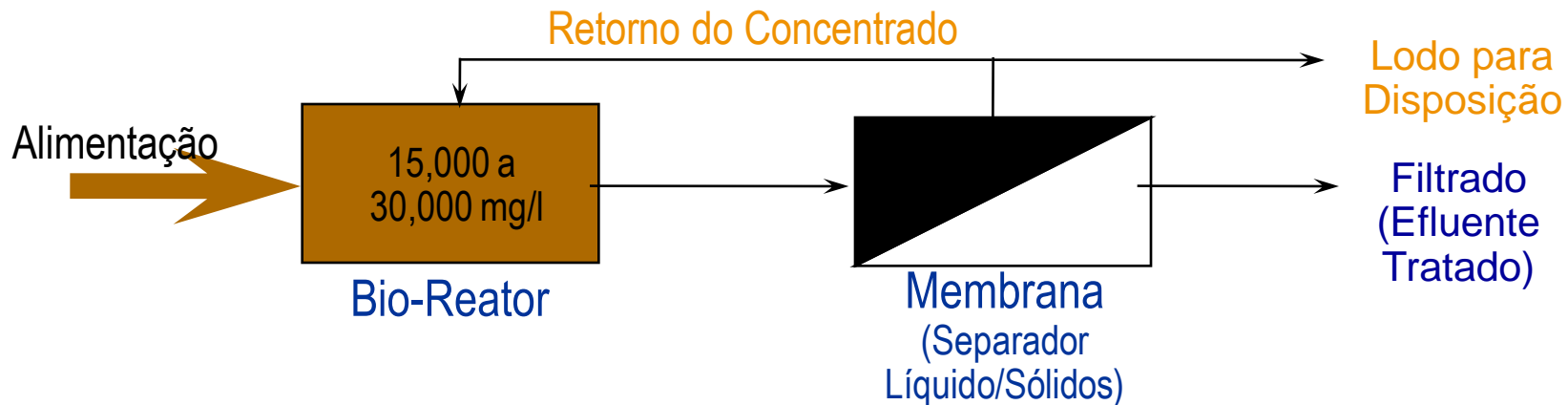




# Diagrama de Tratamento Convencional



# Bio-Reator a Membranas (MBR)



## Bio-Reator de alta taxa

- alta capacidade
- área compacta
- tratamento avançado
- processo mais simples e mais confiável (não enfatiza o componente biológico)

## Filtro Absoluta/Positivo

- alto controle de organismos/sólidos
- qualidade consistente de efluente tratado
- pequena atenção do operador- menos componentes

# Benefícios da Tecnologia ZeeWeed®

- Permeação de “fora para dentro” significa que as fibras não plugueiam.
- Baixo requisito de energia (80% menos do que a Tubular)
- Adequada / custo efetivo para altas vazões
- A membrana pode ser diretamente imersa no bio-reator (minimiza área instalada, tornando fácil a expansão)
- Projeto de alta densidade de empacotamento
- Projeto de fibra muito forte (não há preocupações com quebra)
- A membrana pode ser limpa “in-situ”

# MBR e ZeeWeed®

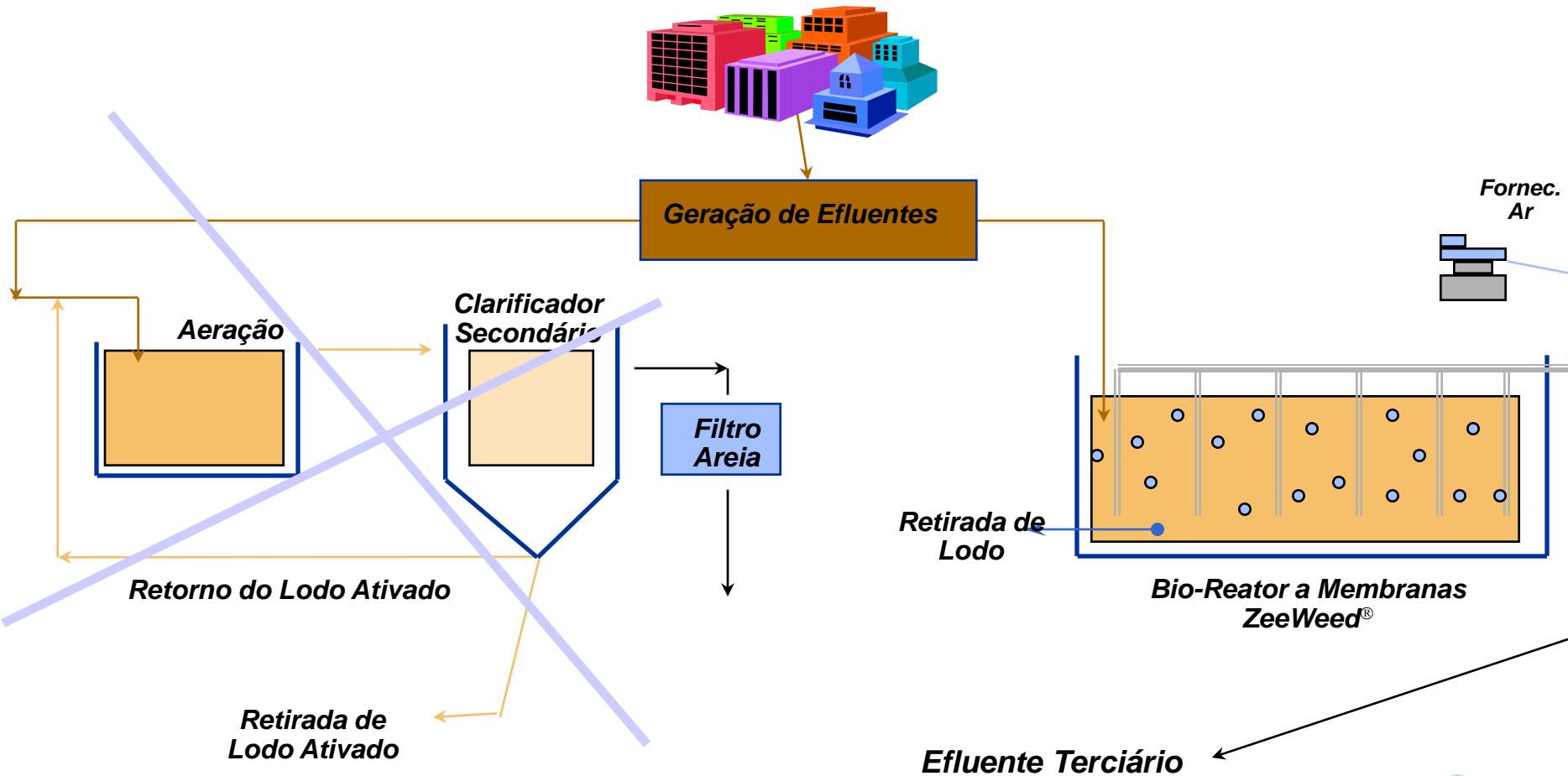
## MBR

- Processo MBR patenteado
- Tratamento Avançado
- Efluente Superior
- Pequena Área
- Operação Confiável

## ZeeWeed®

- Membrana Patenteada
- Fibra Oca
- Vazão por vácuo
- Baixa Energia
- Auto Limpante

# Conversão a MBR

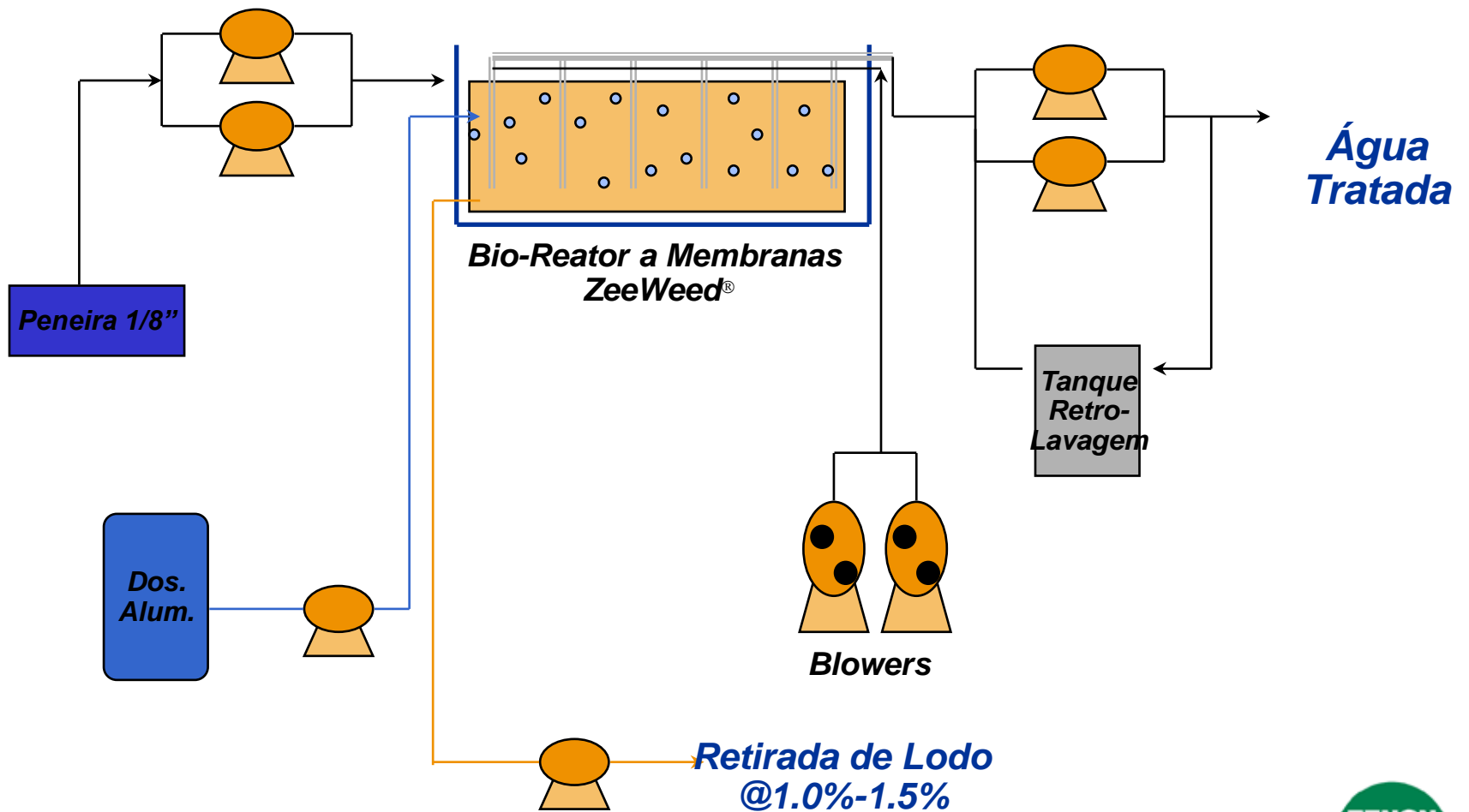


# Vantagens do MBR

- Membranas imersas dentro do bio-reator
- Área de Implantação compacta (sem clarificadores ou filtros)
- Membranas permitem operação com MLSS alto (10.000 mg/L a 20.000 mg/L)
- Desempenho independente da decantabilidade do lodo (Confiança!)
- Elevada Idade de Lodo (se requerido)
- Barreira absoluta ao descarte de particulados (porosidade 0,04  $\mu\text{m}$ )
- P mínimo no Efluente Tratado com adição de Coagulante (TP < 0,5 mg/L0)
- Facilmente adaptável para remoção de N (TN < 3 mg/L)
- Adaptável a Tanques Existentes (minimizar serviços de civil)
- Ideal para Expansão em Estágios
- Inteiramente Aeróbico; Sem Odor
- Produção de Lodo Reduzida

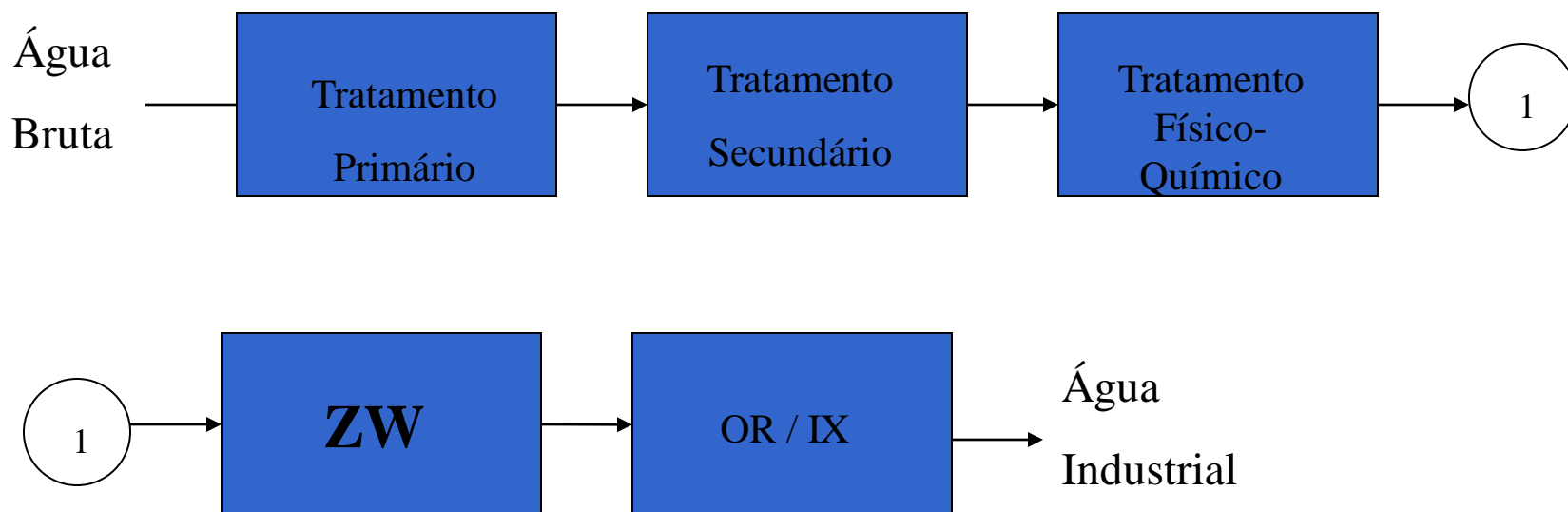


# Esquema de MBR



# ZeeWeed<sup>®</sup> no Tratamento Terciário

## Diagrama Genérico



# Ultra-Filtração ZeeWeed® como Filtração Terciária

- Pode ser instalado após tratamento secundário convencional para polir efluente
- Produz efluente de alta qualidade (Baixo SST, DBO)
- Configuração Modular: pode ser adicionado em etapas
- Adequado para alimentar a Osmose Reversa para re-uso (exemplo- projeto PEMEX em Minatitlán)

# ZeeWeed<sup>®</sup> como Pré-tratamento para a Osmose Reversa (OR)

- Satisfaz todos os requisitos de pré-tratamento da OR
  - Baixo SDI no permeado da UF (tipicamente < 3)
  - Baixo teor de orgânicos residuais
  - Pode precipitar os incrustantes da OR tais como Ferro
  - Elimina o SST que pode pluguear as membranas de OR
- Protege a OR de contaminantes não gerenciáveis.
- Permite que a OR realize somente seu papel principal de remoção de SDT
- Aumenta a vida da OR e o intervalo entre limpezas

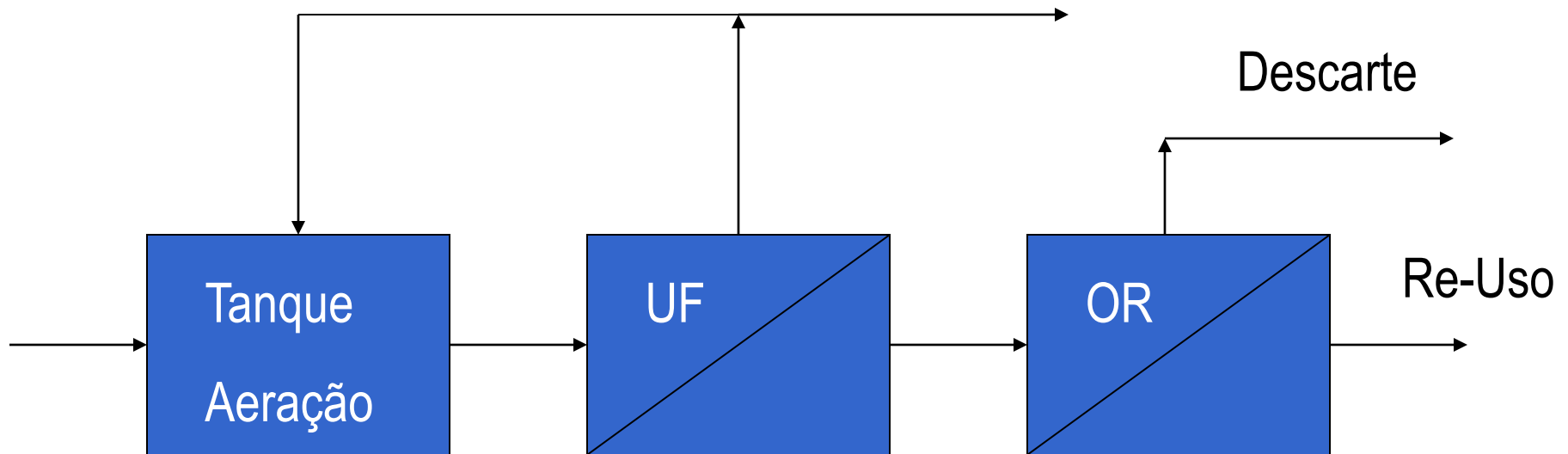
# ZeeWeed® no Tratamento Terciário

## Maiores Vantagens

- Solução Ideal para produzir com confiança efluente de alta qualidade (avaliação de risco).
- As Membranas podem ser imersas em infra-estrutura existente ou mesmo tanques transportáveis.
- As membranas ZeeWeed® toleram altos níveis de sólidos suspensos durante picos de processo.
- As membranas ZeeWeed® fornecem uma biodegradação complementar (remoção de DQO/DBO) ou tratamento químico (precipitação de Fósforo)
- Resultados típicos:
  - Redução de SST > 99%
  - Recuperação > 90%
  - SDI < 3
  - Turbidez < 0.2 NTU

# Avaliação do Re-Uso (Análise Macro)

Desaguamento



- **Vantagens no MBR**

- Menor geração de lodo (0,45 x 0,77)
- Menor tanque de aeração
- Não precisa Adensador de Lodo
- Menor Desaguamento de Lodo

- **Vantagens no MBR + OR**

- Menor CCM
- Menor custo Mão de Obra
- Maior operacionalidade

- **Vantagens na OR**

- Não há SS, material coloidal
- Minimização de biofouling (membrana de OR comum)
- Menor frequência de limpeza
- Menor Número de membranas de OR
- Menor gasto energia elétrica



# ESTUDOS DE CASO

1. MBR: Hopi Hari, São Paulo, Brasil
2. MBR: Natura, São Paulo
3. Terciário: Pemex – Minatitlan, México
4. Terciário: Solutia/Ferro – Bridgeport, New Jersey, EUA
5. Terciário: Toyota Motor Manufacturing – Cambridge, Ontário, Canadá



# 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.

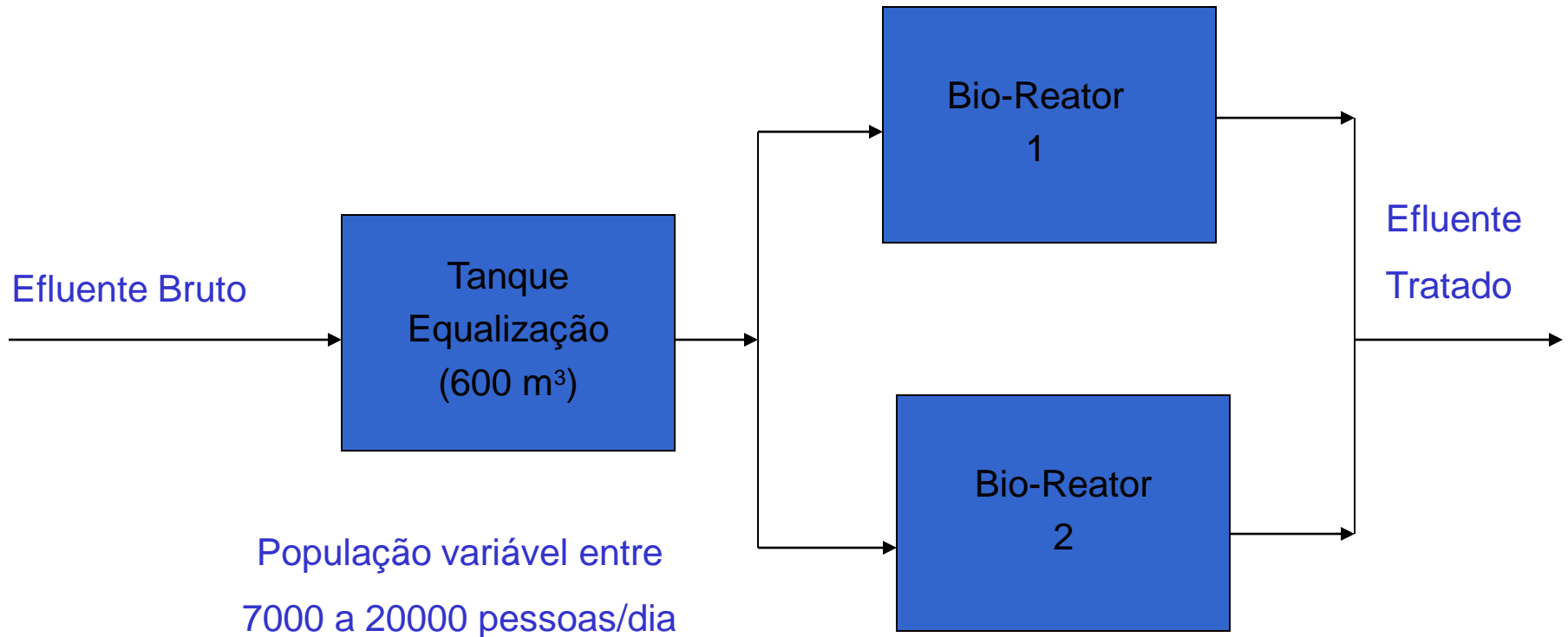


## MBR: Hopi Hari, São Paulo, Brasil

- 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 da Zenon foi selecionada pelo Comitê de Bacias do Piracicaba.
- Sistema ZenoGem operando há quase 3 anos ininterruptamente.
- Re-uso de 100% do efluente tratado + Compostagem do lodo



# MBR: Hopi Hari, São Paulo, Brasil



MLSS= 10000 mg/l

## MBR: Hopi Hari, São Paulo, Brasil

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

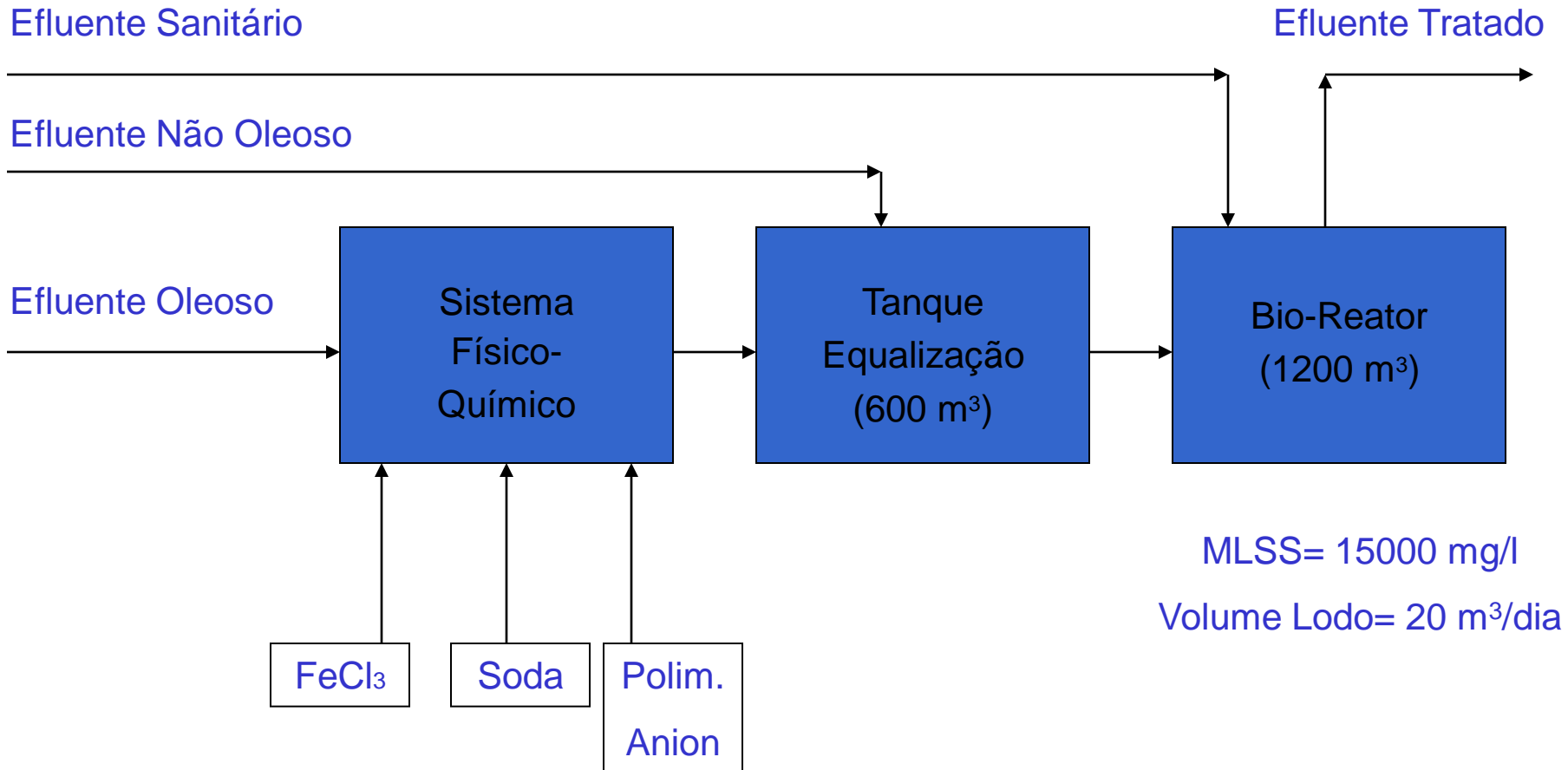




## MBR: Natura, São Paulo, Brasil

- Caracterizado por mudar carga e característica da carga a cada (2) dias.
- Sistemas convencionais de tratamento de efluentes não eram capazes de atingir Artigo 18-A (efluente tratado).
- Sistema ZenoGem operando há quase 3 anos ininterruptamente, com qualidade de efluente excedendo Artigo 18-A
- Re-uso de 99% do efluente tratado. Autorizado pela Vigilância Sanitária recentemente.

# MBR: Natura, São Paulo, Brasil



$\text{MLSS} = 15000 \text{ mg/l}$   
 $\text{Volume Lodo} = 20 \text{ m}^3/\text{dia}$

## MBR: Natura, São Paulo, Brasil

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

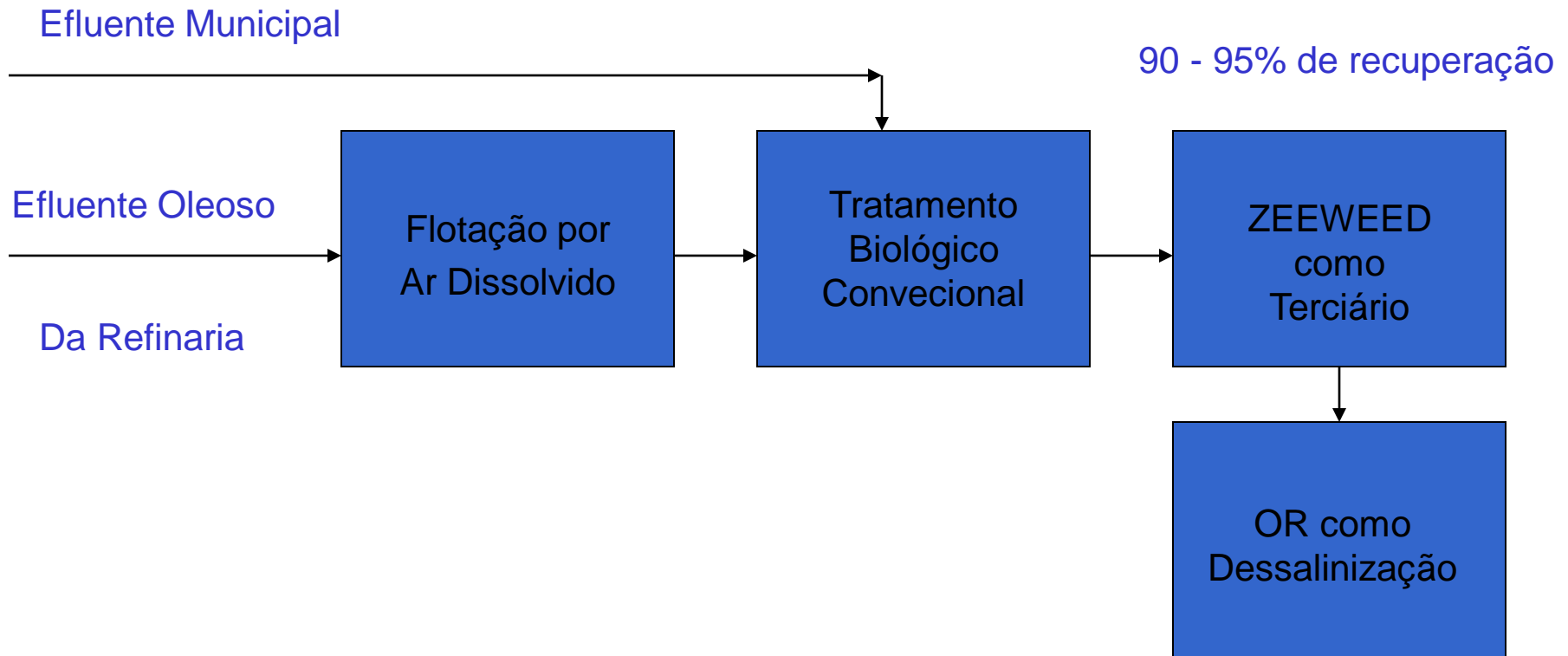
Nova planta com eficiência de re-uso de 70%, baseado no permeado da OR.



## Terciário: Pemex, Minatitlán, México

- 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
- A Atlatec realizou estudos pilotos em Cadereyta para avaliar tecnologia de membranas de vários vendedores
- A ZENON foi selecionada para fornecer um sistema de UF ZeeWeed como resultado da planta piloto

# Terciário: Pemex, Minatitlán, México



## Terciário: Pemex, Minatitlán, México

- Projeto do sistema ZeeWeed:
  - Vazão de Pico – 300 L/s (1.080 m<sup>3</sup>/hr)
  - Recuperação- 90-95%
  - 7 trens paralelos de ZW500b (6 operando + 1 standby)
  - 11 cassetes por trem (expansível pata 15)
- Requisito de Qualidade de Efluente Tratado:
  - SST < 1 mg/l
  - Turbidez < 0.1 NTU
  - SDI < 3



# Terciário: Solutia, Bridgeport, Nova Jérsei, USA

## Solutia (plastificante)

**Capacidade:**  
190 m<sup>3</sup>/hr

**Comissionado:**  
Janeiro 2002

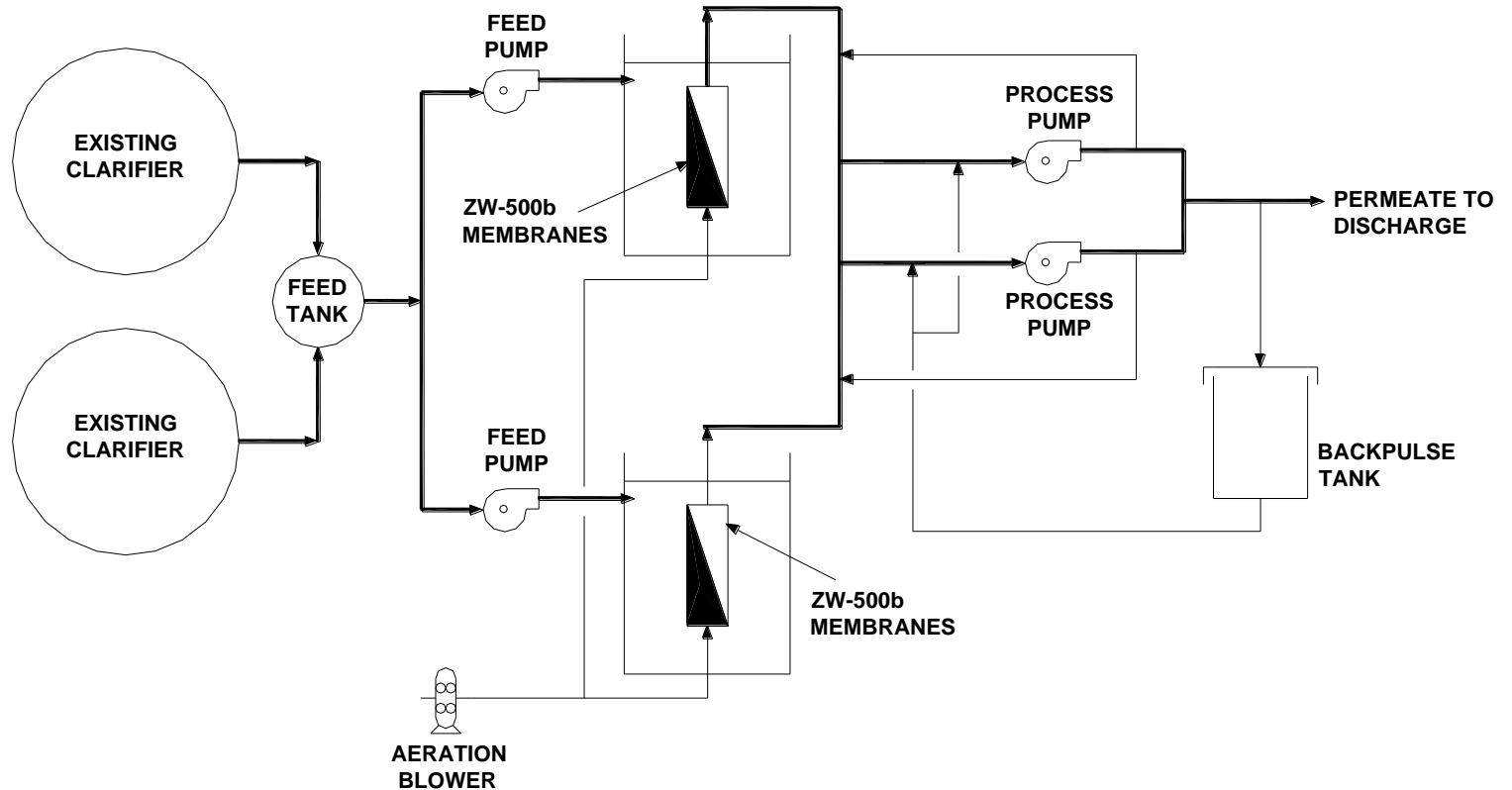
**Problema:** Planta existente de tratamento de efluente incapaz de remover SST; regulamentação local sobretaxando cada mg /L descartado; venda da planta para outra Corporação depende da habilidade em se atingir novos critérios de descarte

**Descrição do Projeto:**  
Modificação de planta existente, após estudo piloto.





# Terciário: Solutia, Bridgeport, Nova Jérsei, USA



# Terciário: Toyota, Cambridge, Ontário, Canadá

## Toyota (automotiva)

**Capacidade:**  
460 m<sup>3</sup>/hora

**Comissionado:**  
Janeiro 2000

**Problema:**  
Expansão da fábrica; a água fornecida pela  
município mudaria de qualidade; frequentes  
regenerações na troca iônica existente (2 a 3 x por dia)

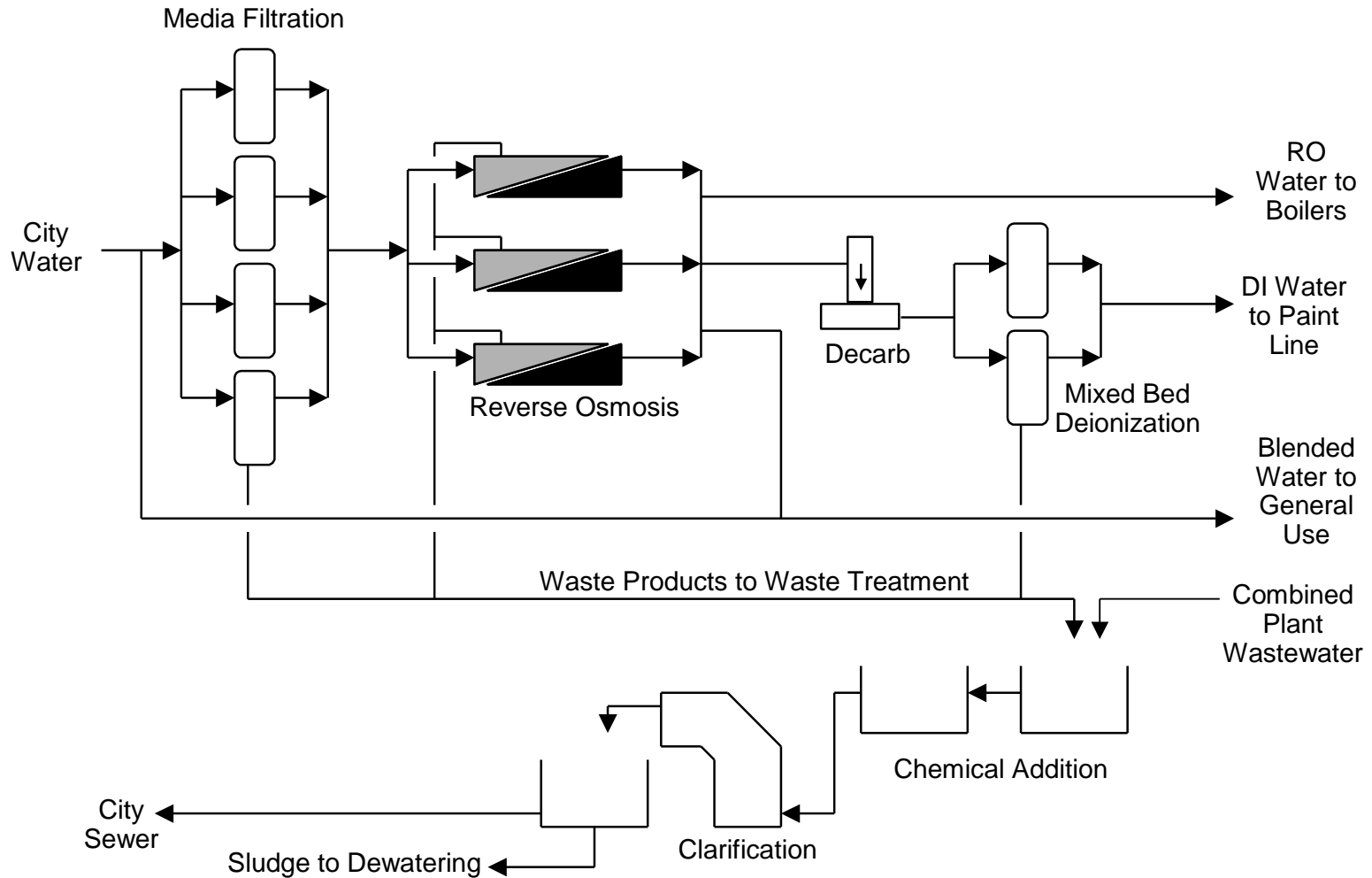
**Descrição do Projeto:**  
Modificação da planta existente



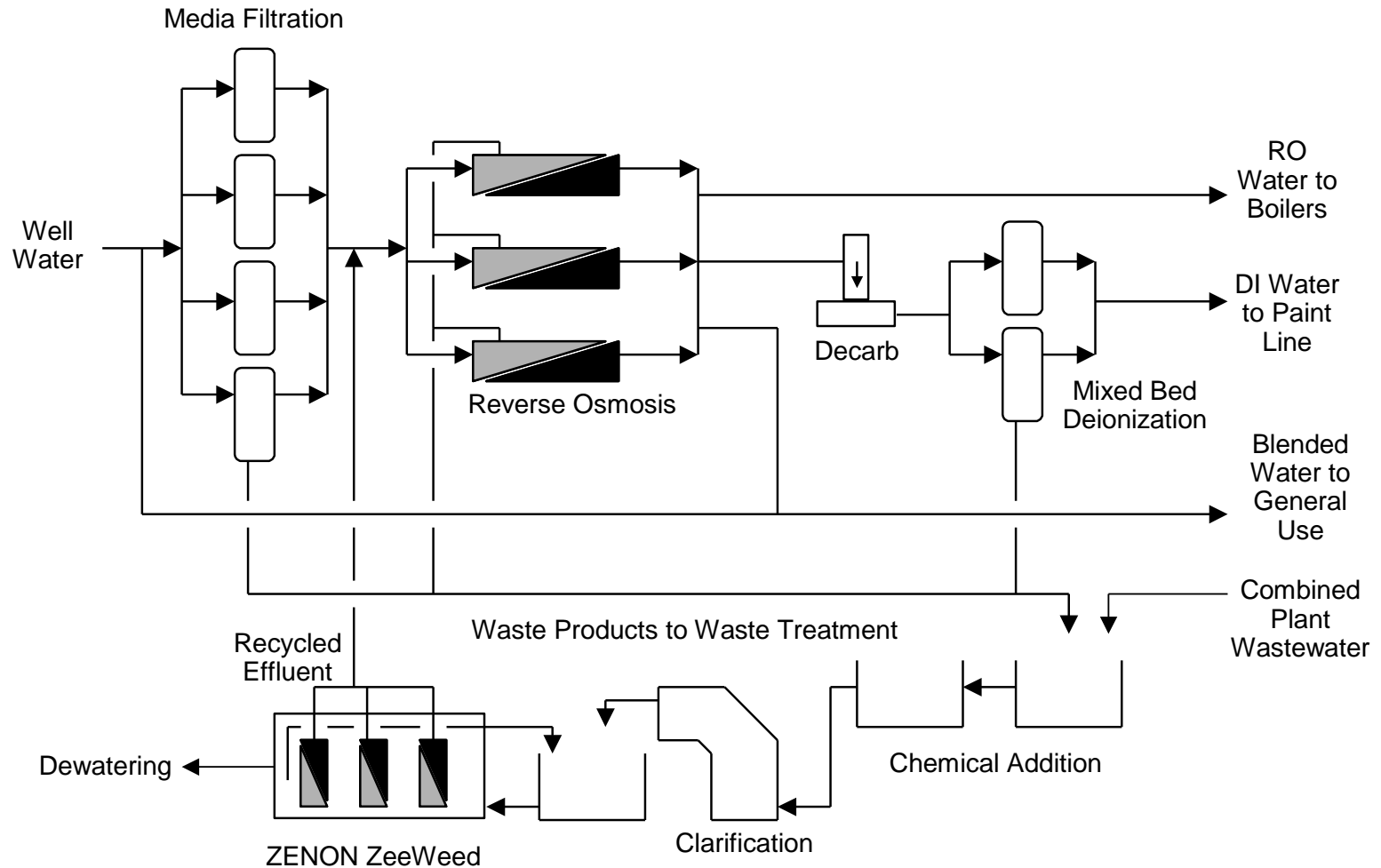
## Terciário: Toyota, Cambridge, Ontário, Canadá

- A fábrica depende do fornecimento de água da cidade, e descarte de acordo com os padrões da cidade
- Re-uso de efluente tratado pela Osmose Reversa elimina a dependência de outras fontes de água
- O efluente tratado deve ser polido antes de sua purificação pela OR
- As membranas ZeeWeed são um método excelente e de custo efetivo para remover SST e orgânicos de alta cadeia molecular e atinge os severos requisitos de SDI das membranas de OR
- O piloto com ZeeWeed comprovou ser o seu permeado adequado para alimentar a OR

# Terciário: Toyota, Cambridge, Ontário, Canadá



# Terciário: Toyota, Cambridge, Ontário, Canadá



# Agradecimentos

- Esperamos ter atingido as suas expectativas.
  - A Zenon espera que as informações aqui contidas sejam de grande utilidade para todos os participantes.
  - A Zenon se coloca a sua disposição.



Heloisa Yamaguchi - Gerente Local - Fone: 11 5539-5562  
E-mail: [heloyam@uol.com.br](mailto:heloyam@uol.com.br)