

# TRATAMENTO DE CHORUME POR SISTEMAS MEMBRANARES

DIPL.-ING. STEFAN LÖBLICH



**WORKSHOP A EVOLUÇÃO NA GESTÃO DE ATERROS SANITÁRIOS: NOVAS  
ROTAS TECNOLÓGICAS PARA A DRENAGEM, MONITORAMENTO E  
TRATAMENTO DE CHORUME**

# TRATAMENTO DE CHORUME POR SISTEMAS MEMBRANARES



Introdução ao Chorume

Tratamento do Chorume

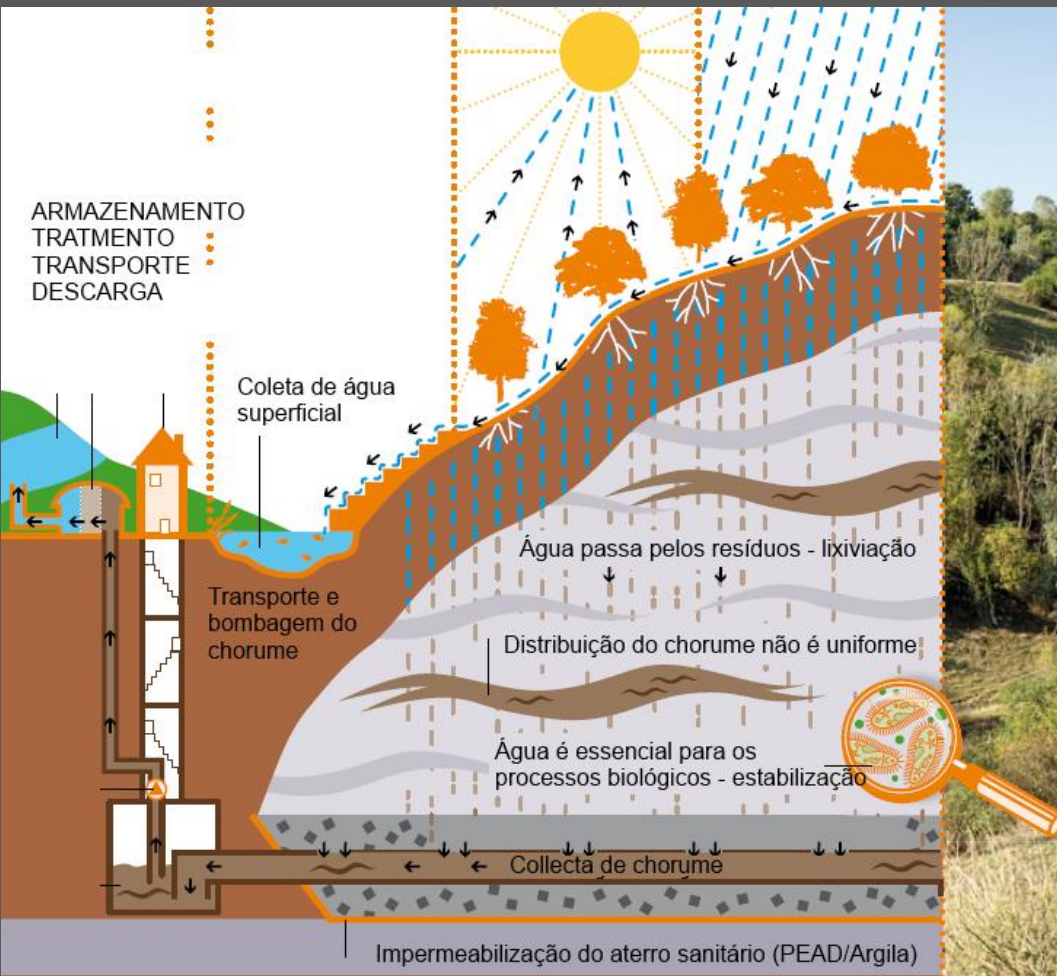
Aplicação de Membranas

Osmose Reversa

MBR – Membrane bioreactor

Case Studies

# INTRODUÇÃO AO CHORUME



Aterro sanitário após  
Selagem  
Estabilização parcial e  
Revegetação.

Sistemas de tratamento continuam 20-50a !



Lixiviação de água durante o tratamento de resíduos sólidos – coleta - transporte - aterro sanitário. É um “Percolado”  
Chorume = Lixiviado = Leachate



# INTRODUÇÃO AO CHORUME



# INTRODUÇÃO AO CHORUME



# CHORUME – EFEITOS POSITIVOS E NEGATIVOS

## CHORUME É UMA NECESSIDADE

- Bioreator - Aterro sanitário
- Atividade bacteriana > 40% H<sub>2</sub>O
- Transporte de nutrientes entre espécies de bactérias pela mistura do “bioreator aterro” só pela movimentação de água na massa de resíduos – CHORUME
- Produção de biogás
- Redução do tempo de tratamento de resíduos e estabilização do aterro



## PROBLEMÁTICA DO CHORUME

- Gestão dentro da massa de resíduos
- Drenagem e coleta
- Potencial poluidor
- Necessidade de Tratamento específico
- Cerca 20% do custo de tratamento de resíduo em aterro sanitário é para o tratamento de chorume!





Variações de:

- Vazões
- Concentração de poluentes

# PROBLEMÁTICAS DO TRATAMENTO DO CHORUME



Teor de CQO “duro”  
– não biodegradável

Possíveis ocorrências  
de metais pesados e  
substâncias perigosas

Altas concentrações:

- Sais
- Azoto
- DQO



Cambio da qualidade do chorume  
depois de alterações no sistema  
de drenagem







Sistemas “clássicos”  
de tratamento de  
águas residuais  
domésticos não tem  
capacidade de  
resposta



## O DESAFIO

## PERFORMANCE

Capacidade de  
resposta da  
instalação às  
variações de  
composição/carga  
do chorume

Cumprimento dos  
limites de descarga

Simplicidade e  
estabilidade na  
operação

Adaptabilidade do  
sistema a novas  
situações

CAPEX  
OPEX

# TRATAMENTO DO CHORUME

Cada Processo tem Vantagens e Limitações  
Soluções “MILAGROSAS” não existem

**Fatores importantes da eficiência de uma instalação - independentemente do tipo de tratamento:**

- Capacidade de resposta face as variações de composição e carga
- Limites de capacidade de resposta “Valores máximos e mínimos”
- Tempo de resposta para as alterações de composição e carga

**Adaptabilidade do sistema a novas situações**

- Alteração das parâmetros de operação
- Operador
- Adaptação dos instalações existentes
- Prever a possibilidade de instalações adicionais

# EFICIÊNCIAS DOS VÁRIOS PROCESSOS

Processo	SST	CBO <sub>5</sub>	CQO	N-total	NH <sub>4</sub> -N NH <sub>3</sub> -N	Metais pesados	AOX	Sais
Tratamento biológico	-	+	(+) <sup>2)</sup>	(+)	(+)	(-)	(-)	-
Adsorção / Carvão ativado	-	(-)	+ <sup>3)</sup>	-	-	(-)	+	-
Sedimentação / Flotação	(+)	(-)	(-)	-	-	(+) <sup>5)</sup>	(-)	-
Filtração / Ultra- filtração	+	(-)	(-)	(-)	-	(+)	(-)	-
Osmose Inversa	(+)	+ <sup>1)</sup>	+ <sup>1)</sup>	+	(+)	+	+	+
Lavagem gás "Stripping"	-	(-)	(-)	-	+	(-)	(+) <sup>6)</sup>	-
Oxidação química	-	(-)	+	(-)	(+)	-	(+) <sup>7)</sup>	-
Evaporação	+	+ <sup>4)</sup>	+ <sup>4)</sup>	(+)	(-)	+	+ <sup>4)</sup>	+
Incineração	+	+	+	+	+	(+)	+	+

- + ...Adequado
- (+)...Adequado c/ limitações
- (-) ...Eficiência reduzida
- ...Não adequado

- 1 Menos conveniente para eliminação de moléculas muito pequenas.
- 2 Só apropriado para substâncias biodegradáveis (residual de CQO).
- 3 Menos conveniente para substâncias biodegradáveis.
- 4 Menos conveniente para substâncias voláteis sobre as condições do processo.
- 5 Com precipitação específica para os metais pesados.
- 6 Não adequado para substâncias não voláteis.
- 7 Eventual criação de Triometanos



# TRATAMENTO DE CHORUME COM SISTEMAS

## DE FILTRAÇÃO POR MEMBRANAS

**SISTEMA DE ULTRAFILTRAÇÃO** para remoção de sólidos

**SISTEMA DE NANOFILTRAÇÃO** para remoção de moléculas orgânicas maiores e iões multivalentes

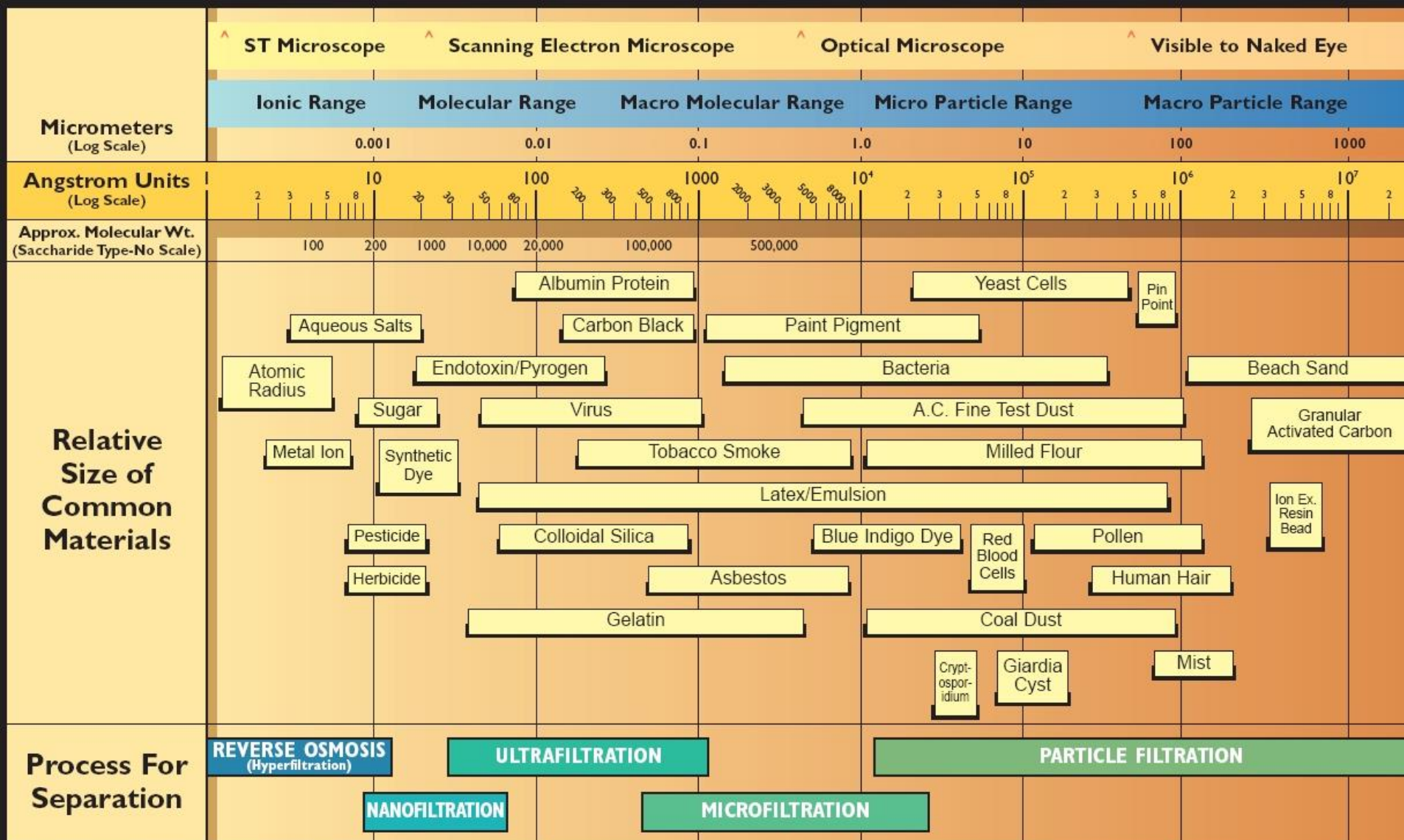
### **SISTEMAS DE OSMOSE REVERSA:**

Solução mais consequente para remoção de quase todos os poluentes – em função da retenção e da qualidade exigida. Execução em até 3 etapas

# PRINCIPAIS PROCESSOS DE MEMBRANAS

PROCESSO	MECANISMO DE SEPARAÇÃO	APLICAÇÃO
<b>Microfiltração</b>	<b>Efeito Peneiro</b>	<b>Separação de partículas</b>
<b>Ultrafiltração</b>	<b>Efeito Peneiro</b>	<b>Separar, Concentrar, Fraccionar - SST</b>
<b>Nanofiltração</b>	<b>Efeito Peneiro &amp; Modelo de Solução/Difusão</b>	<b>Separar, Concentrar, Fraccionar – Macro moléculas</b>
<b>Osmose Inversa</b>	<b>Modelo de Solução/Difusão</b>	<b>Concentrar, Purificar</b>

# TAMANHOS E PROCESSOS DE SEPARAÇÃO



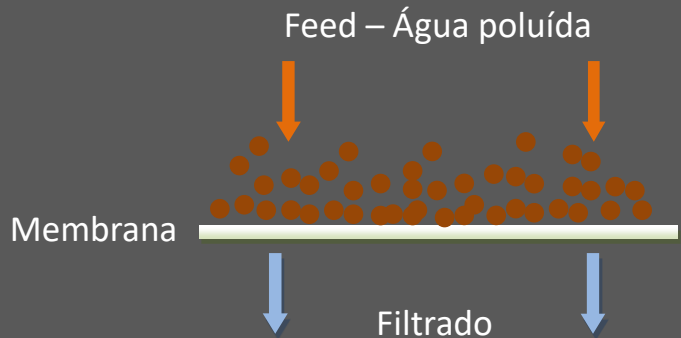
Note: 1 Micron (1x10<sup>-6</sup> Meters) ≈ 4x10<sup>-5</sup> Inches (0.00004 Inches)  
 1 Angstrom Unit = 10<sup>-10</sup> Meters = 10<sup>-4</sup> Micrometers (Microns)

© Copyright 1996, 1993, 1990, 1984 Osmonics, Inc., Minnetonka, Minnesota USA

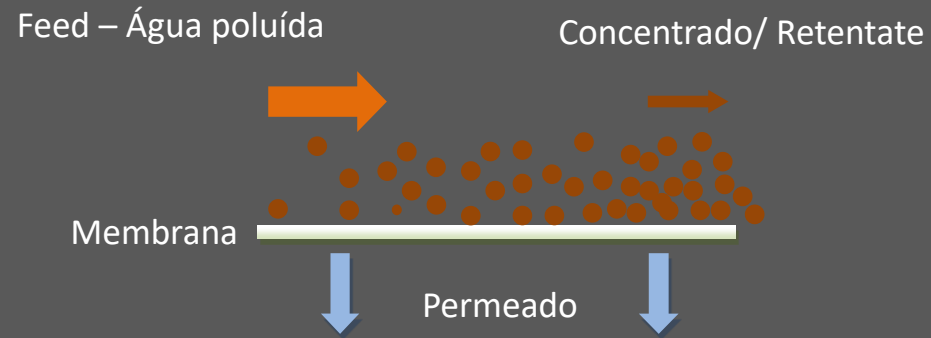
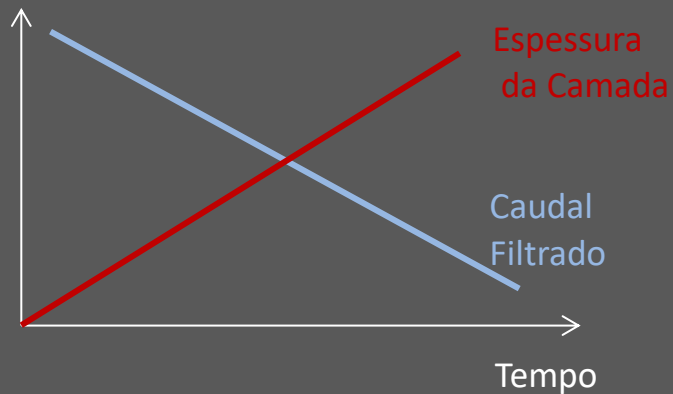


# PRINCÍPIOS E FILTRAÇÃO

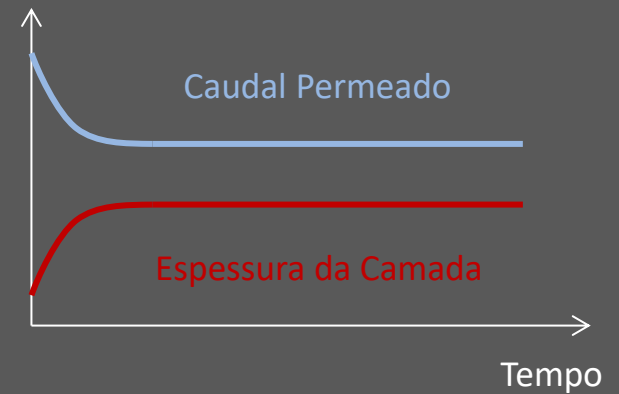
## - TECNOLOGIA DE MEMBRANAS -



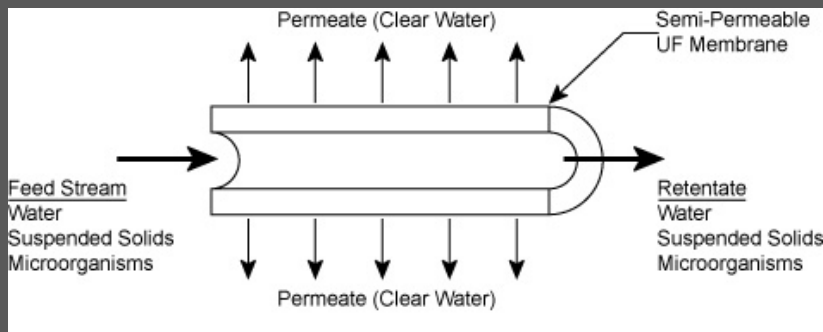
“Dead-End”



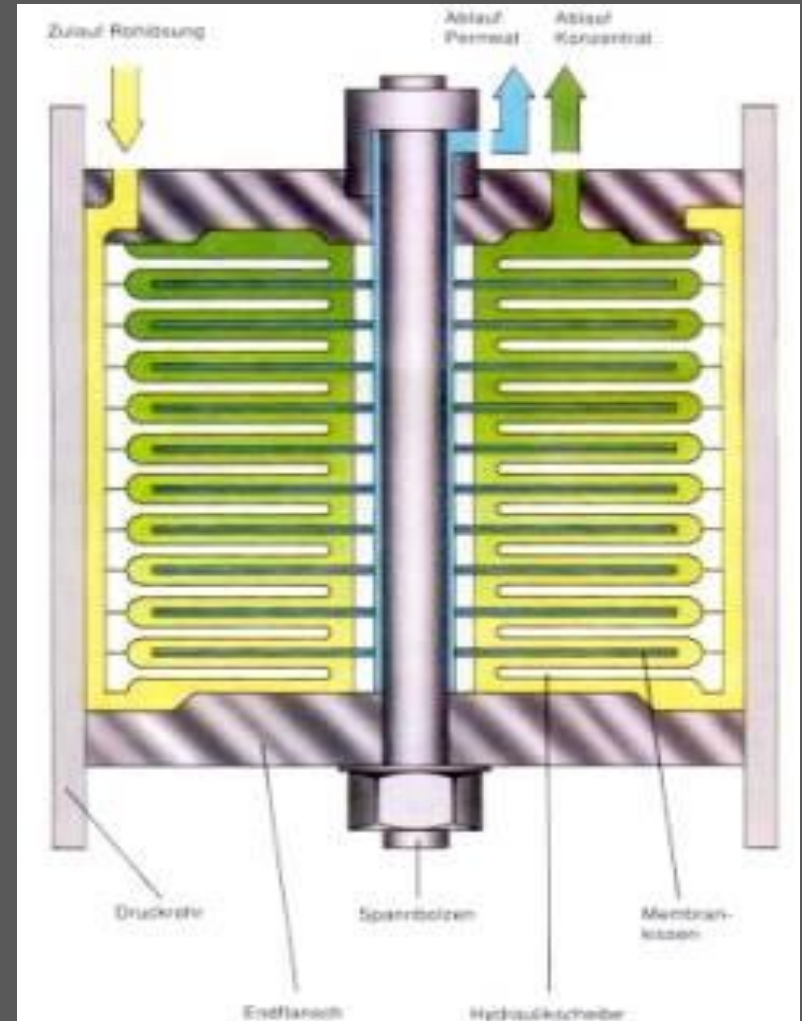
“Cross Flow”



# CONFIGURAÇÕES DE MÓDULOS DE MEMBRANAS

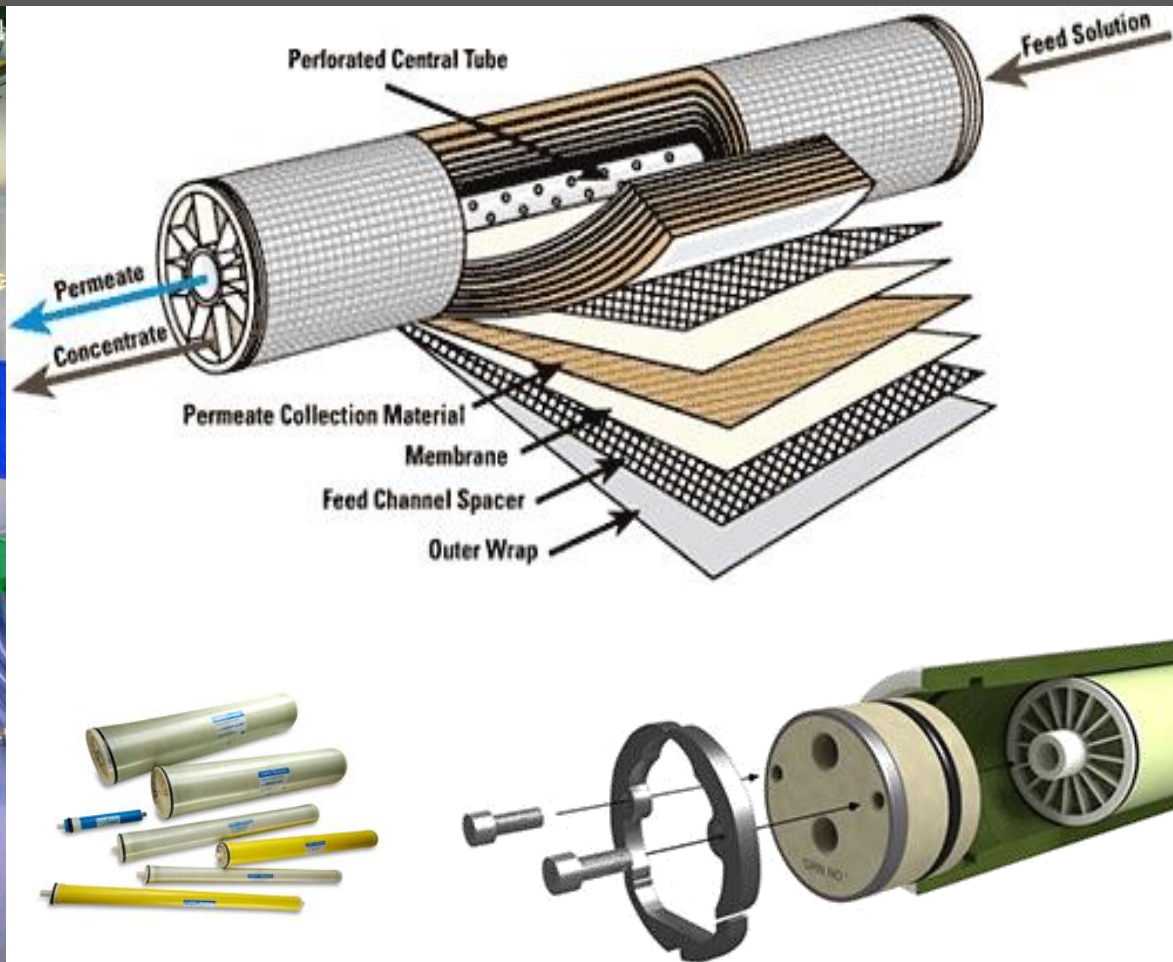


Módulo tubular ( $>0,005m$ )



Módulo de disco ou módulo plano

# MEMBRANAS APLICADAS



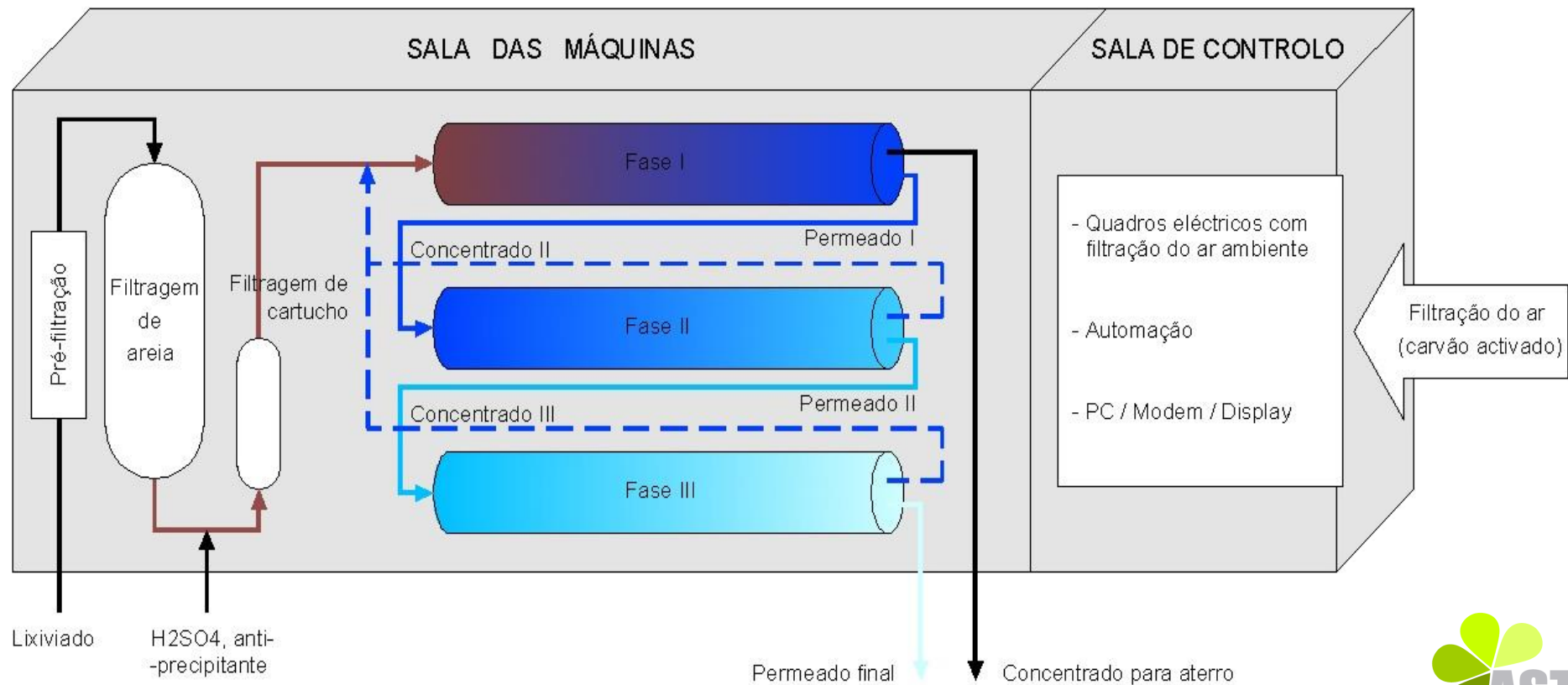
Módulo espiral



# RETENÇÃO EM MEMBRANAS

	Nanofiltração	Osmose Reversa - Número de etapas					
Parâmetros		1		2		3	
	*)	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.
COD	60-80	85.0	98.0	97.5	99.9	97.5	99.9
BOD <sub>5</sub>	50-70	80.0	97.0	96.4	99.8	96.4	99.9
TOC	60-80	85.0	98.0	98.0	99.7	98.0	99.9
AOX	60-90	80.0	95.0	97.5	99.5	97.5	99.9
N – total	30-60	75.0	95.0	95.0	99.0	95.0	99.9
NH <sub>4</sub> - N	20-50	75.0	95.0	95.0	98.5	95.0	99.8
NO <sub>2</sub> – N	15-70	70.0	85.0	95.0	98.0	95.0	99.7
PO <sub>4</sub> – P	60-90	95.0	98.0	95.0	99.0	95.0	99.9

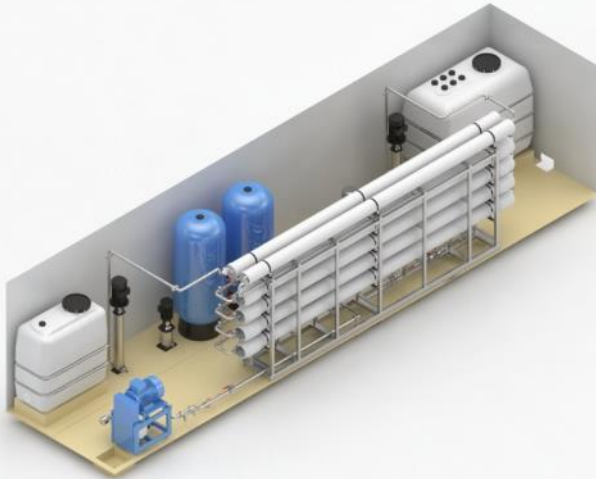
# PASSOS DO PROCESSO DE OSMOSE REVERSA - CHORUME



# PRÉ-TRATAMENTO INTEGRADO



# SISTEMA DE OSMOSE INVERSA MONTADO EM CONTENTOR





# SEPARAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DO SISTEMA ELETRICO



# VANTAGENS DO TRATAMENTO COM OSMOSE REVERSA

+

- Solução mais consequente para descarga direta no meio hídrico
- Processo mais simples e económico
- Rápido arranque e paragem do sistema
- Adaptação rápida a novas situações
- Alta disponibilidade do sistema
- Construção modular e flexibilidade



# SISTEMAS MEMBRANAS – CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES



- Substâncias que colmatam ou danificam as membranas
- Passagem de substâncias voláteis
- Rendimentos baixos em caso de concentrações muito altas
- Tratamento do concentrado – Soluções e Custos?
- Concentrado – Recirculação para a massa de resíduos é a solução mais viável



# CONCENTRADO: RECIRCULAÇÃO E RE-INFILTRAÇÃO



- Solução mais económica
- Poluentes permanecem no destino
- Teor de humidade para processos anaeróbios > 40%



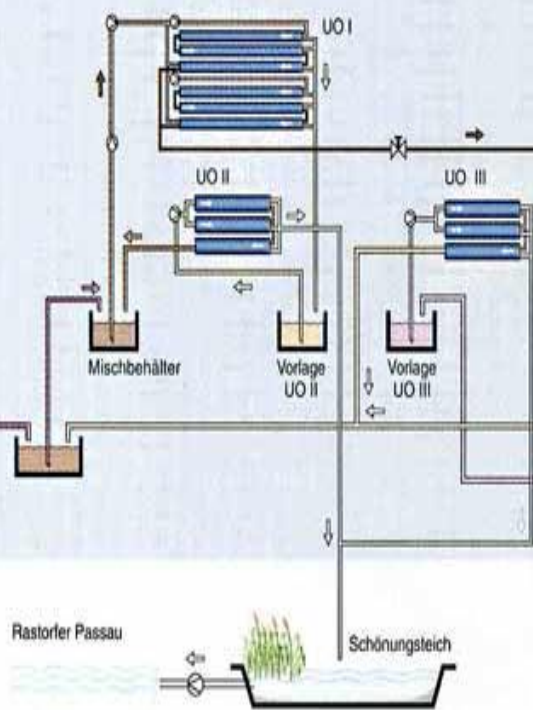
- Evitar efeito de concentração pela recirculação “curto circuito do liquido”
- Procedimentos/Manual de boas praticas para a recirculação/reinfiltração



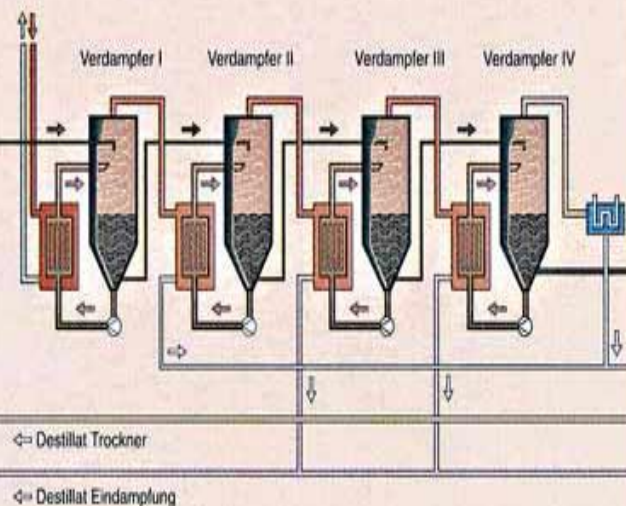


# ALTERNATIVA: LINHA DE TRATAMENTO DE CONCENTRADO COMPLETA

## Osmose Reversa

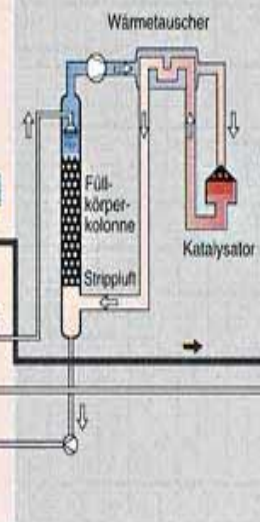


## Evaporação

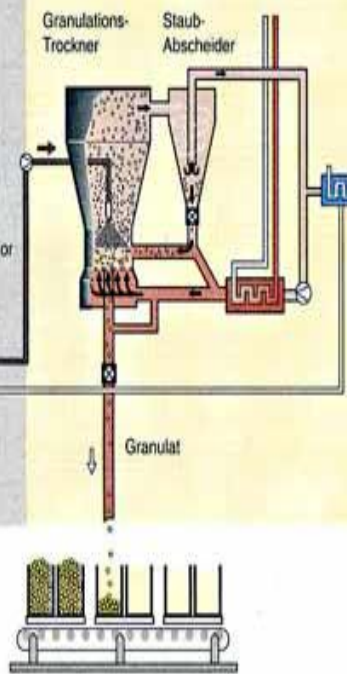


Sickerwasser-Behandlungsanlage  
auf der Deponie Rastorf

## Eliminação de Azoto



## Secagem



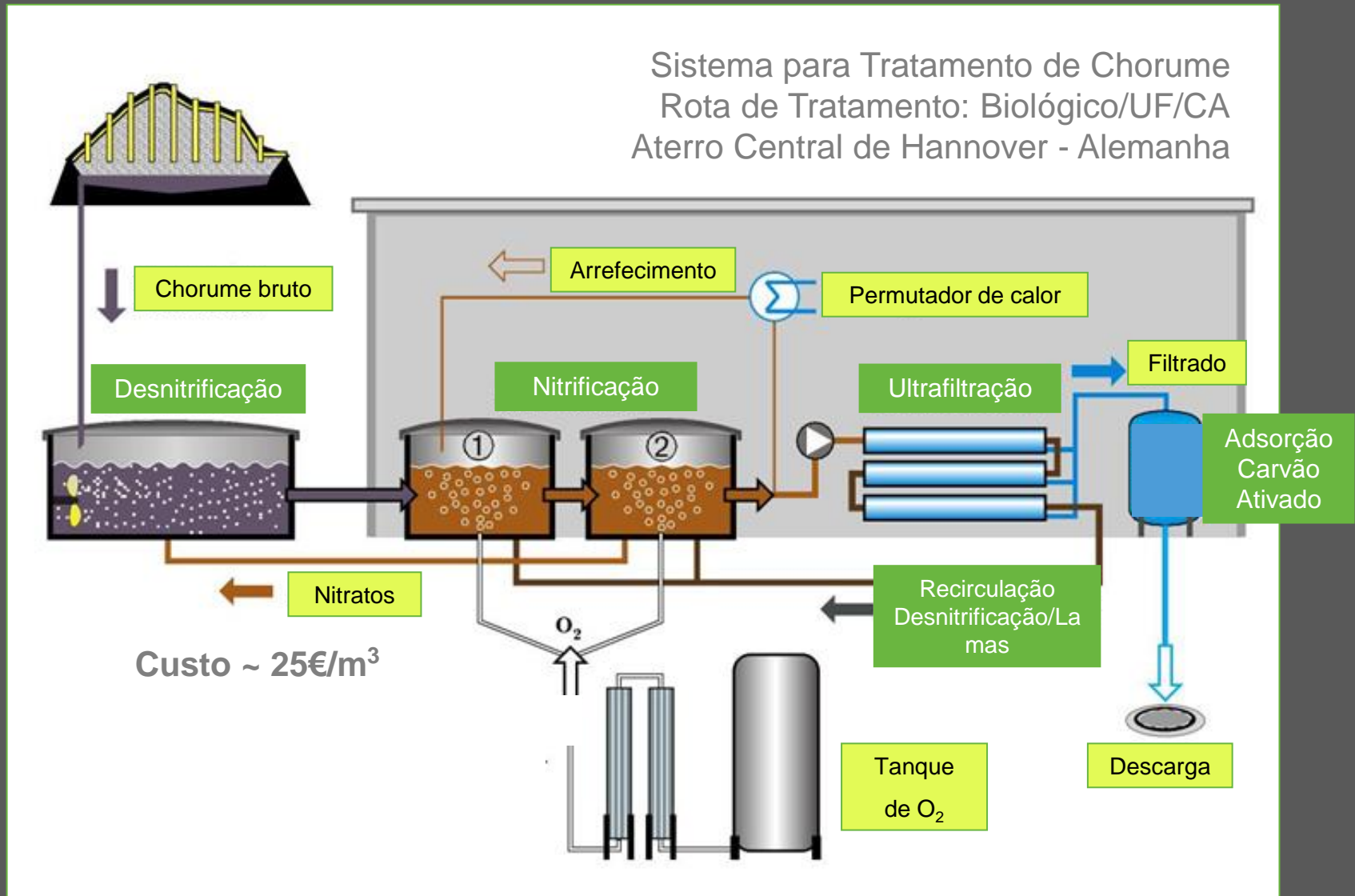
Em alternativa

Inertização – Imobilização  
dos Poluentes

# PERIFERIA DO TRATAMENTO POR OSMOSE REVERSA



# TRATAMENTO BIOLÓGICO AVANÇADO COM MBR E CARVÃO ATIVADO COMO TRATAMENTO TERCIÁRIO





# TRATAMENTO BIOLÓGICO AVANÇADO COM MBR E CARVÃO ATIVADO COMO TRATAMENTO TERCIÁRIO

## Estação de Tratamento de Chorume Aterro de Burghof - Alemanha





# Tratamento Biológico avançado com MBR e Carvão Ativado como tratamento Terciário



# TRATAMENTO DE CHORUME AS SANTIAGO DE COMPOSTELA - ESPANHA

Aumento de capacidade e disponibilidade de tratamento existente.  
Complementação de sistema de evaporação para redução de custos de operação.



## Dados técnicos

Caudal	120 m <sup>3</sup> /dia
Tipo tratamento	Préfiltração – Osmose Inversa em 3 etapas – Lavador de gases; Redução dos concentrados com evaporação (linha existente)
Qualidade do chorume tratado	Qualidade para emissão direta em meio hídrico sensível conforme legislação

# TRATAMENTO DE CHORUME AS MADRID - VALDEMINGÓMEZ ESPANHA (2)

Fornecimento, instalação e assistência  
técnica de sistema de Osmose Inversa  
novo e lavador de gases



## Dados técnicos

Caudal	2x200 m <sup>3</sup> /dia
Tipo tratamento	Préfiltração – Osmose Inversa em 3 etapas – Lavador de gases
Qualidade do chorume tratado	Qualidade para reutilização interna da água tratada



# TRATAMENTO DE ÁGUAS TERCIÁRIAS PARA REUSO | MÉXICO



Complementação de um sistema MBR  
para REUSO industrial de água

## DADOS TÉCNICOS

Capacidade	10 m <sup>3</sup> /h
Tipo tratamento	Pré filtração – Osmose Inversa
Efluente de saída	Qualidade reuso em processo industrial.



# TRATAMENTO DE LIXIVIADO

## Beja | PORTUGAL



Projeto, construção, fornecimento, instalação e operação assistida de sistema de OSMOSE INVERSA



### DADOS TÉCNICOS

Capacidade

Sistema NOVO: 140 m<sup>3</sup>/dia

Tipo de tratamento

Pré-filtração – Osmose Inversa em 3 etapas adaptada para concentrado – Desgaseificação do permeado.

Efluente de saída

Qualidade para emissão direta em meio hídrico conforme legislação.

# TRATAMENTO DE LIXIVIADO São Gonçalo (RJ) | Brasil

Fornecimento, instalação e operação assistida de sistema de OSMOSE INVERSA. Desgaseificador do permeado fabricado no Brasil



## DADOS TÉCNICOS

Capacidade	120 m <sup>3</sup> /dia
Tipo tratamento	Pré filtração – Osmose Inversa em 3 etapas – Desgaseificação do Permeado
Qualidade do Efluente	Qualidade para emissão direta em meio hídrico conforme legislação Brasileira.



# TRATAMENTO DE LIXIVIADO

## Macaúbas | BRASIL



Fornecimento, instalação e operação assistida de sistema de OSMOSE INVERSA. Lavador de gases do permeado fabricado no Brasil

### DADOS TÉCNICOS

Capacidade	200 m <sup>3</sup> /dia
Tipo tratamento	Pré filtração – Osmose Inversa em 3 etapas – Desgaseificação do Permeado
Efluente de saída	Qualidade para emissão direta em meio hídrico conforme legislação Brasileira.

# TRATAMENTO DE LIXIVIADO

## Ibiza | ESPANHA



Projeto, construção, fornecimento, instalação e operação assistida de sistema de OSMOSE INVERSA

### DADOS TÉCNICOS

Capacidade

Sistema NOVO: 140 m<sup>3</sup>/dia

Tipo de tratamento

Pré-filtração – Osmose INVERSA em 3 etapas adaptada para concentrado – Desgaseificação do permeado.

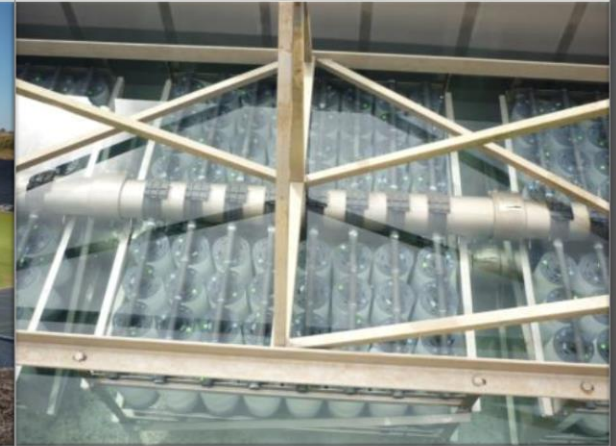
Efluente de saída

Qualidade para emissão direta em meio hídrico conforme legislação.



# OUTROS APLICAÇÕES DE SISTEMAS DE TRATAMENTO POR MEMBRANAS

- Produção de água potável
- Produção para água de caldeiras
- Tratamento terciário de efluentes de ETE
- Tratamento de águas industriais
- Separação de líquidos



# A EMPRESA AST

ENGENHARIA E FABRICANTE DE TECNOLOGIA DE  
MEMBRANAS DE SISTEMAS DE  
TRATAMENTO DE ÁGUAS

- Fabricação de sistemas de tratamento de chorume, Montagem chave na mão em container ou estruturas
- Operação, manutenção, Aluguel
- MBR, SBR para aguas domesticas e industriais





Maquina de teste móvel Osmose Reversa e Nanofiltração  
Portugal – Alemanha – Espanha  
20-30 m<sup>3</sup>/d

OBRIGADO  
DI STEFAN LÖBLICH  
[WWW.AST-AMBIENTE.COM](http://WWW.AST-AMBIENTE.COM)

