MEMBRANAS DE ULTRAFILTRAÇÃO E MBR
SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES

I Workshop Internacional de Biorremediação de Áreas Contaminadas e o XI SESMA - Água - Desafios Atuais e Futuros, Nanotecnologia e **Membranas Filtrantes** ”

Vitória, ES - 20 e 21 de Agosto de 2016

Sergio Roberto Rodrigues Ribeiro

Diretor Comercial – América do Sul

Koch Membrane Systems

Agenda Proposta

- Desafios de Tornar o Projeto de Reuso em Realidade;
- O Passo a Passo da Implantação;
- Como Avaliar a Tecnologia Mais Adequada;
- Benefícios e Principais Desafios de Cada Tecnologia;
- Como Garantir a Água na Qualidade Esperada;
- Estudos de Caso.

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Quando Reusar é Interessante…

- Disponibilidade reduzida de água
  - Períodos de Seca
  - Aumento da Salinidade dos Aquíferos
  - Limite de outorga para captação
- Custo elevado da água
- Custo elevado para tratar o efluente
- Limites muito restritivos para descarte do efluente
- Impossibilidade de descarte de efluente
- Política empresarial de sustentabilidade

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Desafios para Viabilizar um Projeto de Reúso

- Tecnologia para atingir a qualidade para reúso é cara !
  - Mito x Realidade
  - Princípio de multi-barreiras
- Falta de conhecimento técnico
  - Por parte do Cliente / Consultores / Fornecedores
- Casos mal sucedidos
  - Tecnologia mal empregada → Prejuízo da Tecnologia
- Custo do tratamento
  - À princípio tudo é tratável, mas isso tem um custo.

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

O Passo a Passo do Projeto
Mapeamento do Cenário

- Definição do que quer tratar e qual a qualidade final que se deseja
  - Caracterização das correntes a serem tratadas
  - Requisitos de qualidade final da água

- Definição da rota tecnológica
  - Há espaço disponível para construção de um novo sistema?
  - É um efluente comum? Alguém mais produz efluente similar e já trata? Fazer **Benchmarking / Best Practices !!**
  - Não é um efluente comum ou não há certeza da tecnologia → **TESTE PILOTO**

PLANEJAMENTO e PACIÊNCIA

Teste biológico : mínimo 3 Idades de Lodo
Teste sem biológico : 60 dias

- <u>Será a qualidade final requerida que determinará a melhor rota tecnológica</u>.

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Configurações de Membranas

Fibra Oca Submersa

- Membrana suportada para aplicações em efluentes difíceis (MBR)
- Membrana suportada para filtração com alta concentração de sólidos

Membranas de Fibra Oca Pressurizada

- Filtração de fora para dentro e de dentro para fora
- Produtos adaptados às necessidades do mercado

Elementos Espirais

- Pioneiros no setor de tecnologia de membrana espiral
- Produtos de MF, UF, NF e OI

Membranas Tubulares

- Líder no mercado de membranas tubulares
- Projetada para altas concentrações de sólidos e aplicações industriais difíceis

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Membranas Submersas de Fibra Oca

Módulos de MBR PURON®

- Tratamento de Efluente
- Reúso de Água

Módulos PURON® HF

- Filtração Terciária de Efluente Municipal e Industrial
- Tratamento de Água Superficial com Alto Teor de Sólidos

Benefícios

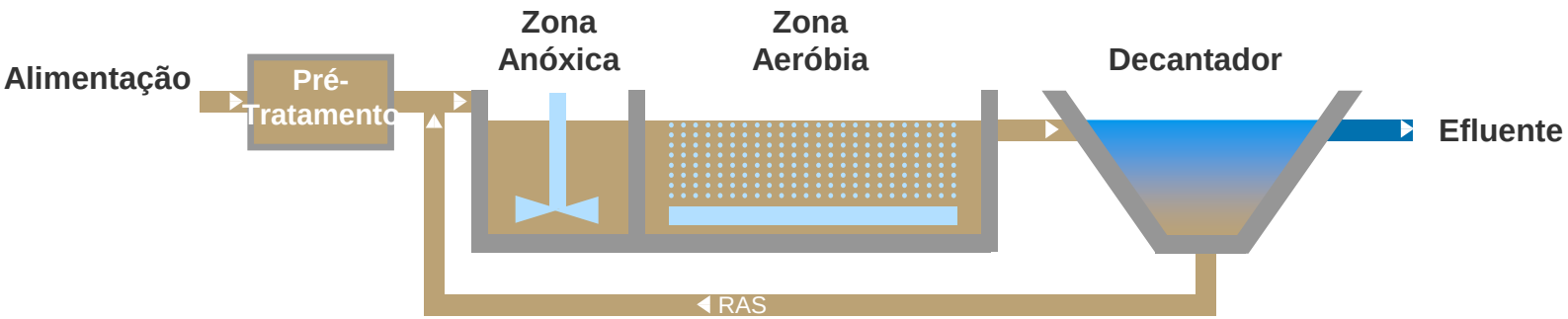
- Fibras trançadas para maior vida útil
- Aeração central e *design* de cabeçote único para melhor gerenciamento de sólidos
- Escoamento de ar otimizado
- Alta Eficiência Enérgetica
- Sistema com *Footprint* reduzido

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark inforr
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

O Passo a Passo do Projeto

Avaliação da Rota Tecnológica

1. Convencional



Parâmetros	Tratamento Convencional
Remoção de SS e Bactérias	--
Remoção de DBO	-
Espaço Reduzido	-
Economia	-
Prevenção de Incrustação Orgânica e Descamação da OI	--

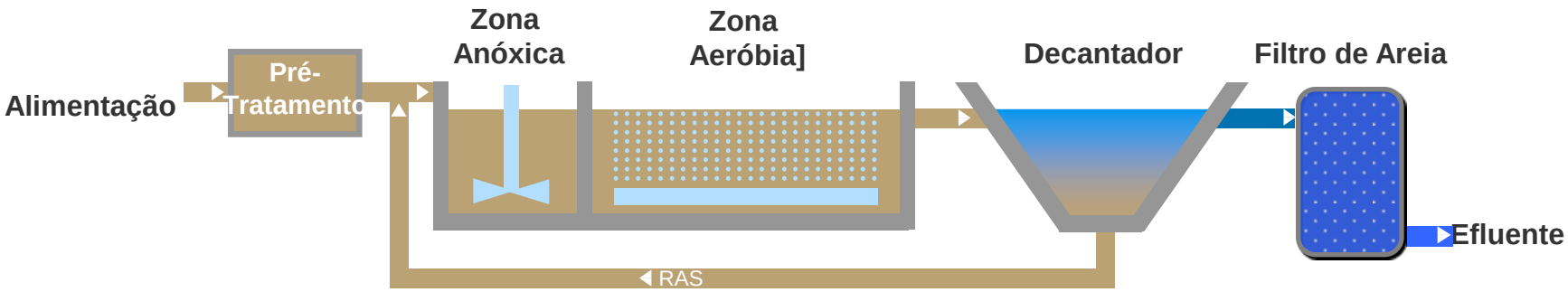
-- muito baixa
- baixa
0 média
+ boa
++ muito boa

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

O Passo a Passo do Projeto

Avaliação da Rota Tecnológica

2. Convencional + Terciário Simples



Parâmetros	Convencional	Convencional + Terciário
Remoção de SS e Bactérias	--	0
Remoção de DBO	-	0
Espaço Reduzido	-	--
Economia	-	-
Prevenção de Incrustação Orgânica e Descamação da OI	--	-

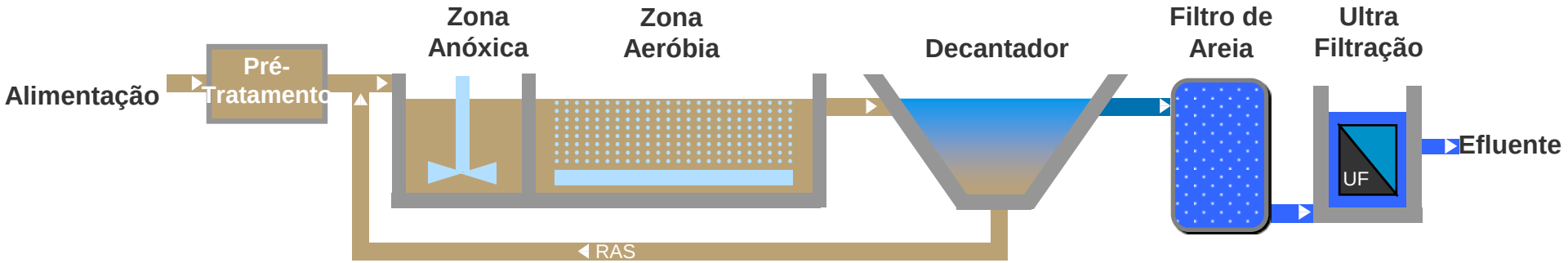
-- muito baixa
- baixa
0 média
+ boa
++ muito boa

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

O Passo a Passo do Projeto

Avaliação da Rota Tecnológica

3. Convencional + Terciário + UF Terciária (S ou P)



Parâmetros	Conv.	Conv. + Terciário	Conv. + Terciário + UF
Remoção de SS e Bactérias	--	0	++
Remoção de DBO	-	0	+
Espaço Reduzido	-	--	--
Economia	-	-	-
Prevenção de Incrustação Orgânica e Descamação da OI	--	-	++

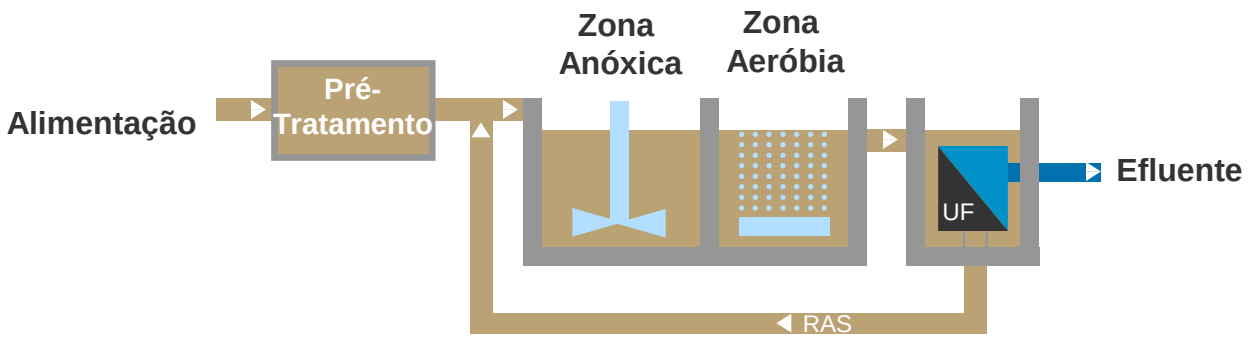
-- muito baixa
- baixa
0 média
+ boa
++ muito boa

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

O Passo a Passo do Projeto

Avaliação da Rota Tecnológica

4. MBR



Parâmetros	Conv.	Conv. + Terciário	Conv. + Terciário + UF	MBR
Remoção de SS e Bactérias	--	0	++	++
Remoção de DBO	-	0	+	++
Espaço Reduzido	-	--	--	++
Economia	-	-	-	+
Prevenção de Incrustação Orgânica e Descamação da OI	--	-	++	++

-- muito baixa
- baixa
0 média
+ boa
++ muito boa

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

O Passo a Passo do Projeto
Definição da Tecnologia

- Investir tempo e dinheiro nessa fase trará economia no futuro.
- Tudo é tratável mas há um custo para isso.
- Não existe tecnologia boa ou ruim, existe a tecnologia certa para cada aplicação.

  ↳ Erro de aplicação prejudica a tecnologia!

- Visite plantas com rota tecnologia igual ou similar, ou peça para o fornecedor apresentar projetos instalados similares.
- Desconfie de orçamentos muito discrepantes.

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

O Passo a Passo do Projeto
Definição do Modelo de Contrato

- Definida a rota tecnológica e os parceiros/fornecedores
  - Projeto Conceitual e Básico

~~Inviável~~

Viável

- Definição do modelo de negócio (EPC, BOT, BOO, AOT, AOO)

Greenfield

Retrofit

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

O Passo a Passo do Projeto
Desenvolvimento do Projeto

Para um projeto bem elaborado é preciso:

- Pessoas com experiência em projetos similares.
- Caracterização confiável das correntes que serão tratadas (em caso de não ter sido feito piloto)
- Conhecimento pleno do terreno e suas necessidade de estabilização para recebimento de um sistema novo, ou conhecimento pleno das condições estruturais do sistema existente em caso de " Retrofit / Revamp ".
- Escolha de equipamentos adequados e fornecedores confiáveis → O barato sai caro!!!
- Atenção aos requisitos de manutenção dos equipamentos e circulação dentro da planta → Maquete 3D!!!
- Lista de peças de reposição / sobressalentes → IMPORTANTÍSSIMO!!!
- Cronograma de obra/montagem : Verdadeiro x Cronograma " que o cliente quer ouvir " → PLANEJAMENTO bem feito é $$$$ economizado!!!!

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

O Passo a Passo do Projeto
Execução da Obra/Montagem

Para um execução e montagem bem feitas é preciso:

- **PLANEJAMENTO !!!!!!**
- Seguir as instruções e orientações dos fornecedores de equipamento.

  (*Normalmente eles sabem mais do que você do equipamento deles !)*
- Solicitar a presença do fornecedor do equipamento na hora da montagem.

  (*Pagar pela visita técnica não é desperdício de dinheiro.)*
- **Não pular etapas.**
  - Elétrica & Automação já entram na obra atrasados.
  - Começar o comissionamento dos equipamentos antes da montagem elétrica ter sido finalizada vai gerar retrabalho = tempo = $$$.
  - O TAC (Teste de Aceitação em Campo) é a etapa mais importante do comissionamento

    → Alarmes, intertravamentos, lógica de controle → SEGURANÇA DA PLANTA

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Como Garantir a Qualidade Esperada da Água de Reúso?

- Fazendo um bom projeto.
- Executando a obra da forma correta
- Partindo a planta sem pular etapas e conforme orientação dos fabricantes dos equipamentos.

→ Ao longo do tempo, a característica do efluente pode se alterar, por diversos motivos, cabe a equipe de operação conseguir adequar a operação da planta.

→ Às vezes, pequenas modificações serão necessárias, e isso não significa que o projeto foi mal feito, apenas mudaram as bases do projeto!

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 1: Reúso de Água em um Produtor de Fertilizantes (EUA)

Grande expansão de uma fábrica de fertilizantes (Koch Nitrogen) incluiu um plano para construir uma planta de reúso de efluente que irá fornecer à fábrica água confiável, de alta qualidade e com baixo custo

A alimentação:

- Efluente de ETE municipal após tratamento terciário (filtro de areia)
- Turbidez: Média 1 - 10 NTU, picos de até 50 NTU
- Baixo nível de contaminantes : surfactantes ocasionais

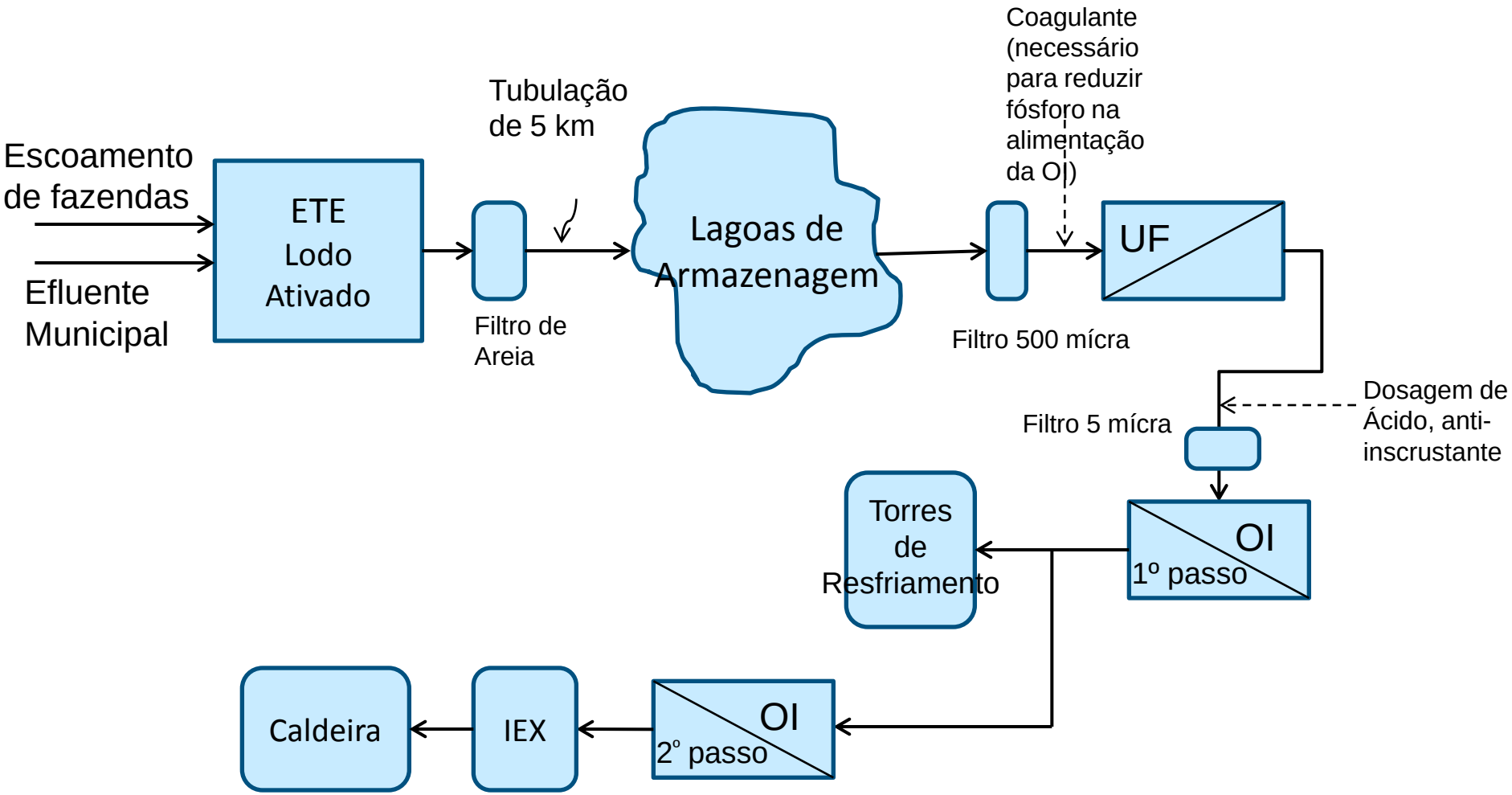
O Sistema:

Sistema de UF Pressurizada (PURON® MP) seguido por OI duplo passo

Comissionamento da Planta: Q2 2016

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 1: Projeto de Reúso de Água - Esquema



©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 1:
Teste Piloto na Planta da Koch Nitrogen

Um teste piloto por seis meses com PURON® MP foi realizado no local. O piloto demonstrou um desempenho estável a 85 lmh com 96% de recuperação.

Foi testada a utilização de coagulantes FeCl3 em linha que atingiu consistentemente 50-60% de remoção de fosfato da alimentação em até 17 ppm.

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 1:
Montagem Planta Real da Koch Nitrogen

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 2: TMBR Aquapolo

Reúso Externo

A ideia do projeto de reúso do efluente tratado da ETE ABC da Sabesp surgiu nos anos 90. O uso da tecnologia de membranas foi considerada em 2008-2009. A planta foi comissionada em Abril de 2012.

A alimentação:

Esgoto Secundário tratado

da ETE ABC da Sabesp

O Sistema:

TMBR seguido de OI e

Desinfecção com Dióxido de

Cloro

Comissionamento da Planta: Abril/2012

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 2:
Critérios de Qualidade da Água

Parâmetros	Unid.	Efluente da ETE	Requisitos da Água de Reuso
Vazão Média	m^3/h (lps)	5.770 (1600)	2.340 (650)
DBO	mg/L	20 - 60	10
DQO	mg/L	50 - 120	20
SST	mg/L	40 - 100	2
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	20	1
Fósforo Total	mg/L	5	0,5
Turbidez	NTU	50	1
Condutividade	$\mu s/cm^2$	650 - 1500	720
Agentes Tensoativos	mg/L	5,1	1

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 2: Buscando a Solução Ideal

- Design e custos de ciclo de vida críticos foram investigados em 4 opções de tratamento diferentes, combinando a tecnologia de membrana de UF com a estação de tratamento existente
- Para atingir os requisitos do efluente foi necessário:
  - Aprimorar o tratamento biológico para remover mais nutrientes
  - Adicionar etapa de filtração para atingir os critérios de SST
  - Adicionar OI para atingir os critérios de condutividade
  - Garantir que a alimentação da OI fosse de alta qualidade
- Incluir um sistema TMBR (MBR Terciário) foi considerada a opção mais rentável para a planta, atingindo todos os requisitos de qualidade

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 2:
Teste Piloto MBR + OI

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 2:
Aquapolo - Operando desde 2012

Video

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudos de Caso 3 e 4 :

Reúso Interno

- Devido a dificuldade de descarte do efluente buscou-se alternativas que diminuíssem o volume a ser descartado. Com a instalação do MBR seria possível diminuir o volume descartado e o volume de água captado.
- Vazões dos projetos: 150 m³/h e 50 m³/h, respectivamente.
- Em operação desde maio/2015 e abril/2014, respectivamente.

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 5

Reúso interno

- Havia necessidade do aumento da captação de água, porém não tinham outorga e havia um problema de cunha salina. Portanto foi avaliado a instalação de um MBR e assim o reúso na fábrica.
- Vazão 136 m³/h
- Partida prevista para maio/2016

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 6 – Holanda

Recuperação de Água de Retrolavagem de Filtros de Areia

- **Serviço:** Fornecimento de água potável para cerca de 300.000 habitantes na zona rural do Norte da Holanda.
- **Capacidade:** 2700 – 3000 m³/h (750 – 833 L/s)
- **Água Bruta:** origem subterrânea com características anaeróbias (Metano e Amônia)
- **Custo para captação da água bruta**: € 0,20/m³
- **Problema:** Não podiam descartar a lavagem dos filtros de areia no rio.

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Estudo de Caso 6 – Holanda

Recuperação de Água de Retrolavagem de Filtros de Areia

- Recuperação de água de retrolavagem dos filtros de areia.
- **Capacidade:** 200 m³/h – Startup fev/2008
- **Recupera** 1.000.000 m³/ano → 80%

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochm
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

©2016 Koch Membrane Systems, Inc. All rights reserved worldwide. For related trademark information, visit www.kochmembrane.com/legal.
Koch Membrane Systems, Inc. is a Koch Chemical Technology Group, LLC company.

Obrigado !

SERGIO ROBERTO RODRIGUES RIBEIRO

srribeiro@kochmembrane.com

55 11 9 9615 5949