



VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental

17 a 19 de maio de 2010 • Centro de Eventos da PUCRS • Porto Alegre

Atenção

Lembramos que, quando utilizados os dados ou as informações constantes desta apresentação, deverão ser citados o autor do conteúdo e o evento em que o mesmo foi apresentado.





www.abes-rs.org.br/qualidade

17 a 19 de maio de 2010

VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental

Centro de Eventos da PUCRS Porto Alegre • RS • Brasil



Pesquisas e Implantação de Tecnologias de Ponta no Tratamento e Reuso de Efluentes Hídricos em Refinarias

Vânia M. J. Santiago
PETROBRAS/CENPES





ESCOPO

- ***PETROBRAS / CENPES***
- ***Tratamento e reuso de efluentes***
- ***Pesquisas e desafios***
- ***Implantações do reuso em refinarias***
- ***Novas linhas de pesquisa***



A PETROBRAS

Reservas provadas
15.000 bilhões boe (SEC)
Produção média de óleo & gás:
2,0 milhões boed

15 Refinarias
11 no Brasil
Capacidade: 1,9 milhões bpd
Dutos: 23.142 km



Navios frota própria: 54

Investimento total
US\$ 45,3 bilhões/ano
(valor médio 2007)

Termoelétricas
Plantas: 10
Capacidade Instalada:
1,912MW

Investimentos P&DD/ano
R\$ 1,7 bilhões (1,1% receita líquida)
R\$ 10 milhões (P&D reuso)

Postos de Serviços
Brasil - 6.963
Exterior - 990

ÁREA INTERNACIONAL - 27 PAÍSES



Áreas Foco:

- Refino:
 - Adicionar valor às exportações de óleo pesado brasileiro
- E&P: Leste da África (Nigéria, Angola) e Golfo do México:
 - Aplicar tecnologias de E&P em águas profundas e ultraprofundas com vantagem competitiva
- América Latina:
 - Liderança como empresa integrada de energia

Seleção e Avaliação de Tecnologias de Tratamento de Efluentes Hídricos Visando ao Reuso

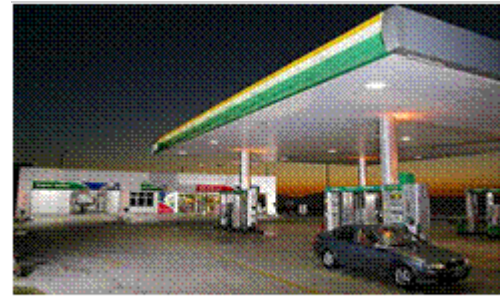
ÁREAS DE ATUAÇÃO DO CENPES



Exploração



**Produção
Pré sal**



Distribuição



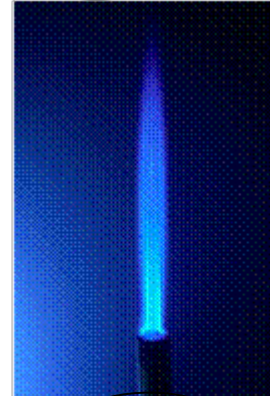
Transporte



Produtos



Gestão Ambiental



Gás



**Refino e
Petroquímica**



Energia

AMPLIAÇÃO DO CENPES



2008



Atual

Área total: **114.000 m²**

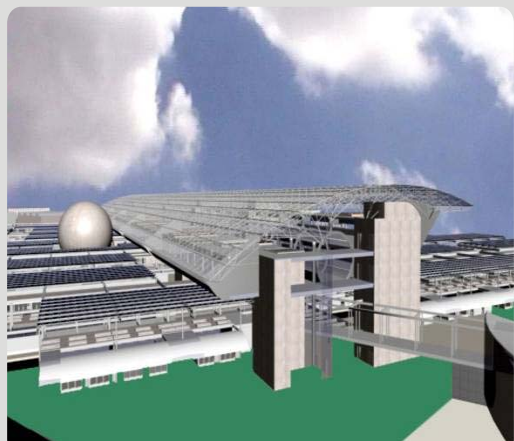
Área construída: **75.000 m²**

137 Laboratórios

30 Plantas-piloto



2010



**Ampliação do CENPES
e Centro Integrado de Processamento de
Dados da Petrobras**

Área total: **190.000 m²**

Área construída: **114.000 m²**

*Seleção e Avaliação de Tecnologias de Tratamento
de Efluentes Hídricos Visando ao Reuso*

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO TECNOLÓGICA COM AS INSTITUIÇÕES DE CIENCIA & TECNOLOGIA BRASILEIRAS



O financiamento de projetos de P&D é mandatório nos contratos de concessão de direitos de exploração e produção no Brasil

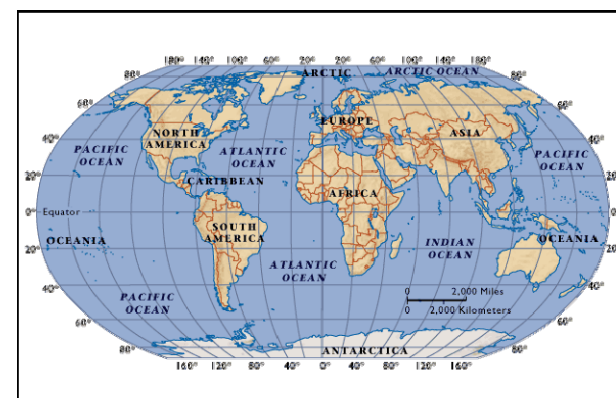
- Criadas 38 redes nacionais abordando diferentes temas de petróleo e gás
- Criados 7 Núcleos Regionais
- 71 Instituições distribuídas em 19 unidades da federação brasileira



INTEGRAÇÃO TECNOLÓGICA



CENPES



Modalidades:

- Convênios e contratos com Universidades e Centros de Pesquisa
- Redes de Excelência

Mais de 120 Instituições Brasileiras

Modalidades:

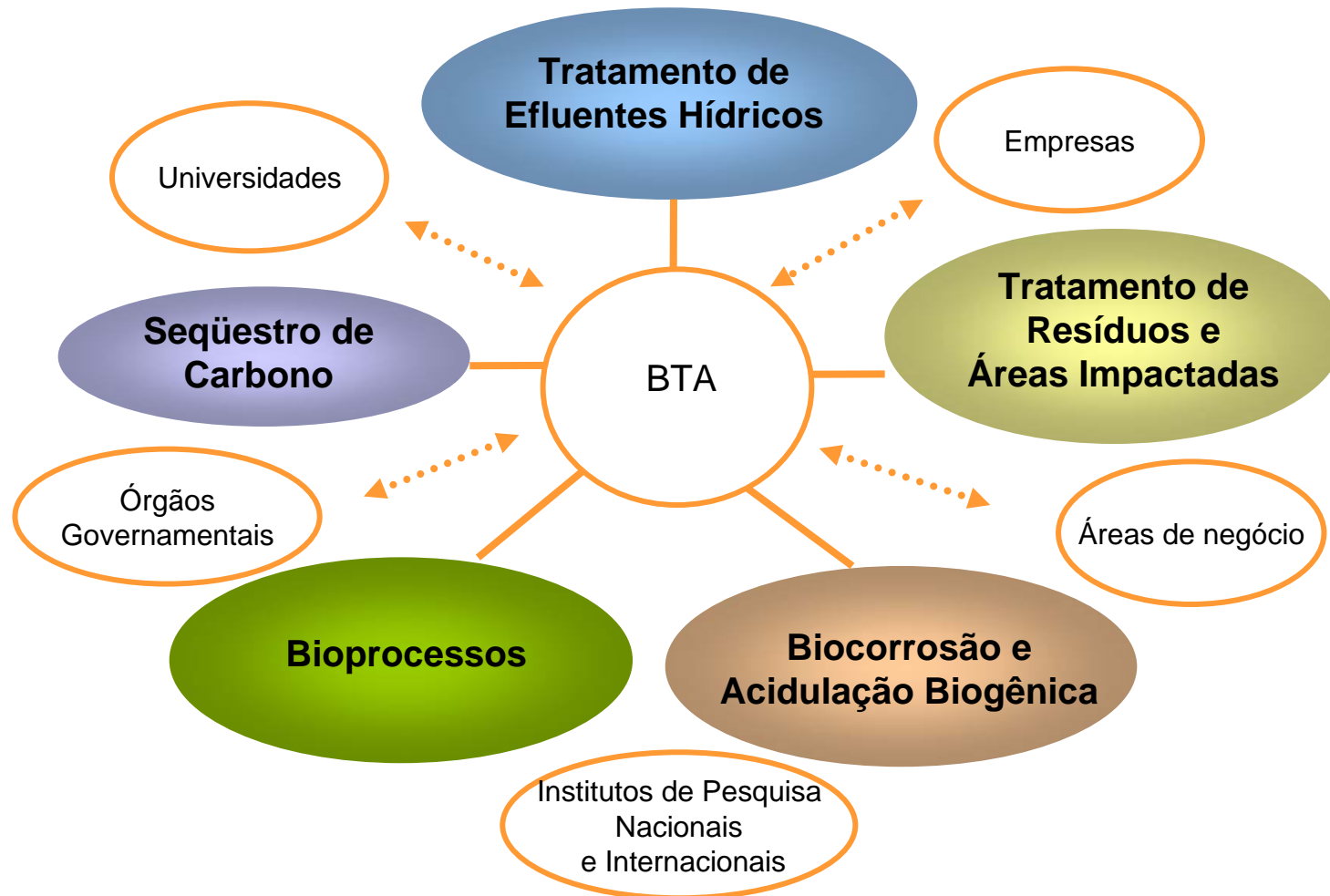
- Projetos Multiclientes
- Pesquisas cooperativas
- Alianças estratégicas
- Intercâmbios tecnológicos

Mais de 70 Instituições Internacionais

GERENCIA GERAL

Pesquisa e Desenvolvimento em Gas&Energia e Desenvolvimento Sustentável

GERENCIA SETORIAL - Biotecnologia e Tratamentos Ambientais





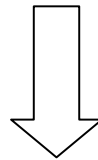
Área de Tratamento de Efluentes Hídricos (30 anos)

- ***Selecionar e avaliar processos e tecnologias de tratamento de efluentes da indústria do petróleo visando o enquadramento à legislação e ao reuso da água***
- ***Desenvolver estudos em escala de bancada e piloto***
- ***Assessorar o desenvolvimento dos projetos conceituais das unidades industriais***
- ***Promover a capacitação das equipes envolvidas no projeto e operação das novas unidades***

MOTIVAÇÕES PARA O REUSO



- ***Ampliação das refinarias para geração de produtos com maior valor agregado***
- ***Construção de novas refinarias para atendimento às demandas do mercado***



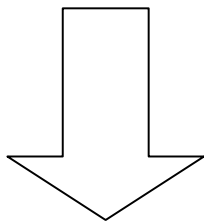
- ***Aumento de demanda de água em novo cenário de preservação dos recursos hídricos***
- ***Limitações no direito do uso da água - Lei 9433/97***
- ***Política da companhia de desenvolvimento sustentável***

DESAFIO: viabilizar o reuso de efluentes

FATORES RELEVANTES PARA O SUCESSO NO REUSO DE EFLUENTES



- ***Conhecimento das características e variabilidade do efluente a ser tratado***
- ***Conhecimento da qualidade da água requerida***
- ***Domínio dos processos***

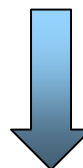


Necessidade de estudos em unidades-piloto

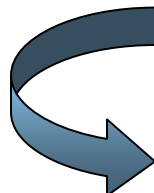
ETAPAS DO ESTUDO



- 1 IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE TECNOLOGIAS**
- 2 AVALIAÇÃO EM ESCALA PILOTO**
- 3 DEMONSTRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS** (aumento de escala)



CAPACITAÇÃO (processo, projeto, operação)



Garantia do resultado final
Otimização dos investimentos



2003 a 2009: 15 pilotos
2010: 9 pilotos



Laboratório Móvel de monitoramento e análise de efluentes hídricos





Unidades Móveis de monitoramento de efluentes hídricos



*pH, OD, Amônia, DBO, DQO
Cloretos, ORP, turbidez,
Nitrificação, fosfato*



Unidades – piloto de processos avançados
de tratamento de efluentes (julho 2010)
15 unidades de processo em 2 carretas



NUCLEO EXPERIMENTAL DE REUSO DE ÁGUA (em fase de projeto)

Localização : REGAP (MG)



PARCERIAS



UNIVERSIDADES:

- *UFRJ (COPPE, EQ, IQ, CT)*
- *UFMG*
- *UFRGS*
- *UCS*
- *UNICAMP*
- *FUNCEFET PR*
- *UNR (Argentina)*

EMPRESAS:

Veolia, Degremont, Seghers, Zenon, Centroprojekt, Hidrodex, Kubota, Kurita, Nalco, Parkson, Norit,, Dow, Fluid, Hydranautics, Siemens, GE, Aquafлот, Enviro Chemie, Aquapro, EP Engenharia, White Martins, Wasser Link, BFDias, *Tch-technion*, *Hobeco*, *Lar*.

USOS DE ÁGUA – REFINARIA DE PETRÓLEO



- *Geração de Vapor - Alta qualidade*
- *Sistema de resfriamento - Características definidas*
- *Combate a Incêndio – abundante, especificação de qualidade*
- *Processo : qualidade depende do uso*

Dessalgação de petróleo – temperatura e salinidade

Lavagem de gases – boa qualidade

Preparo de produtos químicos

- *Serviço (Lavagem de piso, teste hidrostático de equipamentos, etc)*
- *Água Potável – padrão legal*

GESTÃO DE ÁGUA



CONSUMO TÍPICO NAS REFINARIAS

(0,8 m³ água/m³ óleo processado)

(0,3 m³ efluente/m³ óleo processado)

Reuso

ÁGUA DE PROCESSO
ÁGUAS DE CHUVA
EFLUENTE TRATADO

Minimização da
geração de efluentes
(60%)

SEGREGAÇÃO DE
ÁGUA DE CHUVA

SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO
PERDAS DE REDE DE INCÊNDIO
PERDAS DE CONDENSADO

Racionalização no consumo (20-40%)

SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES HÍDRICOS



ADEQUAÇÃO À LEGISLAÇÃO PARA DESCARTE

- **Sistema Primário:** Remoção Óleo Livre e Sólidos Suspensos
Ex: Separador Água/Óleo, Flotadores

- **Sistema Secundário:** Remoção Carga Orgânica, Amônia
Ex: Lodos Ativados, Lagoas Aeradas, Biodiscos

SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES HÍDRICOS



ADEQUAÇÃO PARA O REUSO

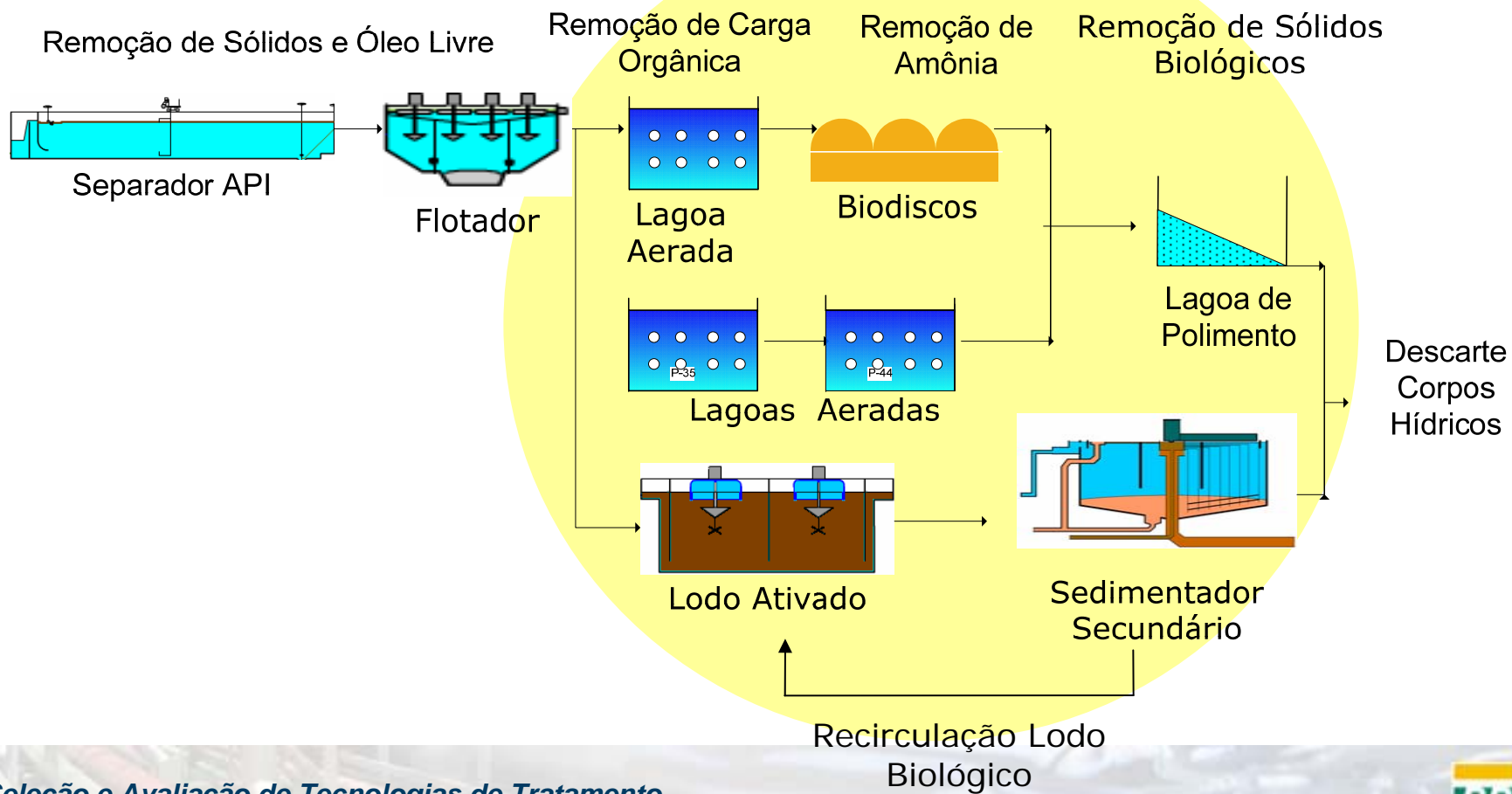
- Remoção Sólidos Biológicos
Clarificadores, flotadores, Lagoas de Deposição, MF / UF

- **Sistema Terciário:** Remoção Orgânicos Dissolvidos (Recalcitrantes)
Adsorção em Carvão Ativado (Pó, Granular)

- Remoção de Sais Dissolvidos
Osmose Inversa, Eletrodialise

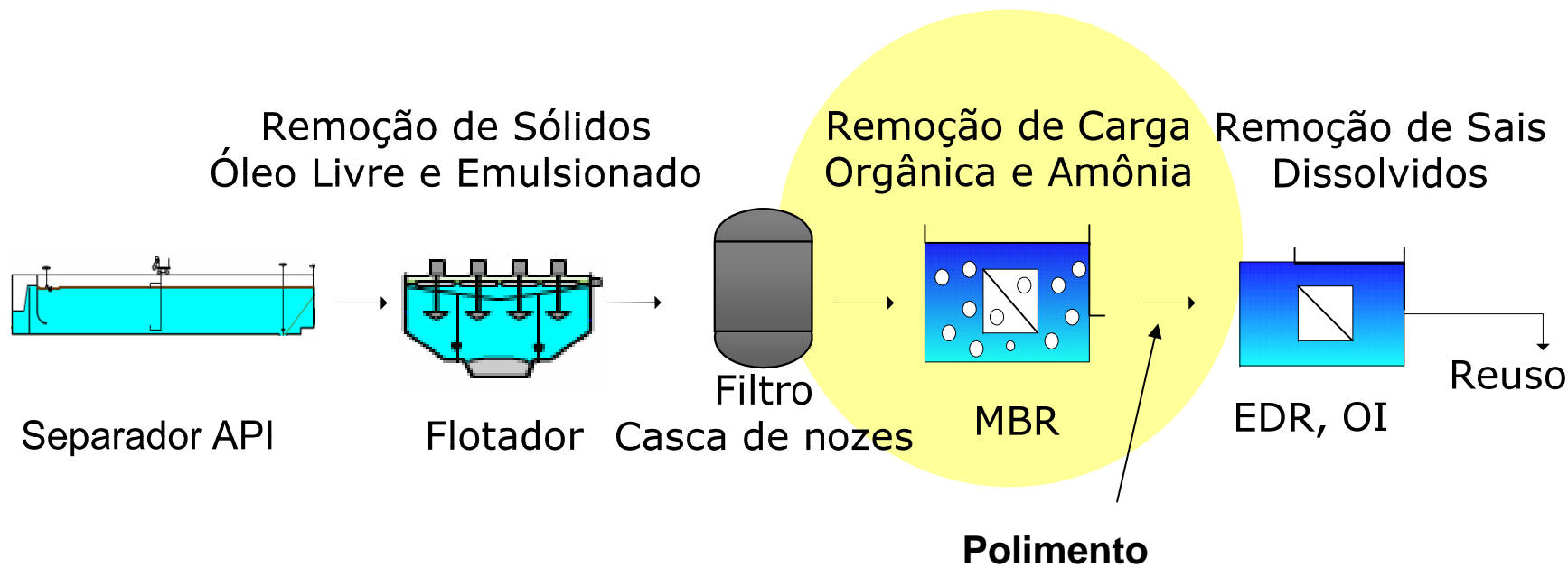


SISTEMAS CONVENCIONAIS

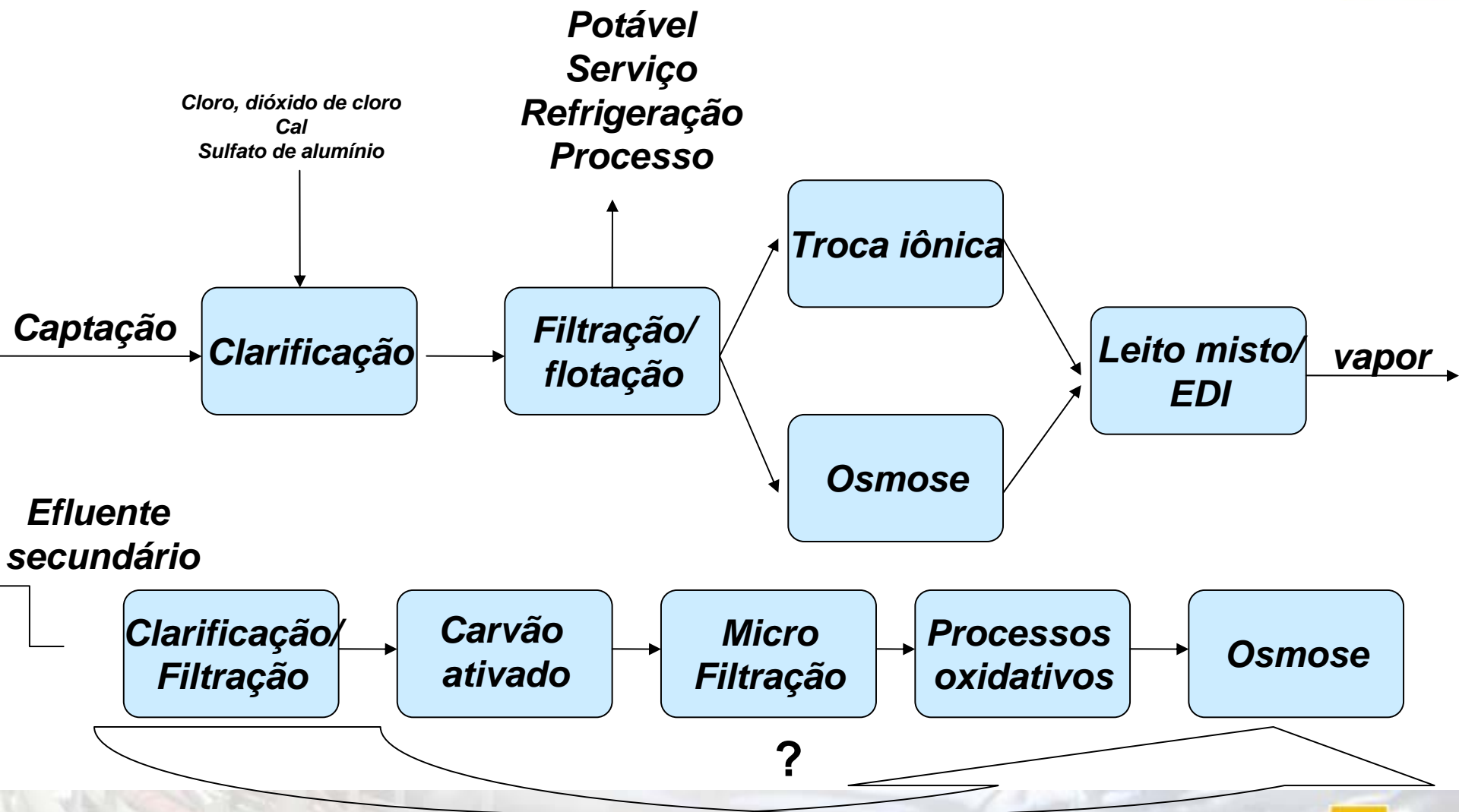




NOVAS TECNOLOGIAS



ALTERNATIVAS DE PROCESSOS PARA POLIMENTO



Processos/tecnologias selecionados

* avaliadas



POLIMENTO (reuso ou proteção das membranas)

Remoção de óleo

Filtração em casca de nozes

*MANN HUMMEL **

AutoShell® (ZIMPRO/SIEMENS)

WEICO

LURGI



Piloto REDUC

Processos/tecnologias selecionados

* avaliadas

** em avaliação



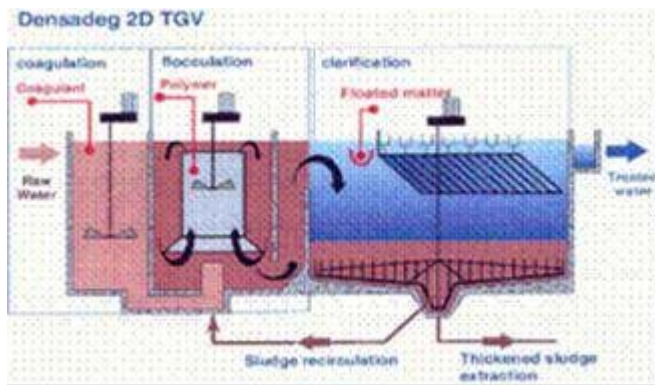
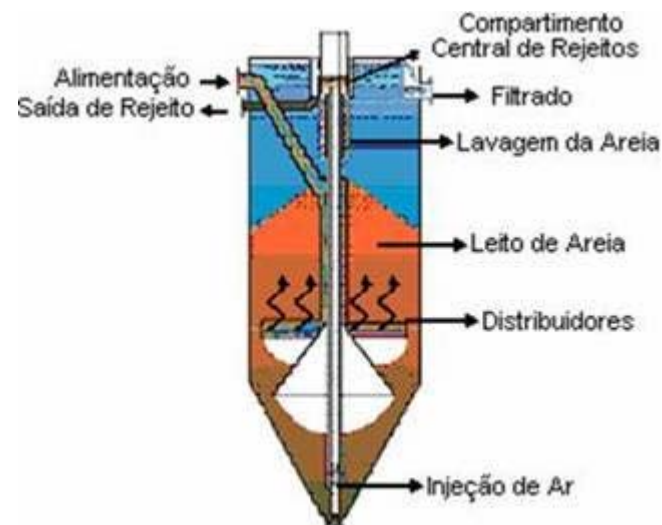
Remoção de compostos insolúveis

Filtro de areia* – DynaSand® (PARKSON)

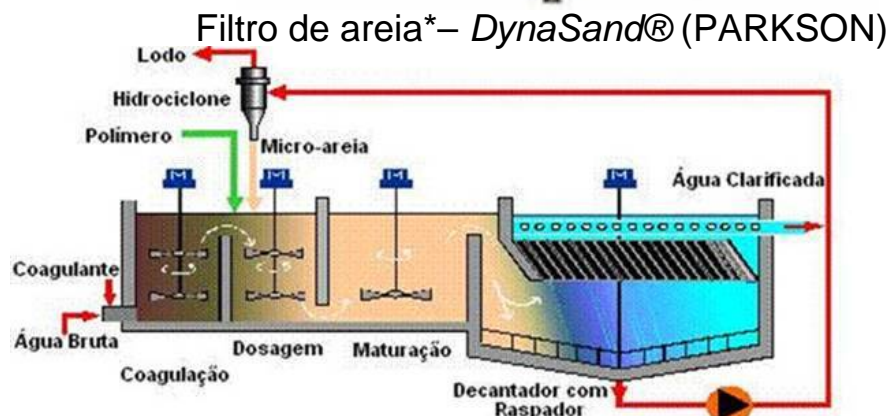
Clarificador* – Actiflo® (VEOLIA)

Clarificador** – Densadeg® (DEGRÉMONT)

Areia polarizada** (EP Engenharia)



Clarificador** – Densadeg® (DEGRÉMONT)



Clarificador* – Actiflo® (OTV/VEOLIA)

Processos/tecnologias selecionados

* avaliadas

** em avaliação

Remoção de CO₂

GTM** - Liq Cel



Tecnologias com membranas

Ultrafiltração* – ZeeWeed[®]

(ZENON/GE)

** PAM Membranas

Microfiltração – CMF[®]*, 4s10v *

(MEMCOR/SIEMENS)



Processos/tecnologias selecionados

* avaliadas

** em avaliação



REMOÇÃO DE POLUENTES

Biorreator a Membranas

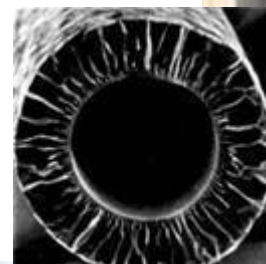
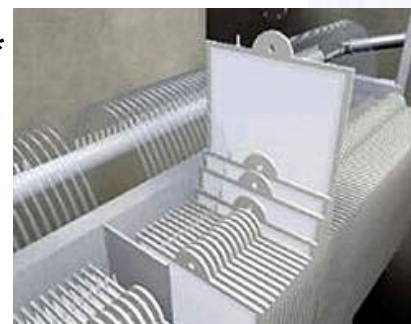
ZenonGen[®] (ZENON); KUBOTA*;*

Unibrane[®] (SEGHERS KEPPEL);*

*Norit ** , Petro-MBR[®] (SIEMENS ***

Puron (KOCH),

Ultrafor[®] (DEGRÉMONT);



Processos/tecnologias selecionados

* avaliadas

** em avaliação



REMOÇÃO DE POLUENTES

■ *Adsorção em carvão ativado*

*Filtração **

*Associado ao lodo ativado ***

*Associado ao MBR ***



Processos/tecnologias selecionados

* avaliadas

** em avaliação



■ Processos oxidativos**

Ozonização - Wedeco

Dióxido de cloro - Prominent

UV – Trojan ou Aquafine

Peróxido e suas combinações



Processos/tecnologias selecionados

* avaliadas

** em avaliação



REMOÇÃO DE ÍONS

Osmose Inversa –

*Dow, Hydranautics (membranas),
VEOLIA/AQUATECH**



Eletrodiálise Reversa –

(HIDRODEX, IONICS **, TECNOIMPIANTI, MEGA)*



Processos/tecnologias selecionados

* avaliadas

** em avaliação



REMOÇÃO DE ÍONS (POLIMENTO)

(em substituição ao leito misto)

Eletrodeionização

Siemens **

GE, Dow, Fluid





VIDEO

PROCESSOS SELECIONADOS

TRATAMENTO BIOLÓGICO

Biorreator a membranas (4 refinarias, CENPES)

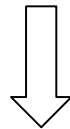


Pontos críticos:

- *Ausência de óleo livre na entrada*
- *Manutenção do fluxo através das membranas*

alteração das características de filtrabilidade do lodo

incrustação nas membranas



Estudo em conjunto com UFRJ/UFMG

PROCESSOS SELECIONADOS (em implantação)



Adsorção de orgânicos em carvão ativado granular (filtros)

- *Pré-tratamento para eletrodialise reversa, osmose inversa e resinas de troca iônica*

Em implantação em 5 refinarias e Cenpes

Ponto crítico:

- *Custo decorrente da saturação do carvão ativado*

Aumento do tempo de vida do carvão (em estudo)

ROTA SELECIONADA (REMOÇÃO DE ÍONS E REUSO)



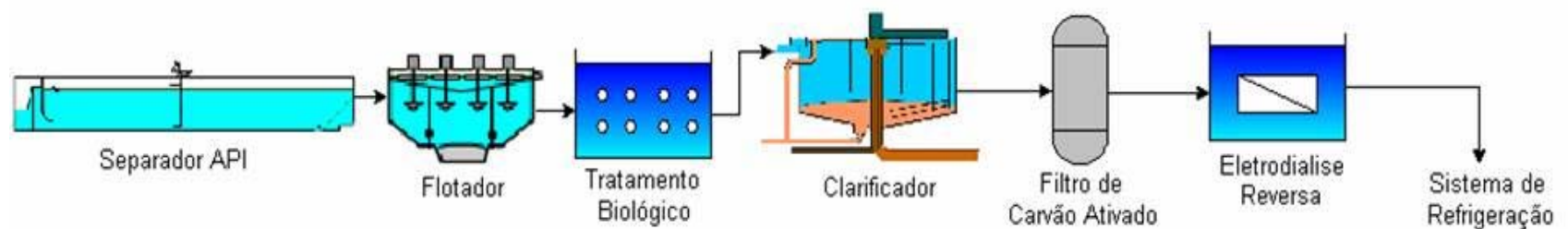
Clarificação de alta taxa + filtração em areia

Adsorção em carvão ativado

Eletrodialise reversa (4 refinarias)



Reuso em sistema de resfriamento



UNIDADE PROTÓTIPO DA ROTA SELECIONADA REGAP (consolidação do conhecimento)



Capacidade: 60 m³/h água de reuso

Fase atual: pré-operação



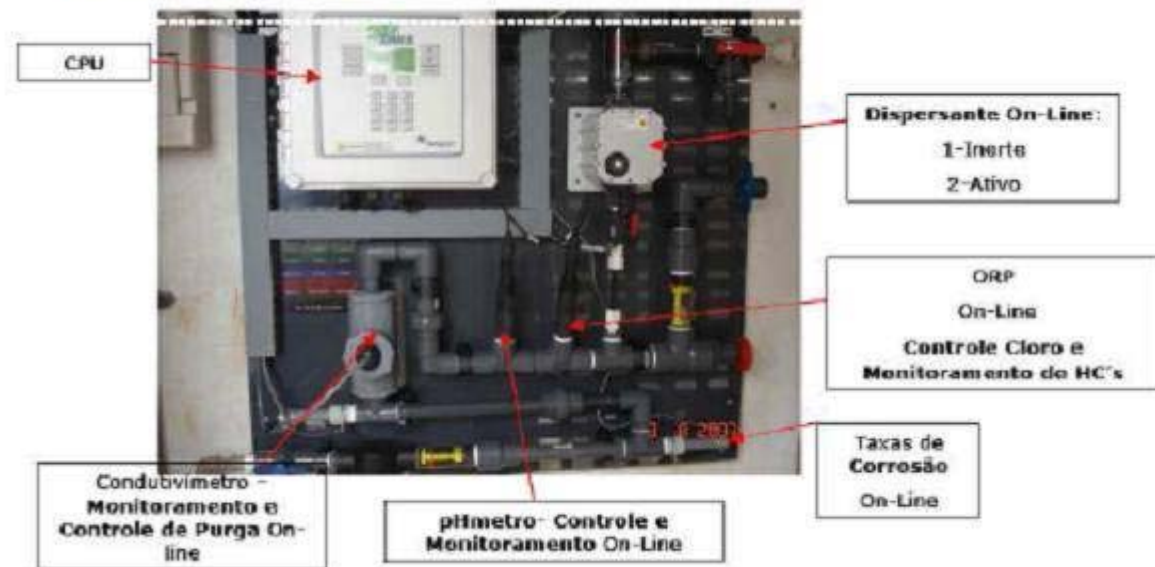
REUSO DA ÁGUA EM SISTEMA DE RESFRIAMENTO

Sistema de resfriamento da Unidade de Coque REGAP (piloto kurita, protótipo BR / Nalco)



- *Monitoramento on line de dosagens de produtos*
- *Controle efetivo do ciclo de concentração*
- *Monitoramento on line dos principais parâmetros de controle*

Gerenciador 3D TRASAR



ROTA SELECIONADA PARA O REUSO NA RECAP



DESCARTE ZERO DE EFLUENTES

*Pós tratamento: remoção de sólidos
(DENSADÉG)*

Capacidade: 180 m³/h água de reuso

Reuso como água industrial

*Receita adicional com a venda da água
para o polo petroquímico
(R\$1,6 milhões/ano)*

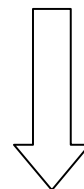


ROTA EM IMPLANTAÇÃO EM NOVOS EMPREENDIMENTOS

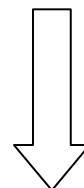


Remoção de íons

- *Osmose inversa*
- *Eletrodialise reversa*
- *Troca iônica*
- *Leito misto*



Reuso da água na geração de vapor



Novas pesquisas

AVALIAÇÃO DA OSMOSE INVERSA (piloto REGAP)



Reuso na Geração de Vapor (caso REVAP)

Desafio:

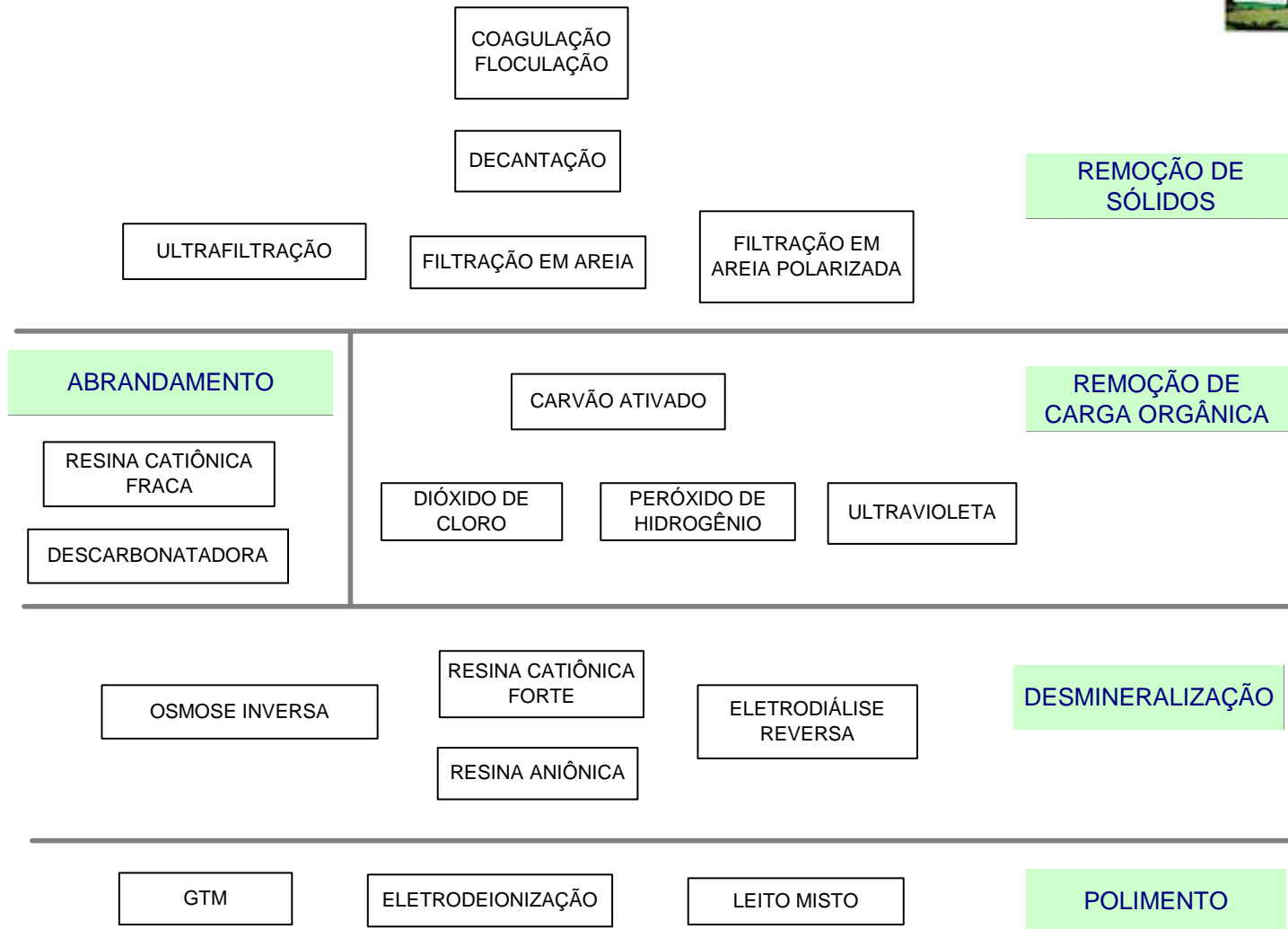
- *Controle do “biofouling” e “fouling” orgânico e inorgânico*
- *Operação sustentável durante 1 ano (recuperação 70%)*



Resultado:

- *Estabelecimento de protocolos de limpeza de membrana e seleção de biocida efetivo (inibição total do crescimento microbiano)*

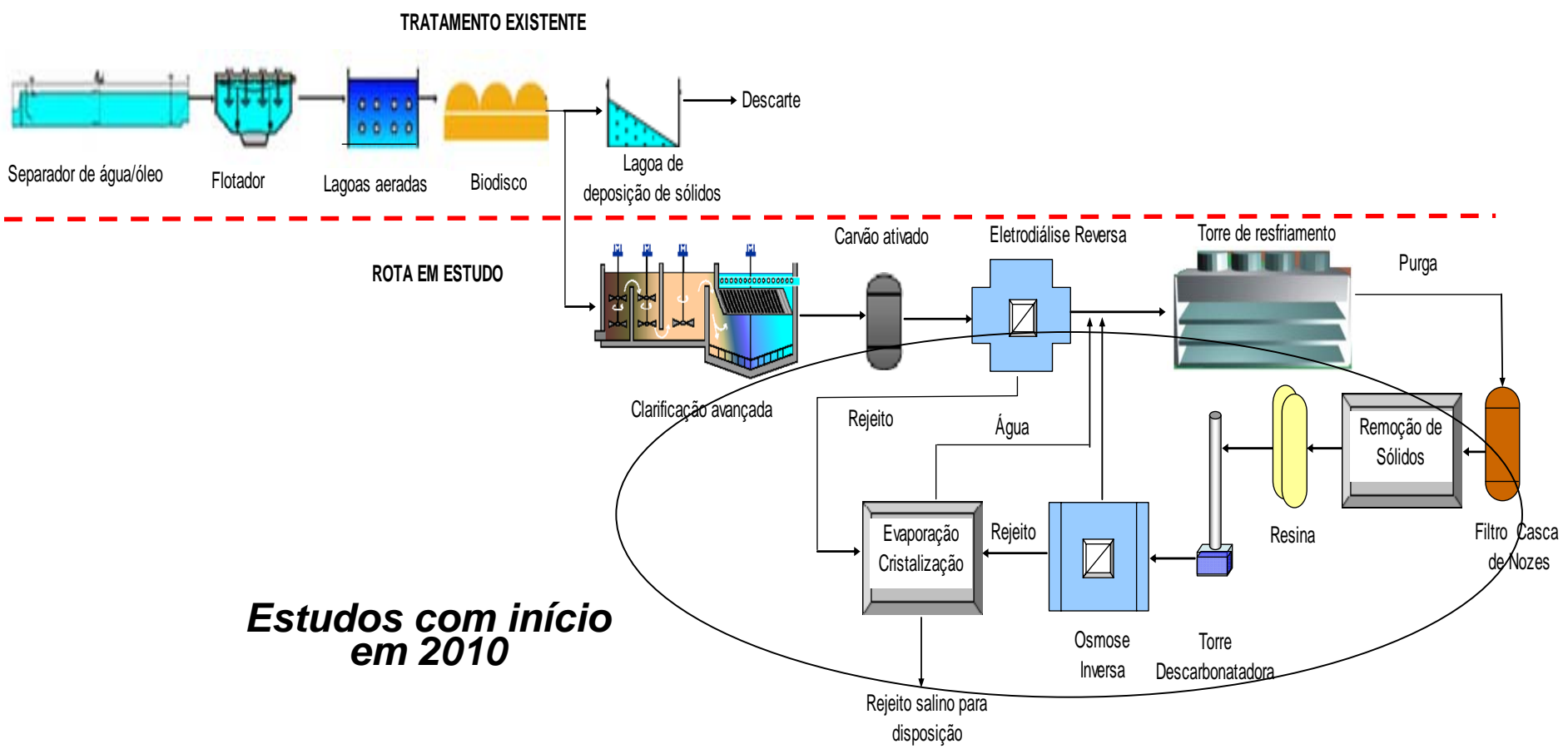
PROCESSOS A SEREM AVALIADOS NA UNIDADE MÓVEL





ROTA EM ESTUDO PARA DESCARTE ZERO DE EFLUENTES HÍDRICOS

Tratamento e reuso de purga de torre de resfriamento e dos rejeitos salinos



Estudos com início em 2010

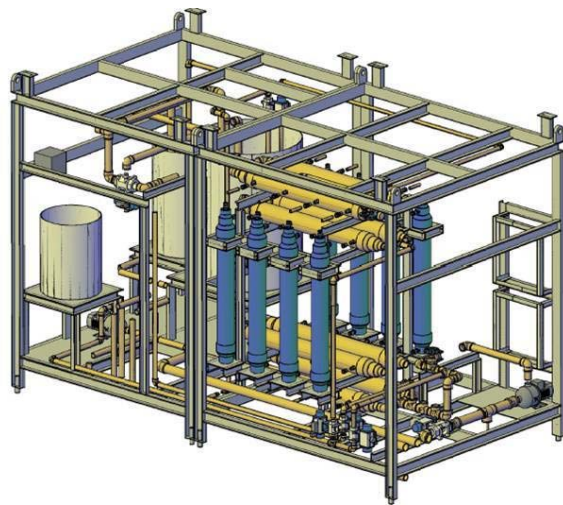
REUSO DA PURGA DE TORRE DE RESFRIAMENTO



Osmose inversa e nanofiltração em elevado pH

- *Avaliação de diferentes pré-tratamentos (remoção de sólidos, abrandamento, descarbonatação e carvão ativado)*

Fornecimento: PAM Membranas



PONTOS CRÍTICOS NO TRATAMENTO E REUSO DE EFLUENTES DE REFINARIAS



- *Controle do biofouling em membranas de osmose inversa*
- *Manutenção do fluxo de permeado em biorreatores a membranas*
- *Aumento da demanda de cloro em sistema de resfriamento com uso de efluentes (carga orgânica e amônia)*
- *Regeneração do carvão ativado granular in situ*
- *Aplicação de carvão ativado em MBR*
- *Aumento da biodegradabilidade de orgânicos pelo emprego de POA's*
- *Eliminação do rejeito salino*



PROCESSOS EM IMPLANTAÇÃO

- ***Biorreator a membranas: 4 refinarias, CENPES***
- ***Eletrodialise reversa: 4 refinarias***
- ***Osmose inversa: 1 refinaria , CENPES***
- ***Carvão ativado granular : 5 refinarias***
- ***Clarificação alta taxa: 4 refinarias***

REUSO EM IMPLANTAÇÃO



	DESCRIÇÃO	CAPACIDADE	OPERAÇÃO
RECAP	PÓS TRATAMENTO	150 m ³ /h	2008
REGAP	PÓS TRATAMENTO	60 m ³ /h	2009
REVAP	NOVA ETDI	300 m ³ /h	2010
CENPES	NOVA ETDI	65 m ³ /h	2011
RNEST	NOVO EMPREENDIMENTO	700 m ³ /h	2012
REPAR	NOVA ETDI	400 m ³ /h	2011
COMPERJ	NOVO EMPREENDIMENTO	1250 m ³ /h	2012

NOVAS LINHAS DE PESQUISA



Criação de um Nucleo Experimental para avaliação de tecnologias de minimização de rejeitos, capacitação e treinamento em tecnologias em implantação

➤ **Tratamento e disposição do rejeito salino**

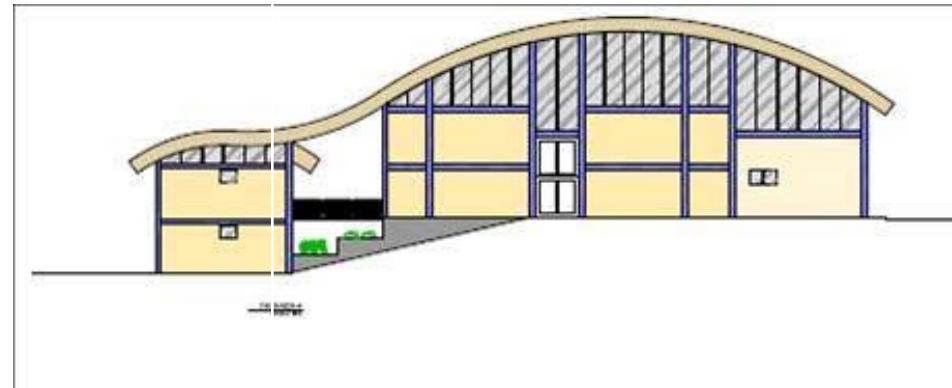
Fitoirrigação/Evapotranspiração

Evaporação

➤ **Redução de lodo biológico**

Bioprocessos (bioaditivos)

Processos térmicos



NOVAS LINHAS DE PESQUISA



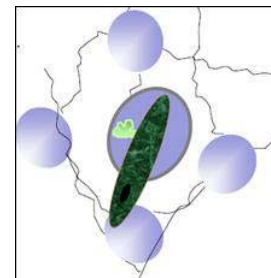
➤ *Tratamento de gases*

Bioprocessos

➤ *Alteração da biodegradabilidade de compostos refratários (toxicidade crônica)*

Processos oxidativos avançados

Adaptação de cepas microbianas





Obrigada pela atenção

[vaniamjs@petrobras.com.br](mailto:vaniemjs@petrobras.com.br)