



COBRAS 2009

Congresso Brasileiro de Ácido Sulfúrico

Qualidade das Águas no Processo de Absorção



Fosfertil



*Neder Cagliari Júnior – Chefe do Setor
Rodrigo Fernandes Cipriano – Técnico de Operações
Vinícius Fraga Silva – Engenheiro de Processos*

Introdução:

Busca da excelência operacional nas unidades de produção de **Ácido Sulfúrico**

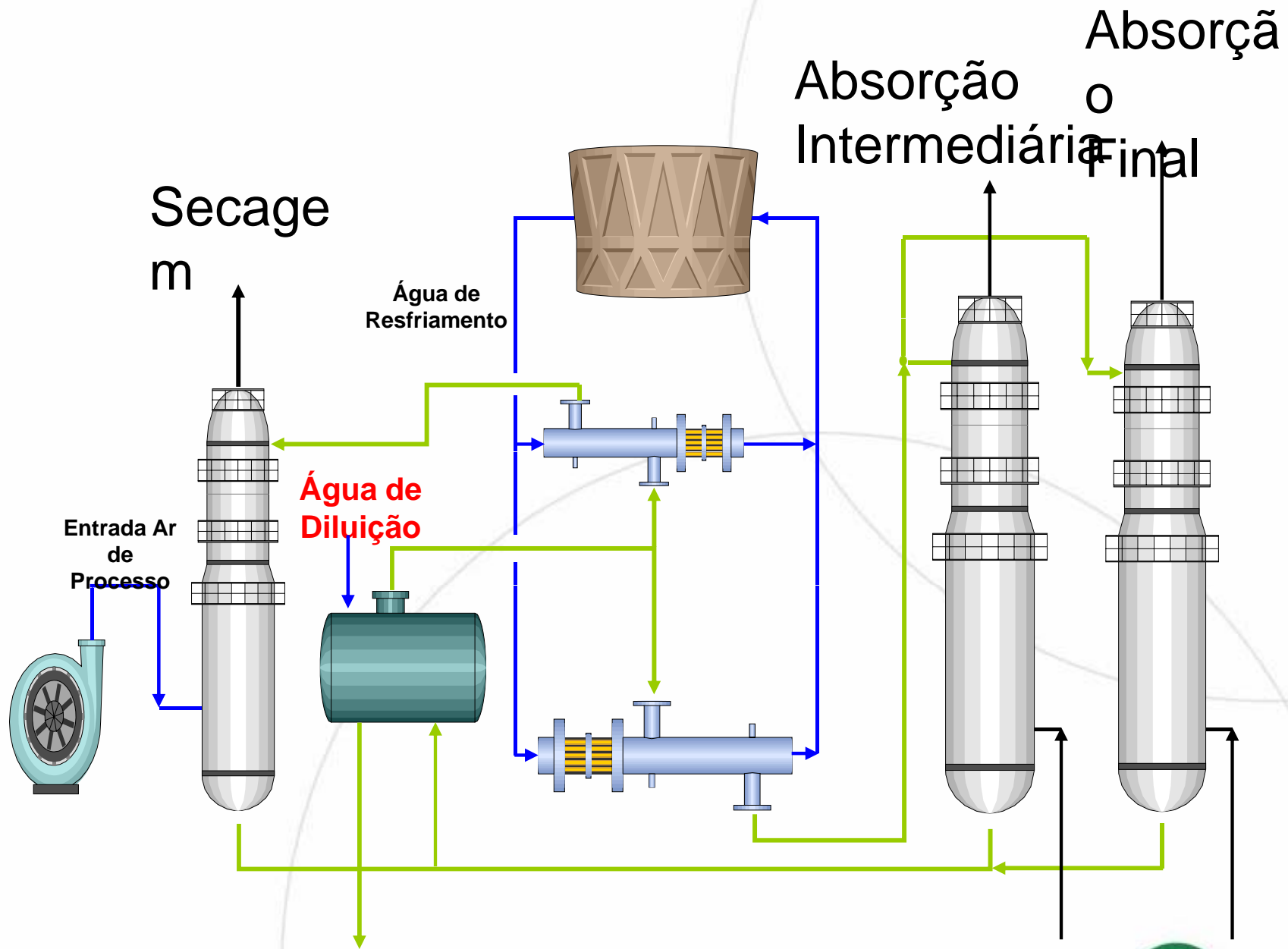
PROCESSO de ABSORÇÃO = gás + líquido

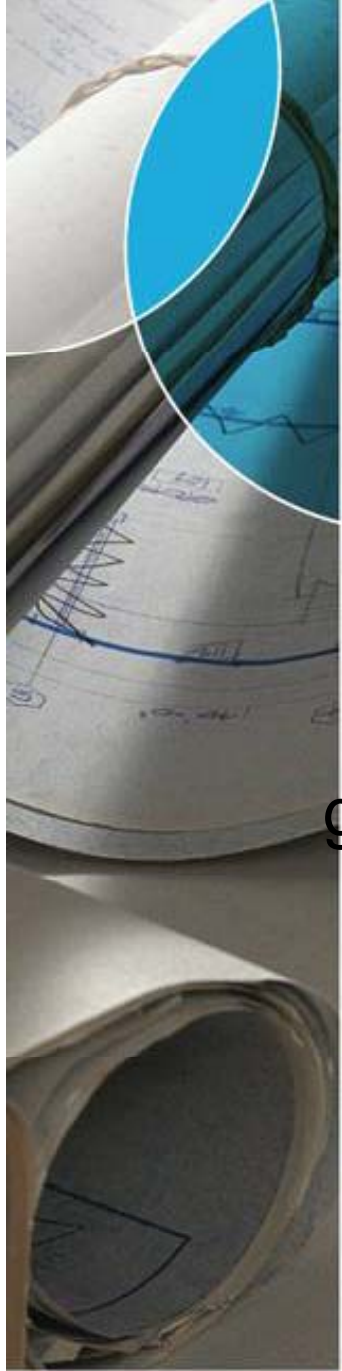
FASE GASOSA => concentração e a temperatura CONSTANTES

FASE LÍQUIDA => concentração e a temperatura = controle operacional.

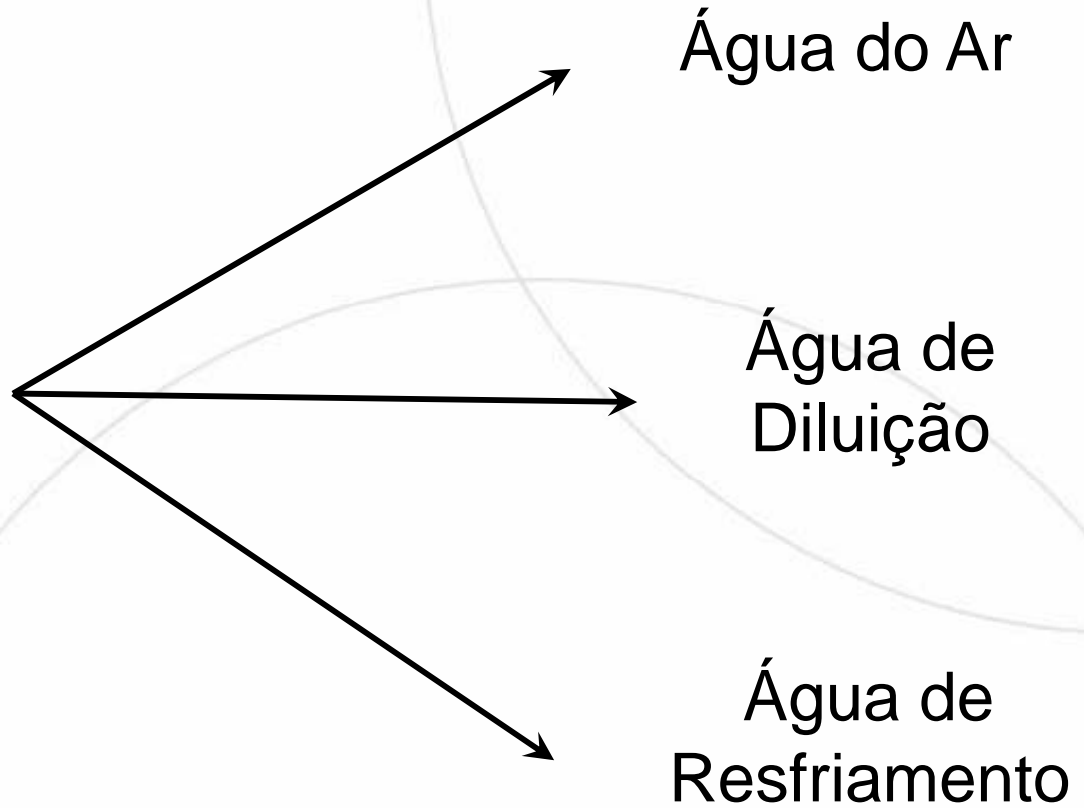
Dependência da qualidade das águas utilizadas, tanto na fase de diluição, quanto na fase de resfriamento.







Absorção dos gases de Processo



Água do Ar

Água de Diluição

Água de Resfriamento



Água do Ar

- Obtido na Secagem do Ar de Processo;
- Relevâncias do Processo de Secagem:
 - Por que “secar” o ar?
 - Qualidade da água proveniente do ar.



Água de Diluição

- Circuito Aberto.
- Utiliza-se Água Industrial;
- Principal problema:
 - Incrustação (Dureza < 20 ppm e Sílica < 10 ppm)
- Tratamento da Água Industrial:
 - Captação de água bruta;
 - Tratamento da água Bruta na ETA;
 - Utilização no Processo.



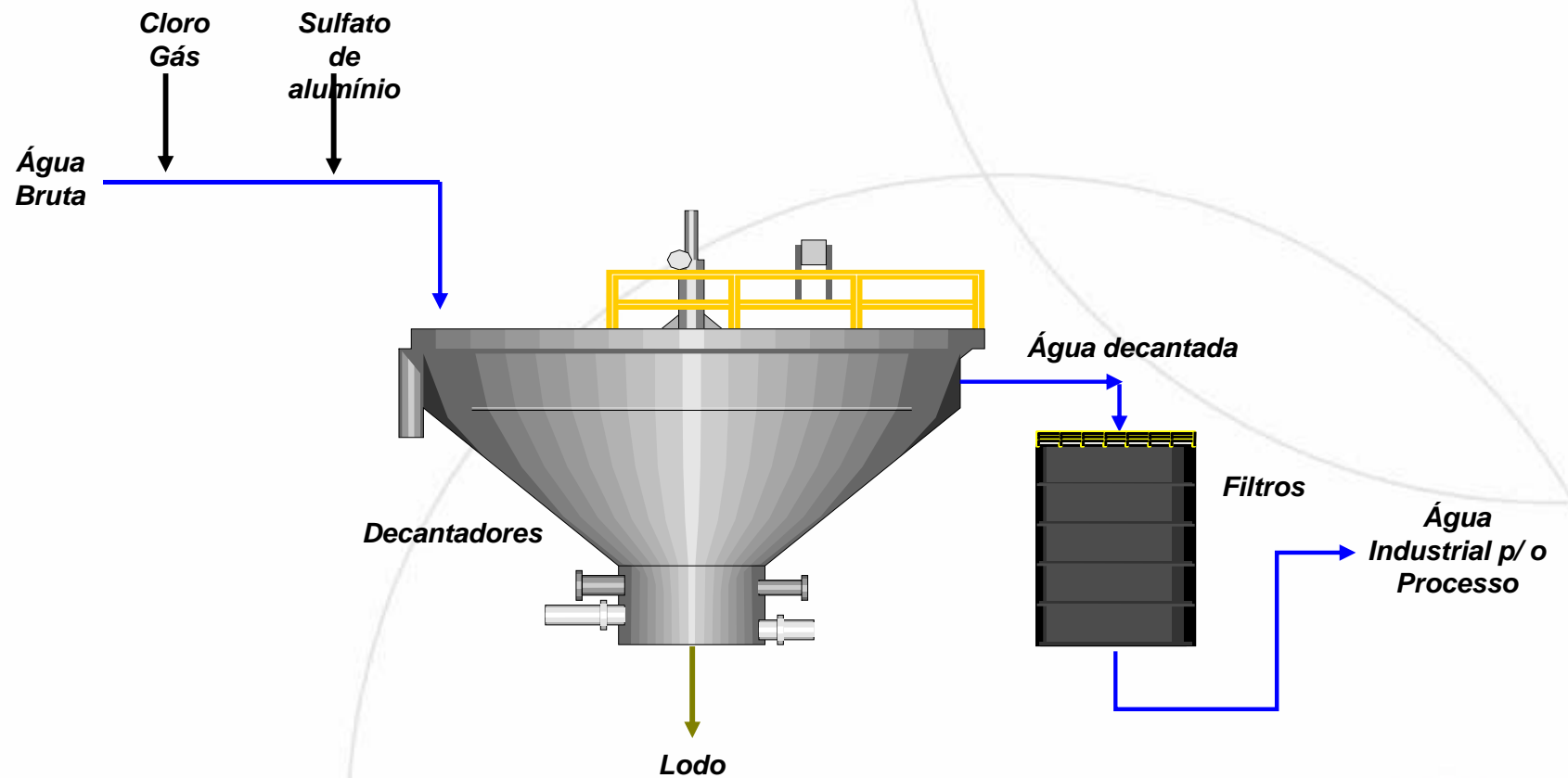
Água de Diluição

- Tratamento da Água Bruta:
 - Pré-Cloração (Cloro gás);
 - Adição de Coagulante (Sulfato de Alumínio);
 - Decantação;
 - Filtração;
 - Utilização no Processo.



Água de Diluição

- Estação de Tratamento de Águas:



Água de Resfriamento

- Circuito Fechado.
- Normalmente utiliza-se Água Industrial + **Tratamento Adicional;**
- Problemas:
 - Corrosão;
 - Incrustação;
 - Slime (Microbiológico).



Água de Resfriamento

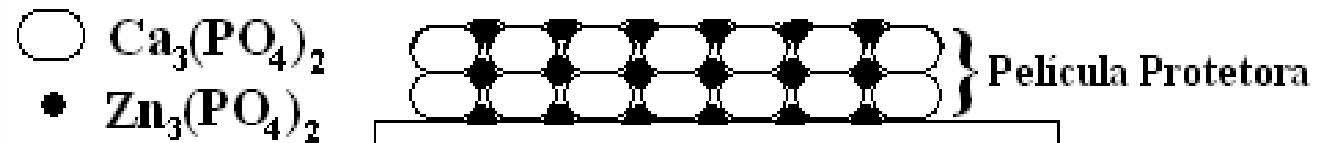
- Conseqüências da Corrosão:
 - Perda de eficiência dos trocadores de calor;
 - Vazamento após furo / redução da vida útil dos feixes;
 - Aumento da perda de carga / redução da vazão;
 - Redução da vida útil dos trocadores.



- Prevenção a Corrosão:

- Dosagem de Fosfato e Zinco:

- » Reagem com a dureza da água formando uma película protetora.
- » Residuais: Zinco de 3 a 6 ppm e Fosfato Total de 15 a 20 ppm PO_4^{-3}



- Monitoramento de Cloretos e Sulfatos:

- » Acima do especificado, realiza drenos de fundo na Torre.
- » Residuais: Cloretos < 1.000 ppm Cl^{-2} e sulfatos < 150 ppm SO_4^{-2}



Água de Resfriamento

- Conseqüências da Incrustação:
 - Perda de eficiência dos trocadores de calor;
 - Entupimento dos tubos dos trocadores;
 - Aumento da perda de carga / redução da vazão;
 - Aceleração da corrosão localizada.



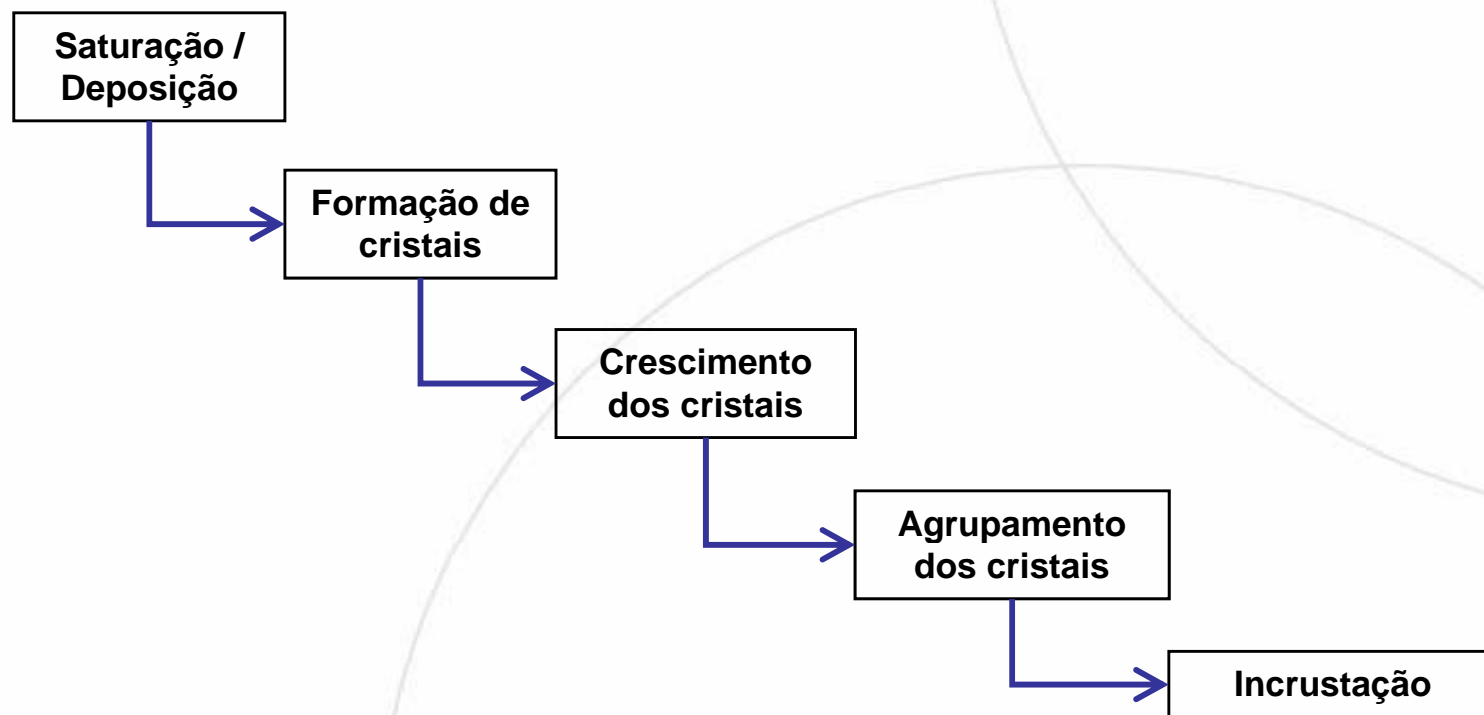
Água de Resfriamento

- Componentes típicos da Incrustação:
 - Carbonato de Cálcio;
 - Fosfato de Cálcio e de Zinco;
 - Sulfato de Cálcio;
 - Sílica e Silicato de Magnésio;
 - Óxidos de Ferro;
 - Compostos de Alumínio.



Água de Resfriamento

- Formação da incrustação:



Água de Resfriamento

- Tratamento contra Incrustação:
 - Inibidores (dispersante inorgânico):
 - » Dosados de acordo com o make-up - evaporação;
 - » Evitam a formação do núcleo cristalino;
 - » Evitam o crescimento do núcleo;
 - » Evitam o agrupamento de núcleos.
 - Controle do ciclo de concentração;
 - Monitoramento do índice de Langelier.
(Tendência da água corrosiva ou Incrustante)



Água de Resfriamento

Índice de Langelier.

- O índice de Langelier (LSI) é expresso por:

$$LSI = pH_a - pH_s$$

Onde:

pH_a: pH da água de refrigeração

pH_s: pH de saturação

- Langelier positivo => efeito incrustante
- Langelier negativo => efeito corrosivo



Água de Resfriamento

Índice de Langelier.

$$LSI = pH - \{9,3 + [(\log(STD) - 1)/10] + 13,12 * \log (TR + 273) + 34,55\} - \{\log(DC) - 0,4 + \log (Alc)\}$$

Onde:

STD = sólidos totais dissolvidos

TR = Temperatura água de retorno

DC = dureza

Alc = alcalinidade



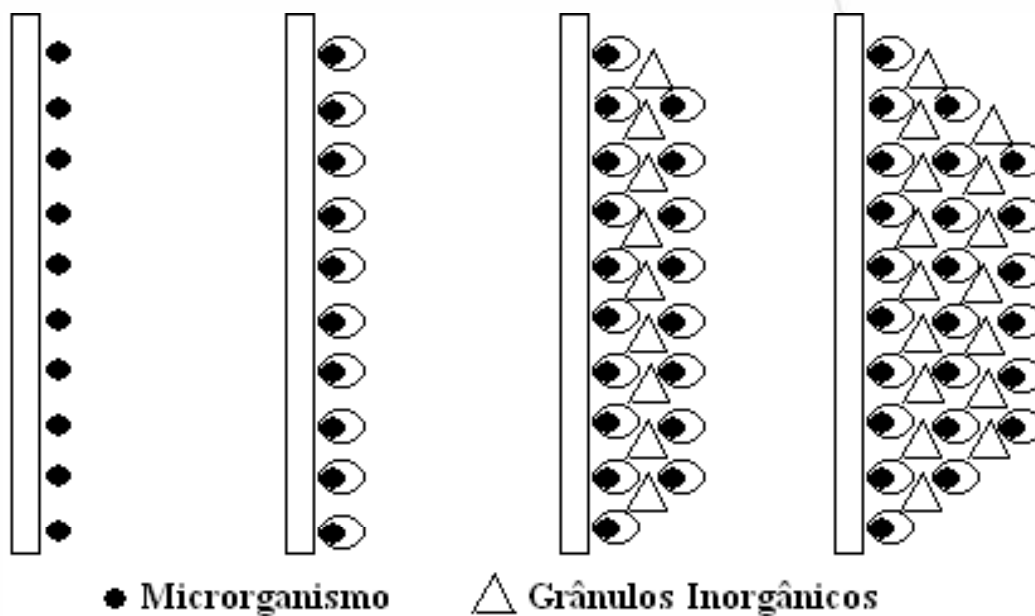
Água de Resfriamento

- Slime:
 - Aderência / Sedimentação de Bioflocos;
- Bioflocos:
 - » Microorganismos;
 - » Grânulos Inorgânicos.



Água de Resfriamento

- Mecanismo de formação do Slime:



Água de Resfriamento

- Prevenção ao Slime:
 - Biocidas Oxidante / Não Oxidante:
 - » Esterilização;
 - Dispersantes Orgânicos:
 - » Evitar aderência de Slime;
 - » Remoção de Slime;
 - » Dispersão de Bioflocos.



Água de Resfriamento

- Fatores que influenciam no Tratamento da água:
 - Qualidade da água:
 - » pH (entre 7,0 e 8,0);
 - » Condutividade;
 - » Concentração dos Sais / Microrganismos;
 - » Cloro Residual (0,3 a 0,6 ppm de cloro livre).
 - Temperatura da água;
 - Velocidade da água nos trocadores.

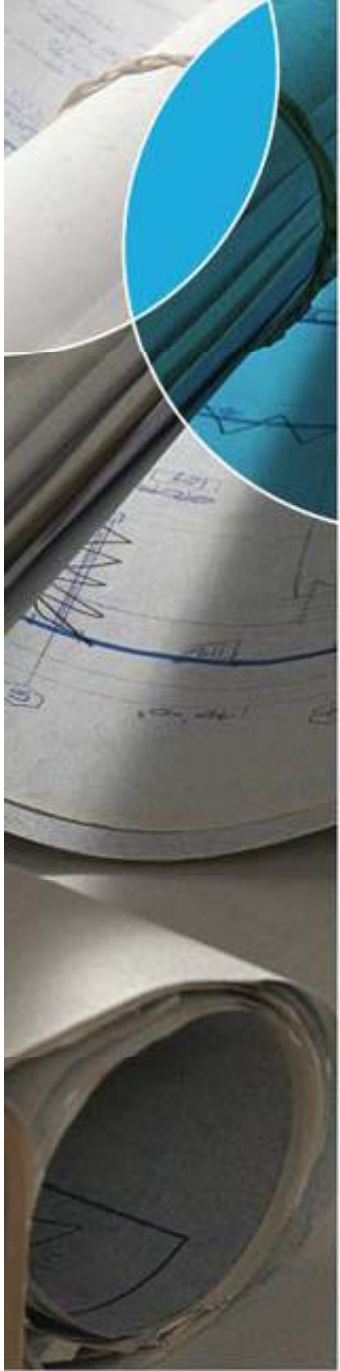
Normalmente projetos consideram entre 1 e 3 m/s.



Conclusão

- O Tratamento das águas deve ser constantemente MONITORADO:
 - Análises químicas;
 - Corpos de prova;
 - Gráficos de tendências;
 - Aberturas de equipamentos críticos;
 - Registros fotográficos;
 - Reuniões técnicas.





**“NO
SURPRISE”**



Estudo de Caso

- Perda de Eficiência em Trocador de Calor:
 - Evidências:
 - » Rápida Perda de Eficiência;
 - » Baixa vazão de água p/ trocador;
 - » Corrente Alta no sistema de proteção do trocador;
 - » Temperatura alta da água na saída dos trocadores.
 - Suspeitas:
 - » Erro de Projeto nas linhas distribuidoras de água;
 - » Incrustação no Sistema;
 - » Contaminação da Torre de Resfriamento com material particulado.



Estudo de Caso

- Perda de Eficiência em Trocadores de Calor:
 - Análise do Problema:
 - » Cálculo das curvas do sistema de água de resfriamento;
 - » Cálculo da vazão de água para o trocador;
 - » Inspeção nos trocadores de calor.
 - Conclusão:
 - » Incrustação – causada por deposição de material particulado na Torre de Resfriamento;



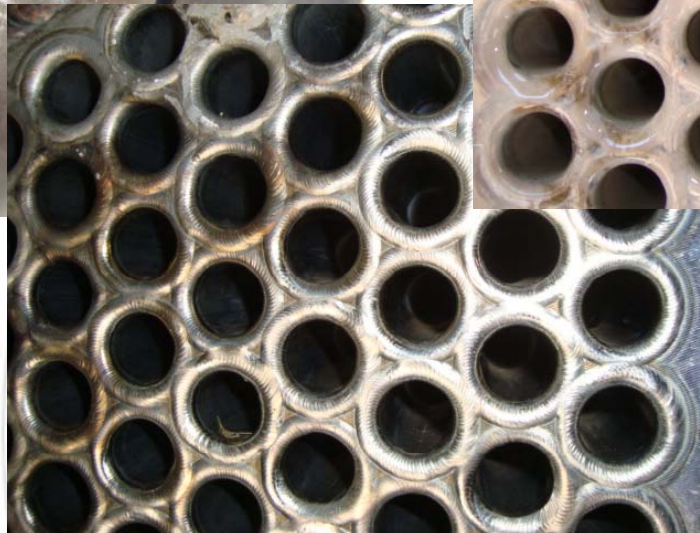
Estudo de Caso

Inspeção do trocador

Lado Ácido - Limpo



Lado Água (Saída) - Sujo



Lado Água (Entrada) - Limpo



Estudo de Caso

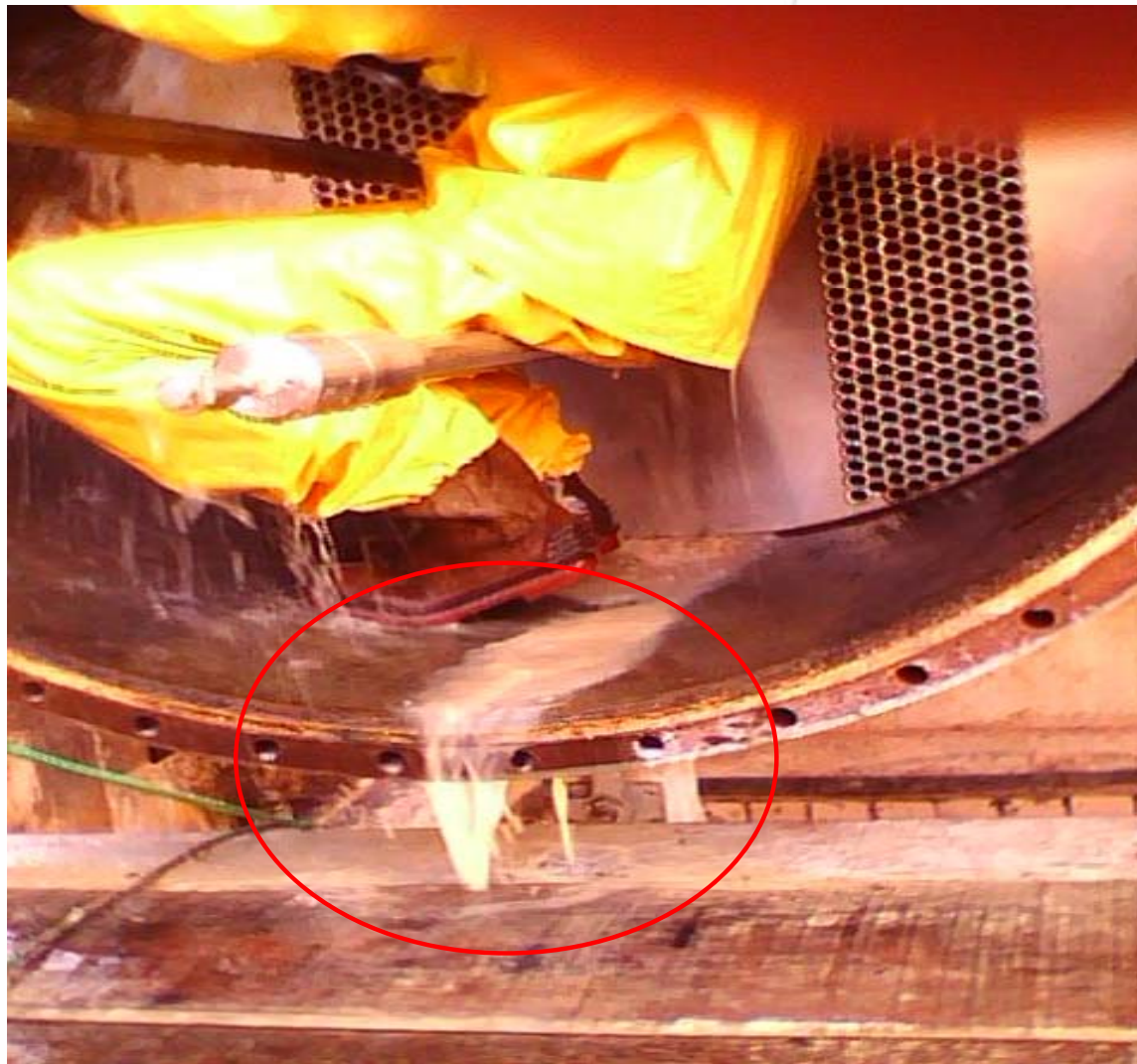
Fotos (Proximidades da Torre):



Sujeira devido a movimentação de caminhões nas proximidades da Torre



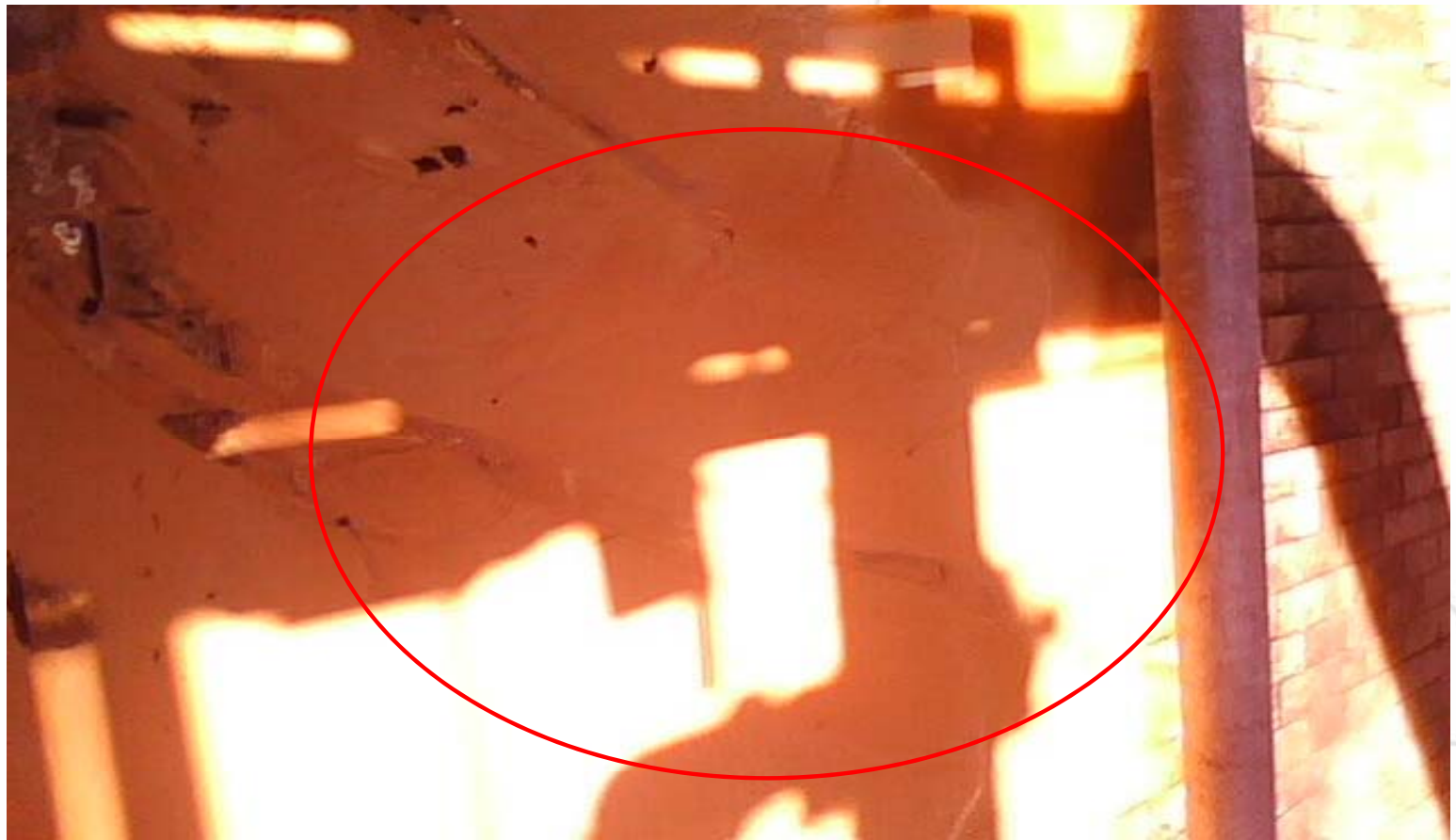
Estudo de Caso



Sujeira – Limpeza dos trocadores



Estudo de Caso



Grande quantidade de material particulado foi retirado do trocador



Estudo de Caso

- **Ações p/ solução do problema:**
 - Manobras Operacionais p/ aumento da vazão de água;
 - Limpeza dos trocadores.
- **Ações preventivas:**
 - Mudança no trajeto dos caminhões;
 - Limpeza da Torre de Resfriamento.



Estudo de Caso

Resultados:

- Recuperação da Eficiência do Trocador;
- Redução de corrente no sistema de proteção dos trocadores;
- Restabelecimento da carga da Unidade.





Obrigado a todos!

FOSFERTIL

Complexo Industrial de Uberaba - MG

Neder Cagliari Júnior – Chefe do Setor

neder@fosfertil.com.br

34-3319-2291

Rodrigo Fernandes Cipriano – Técnico de Operações

rodrigocipriano@fosfertil.com.br

34-3319-2319

Vinícius Fraga Silva – Engenheiro de Processos

viniciussilva@fosfertil.com.br

34-3319-2482

