



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia

LIMPEZA QUÍMICA - QUANDO USAR E OS PRINCIPAIS CUIDADOS

+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



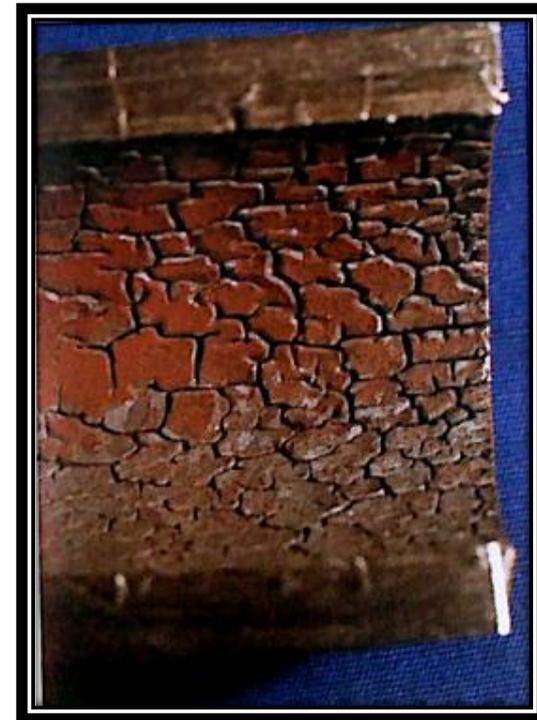
Decapametal

Qualidade e Tecnologia

LOCAIS DE SERVIÇOS JÁ REALIZADOS EM CALDEIRAS



CORROSÃO EM CALDEIRAS



CORROSÃO EM CALDEIRAS



CORROSÃO EM CALDEIRAS





OBJETIVO DA LIMPEZA QUÍMICA

Limpeza Pré-operacional: Remover óleo, graxa, sílica e óxido de ferro do interior do equipamento.

Limpeza Operacional: Remover óleo, graxa, incrustações de sílica, cálcio, ferro, carepa de laminação e produtos de corrosão do interior do equipamento.



PORQUE REALIZAR A LIMPEZA QUÍMICA PRÉ-OPERACIONAL?

- Evitar temperaturas excessivas dos tubos;
- Minimizar a corrosão por Pitting;
- Aumentar a eficiência dos produtos químicos usados no tratamento de água;
- Reduzir o potencial de formação de espuma;
- Reduzir o arraste de sólidos para dentro do superaquecedor e tubulações de vapor.



ESTIMATIVA DE DEPÓSITOS ENCONTRADOS EM CALDEIRAS NOVAS

Óleo e graxa por 100m ²	3,1 L
Sílica por 1.000m ²	3 Kg
Óxido de ferro 1m ²	0,096 Kg

- Esta quantidade de depósito resultará em um significativo aumento de temperatura nas paredes dos tubos, caso não for removido antes do start-up. A tabela anexa ilustra a importância de uma limpeza apropriada.



EFEITO DA SÍLICA PRÉ-OPERACIONAL EM CALDEIRA

Quantidade estimada de sílica encontrada em paredes de tubos de caldeiras pré-operacional: ~ 3Kg / 1.000 m² que representa um equivalente de concentração de sílica na água de partida da caldeira de ~200 ppm.

- **Com base nas informações acima não justifica o alto custo para produzir água desmineralizada com menos de 2 ppm, para posteriormente contaminá-la com a sílica que já se encontra na caldeira.**

+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia

LIMPEZA QUÍMICA PRÉ-OPERACIONAL - HARPAS





PORQUE REALIZAR A LIMPEZA QUÍMICA OPERACIONAL?

- Evita temperatura excessiva nos tubos;
- Minimiza a corrosão por “Pitting”;
- Reduz o potencial de formação de espuma;
- Aumenta a eficiência dos produtos químicos e reduz o seu consumo no tratamento da água;
- Reduz o arraste de sólidos para dentro do tubulão superior e para as linhas de vapor de alta que causam danos através da erosão e desbalanceamento nas palhetas das turbinas;
- Economiza combustível devido uma melhor troca térmica; e
- Aumenta significativamente a vida útil do equipamento.

+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

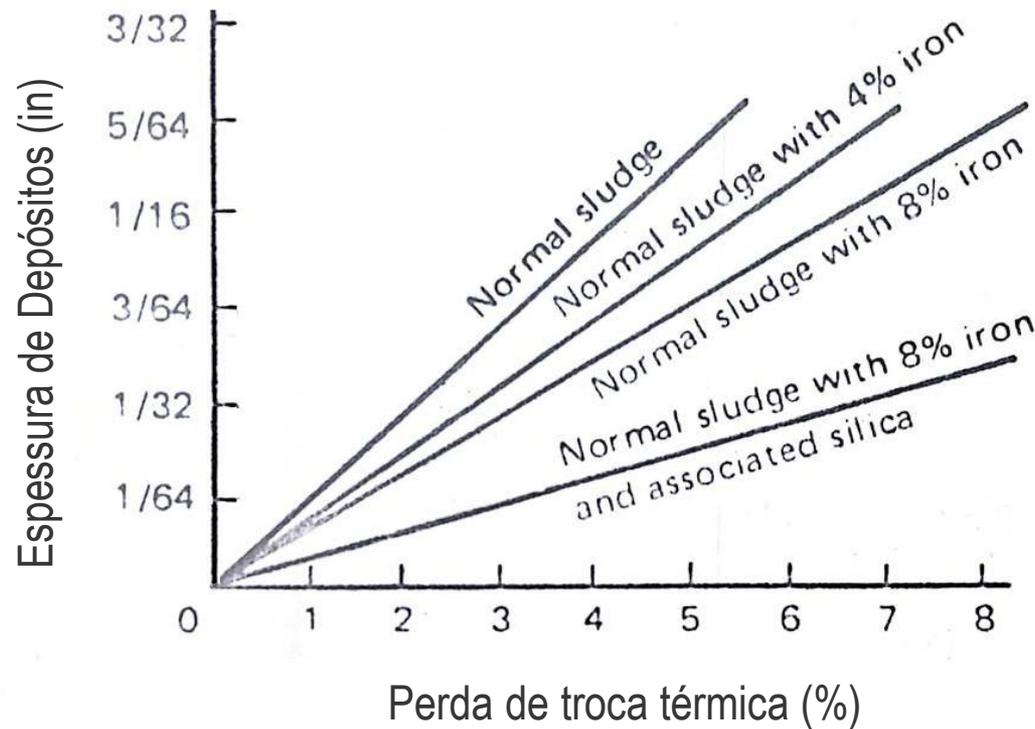
Qualidade e Tecnologia

CALDEIRA OPERACIONAL





LIMPEZA QUÍMICA OPERACIONAL





QUANDO REALIZAR A LIMPEZA QUÍMICA?

SITUAÇÃO	Nalco Guide to Boiler Failure Analysis. caldeiras de alta pressão~14,2 MPa	Mitsubishi - caldeiras operando até 12,4 Mpa	Nossa experiência com caldeiras industriais operando em pressões até 4,2 MPa
limpa	~15 mg/cm ²	<18 mg/cm ²	~ 30 mg/cm ²
moderadamente suja	15-40 mg/cm ²	18 a 90 mg/cm ²	30-80 mg/cm ²
muito suja	>40 mg/cm ²	> 90 mg/cm ²	> 80 mg/cm ²

LIMPEZA QUÍMICA

Planejamento: Testes em Amostras;

- ✓ Teste de solubilização: Amostras de contaminantes do tubulão:



Amostra do contaminante do tubulão antes do teste



Amostra do contaminante do tubulão após o teste

LIMPEZA QUÍMICA

Planejamento: Testes em Amostras;

✓ Teste em amostra de tubos:



Amostra - Antes da limpeza química



Amostra - Após da limpeza química



PRODUTOS QUÍMICOS PARA LIMPEZA QUÍMICA EM CALDEIRAS

PRODUTO QUÍMICO	PROCESSO DE LIMPEZA
Ácidos Minerai	Remove depósitos por solubilização/fragmentação, deve ser inibido para minimizar a corrosão do metal de base
Ácidos Orgânicos	Menos agressivo, mais caro que ácidos minerai
Agentes complexantes	Soluções quelantes, são mais seguros que os ácidos, mas tem elevado custo
Surfactantes inorgânicos e orgânicos	Aumenta a solubilização de óleos e graxas; usado principalmente em procedimentos de limpeza Pré- Operacional



REQUISITOS GERAIS PARA A LIMPEZA DA CALDEIRA E OPÇÕES QUÍMICOS

REQUISITO DE LIMPEZA	LIMPEZA QUÍMICA
Óxido de Ferro	Ácido Clorídrico - menor custo , deve ser bem controlado Ácido Cítrico - ambientalmente seguro, mais caro e menos agressivo do que HCl; Ácido Fórmico - ambientalmente seguro, menos caro e mais eficiente que o ácido cítrico; Ácido Fosfórico – mais caro, menos eficiente que ácido clorídrico;
Dureza	Ácido Clorídrico - menor custo, deve ser bem controlado; Ácido Sulfúrico - difícil para inibir, de baixo custo, forma sulfato de cálcio insolúvel;
Sílica	Ácido Fluorídrico – extremamente perigoso para manuseio; Bifluoreto de Amônia – Excelente alternativa ao ácido fluorídrico.

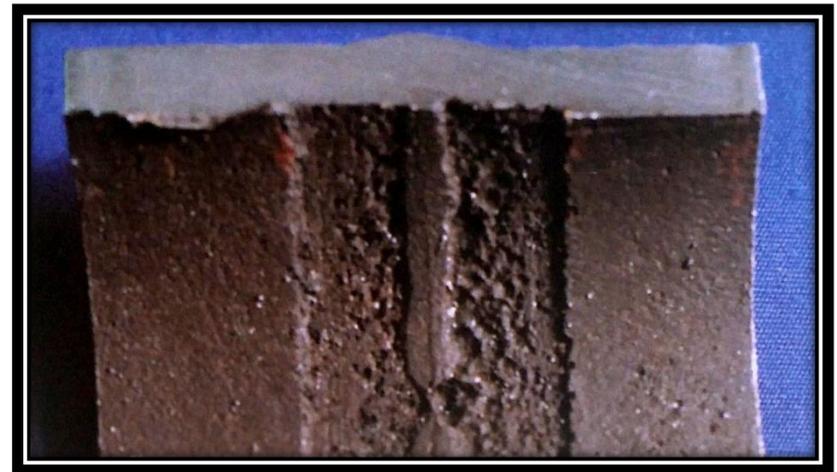
LIMPEZA QUÍMICA

Planejamento:

- Ineficiência na inibição do ácido;



Ineficiência na inibição do ácido. Maximizada 7,5X



Corrosão na região da solda



LIMPEZA QUÍMICA

Seleção correta do inibidor:

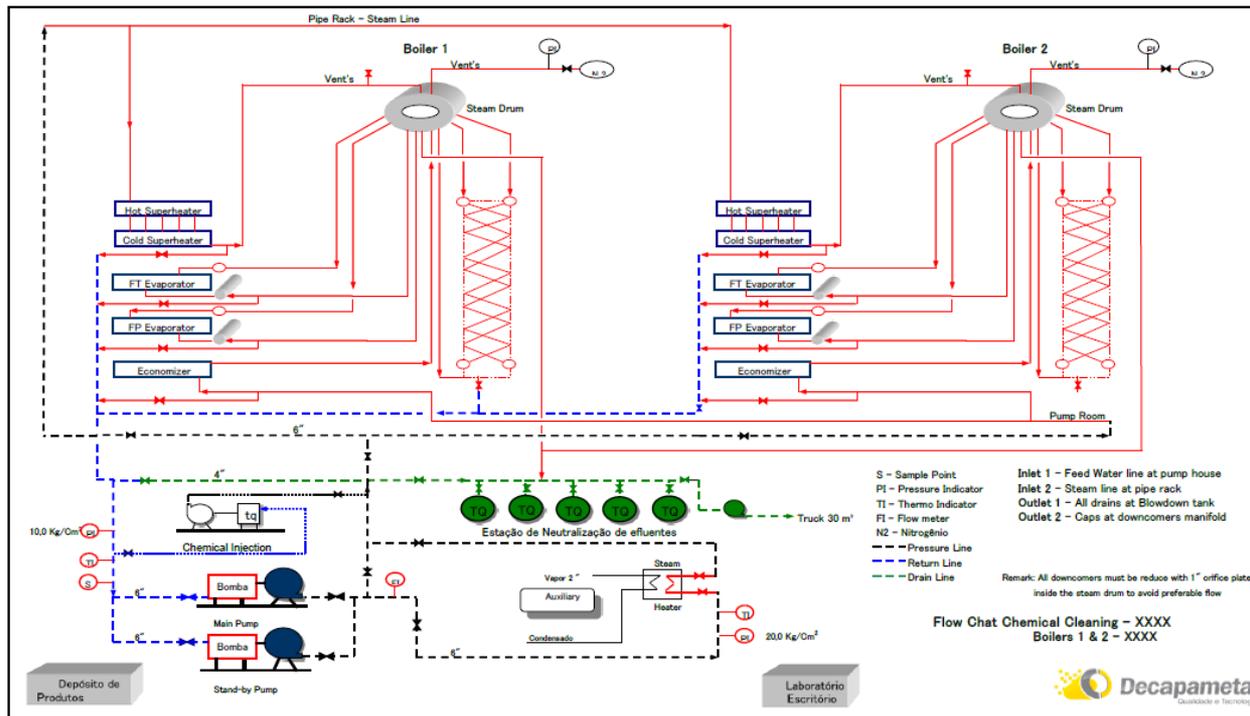
- Tipo de Ácido;
- Temperatura da Solução;
- Tempo de Exposição;
- Velocidade no interior dos Tubos;
- Mistura e Homogeneização;
- Teste de eficiência; (antes/durante)
- Taxa de Corrosão



LIMPEZA QUÍMICA

➤ Preparação do Sistema;

✓ Croquis básicos do Sistema;





LIMPEZA QUÍMICA

- **Fluxo da Limpeza Química;**
 - ✓ Caldeira com Circulação Natural;
 - ✓ Caldeira com Circulação Forçada.

LIMPEZA QUÍMICA

➤ Preparação do Sistema;



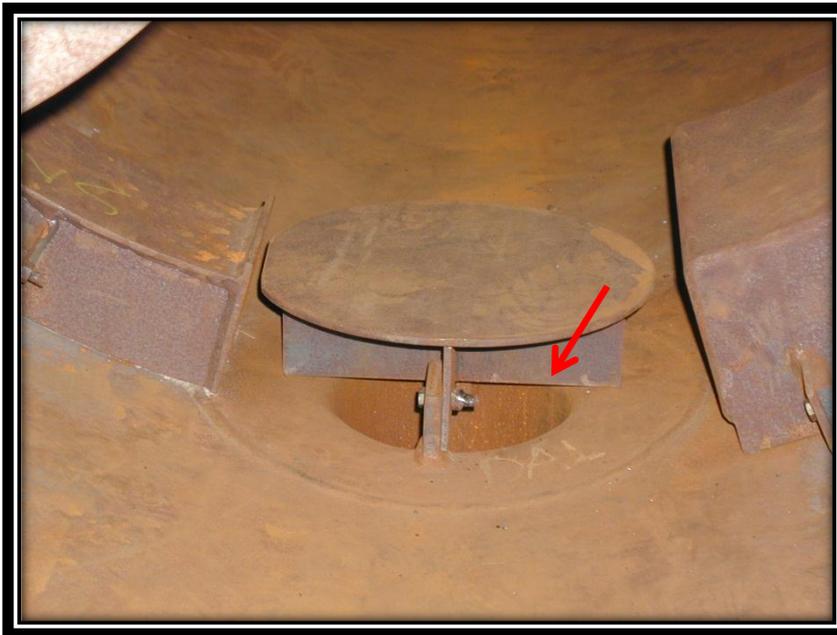
By-pass provisórios



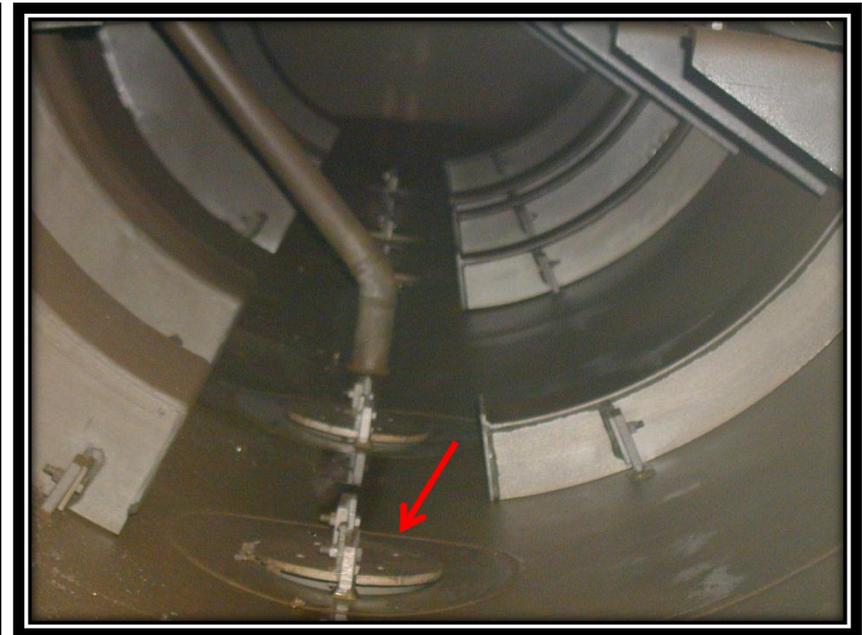
LIMPEZA QUÍMICA

➤ Preparação do Sistema;

- ✓ By-pass provisórios.



Sistema Definitivo - Antes da limpeza química

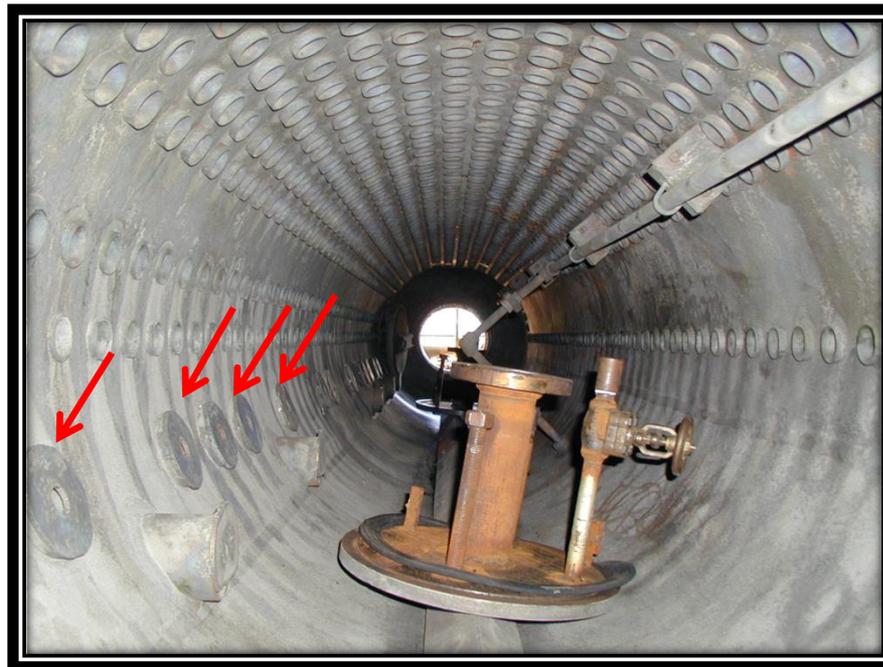


Sistema Provisório – Durante a limpeza química

LIMPEZA QUÍMICA

➤ Preparação do Sistema;

- ✓ By-pass provisórios.



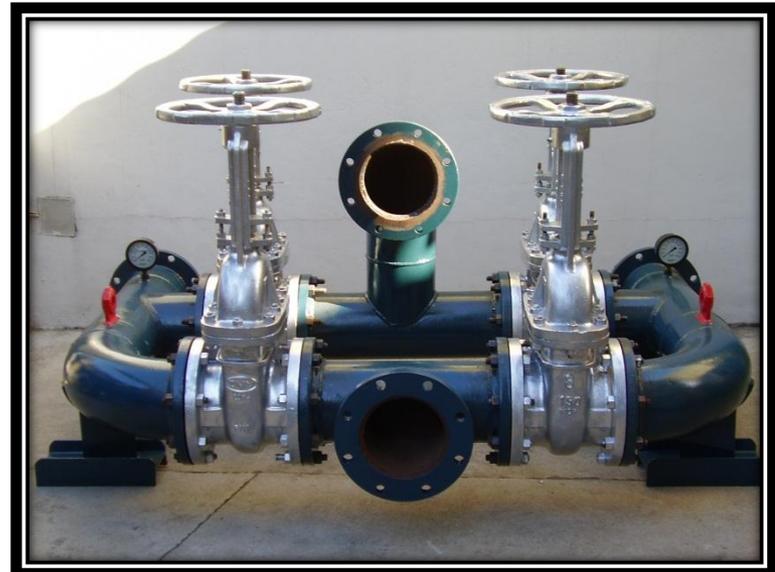
Sistema Provisório – Durante a limpeza química

LIMPEZA QUÍMICA

➤ Equipamentos Utilizados;



Equipamento para Limpeza Química



Inversor de Fluxo para Limpeza Química



LIMPEZA QUÍMICA

- Cronograma e Histograma;
- Elaboração do Procedimento;
- Gerenciamento do Efluente.



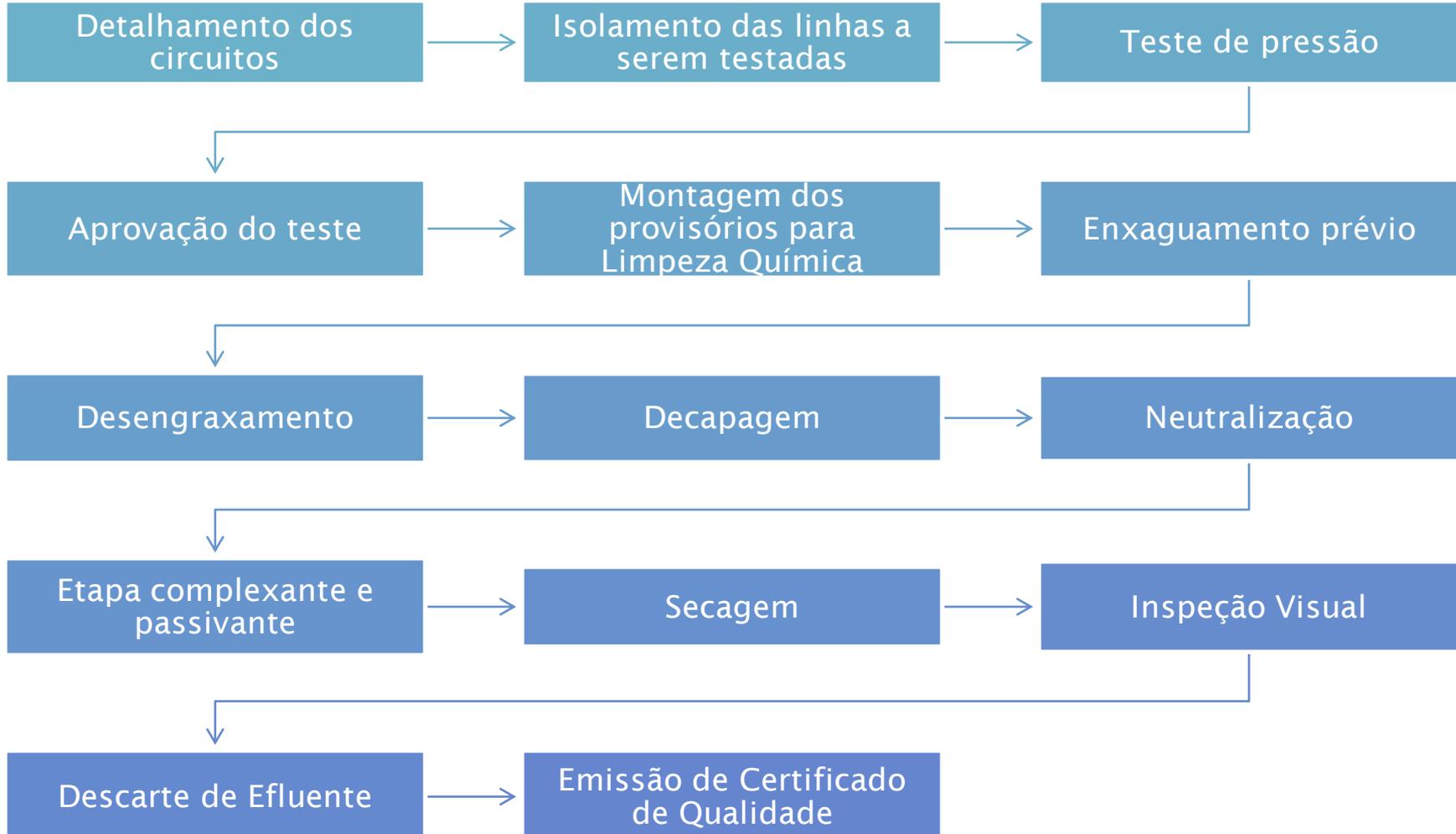
LIMPEZA QUÍMICA

Atividades preliminares:

- Instalação de sistema de drenagem e de efluentes;
- Instalação de sistema de bombeamento;
- Instalação de água auxiliar/unidade de injeção de produtos químicos;
- Instalação de tubulação provisória;
- Teste de estanqueidade da tubulação provisória;
- Verificação da instalação temporária.



LIMPEZA QUÍMICA





LIMPEZA QUÍMICA

Controle de Qualidade:

- Controle Analítico durante o processo de limpeza;
 - Controle de pH;
 - Concentração de Ferro e Cobre;
 - Concentração de Nitrito;
 - Concentração Ácida;
 - ORP;
 - Condutividade.



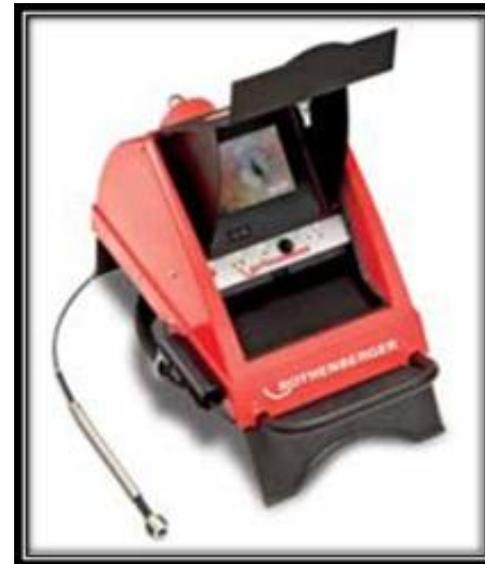
LIMPEZA QUÍMICA

Controle de Qualidade:

- Inspeção Visual;



Boroscópio



Boroscópio

LIMPEZA QUÍMICA

Contaminação presente em Caldeiras:

- Interior de tubulações após limpeza química;



Antes da Limpeza Química



Após a Limpeza Química

LIMPEZA QUÍMICA

Contaminação presente em Caldeiras:

- Interior de tubulações após limpeza química;

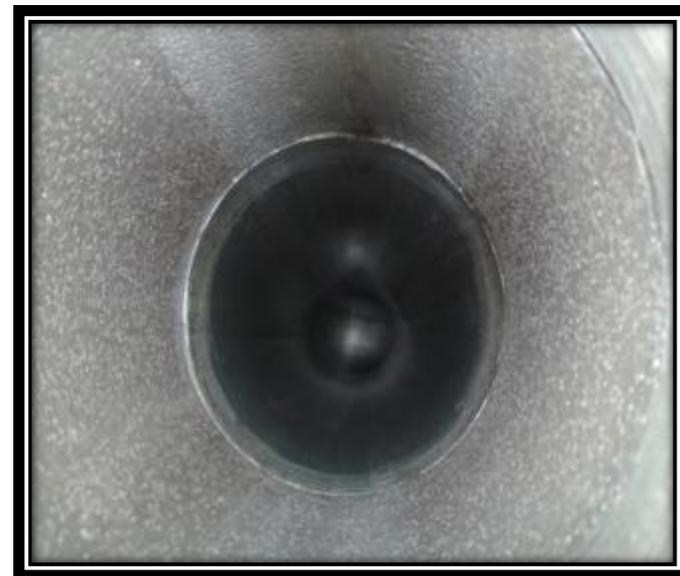
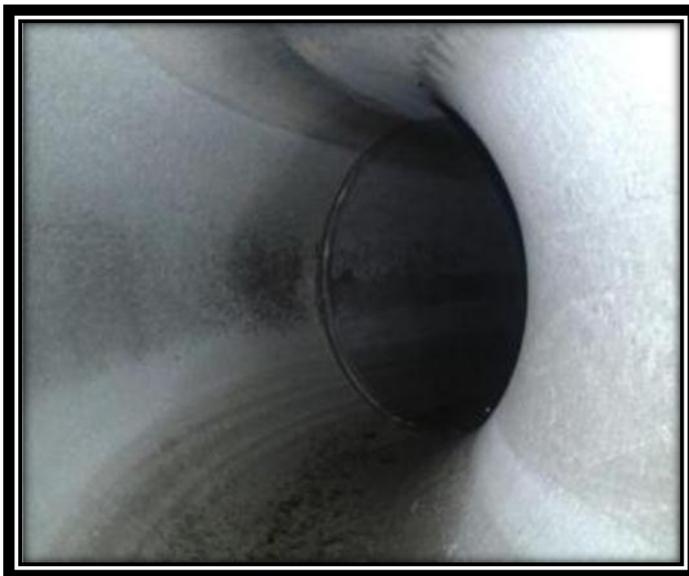


Foto 27 e 28: Linha de Saída após a Limpeza Química

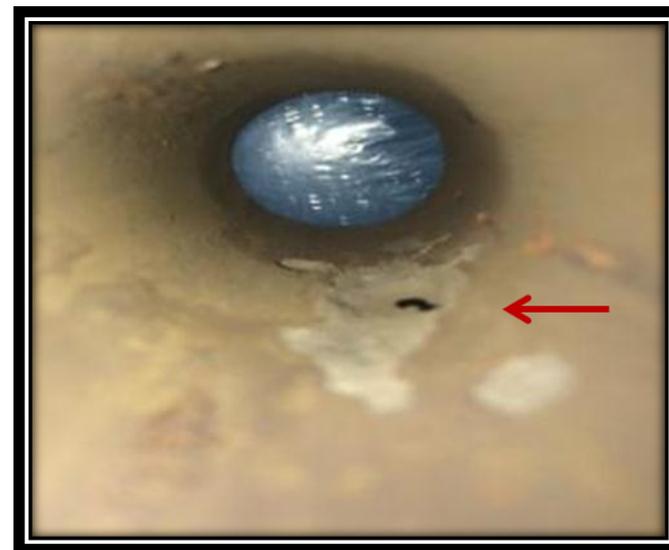
CUIDADOS NA MANUTENÇÃO

Contaminação presente em Caldeiras:

- Tubulação do Superaquecedor durante a decapagem;



Tubo furado após a Limpeza Química



Tubo furado após a Limpeza Química

LIMPEZA QUÍMICA

Contaminação presente em Caldeiras:

- Interior do tubulão superior antes/após limpeza química;



Antes da Limpeza Química



Após a Limpeza Química



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito desta apresentação foi apresentar maiores informações do processo de LIMPEZA QUÍMICA em CALDEIRAS.

Com base nos resultados obtidos nos testes realizados em amostras, será elaborado um procedimento de execução mais apropriado para cada caso, considerando variáveis e adequando-se a cada tipo de caldeira e à cada grau de contaminação.

Passada essa adequação, a limpeza química será realizada e submetida à aprovação.

+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia

LOCAL DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO EM **CALDEIRA PRÉ-OPERACIONAL**



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

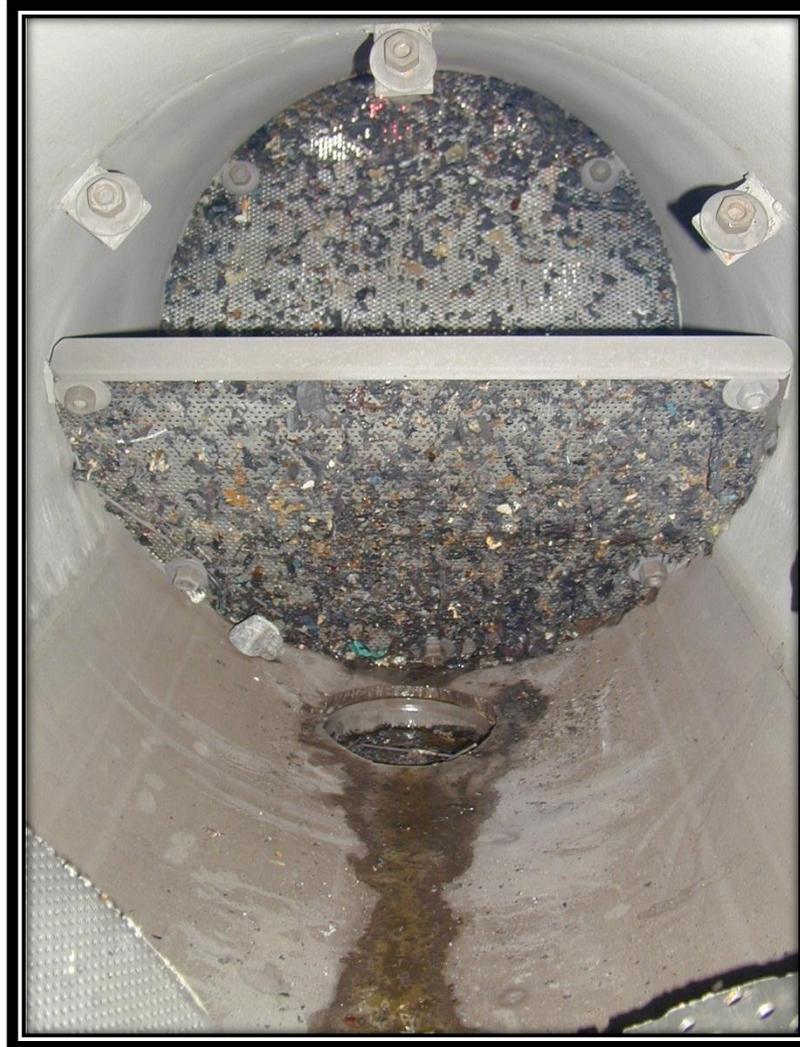
decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia

TRATAMENTO DE EFLUENTES

BACIA 5.000 M³

BACIA 2.000 M³



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia

TRATAMENTO DE EFLUENTES

EFLUENTE SEM TRATAMENTO



EFLUENTE TRATADO



+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal

Qualidade e Tecnologia



Decapametal

Qualidade e Tecnologia

SISTEMAS	TRATAMENTOS RECOMENDADOS AOS SISTEMAS									SECAGEM	
	LIMPEZA MECÂNICA					LIMPEZA QUÍMICA				RELATIVA	ABSOLUTA
	HIDROJATO	FLUSHING	PIG	STEAM BLOW	AIR BLOW	ASPERSÃO	CIRCULAÇÃO	FOAM PHASE	VAPOR PHASE	+ 3° C	-40° C
Air Coolers	X	X				X	X				
Água Potável / Desmi / Gelada		X	x		X	X	X				
Ar Comprimido		X	X		X	X	X		X	X	X
Caldeira	X			X			X				
Condensador	X					X		X			
Esfera de Oxigênio	X					X		X		X	X
Forno de Pirolyse	X	X		X			X				
Freon		X	X		X		X		X	X	X
Gasoduto GN / N2 / Argônio		X	X		X	X	X		X	X	X
Gasoduto Oxigênio			X		X	X	X		X	X	X
Hidráulicos / Lube Oil		X					X			X	
Lubrificação / Graxa		X	X				X			X	
Óleo Combustível		X	X				X		X	X	
Óleo Térmico		X					X		X	X	X
Manifold Submarino		X					X				X
Reator Com Clad						X	X	X		X	X
Refrigeração	X				X		X				
Tanque / Vaso	X					X	X	X		X	
Torre	X					X	X	X		X	
Trocador de Calor	X						X				
Tubulação de Processo	X	X	X			X	X		X	X	
Tubulação de Vapor Alta	X		X	X	X	X	X		X		

+55 21 3735 -1170

decapametal@decapametal.com.br

www.decapametal.com.br



Decapametal
Qualidade e Tecnologia

CONTATOS

Sylvia Melo / Claudio Dias

Departamento Técnico e Comercial

EMAIL: sylviamelo@decapametal.com.br /
claudiodias@decapametal.com.br

TEL: (21) 2777-5050, (21) 3735-1170
(21) 99875-4206 & (21) 99982-6657