



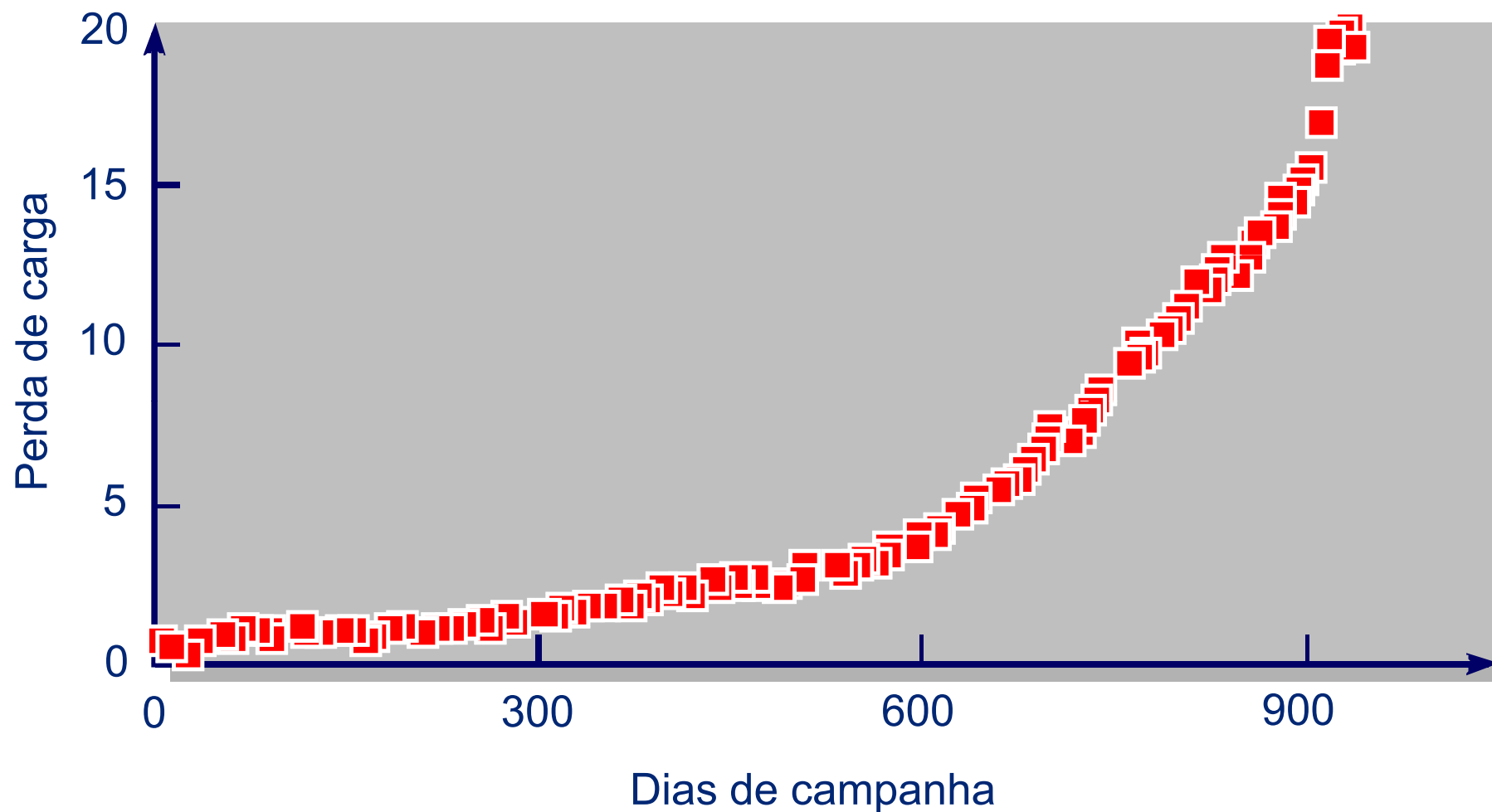
Gerenciamento de Catalisadores

RESEARCH | TECHNOLOGY | CATALYSTS

Agenda

- Perda de carga
- Perda de atividade
- Monitoramento durante campanhas
- Amostragem de catalisadores
- Plano de gerenciamento de catalisadores

Evolução típica de perda de carga



Efeito “armadilha” do catalisador

- Sais de vanádio, sódio e potássio estão na fase líquida à temperatura de operação
- Suportados por substrato de terra diatomácea
- Maior parte dos finos atravessam o suporte cerâmico superior e deposita-se nos 10 a 15 cm superiores do catalisador
- Quantidade da fase líquida e sua viscosidade à temperatura de operação determina a “pega” do catalisador

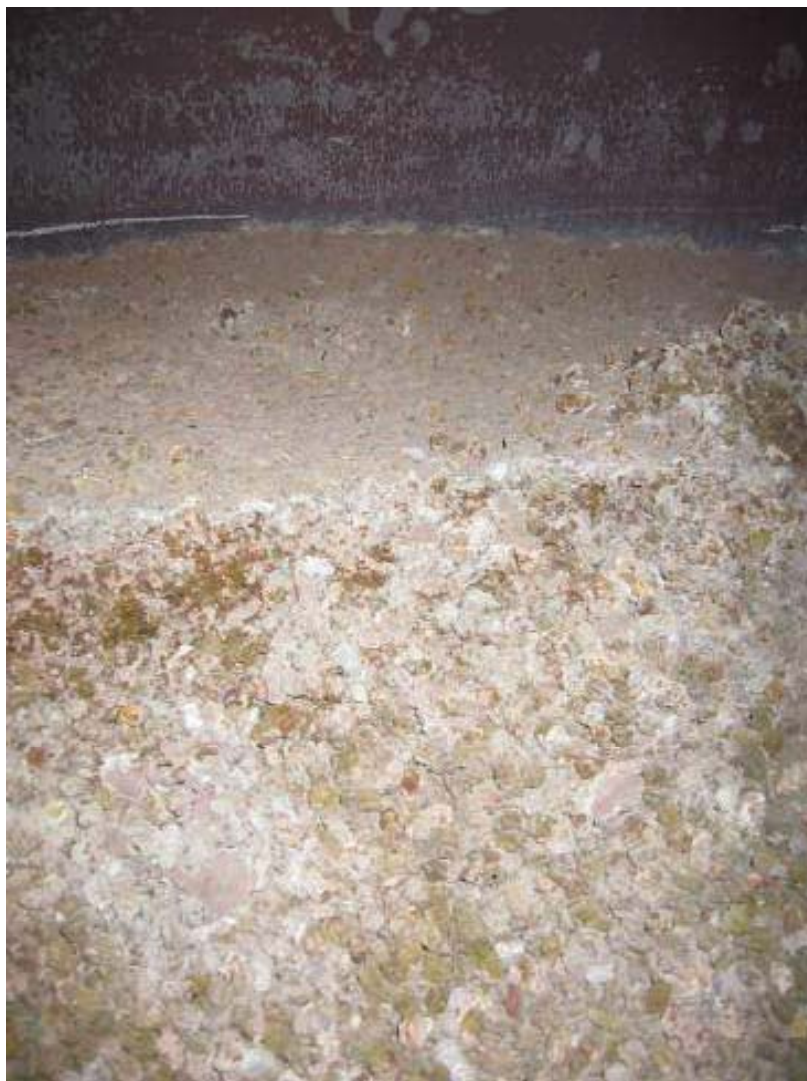
De onde vêm as impurezas?

- Base de cálculo - **1000 MTPD** com pureza **99.99%** na alimentação de enxofre
- $1000 \text{ t/dia} \times 365 \text{ dias} \times 0.98 \times 32/98 = 116,800 \text{ t/ano S}$
- $116,800 \text{ t/ano} \times 1000 \text{ kg/t} \times 0.01\% = 11,680 \text{ kg/ano de impurezas}$
- Assumindo densidade de cinzas de 800 kg/m^3
- $11,680 \text{ kg/ano} / 800 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{14.6 \text{ m}^3/\text{ano de cinzas}}$

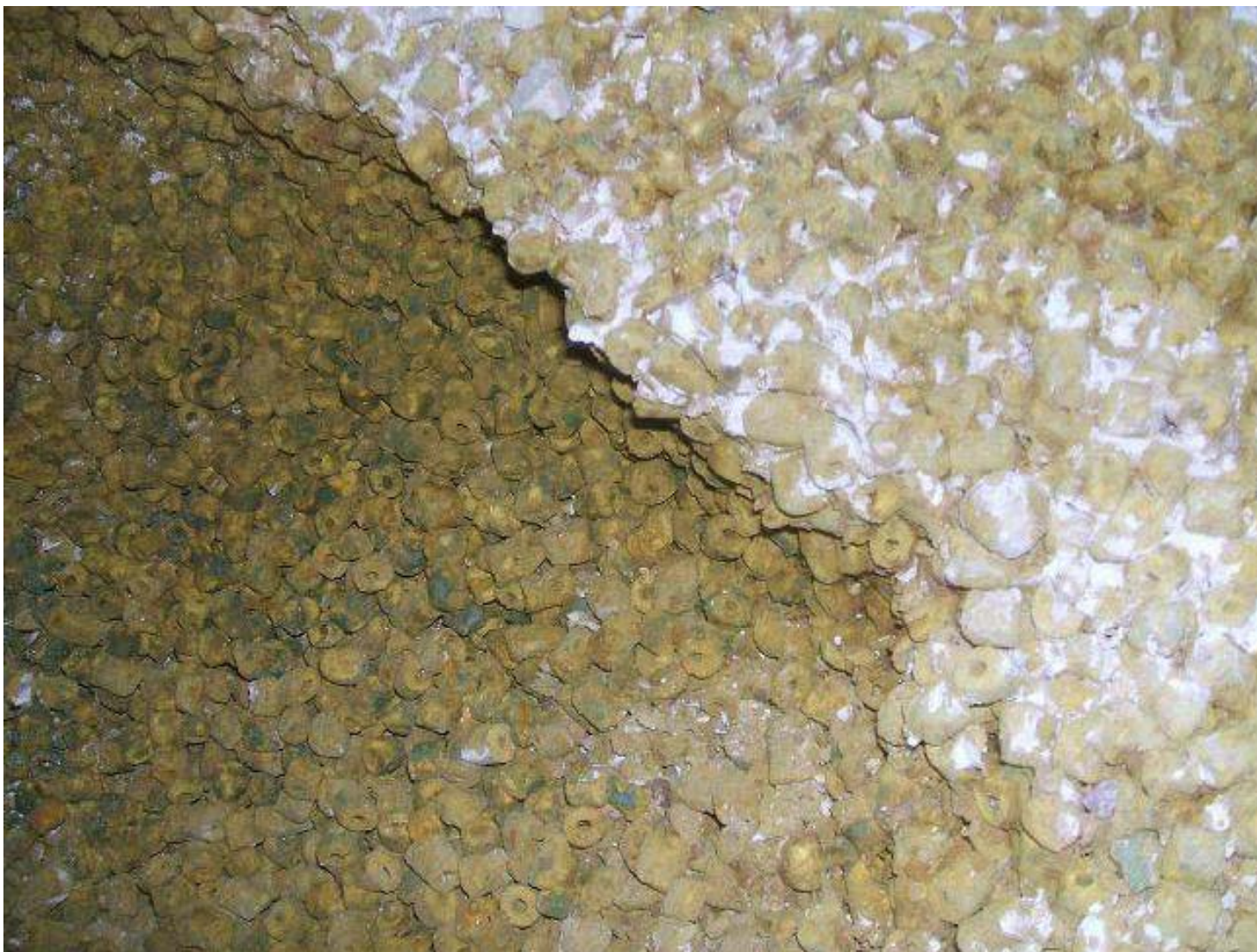
Poeira / cinzas em planta à base de enxofre



Depósitos de FeSO_4 no topo do leito



Depósitos de FeSO_4 no topo do leito



Depósitos decorrentes de corrosão





Perda de atividade

RESEARCH | TECHNOLOGY | CATALYSTS

Perda de atividade catalítica

- 1º leito 5 - 10% ao ano

- 2º leito 5% ao ano

- 3º leito 3-4% ao ano

- 4º leito 2.5% ao ano

Perda de atividade catalítica

■ Química

- Arsênio, selênio, telúrio - piritas
- Cloretos - Frasch
- Arsênio e chumbo - smelters
- Flúor - fertilizantes

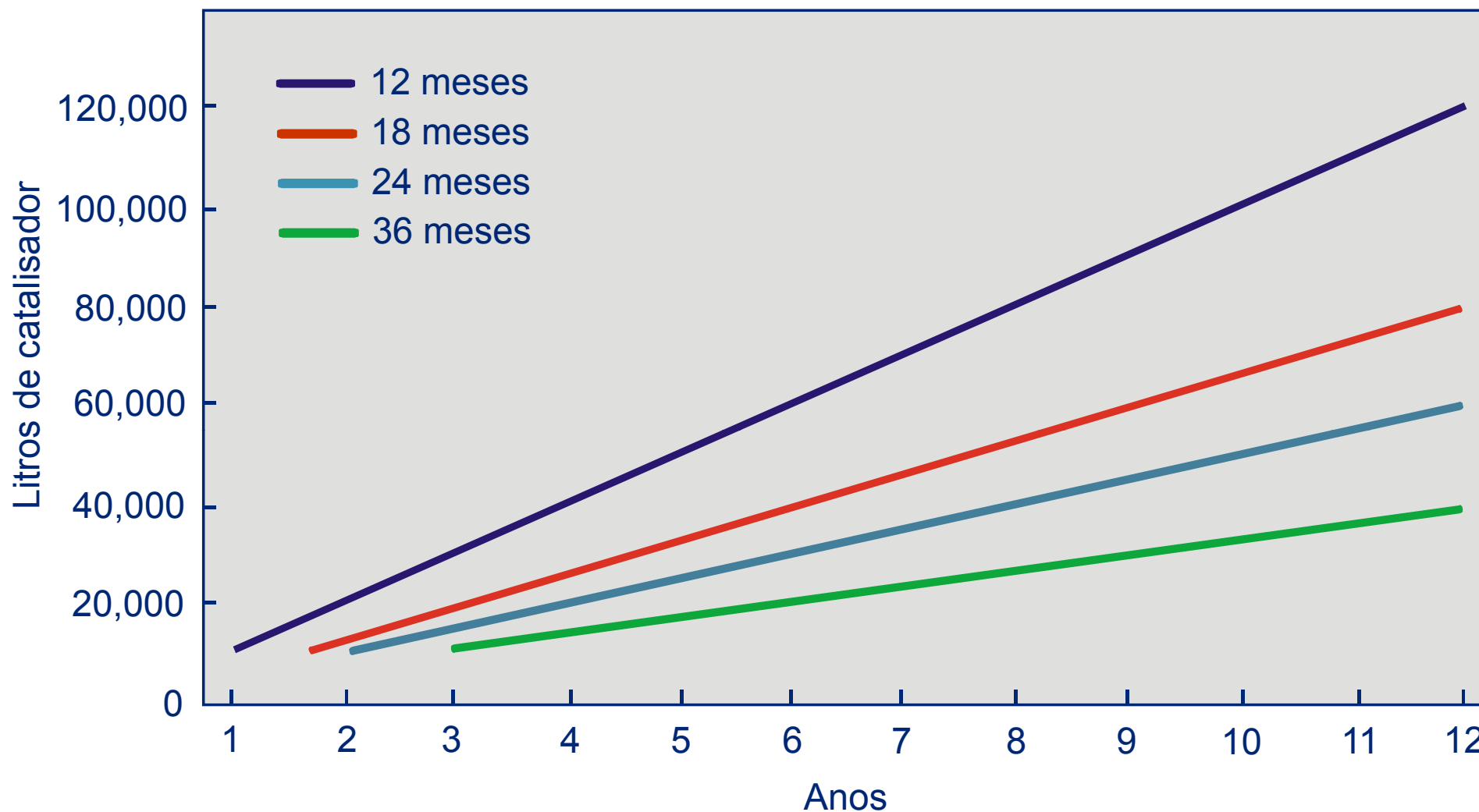
■ Térmica

- Operation contínua acima de 630 a 650°C
- Sílica desfaz-se e absorve K e V

■ Mecânica

- Perda de V absorvido pela poeira
- Acúmulo de poeira provoca caminhos preferenciais

Reposição de catalisador - leito de 100.000 litros, 10% perdas por peneiramento

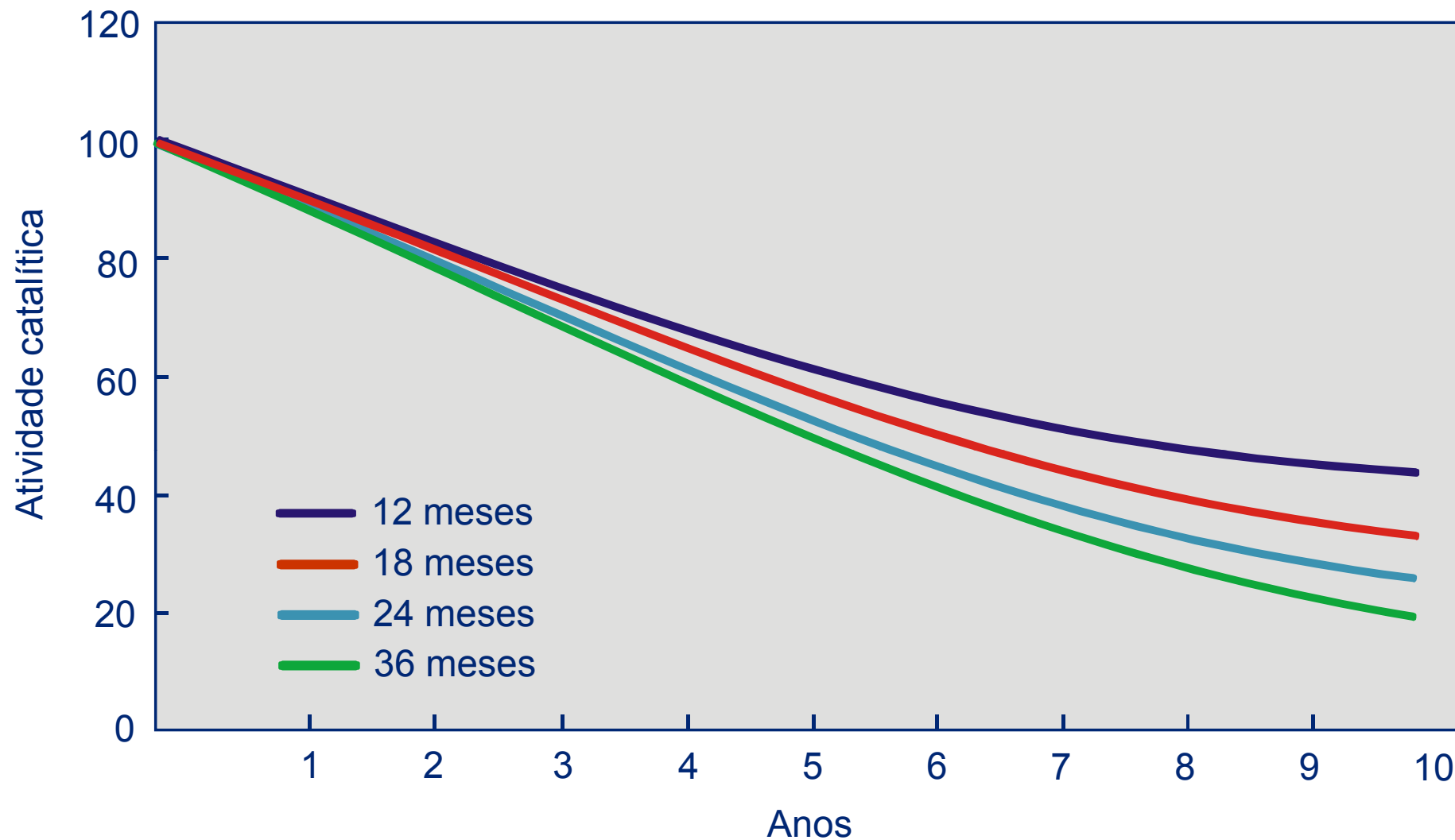


Perda de atividade catalítica

– campanhas bianuais

Ano	Volume	Atividade	Atividade Média
0	100,000	100	100
1	100,000	90	90
2	10,000	100	
	90,000	80	82
3	10,000	90	
	90,000	70	72
4	10,000	100	
	9,000	80	
	81,000	60	66

Atividade catalítica média





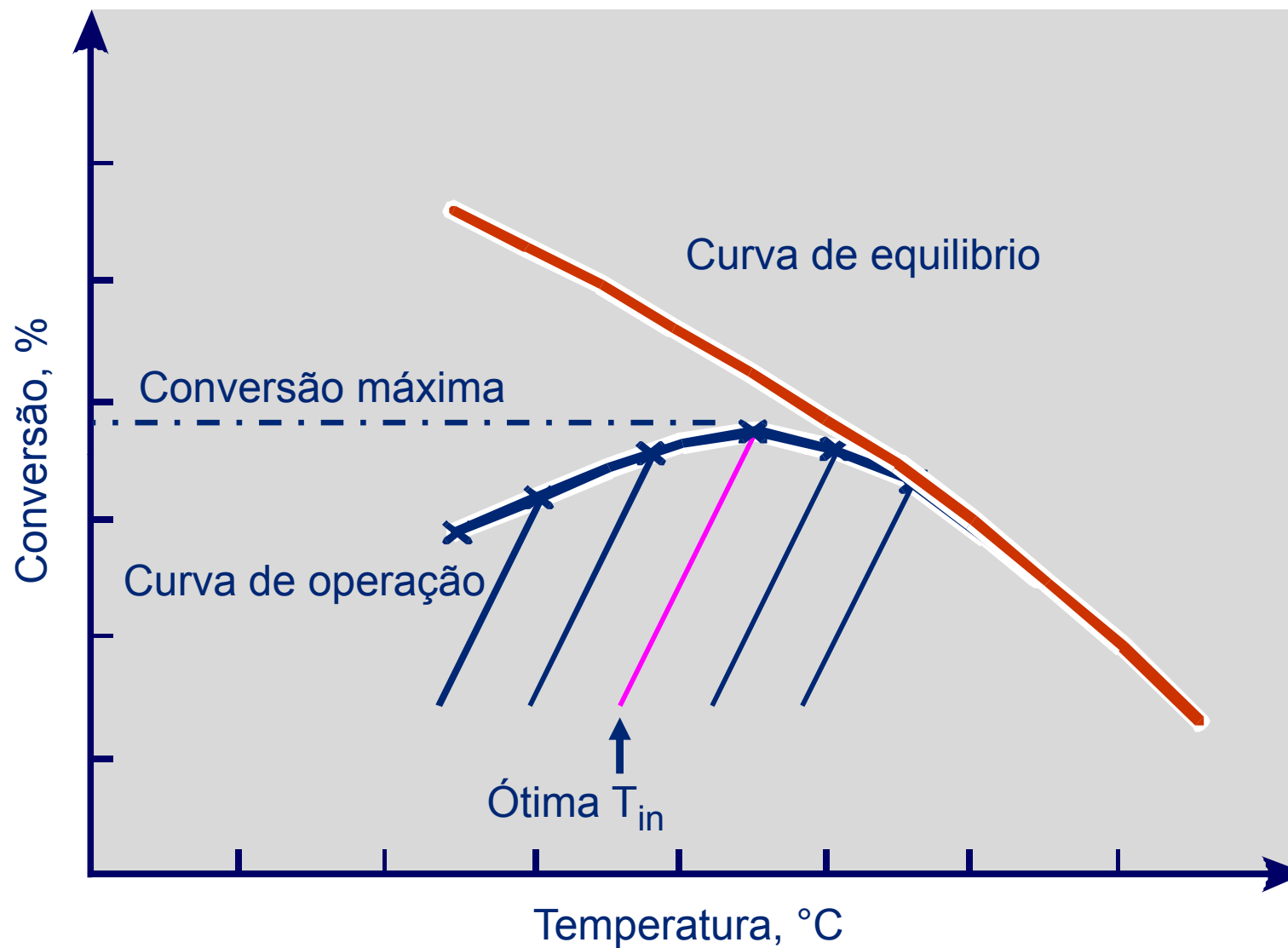
Monitoração

RESEARCH | TECHNOLOGY | CATALYSTS

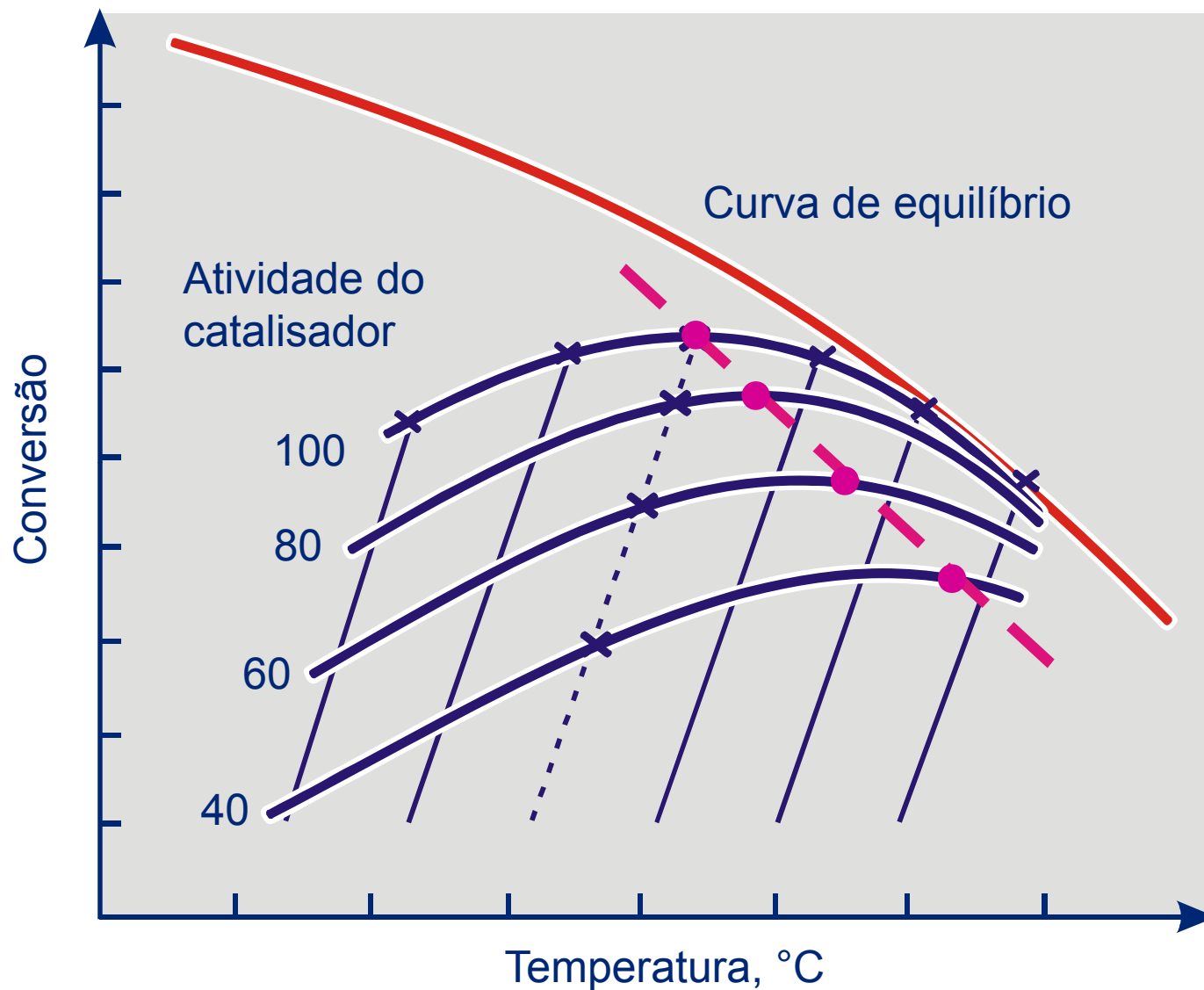
Otimização e identificação de problemas

- Coleta de dados operacionais confiáveis
 - Temperaturas de operação do catalisador
 - Emissões de SO₂
 - Perda de carga
- Gráfico do supervisor, planilha or manualmente
- Checagem através dos dados operacionais
$$\Delta T_{\text{total, real}} = \Delta T_{\text{teórico}} = \%SO_2 \times 28^{\circ}C$$
- Investigação de inconsistências ou alterações repentinas

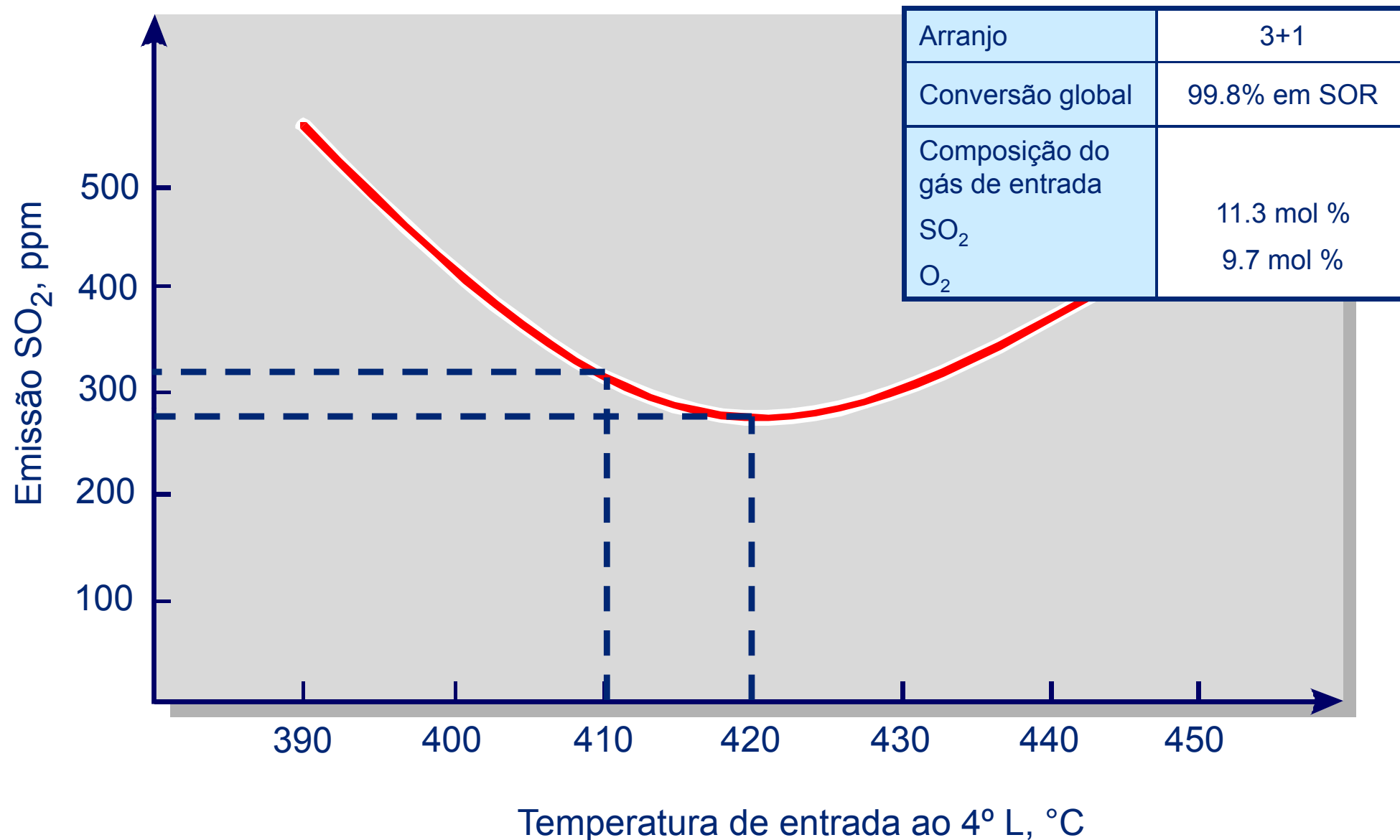
Otimização da temperatura de entrada



Otimização da temperatura devida à perda de atividade do catalisador



Temperatura entrada ao 4° L não-otimizada – efeito na emissão de SO₂



O que há de errado em minha planta?

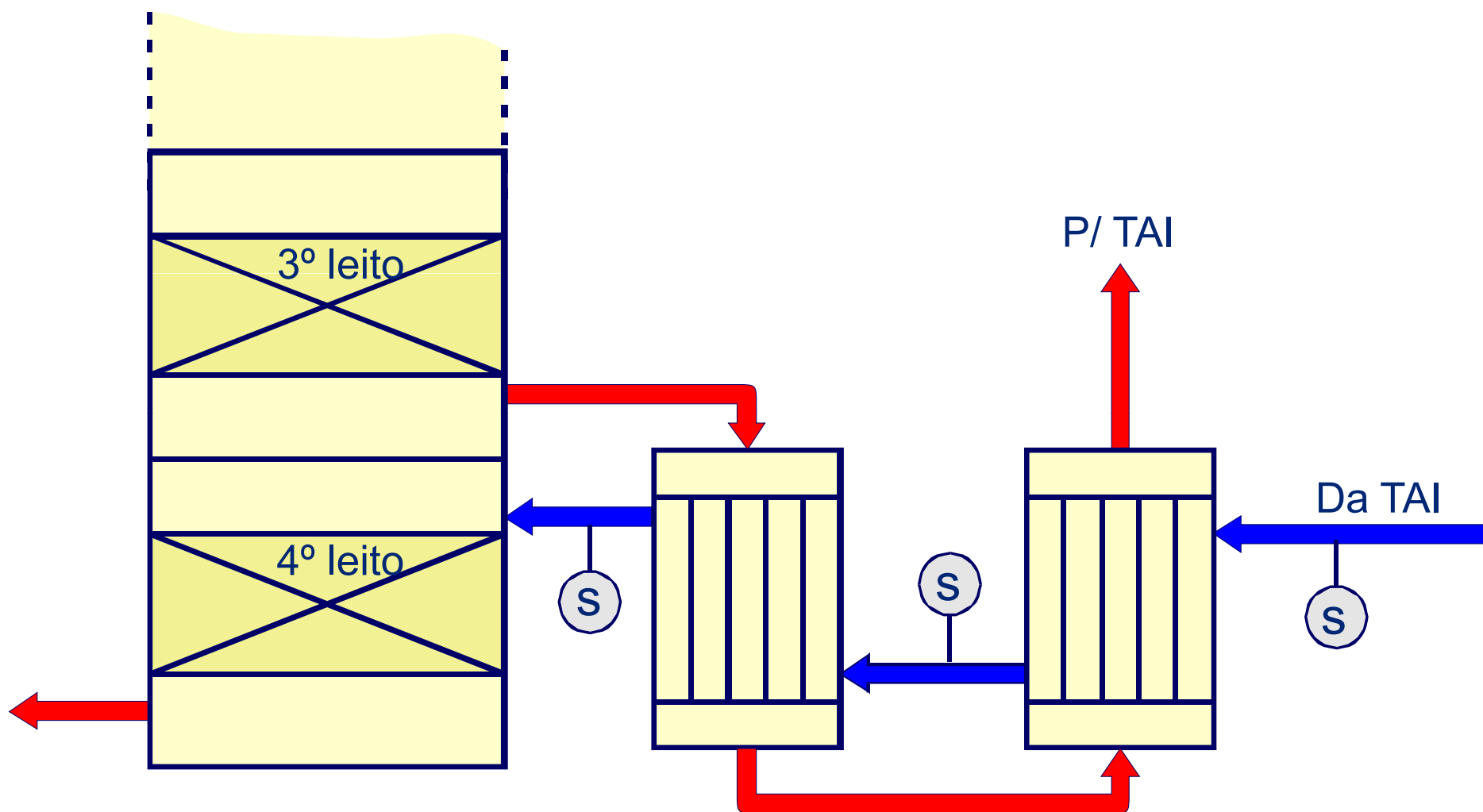
- Aumento repentino das emissões de SO₂
- Aumento repentino no ΔT total
- $\Delta T_{\text{real}} > \Delta T_{\text{teórico}}$
- Aumento repentino do ΔT através do 2º leito
- Queda repentina do ΔP através do 1º leito

➔ Grelha caída no 1º leito

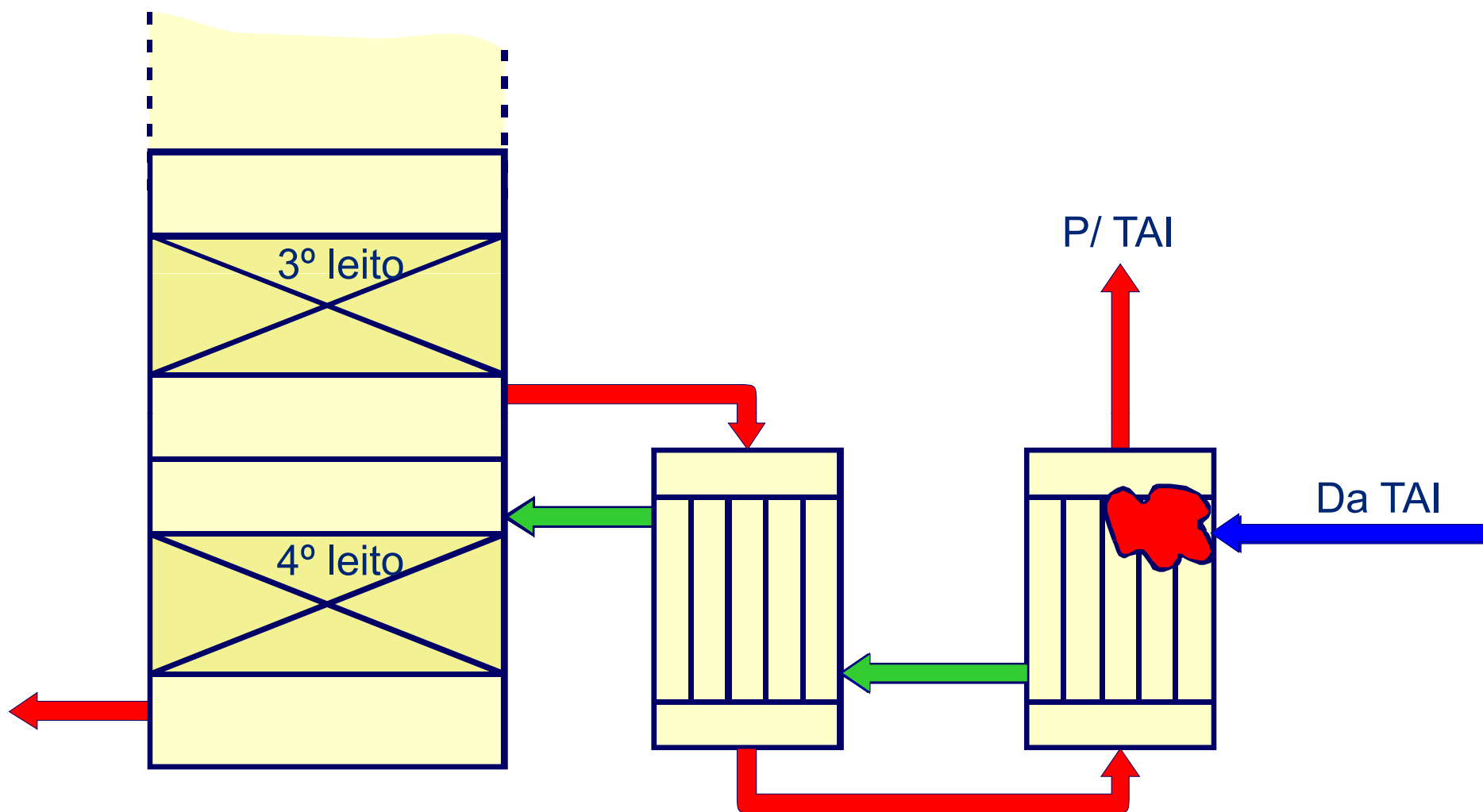
O que há de errado em minha planta?

- Aumento das emissões de SO_2
 - $\Delta T_{\text{real}} \sim \Delta T_{\text{teórico}}$
 - Temperaturas de entrada aos leitos 1+2+3+4 constantes
 - ΔP através dos leitos constantes
 - Ligeira queda no ΔT do 4º leito
- ➔ Baixa atividade no 4º leito ou vazamento no TC

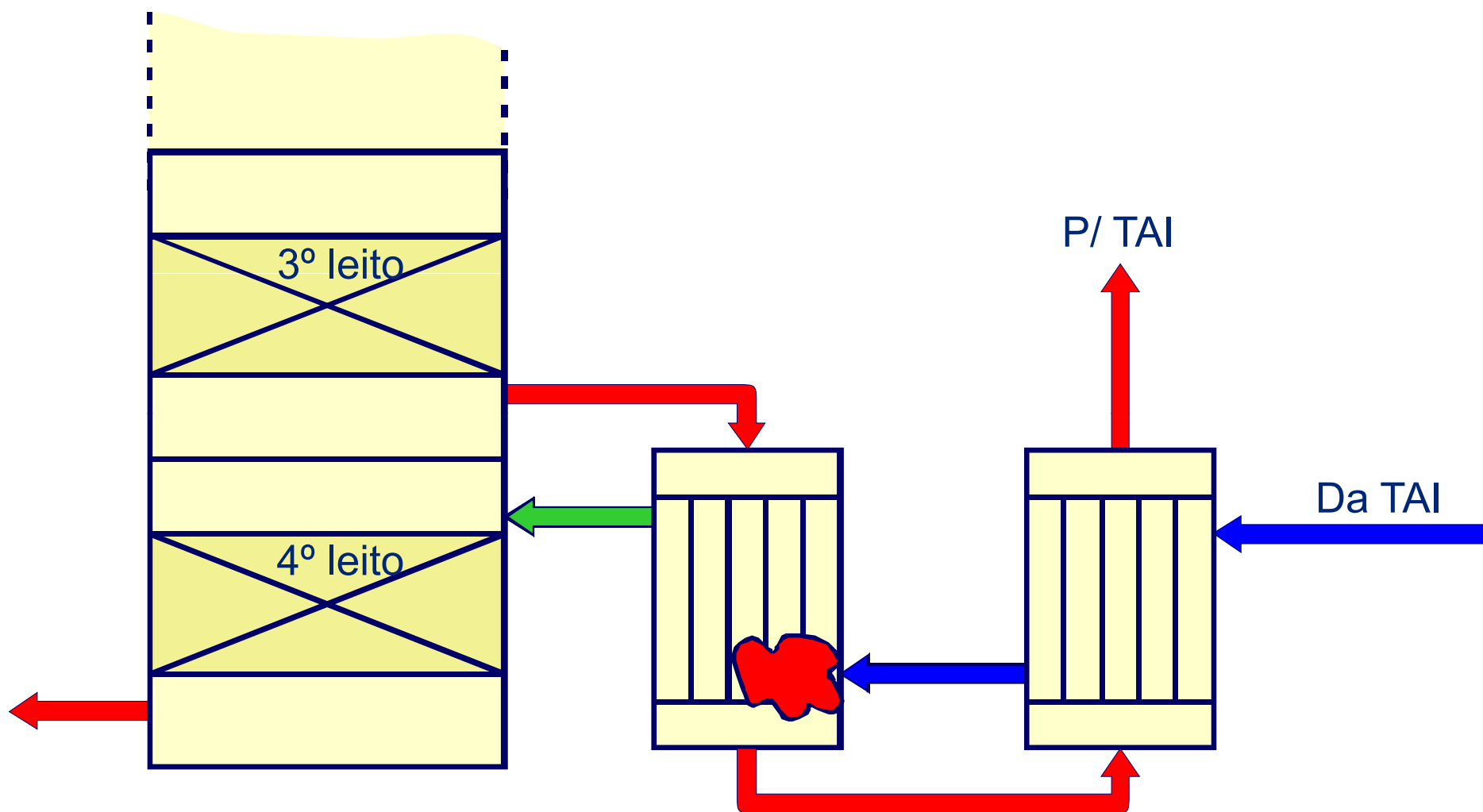
Maior concentração SO_3 na entrada do 4ºL - possíveis causas



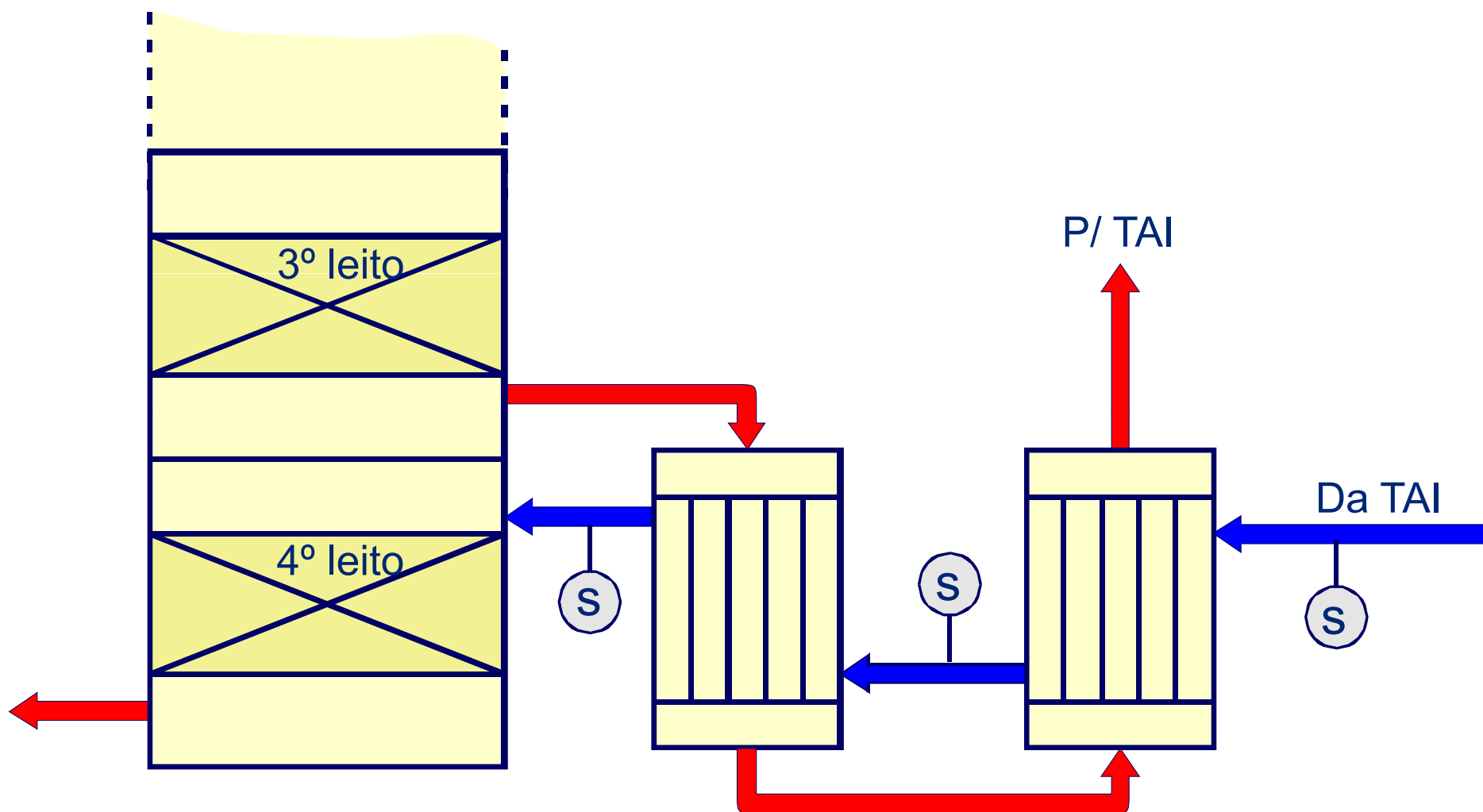
Maior concentração SO_3 na entrada do 4ºL - possíveis causas



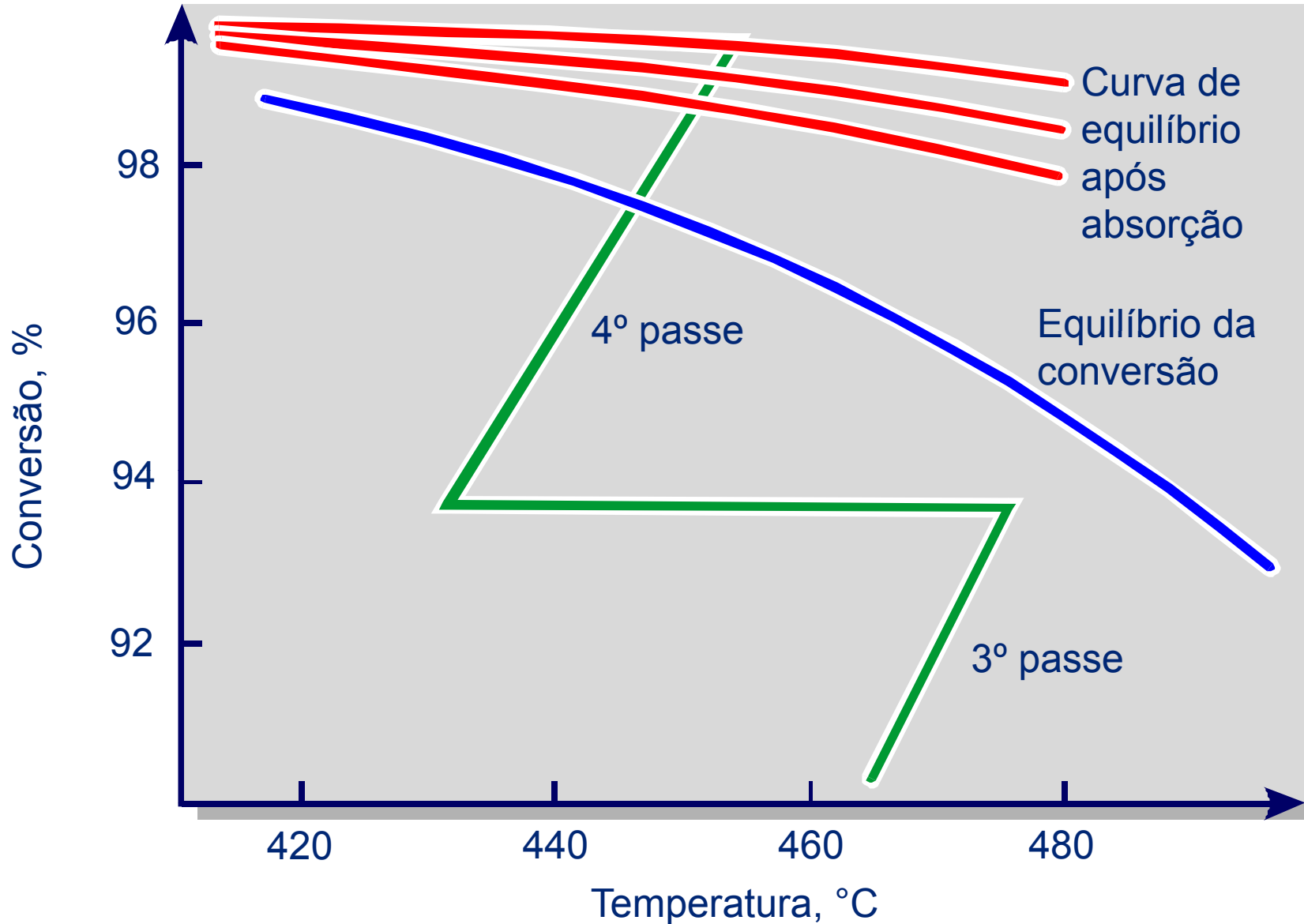
Maior concentração SO_3 na entrada do 4ºL – possíveis causas



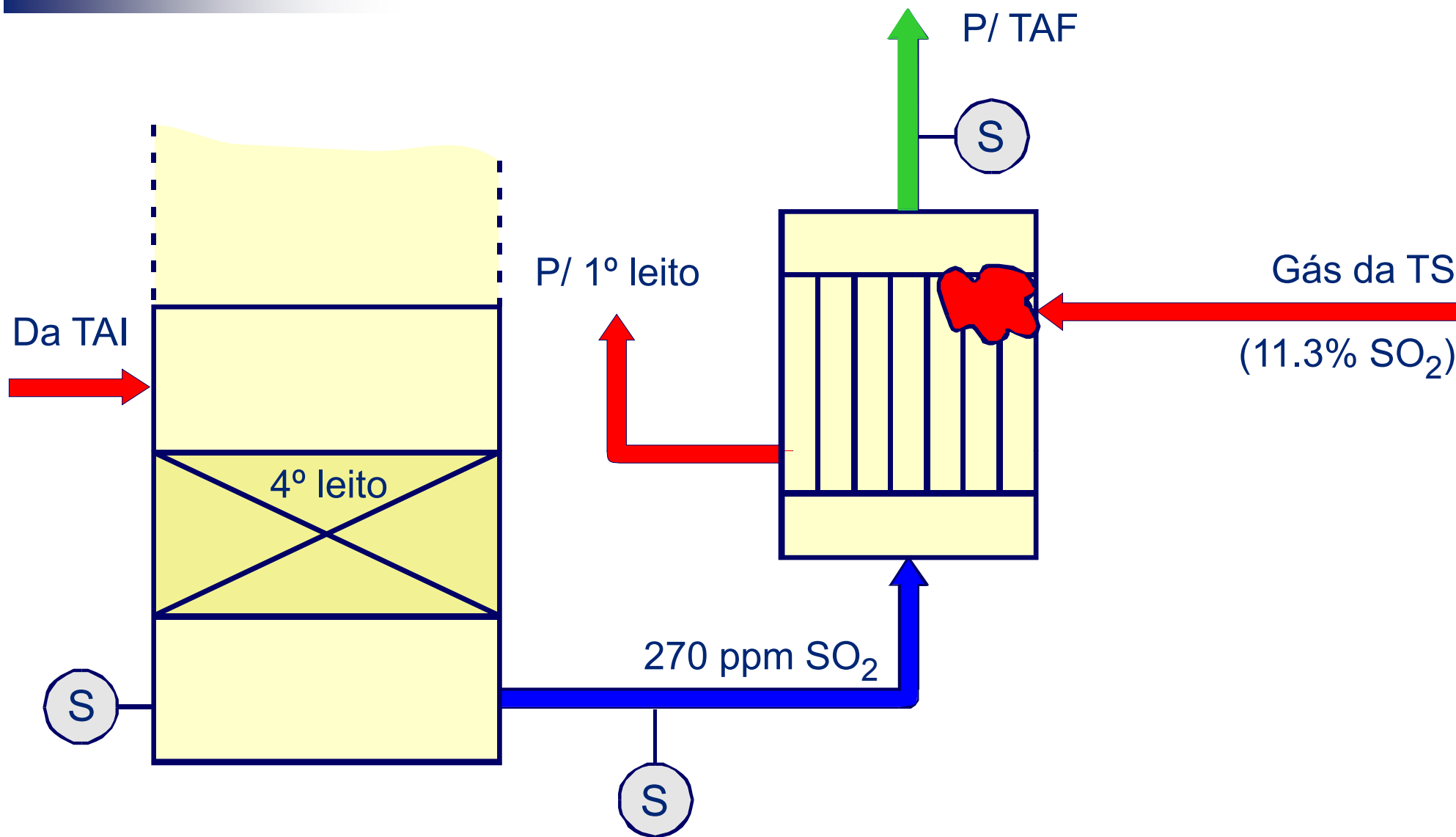
Maior concentração SO_3 na entrada do 4ºL – possíveis causas



Maior concentração SO_3 na entrada do 4ºL – efeito na curva de equilíbrio



Furo em TC após último leito catalítico





Amostragem de Catalisadores

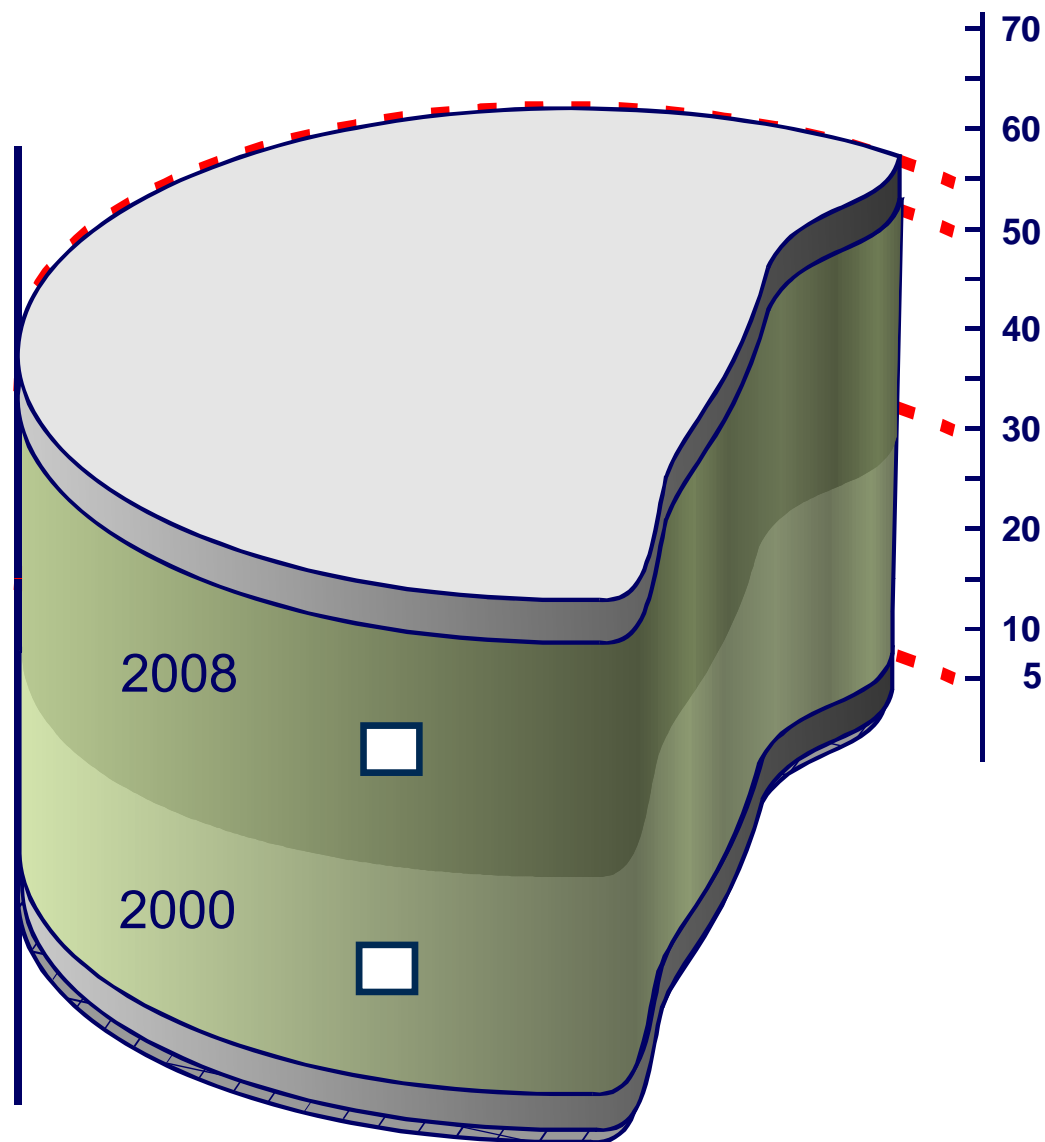
RESEARCH | TECHNOLOGY | CATALYSTS

Registro apropriado das informações

Registro essencial para cada camada de todos leitos:

- Tipo de catalisador
- Idade do catalisador
- Quantidade do catalisador
- Altura do carregamento do catalisador
- Posição do catalisador na camada

Registro apropriado das informações



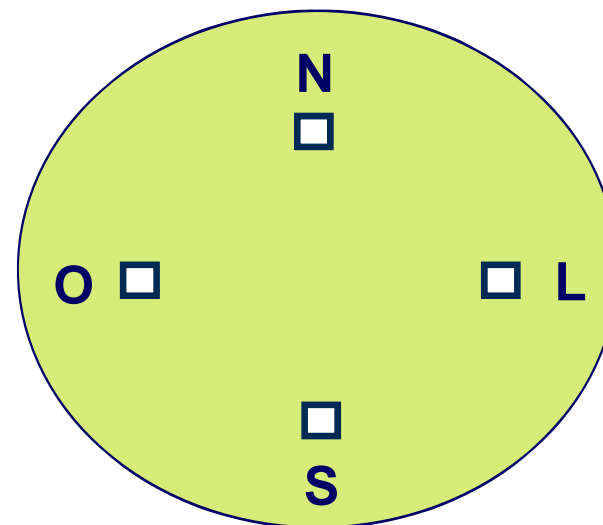
Amostragem de catalisador nas paradas

- Amostras de catalisadores devem ser tomadas em todos leitos peneirados
- Amostras de catalisadores podem ser tomadas dos leitos não peneirados através de core sampling
- Equipamentos utilizados para core sampling
 - Core sampler feito em PVC
 - Aspirador a vácuo com mangueira de 5 cm mínimo
 - Extensão de energia
 - Balde
 - Embalagens de amostra

Instruções genéricas de amostragem

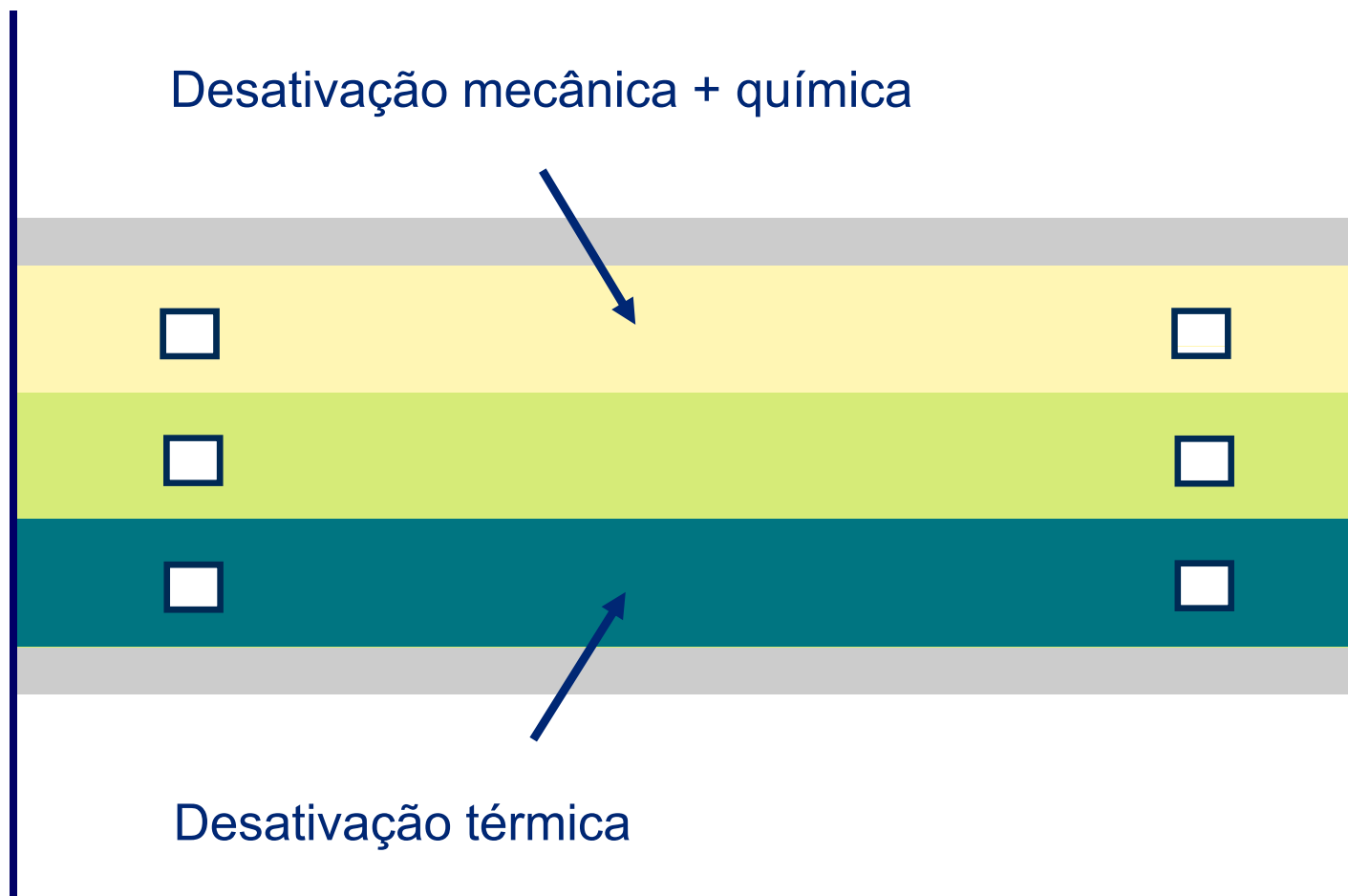
- Coletar amostras representativas

- | | |
|------------|-------------------|
| – 1º leito | Topo, meio, fundo |
| – 2º leito | Topo, fundo |
| – 3º leito | Meio |
| – 4º leito | Meio |
| – 5º leito | Meio |



- Cada amostra combinada tirada em N,L,S,O

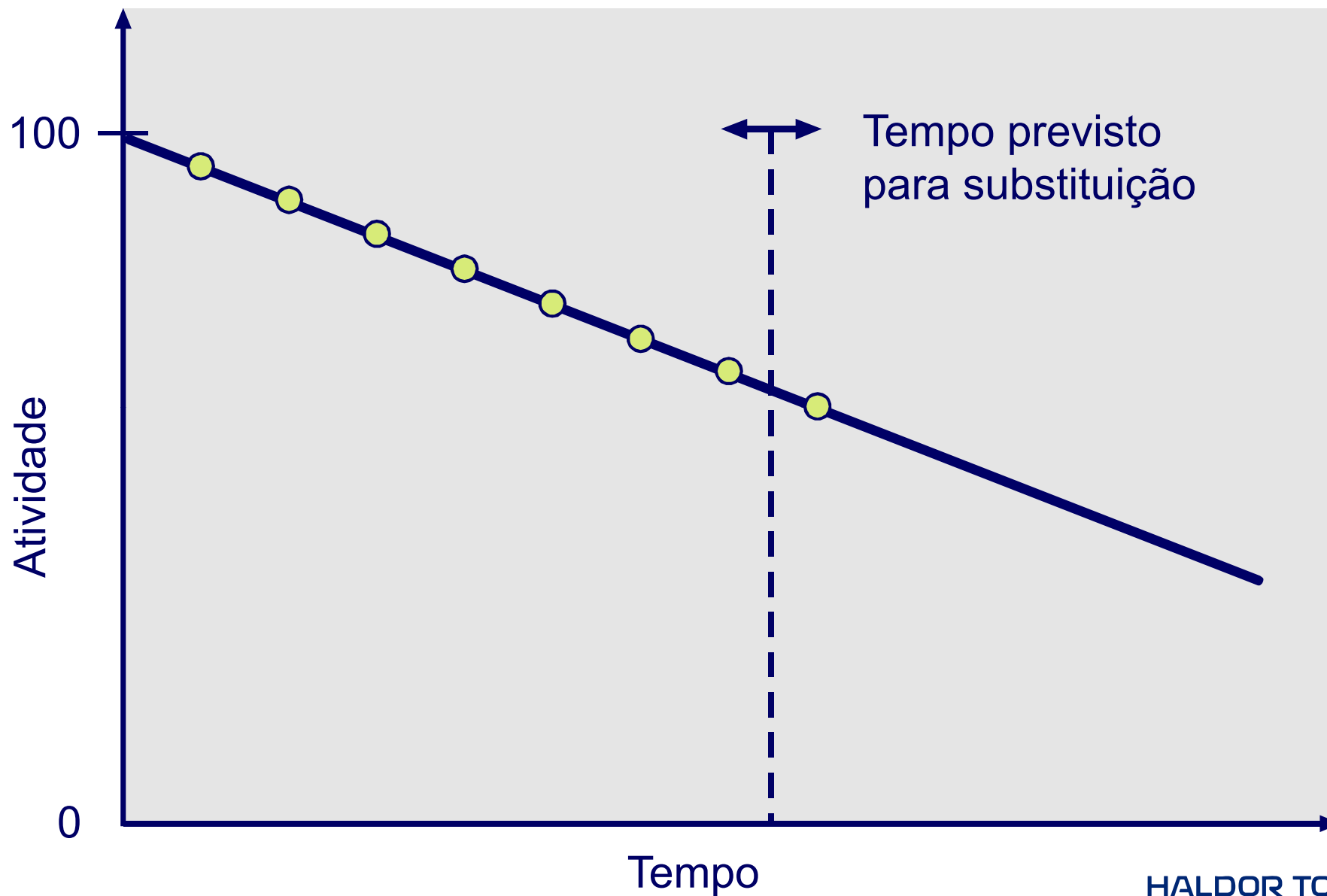
Instruções de amostragem – 1º leito



Análise de amostras

- Amostras de catalisadores podem ser enviadas para seu fornecedor para análise
- Conversão de concentração conhecida de SO_2 a SO_3 à uma temperatura específica é determinada
- Atividade é obtida em % de um catalisador padrão
- Atividade catalítica pode ser utilizada para auxiliar planejamento de peneiramentos futuros
- 60% é valor prático quando substituição é necessária. Variações ocorrem pela planta, concentração de gás, emissões requeridas e produção desejada

Uso ótimo de amostras de catalisadores usados





Plano de Gerenciamento de Catalisadores

RESEARCH | TECHNOLOGY | CATALYSTS

Plano de gerenciamento de catalisadores

- Quanto mais longa a campanha, mais importante se torna o apropriado gerenciamento de catalisadores
- Catalisadores devem ser considerados como um bem que requer manutenção periódica durante paradas
- Catalisadores não são eternos e estão permanentemente em desativação
- Catalisadores para ácido sulfúrico são de baixo custo comparados a outros tipos tais como para produção de amônia e refino de petróleo

Gerenciamento de catalisadores

- Peneirar 1º leito a cada parada
- Desenvolver plano de longo prazo para os outros leitos
 - Período de tempo entre paradas
 - Idade do catalisador
 - Atividade – resultado de análise das amostras
 - Produção prevista entre paradas
 - Emissões previstas de SO₂ – emissões mais baixas = mais catalisador e/ou peneiramento mais frequentes
 - Pode levar a substituição completa de alguns leitos catalíticos

Gerenciamento de catalisadores

- Exemplo
 - Peneirar 1º leito em toda parada
 - Peneirar um dos outros leitos em toda parada
 - Peneirar uma camada de topo dos demais leitos quando necessário

Exemplo de gerenciamento de catalisadores

Parada	1° leito	2° leito	3° leito	4° leito
1	Peneirar			
2	Peneirar			
3	Peneirar			
4	Peneirar			
5	Peneirar			

Exemplo de gerenciamento de catalisadores

Parada	1° leito	2° leito	3° leito	4° leito
1	Peneirar	Peneirar		
2	Peneirar		Peneirar	
3	Peneirar			Peneirar
4	Peneirar	Peneirar		
5	Peneirar		Peneirar	

Exemplo de gerenciamento de catalisadores

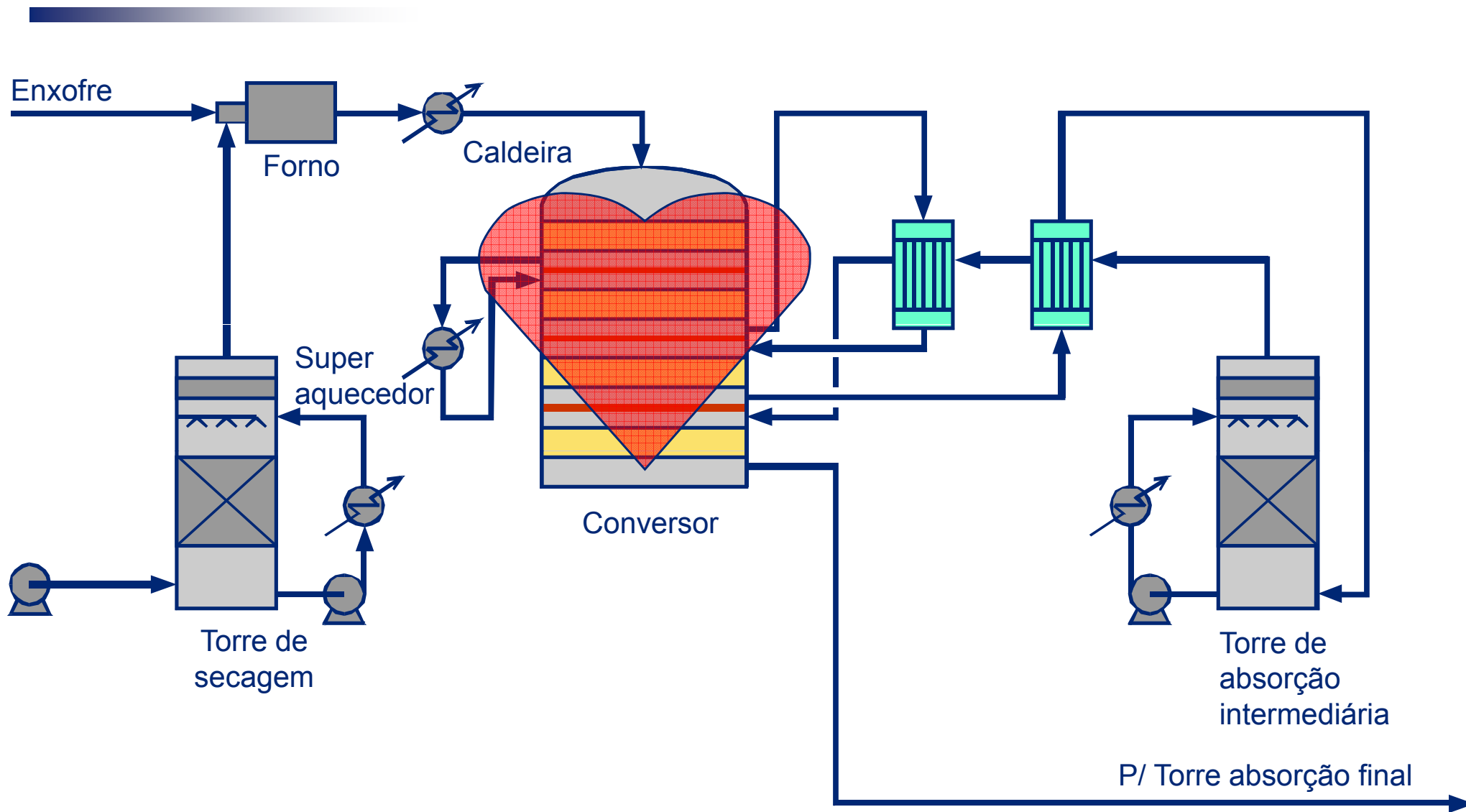
Parada	1° leito	2° leito	3° leito	4° leito
1	Peneirar	Peneirar		
2	Peneirar		Peneirar	Camada
3	Peneirar	Camada		Peneirar
4	Peneirar	Peneirar	Camada	
5	Peneirar		Peneirar	Camada

Conclusões

- Catalisador é coração da planta de ácido sulfúrico e requer resfriamento para qualquer troca/reparos
- Monitorar rendimento entre as paradas
- Desenvolver plano de gerenciamento de catalisadores
- Peneirar e inspecionar leitos durante paradas
- Enviar amostras para análise – Amostras de catalisador não se analisam armazenadas em suas salas
- Baixa atividade e/ou alta perda de carga podem causar
 - Perda de produção
 - Aumento de consumo de vapor/EE pelo soprador
 - Baixar a geração de energia

Conclusões (cont)

- Quanto mais longa a campanha, mais importante é ter um plano de gerenciamento do catalisador a longo prazo para evitar perda de produção por baixa atividade catalítica
- Catalisador é barato comparado à perda de produção. Não faça “economia de palito” ...





Questões?

RESEARCH | TECHNOLOGY | CATALYSTS