



**Densit**   
do Brasil Ltda.



**Tiago Couto – Densit do Brasil**



20 a 22 de Junho de 2016 - São Paulo/SP

# Sistema ATD Cardox

Sistema mais **Econômico** e **Eficiente**  
para limpeza da torre de ciclone

Realização



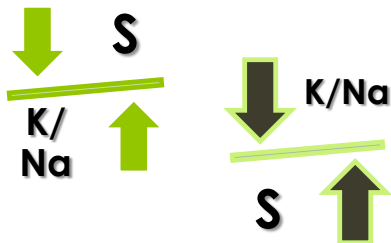
# Colagens na torre de ciclones

- **Resultam de um ciclo de voláteis:**

- Os quais originam o efeito de Sublimação / resublimação. Esse efeito é diminuído quando há um equilíbrio entre **S** e **K/Na** pois os sulfatos de álcalis são purgados pelo clínquer.

**Na/K** (Álcalis) – proveniente tanto da matéria prima como do combustível (carvão)

**S** - proveniente do combustível ou da matéria prima em forma de Pirita **FeS**;



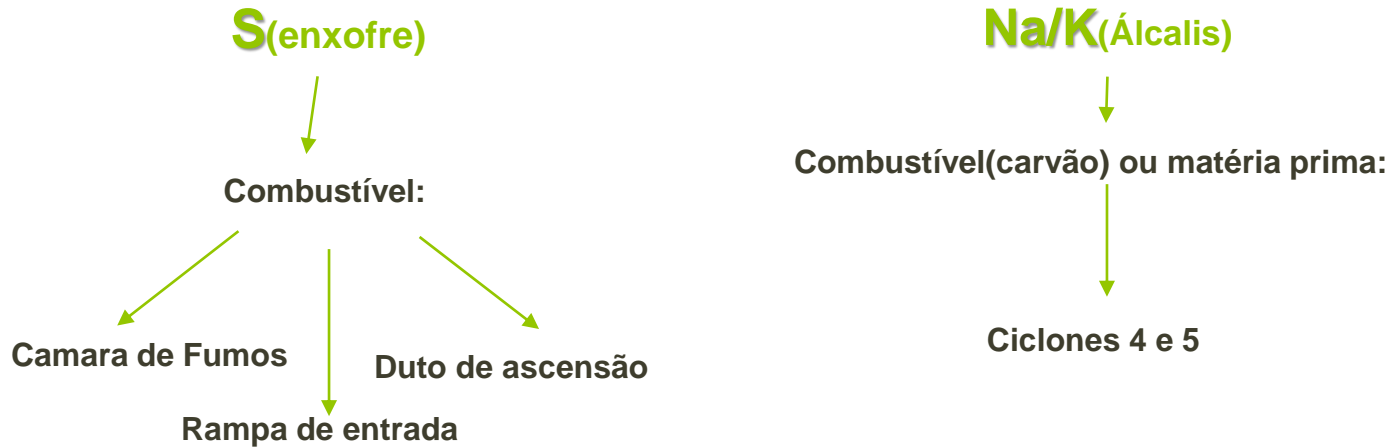
- **Dependendo de quem está em excesso as colagens se formam em regiões bem distintas**
  - pois a (re)sublimação se dá a temperaturas diferentes.

- **Na presença de Cl o impacto se agrava**

- Dependendo da concentração, obrigatoriamente é necessário uma purga colocando um **By-pass**.

# Onde se formam as colagens na torre de ciclones?

## Depende:



## Além das colagens o S tem impactos graves:



Ambiental: SO<sub>x</sub>

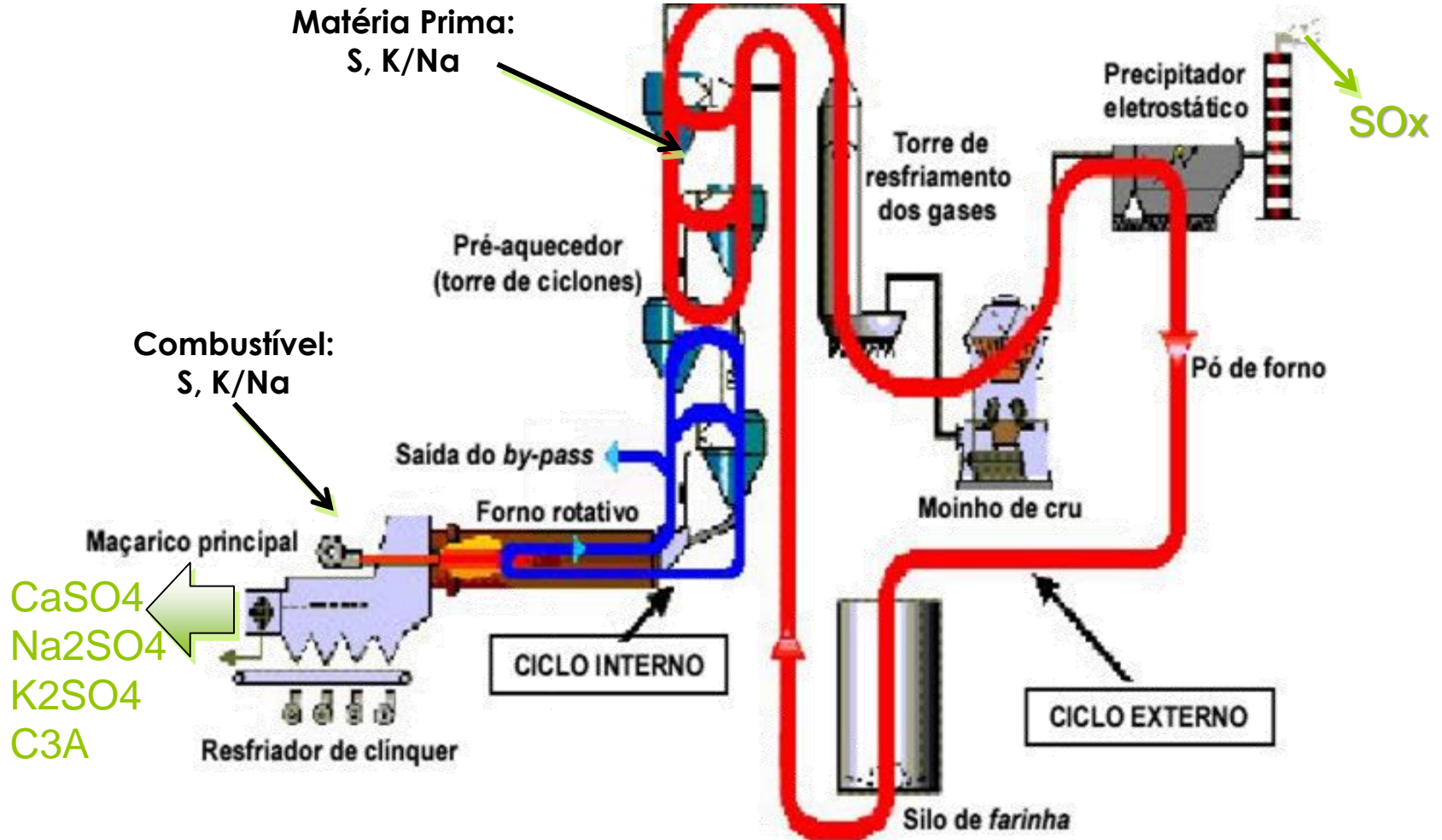
Pois o S em forma de Pirita FeS  
Volatiliza a temperaturas mais  
Baixas resultando Um aumento  
de SO<sub>x</sub>



Corrosão

Corrosão em todo o circuito externo pela  
condensação do Acido Sulfúrico nas  
paredes frias, sendo critico nos dutos e  
filtro de mangas/EP de processo.

# Onde se formam as colagens na torre de ciclones?



## Colagens na torre de ciclone

---

**São um problema mais do que atual e resultam da busca incessante pela redução de custos nos combustíveis.**

---

**Em tempos de crise como hoje essa busca passa a ser mandatária e uma luta pela sobrevivência pois as vendas e respectivas margens caem acentuadamente**

---

**Nos anos 90 o petcoque era um resíduo alternativo e muitos afirmavam que seria impossível alguma vez queimar acima de 50% . O combustível principal usado era carvão mineral com baixo conteúdo de S.**

---

**Hoje se usa Petcoque com alto conteúdo de enxofre e se procuram resíduos de baixo valor ou mesmo negativo com potencial ainda mais danoso que o “filé mignon” pet coque porque podem conter outros elementos como o Cl, que atrapalham mais ainda a formação de colagens.**



**Chegou a hora de  
remover a colagem**



# Canhões de Ar



## Vantagens

**5 – 6 Bar**

**Seguro**

- pois trabalha sem o Homem e em automático.

**Operado à distância**

- Existem já sistemas modernos sem fio, com controle de malha e monitorados à distância..

Sua eficiência aumenta com tamanho do Diâmetro do tubo e capacidade do tanque

Pode ser utilizado em toda a torre de ciclones limitado somente pelo espaço físico provocado pelas lajes e pilares

**Não danifica Refratário**

**Pode ser aplicado em outras áreas como resfriador e silos**

**Sistema rígido que implica num custo alto se tiver muitos pontos de conflito**

**Limitada área e força de ação se as colagens forem muito fortes e constantes**

**Consumo de ar comprimido, não só pelos canhões mas como pelas inúmeras fugas de toda a linha**

**Exige constante manutenção da linha pois abaixo de 6 Bar a sua eficiência cai exponencialmente**

**Manutenção e substituição de peças frequente pelas temperaturas extremas.**

**Sua instalação exige forno parado**

## Desvantagens



## Bombas de água de alta pressão





## Bombas de água de alta pressão

Vantagens

**Pressão de 500 Bar**

**Grande poder de destruição das colagens**

**Atinge todas as áreas críticas num curto intervalo de tempo**

**Extremamente flexível**

**Fácil manuseio**

**Enorme entrada de ar falso**

**Exige do operador grande esforço físico**

**Riscos físicos ao operador causa de vários acidentes graves sendo uma arma mortal caso seja usado incorretamente**

**Danifica refratário**

**Obriga o uso de concretos mais duros de alta condutividade térmica (Csi)**

**Consumo de cerca de 100 Kw por hora**

**Usa alto caudal de água cerca de 6m<sup>3</sup>/h, provocando mais perdas térmicas muito significativas**

**Limitada ação e demorada na desobstrução de ciclones**

**Alto custo de manutenção da bomba**

Desvantagens



BASES ATD

PERFURATRIZ



TUBO ATD  
(Cabeças, Gerador  
de Reação)

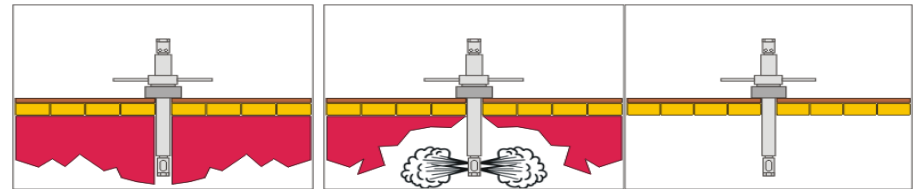
BOMBA DE  
ENCHIMENTO



DETONADOR

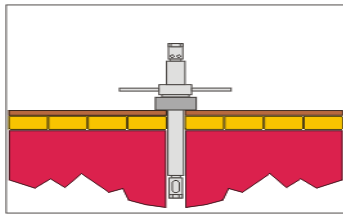


## DETONAÇÃO



FIXAÇÃO

DESOBSTRUÇÃO



## Fixação



## Soldando a Base

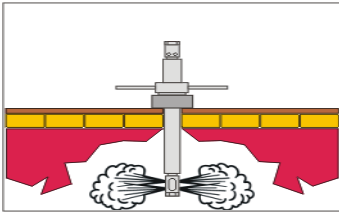


## BASE ATD



## Base Pronta



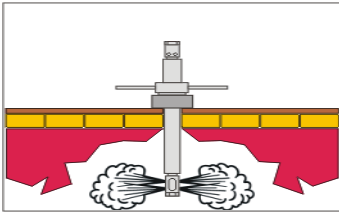


# Perfuração do Refratário



**Guia Perfuratriz**



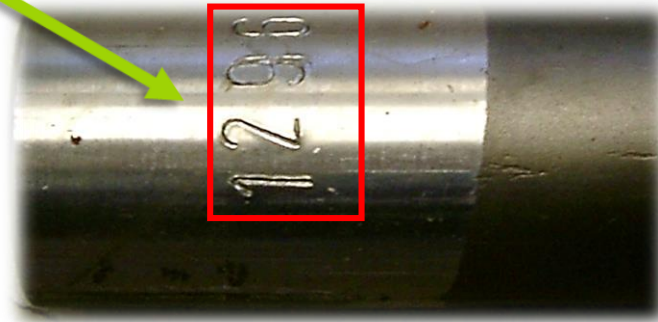


## Tubo para a reação

Tubo Seção central



Cabeça de carga

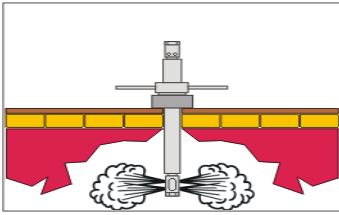


Número de identificação

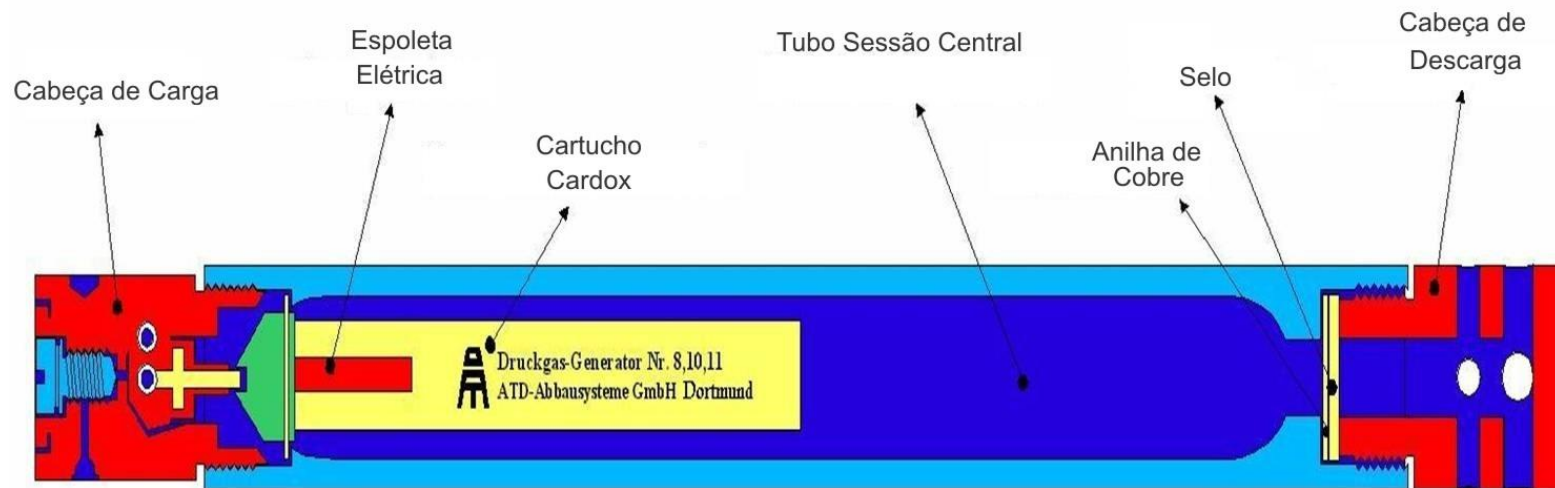


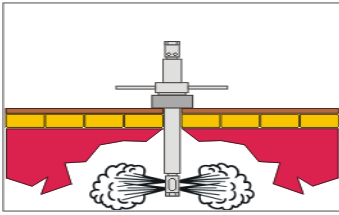
Cabeça descarga





## Tubo para a reação – corte transversal





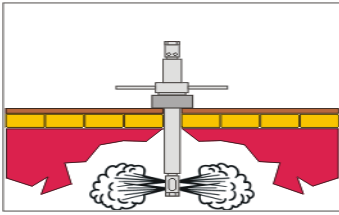
## Cabeças de Descarga



4 Saídas

2 Saídas

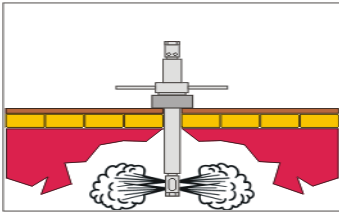




## Detonação: Gerador+ Selo + Anilha

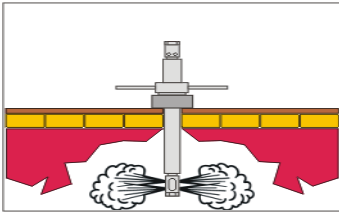




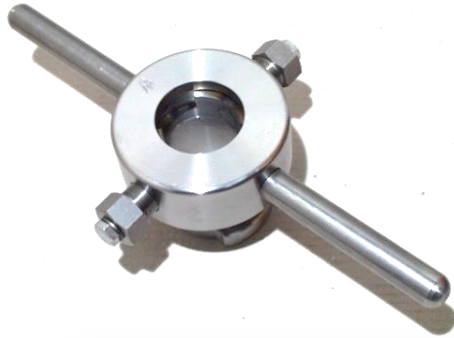


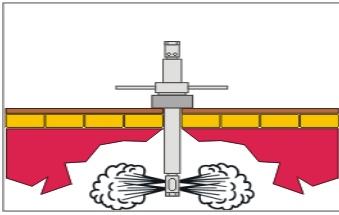
## Detonação: Bomba Enchimento CO<sub>2</sub>





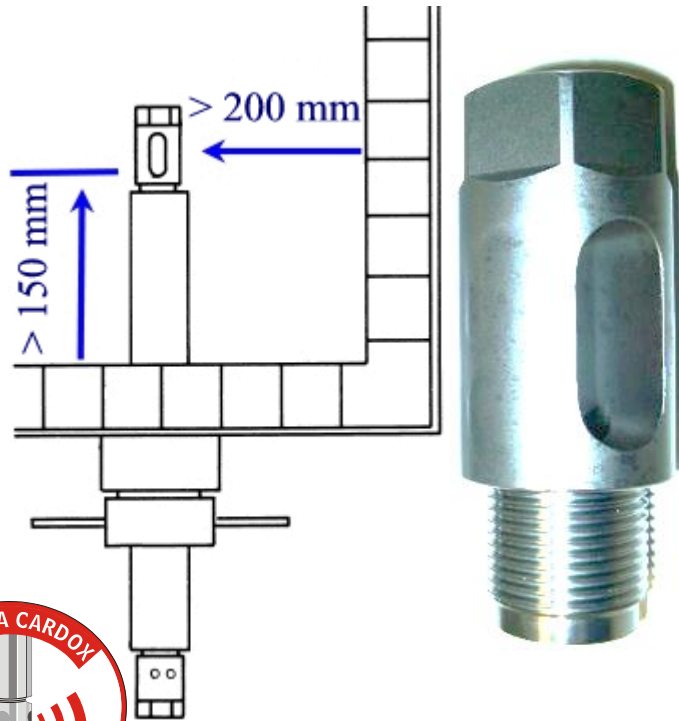
## Disparo Inserir tubo com trava



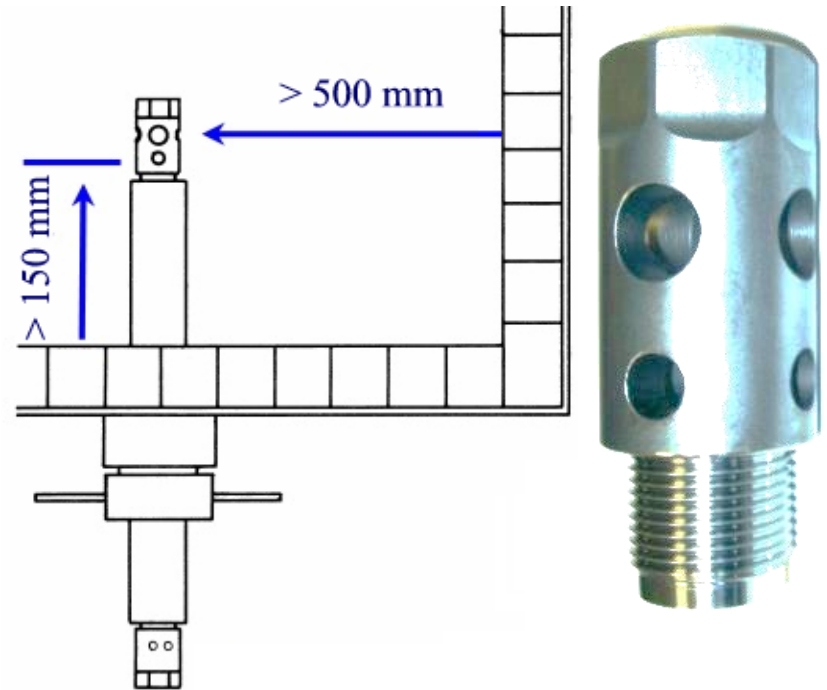


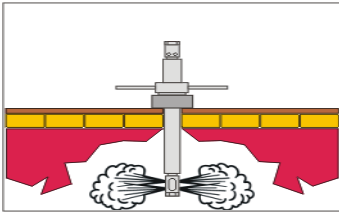
# Tipos de cabeças de descarga

## Cabeça de descarga em uma direção (tipo L)



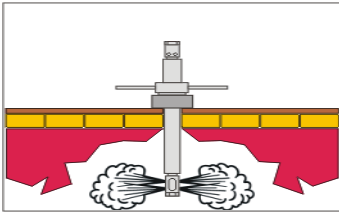
## Cabeça de descarga em duas direções (tipo Z)



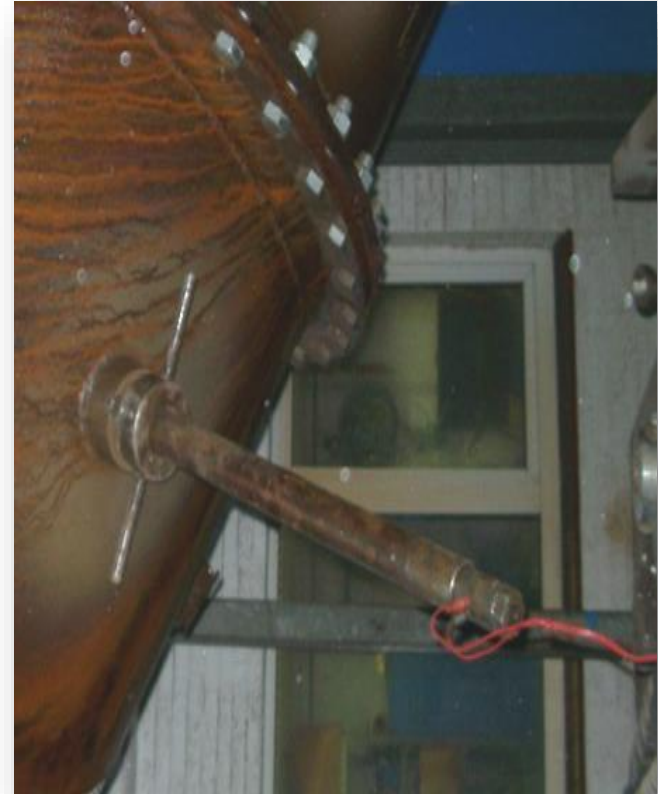
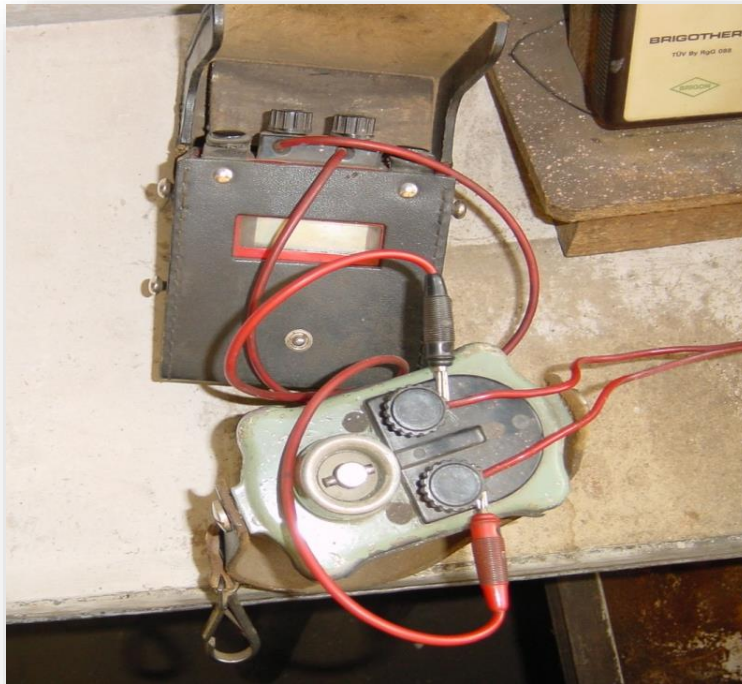


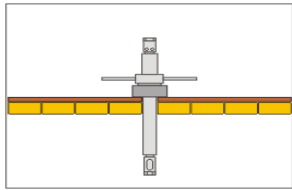
## Disparo: Ignitor da reação





## Ignitor de Reação : Disparo





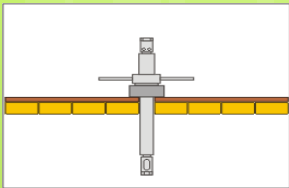
## Desobstrução

### ANTES

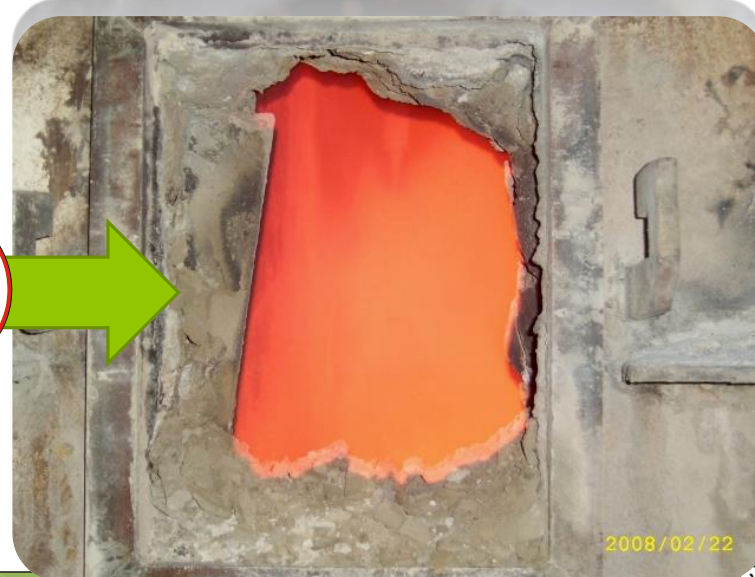
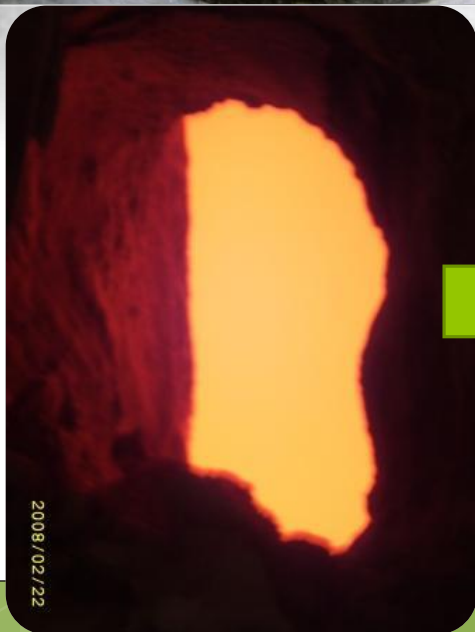
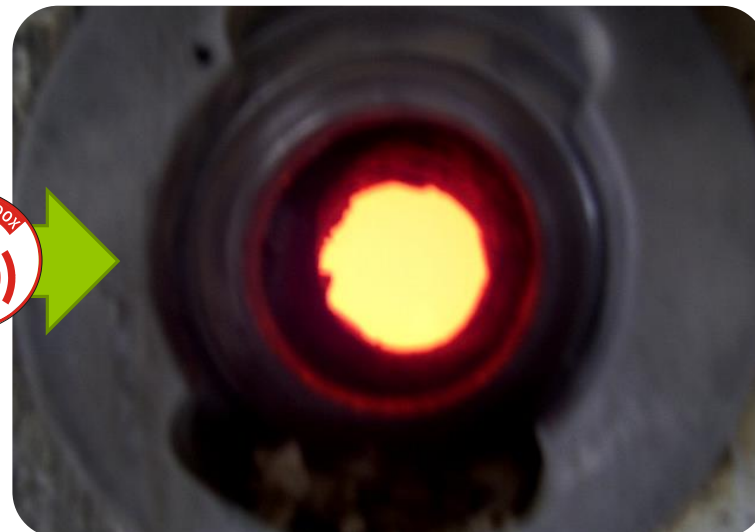
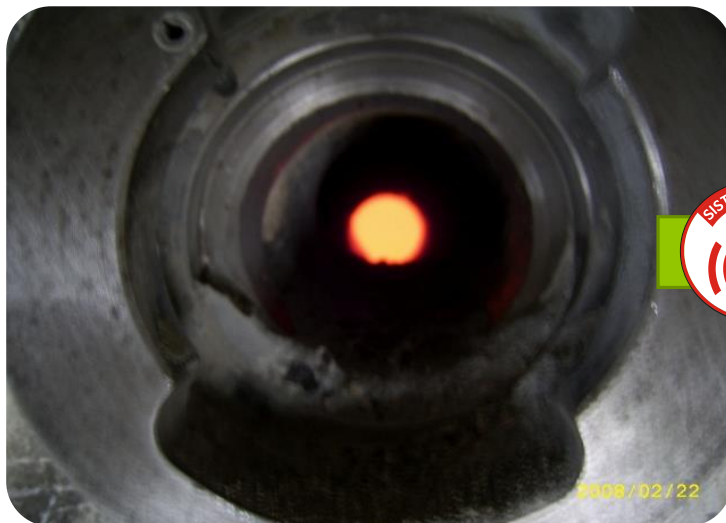


### DEPOIS





## Resultados de sucesso!





## Aplicação na Indústria Cimenteira

Grelha  
Lepol



Rampa  
Forno



Ciclones



Resfriador



Duto de  
Ascensão



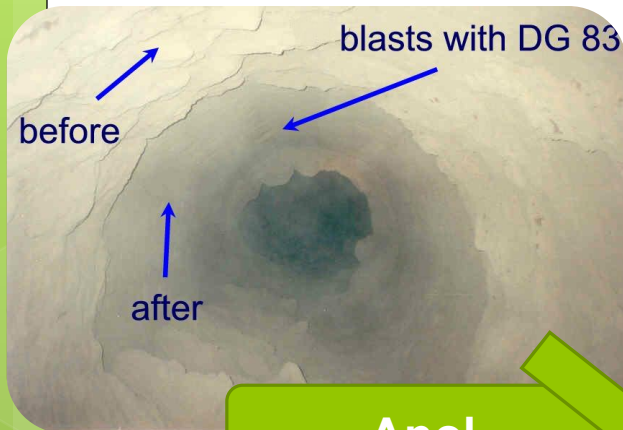
Saída do  
silo







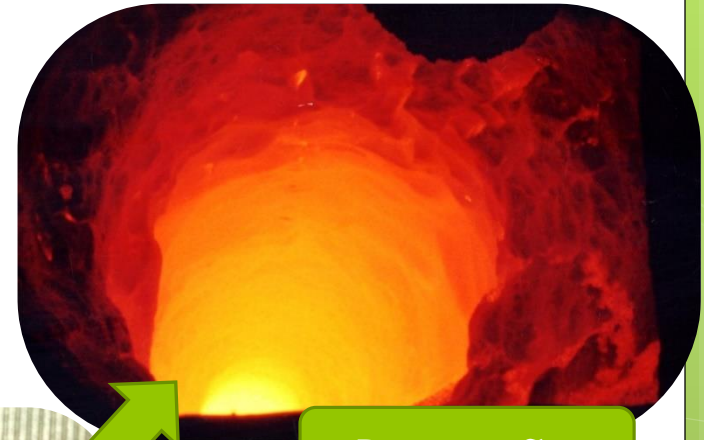
## Anéis no Forno



Anel



Detonação



Remoção

# Sistema Cardox

Vantagens

Usa **2000 Bar**

- a maior entre todos os sistemas com grande e abrangente poder de remoção

**Custos de manutenção aprx. 0**

**Muito seguro.**

- Usa CO2 gás inerte

**Não danifica o refratário**

**Muito flexível**

- gastando Somente uma base por cada ponto de conflito

**Resolve problemas novos** com grande rapidez **sem necessidade de parar o forno**

**Grande e rápido poder de desobstrução** de ciclones e dutos

**não tem contato com farinha**

**Operador usa EPI convencional**, não lhe exigindo esforço físico significativo

**Tem muitas outras aplicações** como resfriador, silos e anéis do forno



**Por cada disparo usa 1 reator e 1 Kg de CO2, representando cerca de 160 R\$ / disparo**

**Caso a espessura do refratário esteja bastante debilitada (<30mm) não se recomenda seu uso pois pode danificar o revestimento**

Desvantagens

## Estudo comparativo - Investimento

- **Forno:**
  - 2700 tpd,
  - 5 etapas
  - 4 m de Diâmetro

**Problemas graves de colagem**

Rampa de entrada

Duto de ascensão

Câmara de fumos

### Alternativa A Canhões

Quantidade: 20

Capacidade  
100L

Disparo a cada  
5m

### Alternativa B Bomba de Agua

Quantidade: 1

Vazão: 6m<sup>3</sup>/h  
Pressão: 500Bar

1h por turno  
(turnos de 8h)

### Alternativa C ATD Cardox

Quantidade: 12  
bases

3 Disparos por  
turno



## Custo de aquisição e instalação de cada alternativa

Alternativa	Investimento Inicial	Instalação	Total
A	R\$500.000,00	R\$200.000,00	R\$700.000,00
B	R\$150.000,00	R\$30.000,00	R\$180.000,00
C	R\$200.000,00	R\$30.000,00	R\$230.000,00



## Custos Operacionais

Alternativa	Consumos		Custo/dia
A	(L) Ar Comprimido a 6Bar/dia	20 × 100l × 12 × 24	R\$ 120,0
	(KWh/dia) Baseado em 0,08 Kwh/m3 e Pressão de saída do compressor de 7 Bar	368 Kwh/dia OU 478 Kwh/dia (considerando fator 1,3 devido aos vazamentos)	
B	(KWh/dia) Motor instalado de 150 Hp Potencia absorvida da <b>Bomba</b>	300 KWh/dia	R\$1.118,5
	(KWh/dia) Potencia absorvida <b>ventilador</b> devido ao <b>ar falso</b>	816 KWh/dia	
	(gCal) Energia Térmica devido <b>ao ar falso</b>	3,79 Gcal/dia	
	(gCal) Energia Térmica devido a injeção de <b>18m3 de agua/dia</b>	13,0 Gcal/dia	
C	(Un) Geradores de reação	9un	R\$1.530,0
	(Kg) CO2/dia	9kg	

(\*) – Considerado Kwh → 0,25 R\$

(\*\*) – Considerado Gcal → 50,0 R\$ ( Coque 8000 Kcal a 400 R\$/t)



## Custos manutenção anual

Alternativa	Manutenção	Custo Total Estimado
A	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Controle apertado de vazamento</b></li><li>• <b>Troca de alguns itens anuais como:</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Válvulas,</li><li>• Pistões,</li><li>• Manômetros</li></ul></li></ul>	R\$30.000,00/ano
B	As bombas devido às altas pressões, sofrem severa manutenção	R\$75.000,00/ano
C	<ul style="list-style-type: none"><li>• Troca da válvula cada 20 disparos.</li><li>• Alguns O-rings e pequenas peças</li></ul>	R\$5.000,00/ano (135 válvulas)

## Outros custos...

### Alternativa A e C

- **Não se identificam outros custos causados pelos canhões nem pelo sistema cardox.**

### Alternativa B

- Causam grande desgaste no refratário e a quase obrigatoriedade de utilização de concretos á base de CSi com alta condutividade térmica.
- Obrigam a manutenção anual de:
  - refratário
  - isolante estimado em 150T
  - instalação.
- Considerando que o refratário duraria 3 anos sem a bomba de água. Temos um custo anual adicional de refratário de 550.000 R\$.
- destruição do refratário implica em três consequências danosas com custo significativo:
  - A corrosão da chapa,
  - aumento de radiação térmica muito significativo
  - as condições de trabalho do operador.

## Avaliação dos custos totais anuais

Custos Anuais em R\$	A Canhões de ar	B bomba de água 500 Bar	C Sistema ATD Cardox
Amortização Investimento ( 5 Anos)	140.000	36.000	46.000
Custo Operacional	36.000	335.700	459.000
Custo manutenção	30.000	75.000	5.000
Outros Custos	0	550.000	0
<b>TOTAL Custo Anual</b>	<b>206.000</b>	<b>996.700</b>	<b>510.000</b>



## Conclusão

Do ponto de vista de custo e considerando somente a área especificada e se partíssemos do pressuposto que os 20 canhões eliminariam qualquer problema operacional

sem duvida a solução de Canhões de ar seria a melhor.

### **No entanto ...**

com a queima de coques com teores acima dos 5% , com maior introdução de combustíveis alternativos o problema de formação de colagens se agrava causando grandes distúrbios na operação do forno e graves entupimentos e os canhões em nenhuma das fábricas visitadas por si só resolvem os problemas.

**Logo há que escolher entre as duas alternativas B e C como complemento.**

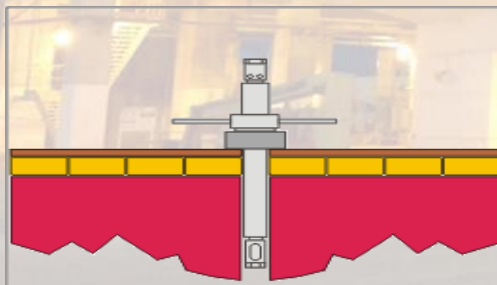
Entre a Bomba de água e Sistema CARDOX .

**as vantagens de custo do sistema CARDOX são evidentes**

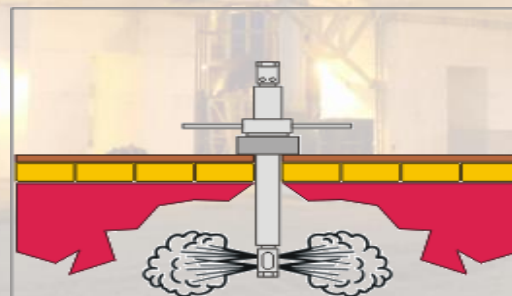
# Conclusões Finais

Existem outras grandes vantagens do Sistema CARDOX que passo a citar:

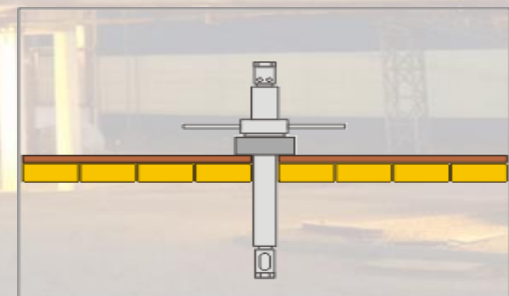
- O mesmo sistema com investimento muito reduzido ( somente as bases) pode ser usado com enorme sucesso no desentupimento de ciclones e dutos em menos de 1h
- Derrubar anéis do forno em menos de 2h
- Derrubar “bonecos de neve” em menos de 15 min
- Desobstrui silos e tolvas..
- E o faz em todos os itens especificados com segurança total evitando o contato do homem com farinha quente.
- Reduz significativamente o tempo e o esforço do homem na limpeza da torre não o expondo ás altíssimas temperaturas nem ao vestir de proteções que causam grande desconforto e desgaste.



**FIXAÇÃO**



**DISPARO**



**DESOBSTRUÇÃO**