

## INCÊNDIOS E EXPLOSÕES EM FORNOS DE TRATAMENTOS

### TÉRMICOS

#### COMBATE A INCÊNDIO

##### Triângulo do Fogo

Para haver fogo é necessário que exista a combinação dos três componentes abaixo:

- *Combustível*
- *Ar (Oxigênio - Comburente)*
- *Calor ou Ignição*



Eliminando-se qualquer um dos elementos constituintes desse triângulo, a combustão irá cessar.

Desta forma as opções de combate a incêndio são:

***Remoção de material combustível.*** - Não havendo o que queimar, não haverá incêndio.

***Resfriamento.*** - Reduzindo-se a temperatura abaixo da temperatura de ignição, cessa a combustão.

***Abafamento.*** - Eliminando o suprimento de oxigênio, e isto se faz por abafamento, de forma a impedir o contato do ar ambiente com o foco do incêndio, também cessa a combustão.

## CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS E PRINCIPAIS AGENTES EXTINTORES

**CLASSE A** - Incêndios que envolvem *materiais fibrosos ou sólidos* e que deixam como resíduos brasas e cinzas. É o caso de madeira, papel, estopa, plásticos, etc. Para extinção, utilizar preferencialmente *água* porém, *CO<sub>2</sub>* e *Espuma* podem ser usados com boa eficiência.

**CLASSE B** - Incêndios que ocorrem em *líquidos inflamáveis*, tais como óleo, gasolina, álcool, etc. Para sua extinção, utilize agentes abafadores tais como *CO<sub>2</sub>*, *Pó Químico* ou *Espuma*.

**Nunca utilizar água para apagar incêndio em tanques de óleo pois, os riscos de aumento das chamas serão ainda maiores devido à pulverização do óleo quente provocada pela água.**

**CLASSE C** - Incêndios que ocorrem em equipamentos *elétricos e eletrônicos* em geral quando energizados. A *primeira providência*, se possível, é *desligar o circuito*, mas se isto representar dificuldade com perda de tempo, temos que cuidar de imediato do combate ao incêndio. **NUNCA USE ÁGUA EM CIRCUITOS ELÉTRICOS.**

O incêndio classe C pode ser combatido eficientemente com *CO<sub>2</sub>* ou *PÓ QUÍMICO*.

**CLASSE D** - São incêndios que envolvem metais combustíveis tais como sódio, potássio, magnésio, titânio e alumínio. A extinção é feita usando-se agentes absorvedores de calor, tais como alguns pós químicos que não reagem com estes metais em combustão.

<b>AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DOS EXTINTORES DE INCÊNDIO</b>				
<i>CONTEÚDO</i>	<i>CLASSE</i>	<i>VANTAGENS</i>	<i>DESVANTAGENS</i>	<i>PRECAUÇÕES</i>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>A, B, C</b>	Abafa o fogo e não conduz eletricidade, podendo assim ser usado em qualquer classe de incêndio	Menos efetivo em áreas abertas onde ocorrem rajadas. Se a origem do incêndio não for removida, o fogo pode voltar. Pode sufocar em local fechado.	Tenha cuidado em espaços não ventilados com uma eventual sufocação.
<b>Pó Químico</b>	<b>A, B, C ou D</b>	Mais eficaz para abafar em áreas abertas com vento. Impede o processo químico da combustão.	Avaria equipamentos e instalações pelo resíduo que deixa.	Nunca deve ser descarregado parcialmente. Descarregue por completo e recarregue-o
<b>Espuma</b>	<b>A, B</b>	Mais efetivo em incêndios classe B. Pode ser usado em incêndios classe A	Deixa um resíduo sujo. Não deve ser usado em incêndios classe C.	
<b>Halon</b>	Comumente disponível em sistemas fixos e unidades portáteis para combater incêndios classe <b>A, B e C</b> . Atualmente está sendo retirado de uso por conter agente destruidor da camada de ozônio, e está banido nos países desenvolvidos desde o ano 2000.			Os manômetros podem ser ilegíveis. Tem o peso verificado anualmente e etiquetado.
<b>Obs.</b>	<b>A - Combustíveis comuns:</b> madeiras, roupas, borracha, papel e diversos plásticos. <b>B - Líquidos inflamáveis:</b> óleos, gasolina, solventes, graxas e algumas tintas. <b>C - Equipamentos elétricos:</b> painéis elétricos, caixa de fusíveis, equipamentos elétricos energizados. <b>D - Metais combustíveis:</b> magnésio, sódio, potássio, titânio e alumínio.			

## **PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIOS:**

O requisito fundamental para prevenção contra incêndios é zelar pela limpeza e arrumação da área sempre observando o seguinte:

- 1-Não deixar estopas, papéis ou qualquer material que facilmente pega fogo espalhados pelo chão.**
- 2-Manter afastados dos Fornos ou qualquer fonte geradora de calor baldes e tambores com óleo ou outros combustíveis, botijões com gases inflamáveis.**
- 3-Armazenar gases e combustíveis líquidos voláteis em locais ventilados e ter uma boa manutenção**
- 4-Mantenha em bom estado e protegidas as instalações elétricas.**
- 5-Inspeccione e execute as manutenções adequadas em tubulações de materiais combustíveis.**
- 6-Informe seu superior e a equipe de Segurança da empresa sobre qualquer irregularidade ou anomalia que seja uma possível fonte causadora de incêndio.**
- 7-Em hipótese alguma faça improvisações com objetivo de acelerar a finalização de tarefas que apresentem riscos tanto pessoais quanto às instalações em geral.**

## PRINCIPAIS CAUSAS DE INCÊNDIO

- **Armazenagem de gases ou líquidos inflamáveis em locais não ventilados** - Os gases e vapores se misturam com o ar do ambiente e formam mistura explosiva. O risco é de explosão seguida de incêndio.
- **Instalações elétricas em mau estado ou desprotegidas, expostas a calor excessivo** - Diariamente são veiculadas notícias de incêndios que começaram com um curto circuito ou por causa de instalação elétrica inadequada ou mal conservada.
- **Área com óleo esparramado pelo chão e com materiais combustíveis** - paletes de madeira, trapos, estopas e recipientes misturados com óleo, gasolina ou solventes são potenciais focos de incêndio.
- **Cigarros e fósforos jogados em locais de risco** – Quando um cigarro é arremessado à beira da estrada pode provocar incêndios catastróficos em região de florestas. O mesmo pode ocorrer quando jogado em áreas conforme acima descritas. As “bitucas” ou “guimbas” devem ser apagadas e jogadas em cinzeiros.
- **Peças ou cargas que ficam parcialmente fora do óleo quando são imersas para temperar** .
  - **Em tanque de óleo de temperatura “aberto”** que tem contato direto com o ar, a talha ou ponte rolante pode falhar justamente na hora em que a peça ou a carga está entrando no óleo ou, por outro motivo qualquer, ela se desprende e cai ficando parcialmente fora do óleo. Neste caso, a porção que não mergulhou age como pavio e rapidamente eleva a temperatura da superfície do óleo, principalmente se não houver boa agitação, ocorrendo então a ignição do óleo seguida de incêndio. **Nesta situação deve-se iniciar o combate ao incêndio imediatamente** para impedir que a chama se espalhe por ação de seu próprio calor **atacando a base da chama e a porção emersa da carga, por dois lados, com CO<sub>2</sub>** e de preferência **abafando a superfície exposta do óleo, fora do foco do incêndio, com espuma ou pó seco**. O CO<sub>2</sub>, além de extinguir o fogo por abafamento, tem ação congelante e ajuda a porção emersa da carga a resfriar e portanto deixar de agir como pavio de ignição.
  - **Em tanques de óleo de temperatura “encapsulados” tais como nos Fornos Combustol tipo “T”** pode ocorrer mergulho parcial da carga no óleo devido à falta de ar comprimido, defeito do cilindro hidro-pneumático, travamento da carga ou do cesto, ou por algum outro motivo.

A situação não é tão grave como no caso do tanque aberto porque o que está em contato com o óleo não é o oxigênio do ar e sim o gás endotérmico ou metanol/N<sub>2</sub> (que não contém oxigênio suficiente para provocar a combustão). Não havendo oxigênio, não há como estabelecer um incêndio dentro da câmara do tanque de óleo. Porém, a situação pode parecer assustadora porque ocorre uma **evaporação muito intensa do óleo**, e o grande volume de de óleo pulverizado misturado com o gás da atmosfera do Forno sai pela “tampa de explosão” da câmara formando em contato com o ar, uma chama muito alta, geralmente atingindo o telhado. Como em qualquer outra situação de incêndio, a ordem é não se apavorar e agir rápido.

### A orientação para controlar esse tipo de incêndio é:

1. Embora a chama estabelecida na saída da válvula de alívio de pressão do Forno (tampa de explosão) impressione pelo tamanho, ela não representa ameaça imediata à parte elétrica e nem à integridade física de quem vai combatê-la.
2. ***Mantenha o painel elétrico energizado e os agitadores ligados para não interromper a agitação do óleo.*** Este procedimento é importante para que a superfície do óleo seja mantida a mais fria possível reduzindo a intensidade de evaporação de óleo.
3. **Mantenha a plataforma com a carga na posição mergulhada.**
4. **Não abra a porta de saída do Forno sob nenhuma hipótese para combater o “incêndio”.** *Dentro da câmara não há incêndio pois, o fogo está do lado de fora do Forno.*
5. Mantenha o Forno alimentado normalmente com gás endotérmico ou metanol/N<sub>2</sub>. Se o Forno possuir rede de alimentação de **nitrogênio**, troque o gás endotérmico pelo **nitrogênio** que poderá contribuir para redução rápida do tamanho da chama.
6. Tomadas essas providências **“AGUARDE”**. Previna-se contra um eventual desabamento de uma ou outra telha utilizando capacete e procure ficar em local seguro. Rapidamente a chama pelo escape irá diminuir e voltar ao normal.
7. Após normalizada a chama, em função da massa da carga, aguarde entre 1 e 2 horas antes de abrir a Porta de Saída do Forno para remoção da carga. Mesmo assim, abra a porta com cautela e feche a imediatamente se for notado algum indício de fogo sobre o óleo ameaçando se alastrar. Nesse caso, aguarde mais tempo até tentar de novo. Não permita a circulação de pessoas pela área colocando cordão de segurança pois, pode ocorrer queda de telhas.

### • **INCÊNDIO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

- ◇ A título de prevenção, obtenha informações com o departamento de Manutenção sobre os procedimentos para manobrar as chaves de alimentação dos equipamentos pois, se ocorrer incêndio dentro do painel de comando será necessário desligar a chave de alimentação do grupo de equipamentos por ela alimentados.
- ◇ ***Exija que o departamento de Manutenção mantenha identificadas as chaves de alimentação de energia elétrica de cada equipamento para possibilitar sua rápida visualização a quais equipamentos elas pertencem.***
- ◇ Antes de iniciar o combate do incêndio dentro do painel de comando, desligue a respectiva chave geral.
- ◇ Sendo o incêndio na instalação elétrica nas imediações ou a bordo do equipamento, desligue sua chave geral.

- ◇ Combata o incêndio com extintor de **CO<sub>2</sub> ou PÓ QUÍMICO** sempre buscando dirigir o jato do extintor contra o foco do incêndio. Procure primeiramente pela equipe de combate a incêndio do setor e caso não a encontre atue sempre com segurança para evitar que as conseqüências sejam mais graves.
- ◇ Procure manter-se sempre informado quanto aos procedimentos em caso de emergência em qualquer situação de risco pois, nenhum equipamento ou aparelho de segurança por mais sofisticado que seja poderá substituir uma pessoa bem orientada ou bem treinada.

## PREVENÇÃO CONTRA EXPLOSÕES

***EXPLOSÃO*** é uma expansão repentina do ar ou de gases que se propaga num determinado ambiente que pode ser causada por diversos fatores dentre os quais destacamos:

1. Ruptura de vasos de pressão (caldeiras, cilindros de hidrogênio ou de oxigênio);
2. Reação química (mistura de gás com oxigênio<sup>1</sup>, explosivos convencionais em geral);
3. Fissão ou fusão nuclear (bombas atômicas e de hidrogênio).

Em tratamento térmico deve-se ter atenção com o primeiro tipo mencionado.

Jamais colocar cilindro de gás em local quente pois, o aquecimento de seu conteúdo aumenta a pressão interna podendo contribuir para sua ruptura ocasionando uma explosão.

Se o cilindro contiver gás combustível certamente ocorrerá um incêndio caso haja algum ponto incandescente nas imediações ou se algum estilhaço ao se chocar provocar faíscas ou ainda, uma segunda explosão se houver condições de se formar uma mistura gás-ar.

Áreas que possuem Fornos de atmosfera controlada (**Fornos Combustol tipo “T”, Nitemper e Fornos com gás endotérmico**) são mais suscetíveis a riscos de incêndio ou explosões.

Outros equipamentos que possuem riscos potenciais são os Fornos de banhos de sais aos quais também deve-se dar especial atenção.

*Misturas de gás com ar (gás endotérmico com-ar, gás propano com ar ou GLP com ar)* podem se formar no interior dos Fornos ou em ambientes confinados sem ventilação que explodem logo que entram em contato com um ponto incandescente (resistência de aquecimento, chama piloto, cigarro aceso, centelha ou faísca, etc.). **A temperatura de ignição é de 560°C.**

Com a temperatura do Forno acima de 760°C, os gases podem ser introduzidos sem perigo de ocorrer explosão.

Condições de risco de explosão acontecem quando o Forno está frio e em seu interior existe resíduo de gás que não foi devidamente exaurido.

Antes da execução de qualquer trabalho no interior do Forno deverá ser feita uma purga com nitrogênio ou promover uma ventilação forçada com objetivo de remover qualquer gás residual que represente uma condição de incêndio ou explosão.

---

<sup>1</sup> vapores de líquidos combustíveis tais como solventes, gasolina, querosene, etc., se comportam como gases combustíveis.

□ **RELATO DE FATOS OCORRIDOS** (descrição aproximada da ocorrência):

- a) **No Forno tipo “T”** que estava operando em processo de cementação, houve defeito de comando e a porta intermediária não abriu durante a transferência da carga da câmara de aquecimento para o tanque de óleo.

A carga travou contra a porta intermediária e houve pane no mecanismo da corrente transportadora impossibilitando sua operação manualmente e de continuar produzindo.

O Forno foi desligado e para não perder a carga, o gás endotérmico foi mantido durante seu resfriamento até que a temperatura de 760°C fosse atingida.

As portas do Forno frio foram abertas não tendo ocorrido a ignição ou queima de uma pequena porção de gás endotérmico, que é mais leve que o ar, que ficou retido na caixa da porta intermediária e lá permaneceu durante todo o período de manutenção do Forno misturando-se com ar ambiente.

O espaço dentro da caixa da porta intermediária é de difícil ventilação sendo portanto um local de possível retenção de atmosfera do Forno.

Depois de consertado o Forno e religado para aquecer, a mistura de gás endotérmico com o ar contida na caixa da porta intermediária que entrou em contato com algum ponto quente do Forno entrou em ignição provocando uma explosão.

**Nota:**

Normalmente, quando se resfria o **Forno tipo “T”**, logo ao desligar o aquecimento, enquanto ele ainda está com temperatura alta, **deve-se interromper a vazão de gás endotérmico**, ou seja, todas as válvulas de alimentação de endogás, gás propano e amônia devem ser fechadas. Para proteção da carga contra oxidação deve ser admitido nitrogênio durante a fase de resfriamento do equipamento.

**COMENTÁRIO:** Neste caso, o volume de mistura foi muito pequeno e, mesmo assim, a explosão foi sentida a aproximadamente cem metros do local, arrancou a porta de saída do Forno arremessando-a contra a parede e provocou deformação da caixa de alojamento da porta intermediária.

***SE UM VOLUME DE MISTURA TÃO PEQUENO CONSEGUE FAZER TAL ESTRAGO, PODE-SE IMAGINAR A VIOLÊNCIA DA EXPLOSÃO QUANDO TODO O FORNO FRIO CONTIVER UMA MISTURA “GÁS-AR”.***

**Ao religar o aquecimento do Forno mantenha a porta de saída do tanque de têmpera aberta até que a temperatura de 760°C seja atingida.**

**ATENÇÃO**

**Nunca ligue o aquecimento do Forno com as PORTAS FECHADAS e ele ainda estiver frio ou com sua temperatura muito baixa pois, pode ocorrer EXPLOSÃO devido à combustão de gás residual em seu interior.**



- b) *Forno desligado por falta de serviço ou para manutenção, passa algum tempo frio, à temperatura ambiente e com suas portas fechadas após ter sido vistoriado ou consertado.*

Até aí, nenhum problema. O gás tinha sido queimado com o Forno ainda quente sem que houvesse qualquer condição insegura.

Não foi percebido porém que havia um pequeno vazamento de gás propano pela válvula de bloqueio de alimentação do gás.

Com o Forno fechado aos poucos foi se formando uma mistura ar-gás dentro dos limites de ignição, portanto explosiva.

Para agravar mais ainda a situação, o Forno foi ligado para reaquecer quando a mistura já estava alcançando a proporção ideal (1 parte de gás propano para 25 partes de ar).

Quando esta mistura ar-gás entrou em contato com um ponto incandescente das resistências de aquecimento a 560°C ocorreu um forte explosão.

## **COMENTÁRIO**

Não haverá qualquer risco de explosão se antes de ligar o Forno for executada uma purga com **nitrogênio** durante 30 minutos com vazão de 5 a 7 vezes o volume da câmara e se esta injeção de nitrogênio for mantida após ligar o aquecimento até que seja atingida uma temperatura superior a 600°C.

Durante a fase de aquecimento do Forno os a PORTA DE SAÍDA TÊM QUE FICAR ABERTA E OS PILOTOS TÊM QUE FICAR APAGADOS.

## **ÓLEO DE TÊMPERA CONTAMINADO POR ÁGUA**

### **Vazamento de água para o tanque de óleo de têmpera.**

Caso o óleo tenha sido contaminado por água devido a qualquer tipo de vazamento todo o óleo do tanque deve ser substituído.

Ao mergulhar a carga aquecida no óleo de têmpera contaminado por água, a pressão interna da câmara de têmpera aumentará violentamente devido à formação instantânea de vapor de água o qual provocará a pulverização do óleo que será exaurido através da tampa de explosão do Forno. O óleo pulverizado entrará em contato com a chama piloto entrando em combustão com conseqüente **Explosão seguida de Incêndio.**

## **ATENÇÃO**

**Verifique diariamente se existe algum tipo de vazamento de água para o tanque de óleo de têmpera do Forno.**

**Execute teste do óleo de têmpera diariamente para certificar-se de que o mesmo está sem água sob risco de “acidente”.**

## EXPLOSÃO EM FORNOS DE BANHO DE SAIS

### **Principais causadores de explosão em Fornos de Banho de Sais:**

- ✓ Peças ocas e frias carregadas em banhos que se encontram em alta temperatura;
- ✓ Reação química com impurezas ou sais estranhos arrastados para dentro do banho;
- ✓ Introdução de peças umedecidas com água no banho em alta temperatura;
- ✓ Combinação dos fatores acima.

### • ***Peças ocas carregadas em banhos de alta temperatura:***

Caso alguma uma peça tubular oca que possua as duas extremidades fechadas seja introduzida no Forno Banho de Sal que se encontra aquecido ocorrerá uma forte expansão do ar contido em seu interior provocando seu rompimento devido à queda da resistência do aço provocando expulsão de sal incandescente. Dependendo do tamanho da peça, do nível do banho e da posição da peça dentro do banho o sal líquido poderá se espalhar por um raio que pode superar 15 metros.

O sal fundido à alta temperatura poderá provocar graves queimaduras nas pessoas que estiver nas proximidades e até provocar incêndio caso atinja algum material combustível.

**A COMBUSTOL recomenda que sempre que uma peça com aparência de ter sido fabricada com material tubular ou que apresente alguma cavidade não visível seja devidamente avaliada pela engenharia antes de realizar seu tratamento térmico para evitar qualquer risco de acidente.**

### • ***Reação química com impurezas ou sais estranhos:***

Para realização de tratamento térmico em Forno a Banho de Sal é necessário executar a limpeza adequada e pré-aquecimento das peças.

O contato de sal de martêmpera do tipo AS 140 (composto de nitritos e nitratos) com sal de cementação provoca uma reação explosiva que pode arremessar sal líquido na mesma condição acima descrita.

### • ***Água, umidade***

**As peças têm que entrar limpas e preaquecidas nos Fornos de banhos de pré-aquecimento e de alta temperatura. Peças molhadas ou úmidas provocam o mesmo efeito que uma reação química explosiva.**

## RECOMENDAÇÕES PARA PREVENIR EXPLOSÕES EM FORNOS DE BANHOS DE SAIS:

- ***Não trabalhar com peças ou dispositivos fabricados de material tubular que não estejam devidamente preparados para tratamento térmico.***
- ***Execute a limpeza das peças.***
- ***Pré aqueça as peças antes de realizar o processo de tratamento térmico em Forno de Banho de Sal.***

## ***Fontes de Referências:***

- 1-Manual de Instruções Fornos modelo “T”
- 2- Treinamento de combate a Incêndio