



# FUMOS

PI2 – MATERIAIS EDUCACIONAIS



# Fumos

Fumos da soldadura: Mistura complexa de partículas metálicas.

Formados quando um metal é aquecido acima do seu ponto de ebulição e o vapor condensa-se em partículas muito finas (sólidas).

Contém partículas do eléctrodo e do material a ser soldado.

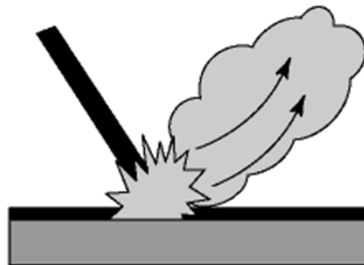
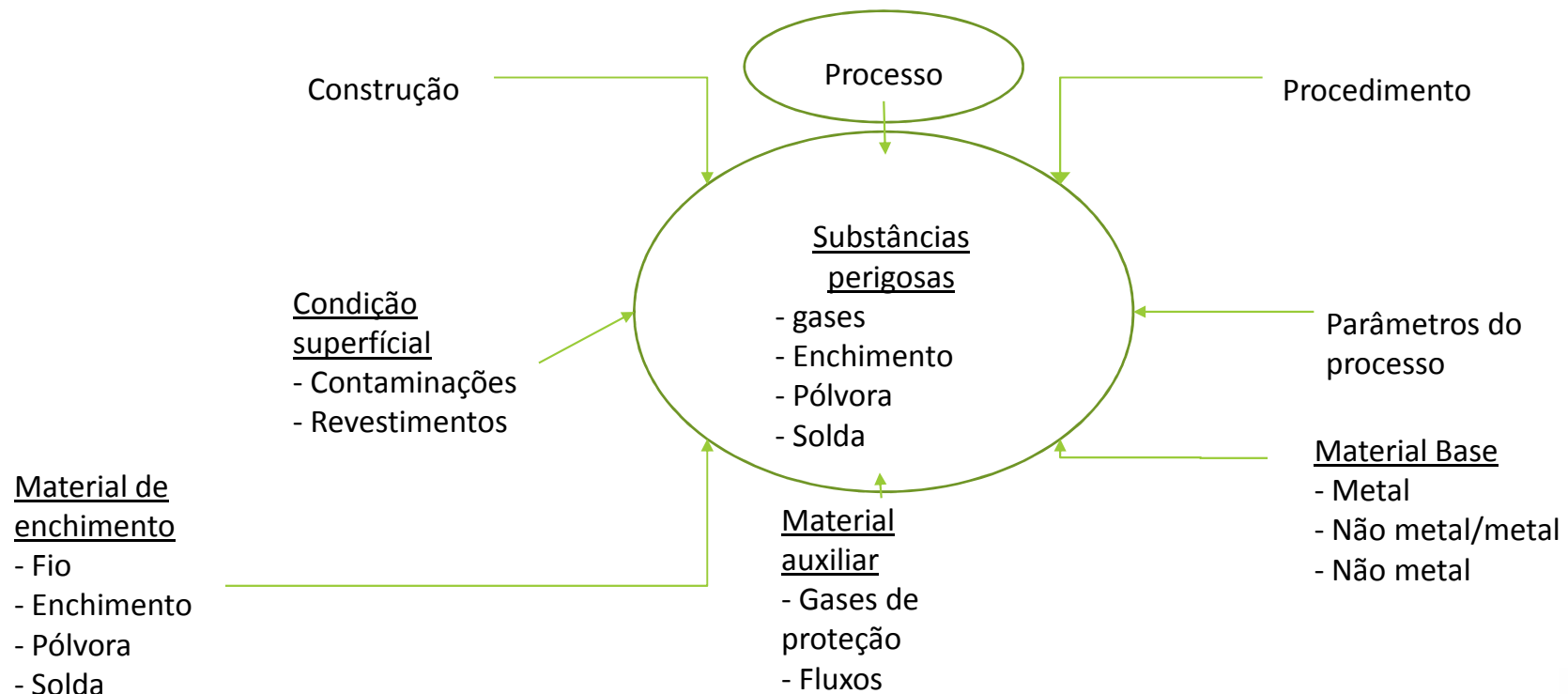


Figura 1 – Fumos da soldadura. Fonte [https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/welding/fumes.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/fumes.html)

# Substâncias perigosas

Figura 2 – Substâncias perigosas. Fonte: Doc. IIW VIII 2085-2009, excerpt from BGI 593



## Dois tipos de efeitos na saúde

---

- ✖ Agudos: Efeitos a curto prazo (imediatamente após a exposição);
- ✖ Crónicos: Efeitos a longo prazo (exposições de baixo nível, repetidas);  
Sintomas desenvolvidos num determinado período de tempo.

Exemplos:

- ✖ Embriaguez = efeito agudo do excesso de álcool;
- ✖ Danos cerebrais e do fígado = efeito crónico;
- ✖ Fumar: Agudo = tonturas, falta de ar;  
Crónico = Cancro do pulmão, Enfisema;



# Limites de exposição

---

Dois tipos principais:

- PEL: Limites de exposição admissíveis (expostos até 8 horas por dia, 40 horas / semana, sem sofrer efeitos adversos à saúde);
- TLV: Valores limite. Limites de Exposição Recomendados. Os PELs precedem os TLVs;

## Efeitos tóxicos

---

✗ **Corrosivo:** Líquidos ou sólidos que causam destruição visível ou alterações irreversíveis no tecido humano.

- *Exemplos: Ácidos, Fluxos, Cáusticos, Hidróxidos, Amónia*

✗ **Irritante:** Resposta inflamatória dos olhos, pele ou sistema respiratório

- *Exemplos: Fumos, Poeiras, Quase todos os vapores químicos*

✗ **Neurotoxinas:** Causa danos neurológicos no sistema nervoso central, (depois de longos períodos de exposição).

- Exemplos: solventes

# Classificação de substâncias perigosas particuladas em processos de soldadura e afins, de acordo com o tamanho das partículas

Pó inalável					
Fumos e poeiras gerados durante a pulverização térmica					
Fumos gerados durante o corte térmico					
Fumos gerados durante a soldadura					
Fumos gerados durante a soldadura e a brasagem					
Partículas ultrafinas(UFP)					
001 µm	0,1 µm	1 µm	10 µm	15 µm	100 µm
Respiráveis				Não respiráveis	

Tabela 1 – Classificação dos fumos de acordo com o tamanho das partículas. Fonte: EN481

# Ventilação

Primeira opção

Perigos num espaço confinado?

Entrada de volume de ar num local seguro?

Ventilação contínua?

Verificar o espaço confinado antes de entrar.

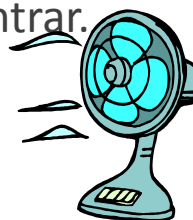


Figura 3 - Condições de Soldadura inadequadas. Fonte:  
<https://www.lincolnelectric.com/en-us/support/welding-solutions/Pages/Five-potential-welding-safety->



# Fumos

---

- Fumos = Pequenas partículas sólidas
- Partículas foram volatilizadas para o estado gasoso
  - Partículas MUITO pequenas (90% mais pequena do que 1 micron)
- Pequenas partículas: ALTAMENTE respirável (podem entrar profundamente nos pulmões)
- Variam consideravelmente na toxicidade
- Fontes:
  - **Consumíveis ou metal de enchimento;**
  - Metal base;
  - **Revestimentos ou tratamentos superficiais;**

# Fatores que afetam a formação e a exposição dos fumos

---

- Tipos de consumíveis (Composição, tipo de revestimento/fluxo);
- Corrente;
- Polaridade;
- Taxa de fornecimento do fio;
- Quantidade do tempo de arco;
- Posição de soldadura;
- Ventilação;

## Fumos metálicos - Crómio

### Meios de exposição

- Contacto com a pele;
- Inalação;
- Ingestão;

### Forma trivalente

- Irritante;

### Forma hexavalente

- Cancro:
  - A evidência é principalmente da cromagem; menor para soldadura;
- Formas solúveis:
  - Perfuração do septo nasal;
  - Irritação nasal;
  - Úlceras nasais;
  - Asma;
  - Bronquite;
  - Reações cutâneas alérgicas;
  - Úlceras da pele;
  - Dermatite de contacto irritativas

## Soldadura e Cr<sup>+6</sup>

A exposição pode variar muito:

- Gerado durante a soldadura, o corte de aço inoxidável ou estruturas metálicas revestidas com tinta cromada;
- Galvanização (cromagem);

Indústrias afetadas:

- Processamento de comida;
- Processamento químico;
- Fundições;
- Fabricantes de metal;
- Operações em equipamentos / reparos;
- Fabricantes de tanques / camiões;
- Construção naval;
- Utilidades elétricas;
- Trabalhos de manutenção em equipamentos SS;
- Demolição e reparação;

## Proteção respiratória

Requerido quando as exposições excedem o PEL e:

- Onde o controlo não é viável (isto é, manutenção, atividades de reparo)
- Controlos não podem obter  $< \text{PEL}$
- A exposição ocorre em  $< 30$  dias / ano
- Durante emergências.



Figura 4 –Uso adequados dos respiradores. Fonte <https://www.allsafetyproducts.com/msa-pressure-demand-supplied-air-respirators-p-22150.html>

## Determinação da Exposição

Se as amostras mostrarem  $<$  Nível de ação

- Pode descontinuar a monitorização

Se as amostras mostrarem  $\geq$  Nível de ação

- Monitorização periódica a cada 6 meses

Se as amostras mostrarem  $\geq$  Nível de exposição permissível

- Monitorização periódica a cada 6 meses

Monitorização adicional se o processo mudar.

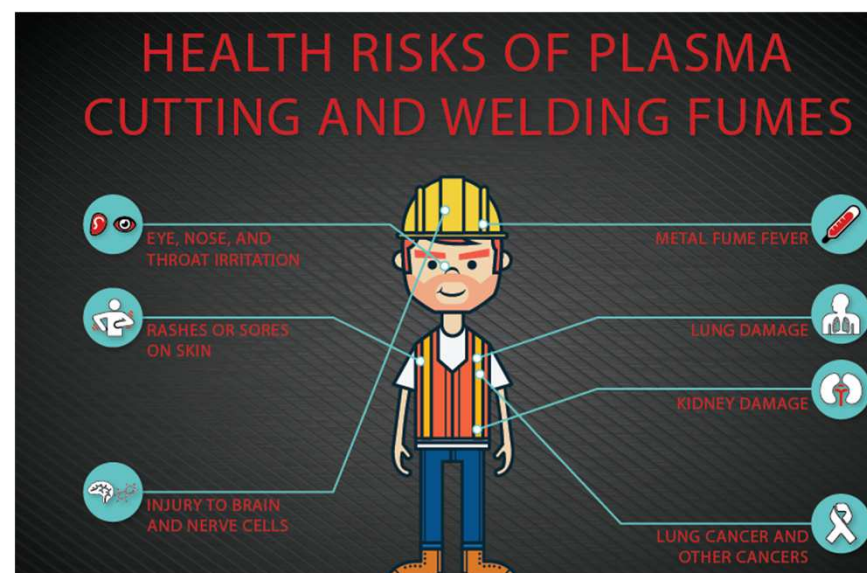


Figura 5 – Riscos para a saúde do corte por plasma e fumos de soldadura.  
Fonte: [https://www.isystemsweb.com/wp-content/uploads/2016/09/Plasma-cutting-and-Welding-fume\\_paper-1.pdf](https://www.isystemsweb.com/wp-content/uploads/2016/09/Plasma-cutting-and-Welding-fume_paper-1.pdf)

## Como se controlam os fumos?

Quando o risco não puder ser removido/substituído, a abordagem é criar uma barreira à exposição, ou, ventilar localmente para remover os fumos e/ou contaminantes do ar do local de trabalho.

O que fazer mais?

Mudar o processo de soldadura;

- Usar o MIG ou, ainda melhor, TIG

Use fios/hastes de solda projetados para gerar menos gases;

Mudar a fonte de energia;

Trocar o gás protetor;

Remoção do fumo/extração.



Figura 6 – Tocha de extração. Fonte:  
<https://www.westermans.com/sifgun-fume-extraction-torch.aspx>

## Extração dos fumos/remoção

### Vácuo baixo (Alto volume)

- Remover grandes quantidades de ar a uma velocidade baixa e a uma pressão baixa.
- Se o acesso à junta não permitir o uso de pistolas de fumo ou de cabeças de sucção, o vácuo baixo é recomendado.
- Se houverem fumos da soldadura, depois de se soldar, devido aos óleos ou às pinturas, as pistolas de fumo não vão funcionar.



Figura 7 – Extrator portátil de vácuo baixo.  
Fonte: <https://uedata.amazon.com/Mobiflex-100-NF-Portable-Vacuum-Single/dp/B001TG703E>



## Extração dos fumos/remoção

### Vácuo Alto (Baixo volume)

- Captura os fumos o mais próximo possível do arco, usando pistolas de extração ou cabeças com um funil de diâmetro menor, entre 3-5cm, e a cerca de 10 a 15 cm do arco.
- O fumo é capturado antes de alcançar a zona de respiração dos operadores.



Figura 8 –Unidade de alto vácuo. Fonte: <https://www.lincolnelectric.com/en-us/equipment/weld-fume-control/Pages/portable-units.aspx>

Necessidade de ventilação mais intensiva ex.	Ventilação menos intensa pode ser suficiente para, por ex.
<ul style="list-style-type: none"> <li>•especialmente altas taxas de fluxo de gás</li> <li>•especialmente altas intensidades de corrente</li> <li>•Contaminação das superfícies de peças</li> <li>•Condição territorial desfavorável, (por exemplo, espaços confinados.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•especialmente baixas taxas de fluxo de gás</li> <li>• especialmente baixas intensidades de corrente</li> <li>• condições espaciais favoráveis, ex. salões altos, condições de fluxo favoráveis</li> <li>• condições de fluxo favoráveis (por exemplo, aberturas de telhado e fornecimento de ar no piso)</li> <li>•</li> </ul>

Tabela 2 – Critério de seleção da ventilação. Fonte: ISIM

## Programa de proteção respiratória

Programa escrito de proteção respiratória, com procedimentos específicos do local de trabalho e elementos para o uso obrigatório, incluindo:

- Procedimentos para seleção de respiradores;
- Avaliações médicas de funcionários que usam respiradores;
- Teste de respiradores apertados;
- Procedimentos para o uso adequado de respiradores.



Figura 9 – Respirador. Fonte:  
<https://www.cromweld.com/best-welding-respirators>

# Tipos de equipamentos de proteção respiratória

---

Fumos, pós e respiradores mistos:

- Respiradores de filtro mecânicos: proteção contra substâncias transportadas pelo ar (poeiras, névoas, fumos de metal);
- Respiradores de filtro mecânico não fornecem a proteção contra gases, vapores ou deficiência de oxigênio;



Figura 10 – Respirador de filtro mecânico. Fonte <https://www.totaltools.com.au/safety/respiratory-protection/32055-prochoice-respirator-dust-mist-mask-with-valve-12-pack-pc321>

# Tipos de equipamentos de proteção respiratória

---

## Capuz de ar fornecido:

- Onde o utilizador requer proteção contra o fluxo de ar, para fins de arrefecimento;
- Não deve ser usado em situações em que o utilizador estaria em perigo;

## Linha de respiração:

- Máscara facial completa fornecida com ar respirável por um compressor;
- Cuidado para evitar danos na mangueira e no regulador durante o uso.

## Identificar e avaliar potenciais perigos

---

Auditorias / medições de monitorização devem ser realizadas periodicamente (verifique a conformidade e estabeleça um ambiente livre de riscos).

Aprovar o equipamento de proteção individual a ser usado e verificar regularmente.

## Regulamentos e Recomendações Europeias e Nacionais

- EN ISO 15011-4: Saúde e segurança em soldadura e processos relacionados. Método de laboratório para amostragem de fumos e gases. Folhas de dados de fumos
- EN ISO 15012-1, -2 e -4: Saúde e segurança em soldadura e processos relacionados - Equipamento para captura e separação de fumos de soldadura - Parte 1: Requisitos para testes e marcação de eficiência de separação.
- EN ISO 21904-3: 2018: Saúde e segurança em processos de soldagem e afins. Requisitos, testes e marcação de equipamentos para filtragem de ar. Determinação da eficiência de captura dos dispositivos de extração de fumos.
- EN ISO 10882-1: Saúde e segurança na soldadura e processos relacionados. Amostragem de partículas e gases do ar, na zona de respiração do operador. Amostragem de partículas transportadas pelo ar.
- EN ISO 17652-4: Soldadura. Teste para primário. Emissão de fumos e gases.