

# Segurança na Soldagem



FILIPPE INVENZIONE

# Introdução

- De acordo com o Ministério do Trabalho, os perigos no ambiente laboral podem ser classificados em cinco tipos:
- Risco de acidente;
- Risco ergonômico;
- Risco físico;
- Risco químico;
- Risco biológico.



# INTRODUÇÃO

## 1. Risco de acidente

Qualquer fator que coloque o trabalhador em situação vulnerável e possa afetar sua integridade e seu bem-estar físico e psíquico. São exemplos de risco de acidente: as máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado, armazenamento inadequado, etc.



# INTRODUÇÃO

## 2. Risco ergonômico

Qualquer fator que possa interferir nas características psicofisiológicas do trabalhador, causando desconforto ou afetando sua saúde. São exemplos de risco ergonômico: levantamento de peso, ritmo de trabalho excessivo, monotonia, repetitividade, postura inadequada, etc.



# Introdução

## 3. Risco físico

Consideram-se agentes de risco físico as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, calor, frio, pressão, umidade, radiações ionizantes e não-ionizantes, vibração, etc.



# Introdução

## 4. Risco químico

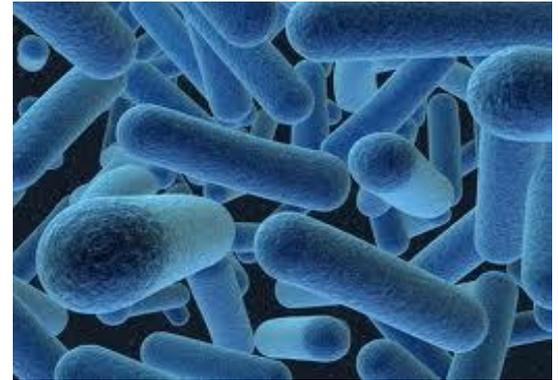
Consideram-se agentes de risco químico as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo do trabalhador pela via respiratória, na forma de poeiras, fumos, gases, neblinas, névoas ou vapores, ou que sejam, pela natureza da atividade, de exposição, possam ter contato com o organismo ou ser absorvidos por ele através da pele ou por ingestão.



# Introdução

## 5. Risco biológico

Consideram-se agentes de risco biológico bactérias, vírus, fungos, parasitas entre outros.



# Introdução

A Soldagem não é pior nem melhor do que outros processos industriais quanto aos riscos relativos à segurança e saúde.

... Mas um número específico de riscos deve ser avaliado e controlado.



# Responsabilidades

A legislação trabalhista específica para a indústria e a aplicação de produtos tóxicos prevê que:

## É obrigação do empregador

- ▶ fornecer os EPI adequados ao trabalho
- ▶ instruir e treinar quanto ao uso dos EPI
- ▶ fiscalizar e exigir o uso dos EPI
- ▶ repor os EPI danificados.

## É obrigação do trabalhador

- ▶ usar e conservar os EPI

**Quem falhar  
nestas obrigações  
poderá ser  
responsabilizado**

# Legislação

- Regulamentação brasileira
  - Portaria 3214 de 1978 (Normas Regulamentadoras – NR – alteradas através de portarias do Ministério do Trabalho.
- As NR, relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT



# Legislação

- O não cumprimento das disposições legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho acarretará ao empregador a aplicação das penalidades previstas na legislação pertinente.



- Constitui ato faltoso a recusa injustificada do empregado ao cumprimento de suas obrigações com a segurança do trabalho.



# Normas Regulamentadoras

- A legislação brasileira é muito limitada em relação às normas de segurança em soldagem.
  - A NR18 em seu item 18.11 trata de alguns aspectos relacionados à segurança em soldagem.
  - NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.
  - Esta NR estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção.



# Normas Regulamentadoras

- 18.11. Operações de Soldagem e Corte a Quente
- 18.11.1- As operações de soldagem e corte a quente somente podem ser realizadas por trabalhadores qualificados.
- 18.11.2- Quando forem executadas operações de soldagem e corte a quente em chumbo, zinco ou materiais revestidos de cádmio, será obrigatória a remoção por ventilação local exaustora dos fumos originados no processo de solda e corte, bem como na utilização de eletrodos revestidos.
- 18.11.3- O dispositivo usado para manusear eletrodos deve ter isolamento adequado a corrente usada, a fim de se evitar a formação de arco elétrico ou choques no operador.
- 18.11.4- Nas operações de soldagem e corte a quente, é obrigatória a utilização de anteparo eficaz para a proteção dos trabalhadores circunvizinhos. O material utilizado nesta proteção deve ser do tipo incombustível.

# Normas Regulamentadoras

- 18.11.5- Nas operações de soldagem ou corte a quente de vasilhame recipiente, tanque ou similar, que envolvam geração de gases confinados ou semiconfinados, é obrigatória a adoção de medidas preventivas adicionais para eliminar riscos de explosão e intoxicação do trabalhador, conforme mencionado no item 18.20 – Locais Confinados.
- 18.11.6- As mangueiras devem possuir mecanismos contra o retrocesso das chamas na saída do cilindro e chegada do maçarico.
- 18.11.7- É proibida a presença de substâncias inflamáveis e/ou explosivas próximo aos cilindros de O<sub>2</sub> (oxigênio).
- 18.11.8- Os equipamentos de soldagem elétrica devem ser aterrados.
- 18.11.9- Os fios condutores dos equipamentos, as pinças ou os alicates de soldagem devem ser mantidos longe de locais com óleo, graxa ou umidade, e devem ser deixados em descanso sobre superfícies isolantes.

# Normas Regulamentadoras

- Legislação Internacional
  - AWS – AMERICAN WELDING SOCIETY  
(Sociedade Americana de Soldagem);
  - ANSI Z49.1- SEGURANÇA NA SOLDAGEM E CORTE;  
(Instituto Nacional Americano de Padrões);



# FUMOS E GASES



# Fumos

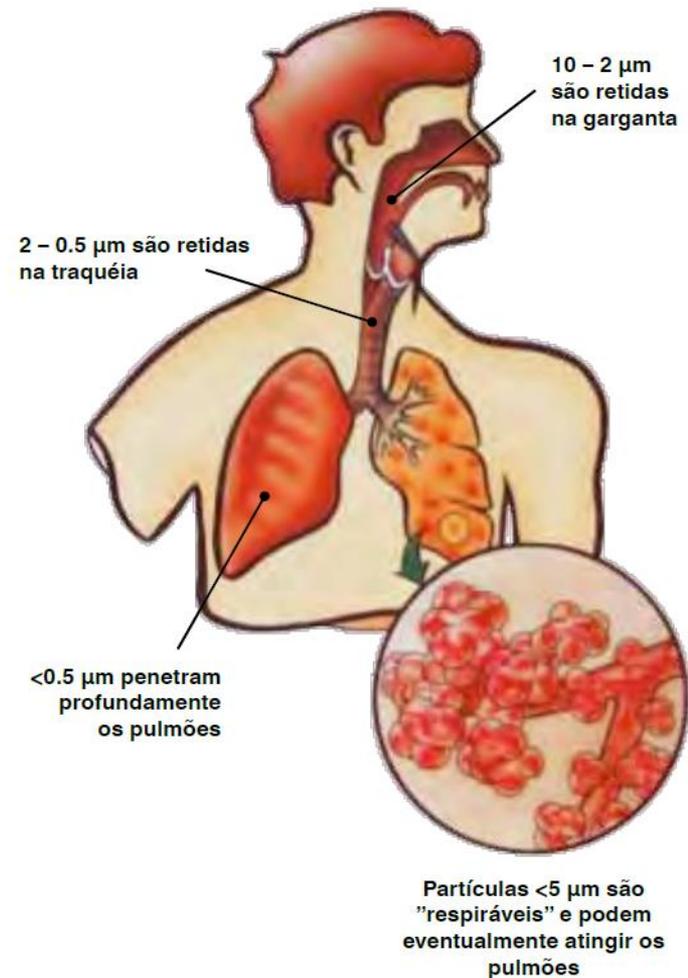
- Fumos são partículas sólidas que tem origem nos consumíveis de soldagem, no metal de base e qualquer camada protetora no metal de base.



Partículas em suspensão coletadas após duas semanas de atividade de solda. Um soldador produz de 20 a 40g de fumos por hora, o que corresponde a aproximadamente 35-70kg por ano.

# O sistema respiratório e as dimensões das partículas

- O tamanho das partículas é importante porque determina o quanto o sistema respiratório é afetado. Partículas maiores que  $5\ \mu\text{m}$  são depositadas no trato respiratório superior. **Partículas entre  $0.1 - 5\ \mu\text{m}$ , que incluem os fumos de solda, penetram na parte interna dos pulmões (os alvéolos) e ficam lá depositadas.**



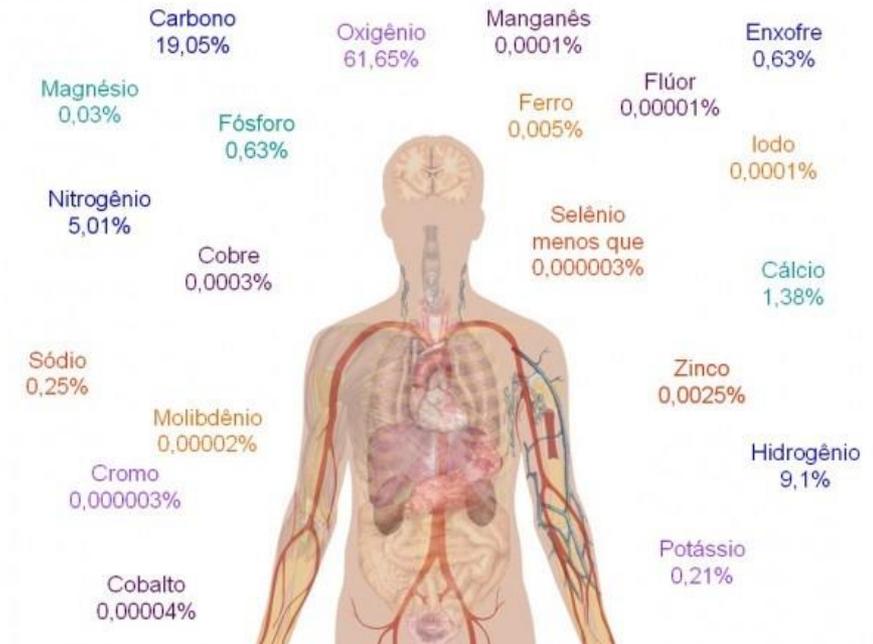
## Riscos

- E onde entram os riscos para a saúde? Em contato com o organismo, esses metais acabam atraindo para si dois elementos essenciais do corpo: proteínas e enzimas. Eventualmente eles se unem a algumas delas, impedindo que funcionem – o que pode levar até à morte. “Os metais pesados também se ligam às paredes celulares, dificultando o transporte de nutrientes”, diz o químico Jorge Masini, da USP. Mesmo assim, o organismo também tem necessidade de pequenas quantidades de alguns desses metais. É o caso do cobre, que nos ajuda a absorver vitamina C.



# Consequências / Metais no nosso corpo

Metais pesados	Danos aos organismos	Fonte
<b>Bário (Ba)</b>	Danos cardiovasculares e ao sistema nervoso, constrição dos vasos sanguíneos, aumento da pressão arterial e morte	Indústrias de cerâmica, borracha, têxtil
<b>Cádmio (Cd)</b>	Carcinogênico e danos renais	Queima de carvão. Indústrias de aço, pigmentos, fertilizantes e pesticidas
<b>Cromo (Cr)</b>	Carcinogênico	Fertilizantes, indústrias de pigmentos, tintas e fertilizantes
<b>Cobre (Cu)</b>	Intoxicação e lesões hepáticas	Indústrias de tubos, válvulas, ligas e algicidas
<b>Mercúrio (Hg)</b>	Envenenamento, danos renais e ao Sistema Nervoso Central e problemas em fetos	Queima de combustíveis, incineração de lixo, mineração, agricultura
<b>Manganês (Mn)</b>	Não é considerado muito tóxico	Indústrias de vernizes, vidros, baterias, fertilizantes
<b>Níquel (Ni)</b>	Irritação gástrica	Indústrias de baterias, moedas, pigmentos, refrigerantes e mineração
<b>Chumbo (Pb)</b>	Envenenamento, distúrbios no Sistema nervoso, anemia, doenças cardiovasculares, danos aos rins, além de interferir no metabolismo ósseo e na reprodução	Indústrias de cerâmicas, plásticos, fertilizantes e mineração
<b>Zinco (Zn)</b>	Biocumulativo	Indústrias de borracha, protetores solares, vitaminas e esgotos



# Sistemas de ventilação e filtragem

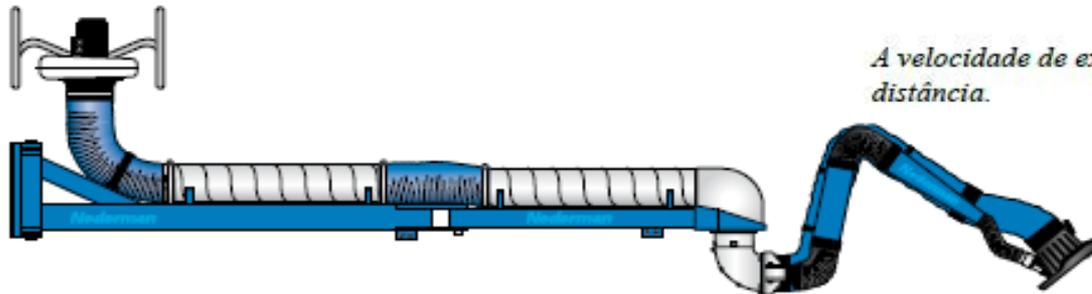
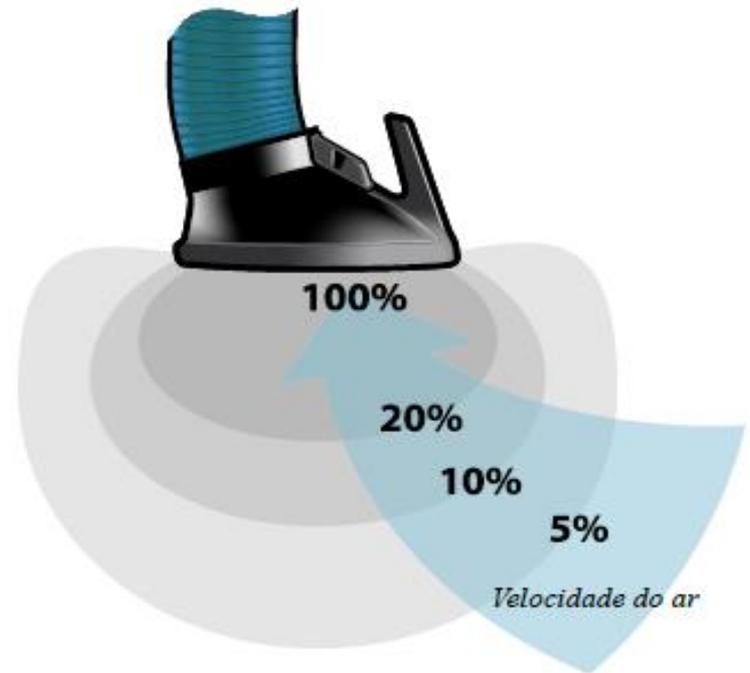
- A coifa do braço extrator deve ser posicionada próxima e acima do ponto de solda em um ângulo de aproximadamente 45°. Para que se evite o risco de inalação dos fumos o soldador deve manter a cabeça fora da zona de extração. Os braços extratores são utilizados em sistemas de baixa pressão e tem a vazão situada entre 600 e 1.900 m<sup>3</sup>/h dependendo do modelo e da aplicação a que se destina.



# Sistemas de ventilação e filtragem

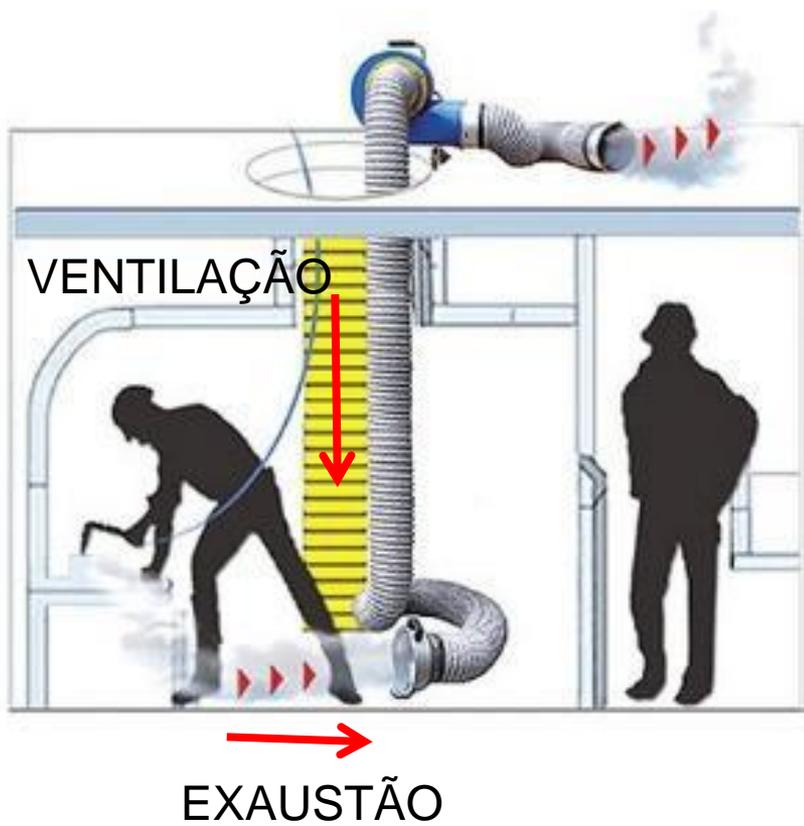


*Se o bocal é posicionado sobre uma superfície a eficiência de extração aumenta (efeito flange).*



*A velocidade de extração varia com o quadrado da distância.*

*As extensões de 4,2m ou 6m aumentam o alcance dos braços extratores.*



# LUMINOSIDADE NA SOLDAGEM



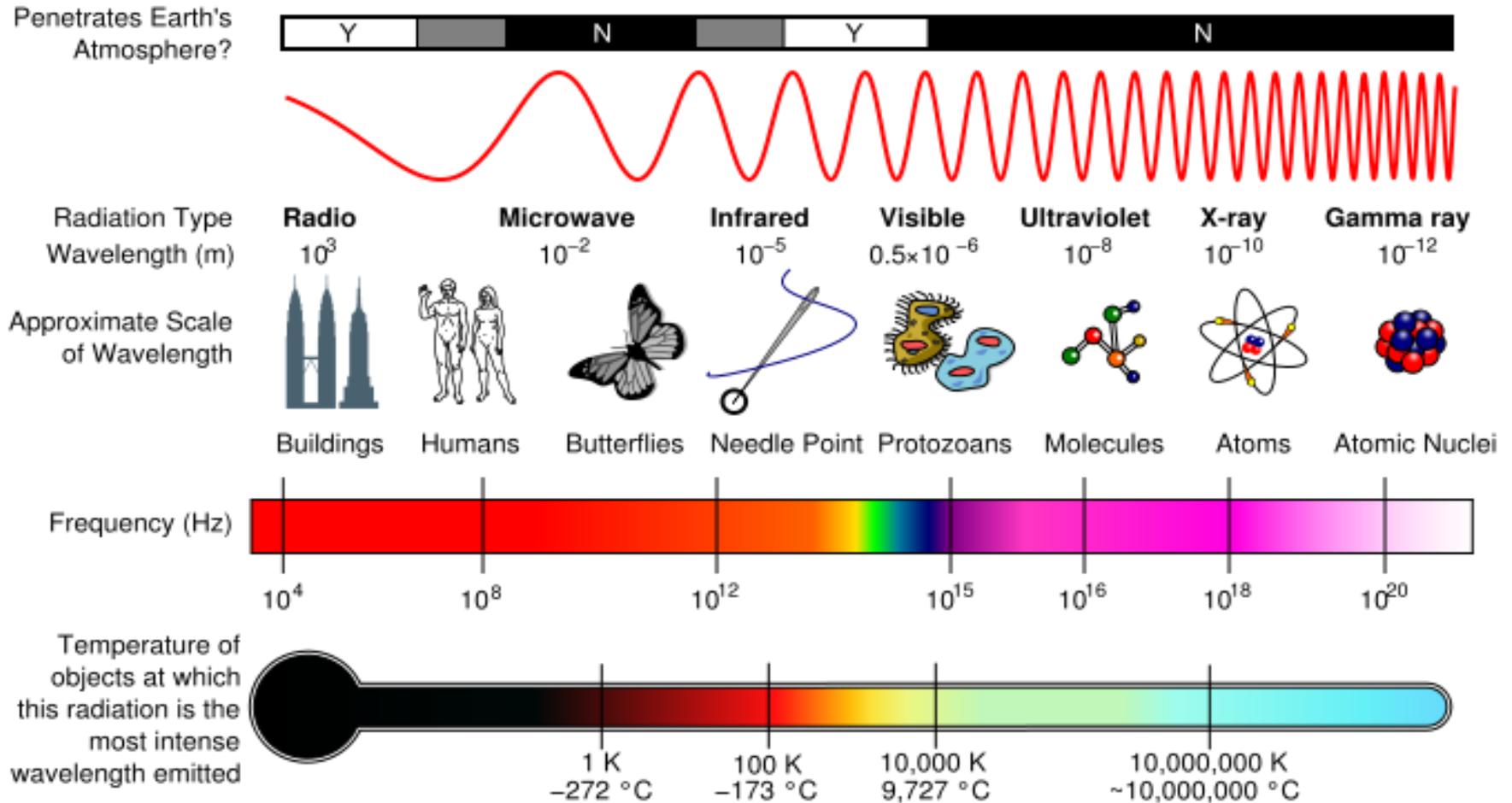
# Luminosidade em soldagem

- Fontes de emissão
- Soldagem a arco elétrico
  - Ultravioleta ( $< 380 \text{ nm}$ )
  - Luz visível ( $380 - 760 \text{ nm}$ )
  - Infravermelho ( $> 760 \text{ nm}$ )
- Soldagem a chama
  - Luz visível
  - Infravermelho
  - Não emite ultravioleta



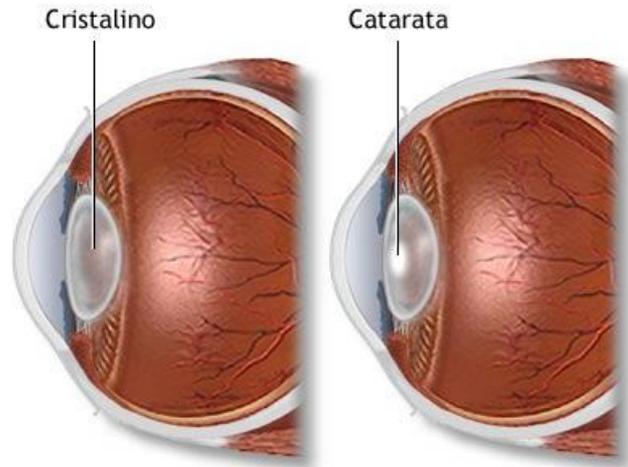
Os raios emitidos pelo arco elétrico percorrem um raio de até 20 m

# Espectro eletromagnético



# Radiação infravermelha

- A radiação infravermelha é emitida por corpos cuja superfície encontra-se à temperatura maior que a do ambiente ao redor deles. Este tipo de radiação é também chamado de calor radiante.
- O principal efeito conhecido sobre as pessoas é o térmico, podendo provocar entre outras consequências, queimaduras na pele (especialmente quando os comprimentos de onda são inferiores a 1,5 micrômetros), cataratas e em casos extremos, lesões à retina.



Proibido o uso de lentes de contato

# Radiação ultravioleta

- A radiação ultravioleta (UV) é a radiação eletromagnética ou os raios ultravioleta com um comprimento de onda menor que a da luz visível e maior que a dos raios X, de 380 nm a 1 nm. O nome significa mais alta que (além do) violeta (do latim ultra), pelo fato de que o violeta é a cor visível com comprimento de onda mais curto e maior frequência.



# Filtros / Máscaras convencionais e automáticas



# Filtros / Máscaras convencionais se automáticas

## MÁSCARAS COM VENTILAÇÃO / AR MANDADO



# Filtros / Máscaras convencionais se automáticas



LENTES DE PROTEÇÃO  
E VIDRO INCOLOR



LENTES DE PROTEÇÃO  
AUTOMÁTICA

# Máscaras auto escurecimento



- Antes:
  - Com a máscara na posição abaixada proporcionando segurança contra riscos de radiação lateral (indireta) ou partícula de lixamento o soldador tem uma visão clara através do filtro de auto escurecimento. Ambas as mãos ficam livres para posicionar precisamente o eletrodo e peças.



- Durante:
  - O filtro muda para posição escura em 0,1 milésimos de segundos da abertura do arco elétrico protegendo contra radiações e fagulamentos diretos.



- Após:
  - O filtro automaticamente retorna a posição clara após realizado o cordão de solda, permitindo uma visão clara da poça de solda bem como a preparação para o próximo cordão. Proteção a visão que aumenta a performance.

# Filtros

Processo	Corrente	Opacidade
Goivagem a arco	até 500 A	12
	de 500 até 1.000 A	14
Plasmacorte	até 300 A	9
	de 300 até 400 A	12
	de 400 até 800 A	14
Soldagem a plasma	até 100 A	10
	de 100 até 400 A	12
	de 400 até 800 A	14
Soldagem com eletrodo revestido	até 160 A (até 4 mm)	10
	de 160 até 250 A (de 4 a 6 mm)	12
	de 250 A até 550 A (acima de 6 mm)	14
Soldagem MIG/MAG	de 60 até 160 A	11
	de 160 A até 250 A	12
	de 250 A até 500 A	14
Soldagem TIG	até 50 A	10
	de 50 até 150 A	12
	de 150 até 500 A	14

Fonte: Norma de segurança na soldagem e corte ANSI Z49. 1

# Máscaras

- Todo cuidado é pouco!!





**CALOR, FOGO E EXPLOSÃO**

# Proteção é essencial!!

- Os acidentes na soldagem são causados principalmente pela falta de atenção, pelo uso incorreto ou o não uso do **EPI** (Equipamento de Proteção Individual), por todos os envolvidos no processo.
  - Todos os acidentes podem ser prevenidos.

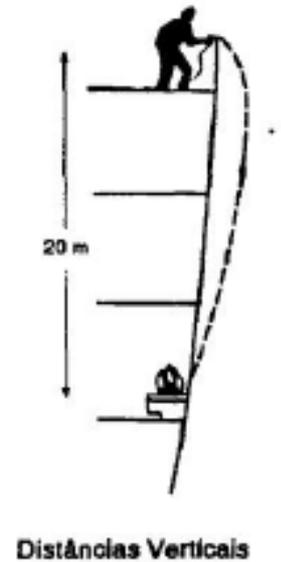
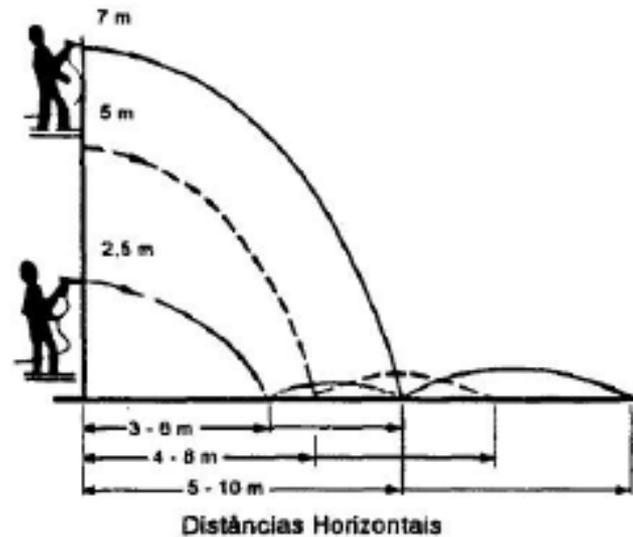


# Conexões de cabos de energia

- Conexões elétricas defeituosas podem aquecer e, eventualmente, derreter. Elas podem ainda ser a causa de más soldas e provocar arcos ou faíscas perigosas. Não se deve permitir que água, graxa ou sujeira se acumule em plugues, soquetes, terminais ou elementos de um circuito elétrico.



- Respingos **Calor, fogo e explosão**
  - Podem “viajar” até a 9m do local de soldagem



# Calor, fogo e explosão

- Soldagem a chama e oxicorte
- Gases (acetileno = combustível e oxigênio = comburente)
  - Fogo →→ queimaduras;
  - Explosão.



*O acetileno é menos denso do que o ar (0,91), subindo e acumulando em andares superiores, o mesmo entra em reação química com o cobre e em pressões acima de 1,5 Kgf/cm<sup>2</sup> pode ocorrer explosões.*

*O oxigênio industrial (100%) entra em reação química com óleo e graxa provocando incêndios e explosões. Ambos provocam asfixia em ambientes confinados.*



# Calor, fogo e explosão

- Perigo de incêndio
  - Para iniciar um incêndio, devem estar presentes três elementos essenciais:
  - material combustível,
  - oxigênio e
  - uma fonte de ignição.

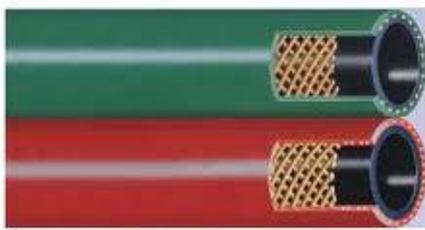


**TETRAEDRO DO FOGO**



No entanto, um quarto elemento é responsável pela iniciação de um novo incêndio, que é a **reação em cadeia**

# Calor, fogo e explosão



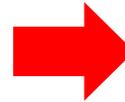
# Calor, fogo e explosão

- Perigos:



**VAZAMENTO  
NA CONEXÃO DA  
ABRAÇADEIRA**

**MAÇANETA DE  
AJUSTE DO  
REGULADOR**



# CINCO PONTOS A SER OBSERVADOS PELO SOLDADOR / OPERADOR: Calor, fogo e explosão



**Remover:** Todos os materiais inflamáveis existentes próximos e no local a ser realizado o trabalho, (sólidos, líquidos e gases)



# Calor, fogo e explosão

**Vedar e cobrir:** Todos os espaços / frestas onde possa cair respingos e fagulhas e cobrir cilindros , equipamentos inflamáveis...



# Calor, fogo e explosão

## Extintores

Tipo de Agente		Pó Químico	Gás Carbônico	Água
<b>Classe A:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel;</li> <li>• Madeira;</li> <li>• Tecidos;</li> </ul>		Não Recomendavel.	Não Recomendavel.	Excelente Satura o material e Não permite a Reignição
<b>Classe B:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasolina;</li> <li>• Óleo;</li> <li>• Tintas, etc;</li> </ul> Aonde a ação de abafamento é necessária		Excelente O pó abafa o fogo e a cortina criada protege o operador do calor	Excelente Não deixa resíduos nem contamina gêneros alimentícios	Não Recomendavel Espalha o incêndio não apagado.
<b>Classe C:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamento;</li> <li>• Elétrico-ativados;</li> <li>• Motores;</li> <li>• Chaves, etc;</li> </ul>		Excelente Não é condutor de eletricidade e protege o operador do calor	Não é condutor, não deixa resíduos e nao danifica equipamentos	Não Recomendavel por ser condutor de eletricidade

# CALOR, FOGO E EXPLOSÃO

SOLDAGEM DE TANQUES / RECIPIENTES DE LIQUIDOS INFLAMÁVEIS E GASES DE MANEIRA INCORRETA



# Calor, fogo e explosão



- 1- RETIRAR TODO O LÍQUIDO / GÁS;**
- 2- EFETUAR A LAVAGEM DO TANQUE (ÁGUA QUENTE E SABÃO / DESENGRAXANTES);**
- 3- SOLDAR COM ÁGUA SE POSSÍVEL (90%).**

# CHOQUE ELÉTRICO



# Choque elétrico

- É uma perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifesta no corpo humano, quando por ele circula uma **CORRENTE ELÉTRICA**.
- O corpo humano, em presença de corrente elétrica, comporta-se como um resistor, cuja resistência é determinada



# Choque elétrico

- Os efeitos da corrente elétrica sobre o corpo humano dependem da sua intensidade.

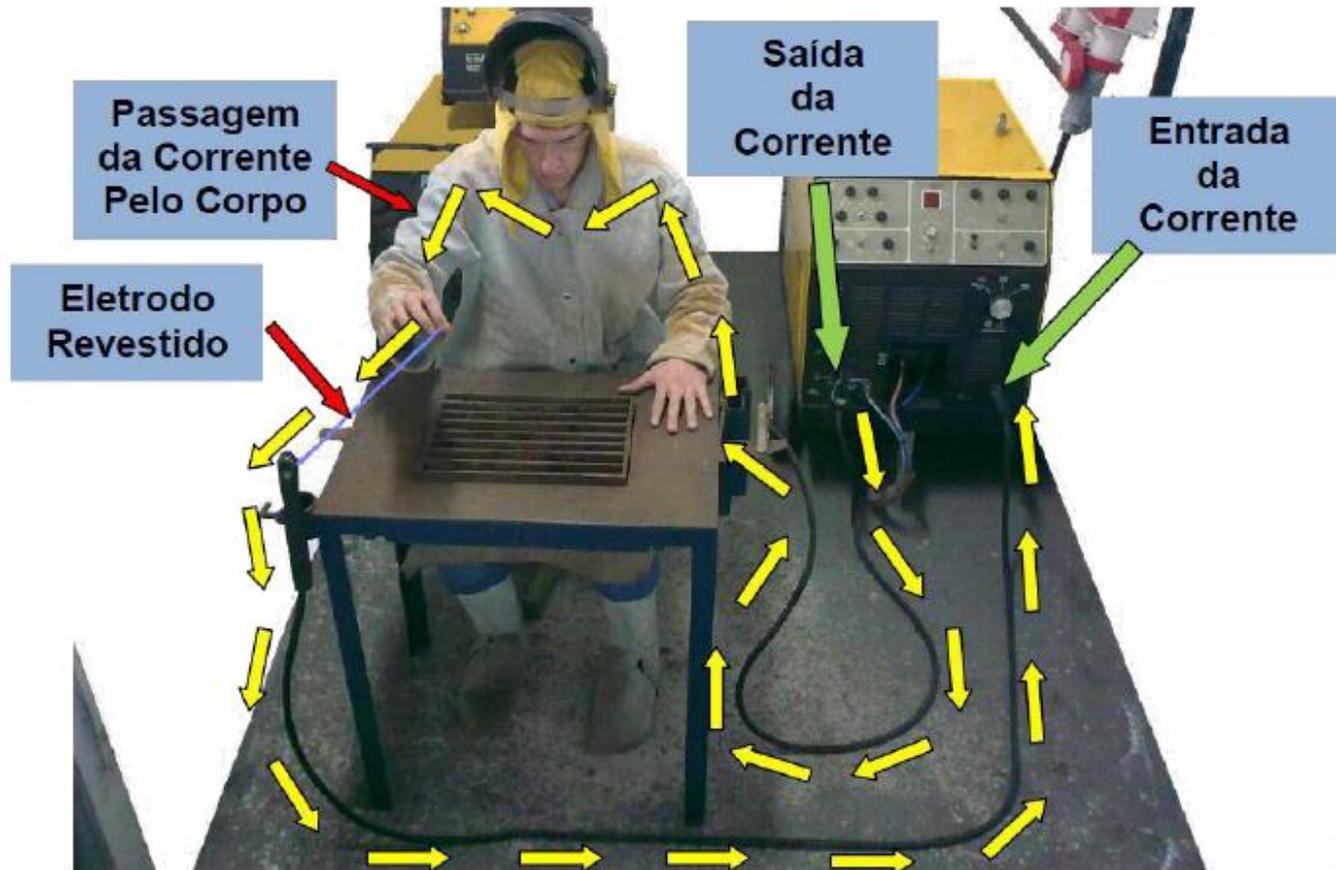
INTENSIDADE	EFEITO	CAUSAS	
1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo.	
3 a 10 mA	Eletrização	A passagem da corrente provoca movimentos.	
10 mA	Tetanização	A passagem da corrente provoca contrações musculares, agarramento ou repulsão.	
25 mA	Parada Respiratória	A corrente atravessa o cérebro.	
25 a 30 mA	Asfixia	A corrente atravessa o tórax.	
60 a 75 mA	Fibrilação Ventricular	A corrente atravessa o coração.	

# Choque elétrico

- Medidas de Segurança
  - Instalação de equipamentos
  - Normas
  - Recomendações do fabricante
  - Fiação e cabos adequados à potência
  - Aterramentos
  - Terminais devidamente protegidos
    - ***Nota: risco de choque devido tensão de entrada alta (220, 380, 440 V).***



# Choque elétrico



Fechando o circuito elétrico com o corpo sem as luvas

# Choque elétrico



**CABO  
DANIFICADO**

# Choque eléctrico





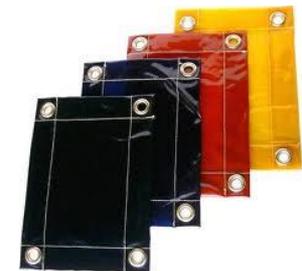
# EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA

# Equipamentos de proteção - EPI

- Roupas;
- Máscaras;
- Proteção respiratória;
- Protetores auriculares;
- Óculos ou visores
- Equipamentos de proteção individual
  - NR-6: Equipamento de Proteção Individual



» Não se esqueçam da proteção coletiva:  
cortinas, sinalização, telas...



# Equipamentos de proteção - EPI

- Obrigações do empregado:
  - Usar o EPI, somente para a finalidade para o qual se destina;
  - Responsabilizar-se pela guarda e conservação do equipamento;
  - Comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;
  - Cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.



# Equipamentos de proteção - EPI



AVENTAL SIMPLES  
E DO TIPO BARBEIRO



BLUSÕES

# Equipamentos de proteção - EPI

LUVAS DE RASPA  
FORRADA



LUVAS DE RASPA



MANGOTES DE RASPA



LUVAS DE VAQUETA



PERNEIRAS / POLAINAS

# Equipamentos de proteção - EPI

MÁSCARA DE SOLDA



MANGOTES DE RASPA



LUVAS DE RASPA /  
VAQUETA CANO LONGO



AVENTAL DE RASPA



PERNEIRAS DE RASPA



# Equipamentos de proteção - EPI

**Touca ou gorro** – Protege a cabeça / cabelo do soldador



# Equipamentos de proteção - EPI

A Norma Regulamentadora nº 15, os Limites de Tolerância estabelecidos para ruídos contínuos ou intermitentes são de 85 dB(A) por 8 horas diárias de trabalho.



Para atender a lei.

# Níveis de ruídos

No Brasil (Portaria MTB 3.2141/78, NR-15, Anexo 1) está estipulado que o limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente é de 85 dB para 8 horas de trabalho. Isto significa que um trabalhador que esteja submetido a 85 dB não terá danos auditivos, e portanto não estará obrigado ao uso do protetor, durante uma jornada normal de trabalho. Acima de 8 horas de trabalho em 85 dB o uso do protetor será obrigatório.

Por outro lado, quanto maior for o nível de ruído em decibéis (dB) menor será o tempo que a pessoa poderá ficar exposta sem proteção adequada.

Por exemplo, nível de ruído e máxima exposição diária permissível:

85 dB 8 horas;	95 dB 2 horas;
86 dB 7 horas;	96 dB 1h e 45 minutos;
87 dB 6 horas;	98 dB 1h e 15 minutos;
88 dB 5 horas;	100 dB 1 hora;
89 dB 4 horas e trinta minutos;	102 dB 45 minutos;
90 dB 4 horas 104 dB 35 minutos;	105 dB 30 minutos;
91 dB 3 horas e trinta minutos ;	108 dB 20 minutos;
92 dB 3 horas 106 dB 25 minutos;	110 dB 15 minutos.
93 dB 2 horas e 40 minutos;	
94 dB 2 horas e 15 minutos;	

**Ex.: Trabalhos com esmerilhadeira em área aberta gera níveis de ruído de 90 a 102 dB.**

# Equipamentos de proteção - EPI



Óculos, amarelos, escuros e verdes na soldagem por arco elétrico podem aumentar a luminosidade e causar lesões aos olhos do soldador



# Cortinas de proteção

- Cores:
- Verde Escura – Também conhecida como T9, é a cor mais usada por ter sido a primeira utilizada pelos fabricantes de PVC Flexível. Foi inspirada na cor de filtros para máscara de soldagem.
- Vermelha – Foi desenvolvida para a indústria automotiva, a qual necessita de produtos de maior transparência para garantir maior visibilidade nos locais de trabalho ou oficinas.
- Bronze – É a cor mais usada na Alemanha, onde uma cor mais escura que a Verde Escura (T9) é desejada.

