

03

---

# SOLDAGEM

Engenharia Mecânica

Prof. Luis Fernando Maffeis Martins

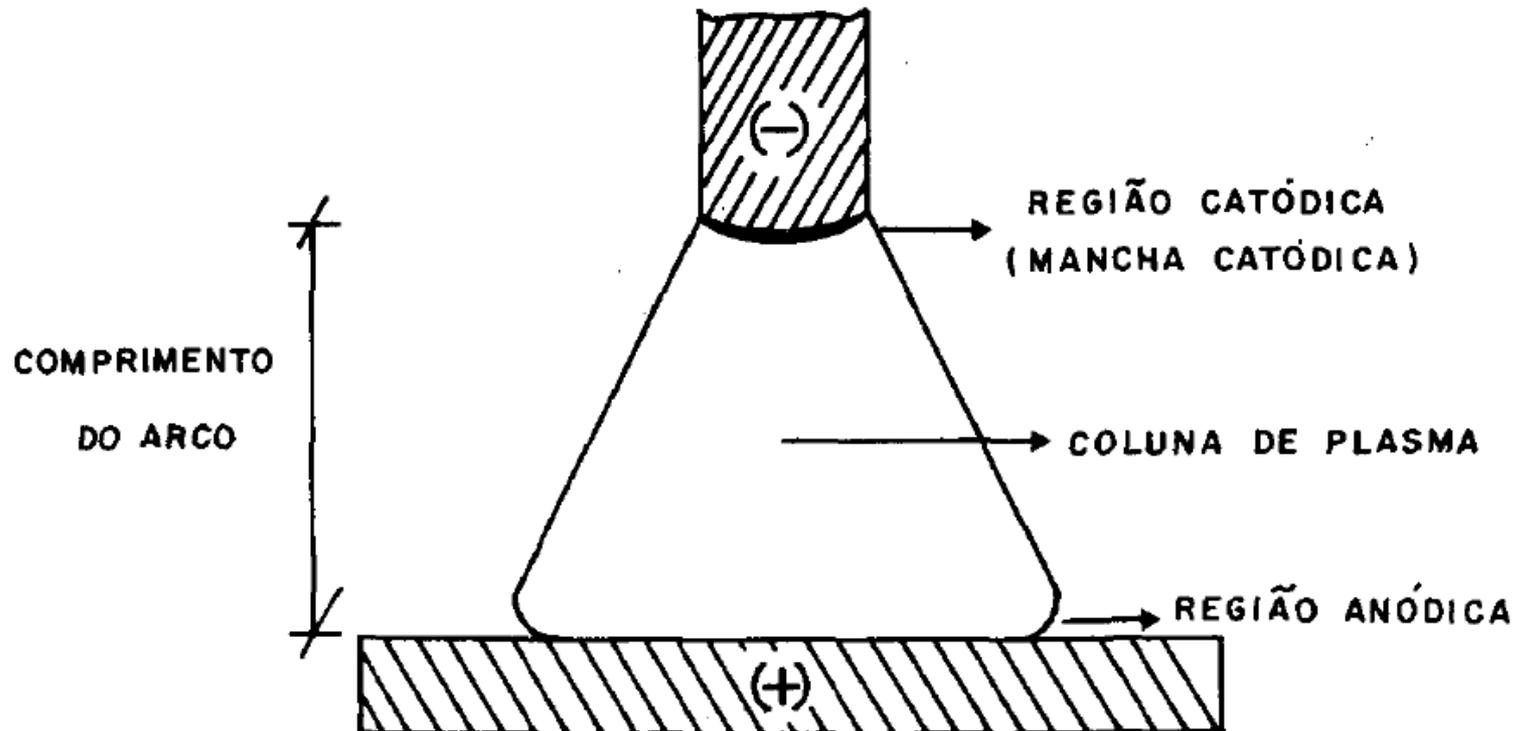
# Arco elétrico

Descarga elétrica entre dois eletrodos através do ar ou outro meio isolante.

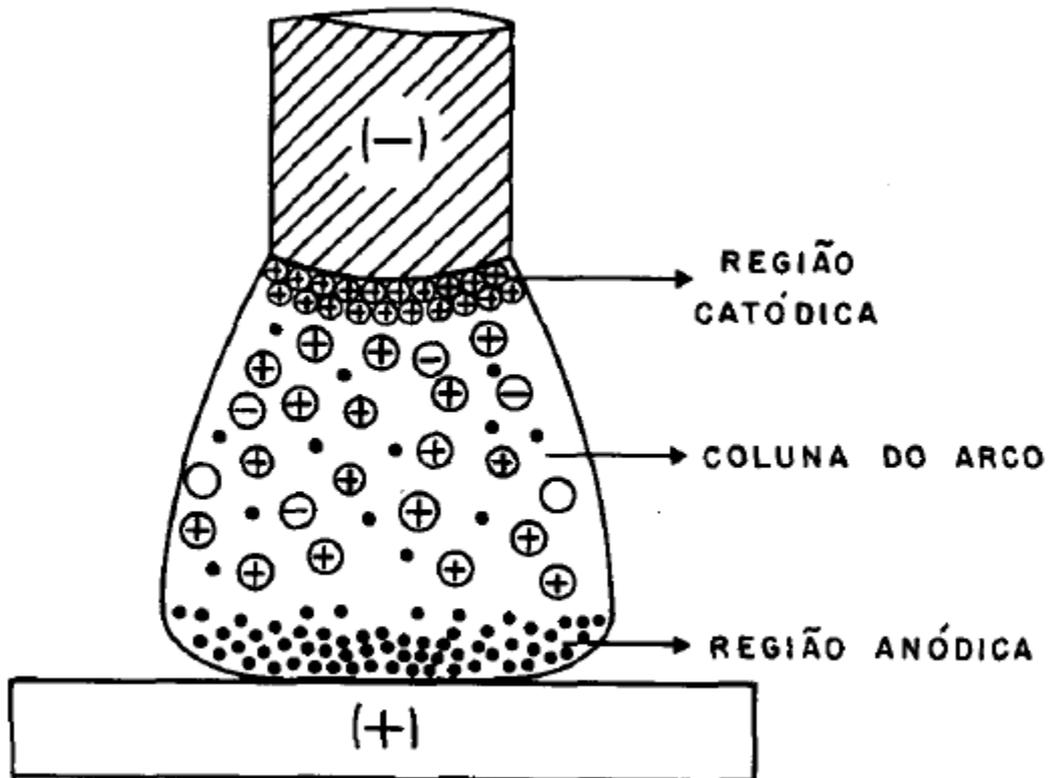


# Arco elétrico

O aquecimento é gerado pela movimentação de cargas elétricas no arco elétrico pois o choque entre essas cargas gera calor.



# Abertura do arco elétrico na soldagem



- ELETRONS
- ⊕ ÍONS POSITIVOS
- ⊖ ÍONS NEGATIVOS
- ÁTOMOS NEUTROS

Figura 2.3 — Esquema em escala atômica dos fenômenos que ocorrem em um arco elétrico com eletrodo permanente<sup>(6)</sup>

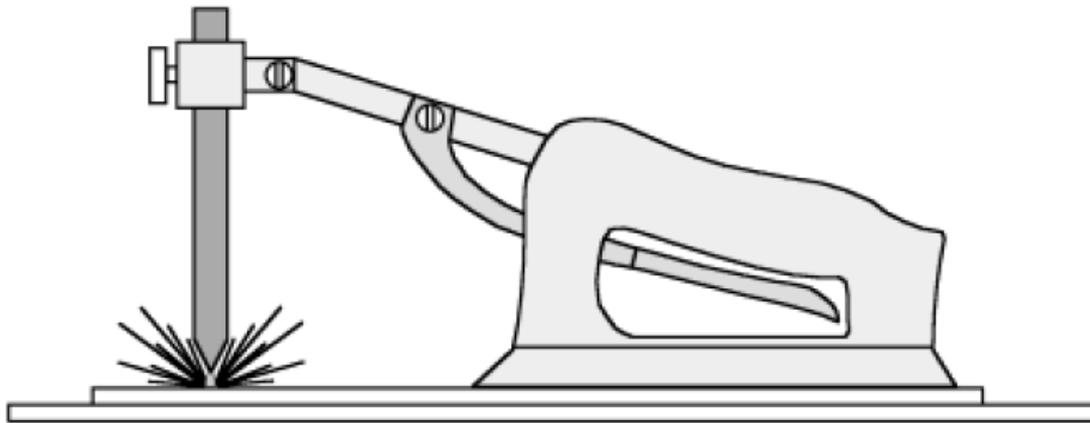
# Soldagem com eletrodo revestido



# Soldagem com eletrodo revestido

Primeira patente de solda com arco elétrico:

Inglaterra (1885) : Nikolas Bernardos e Stanislav Olszewsky  
→ arco elétrico entre eletrodo de carvão e a peça a ser soldada



Sistema para soldagem a arco com eletrodo de carvão de acordo com a patente de Bernardos.

# Soldagem com eletrodo revestido

1890: foi desenvolvida, simultaneamente na Rússia e nos Estados Unidos, a soldagem a arco com eletrodo metálico nu (ou seja, sem revestimento)

Os eletrodos são consumidos na poça de fusão, tornando-se parte do metal de solda.

Este tipo de soldagem foi predominante na época, porém as juntas soldadas eram de baixa qualidade em razão da presença de oxigênio e de nitrogênio na atmosfera, que formam, na região da solda, óxidos e nitretos que são prejudiciais.

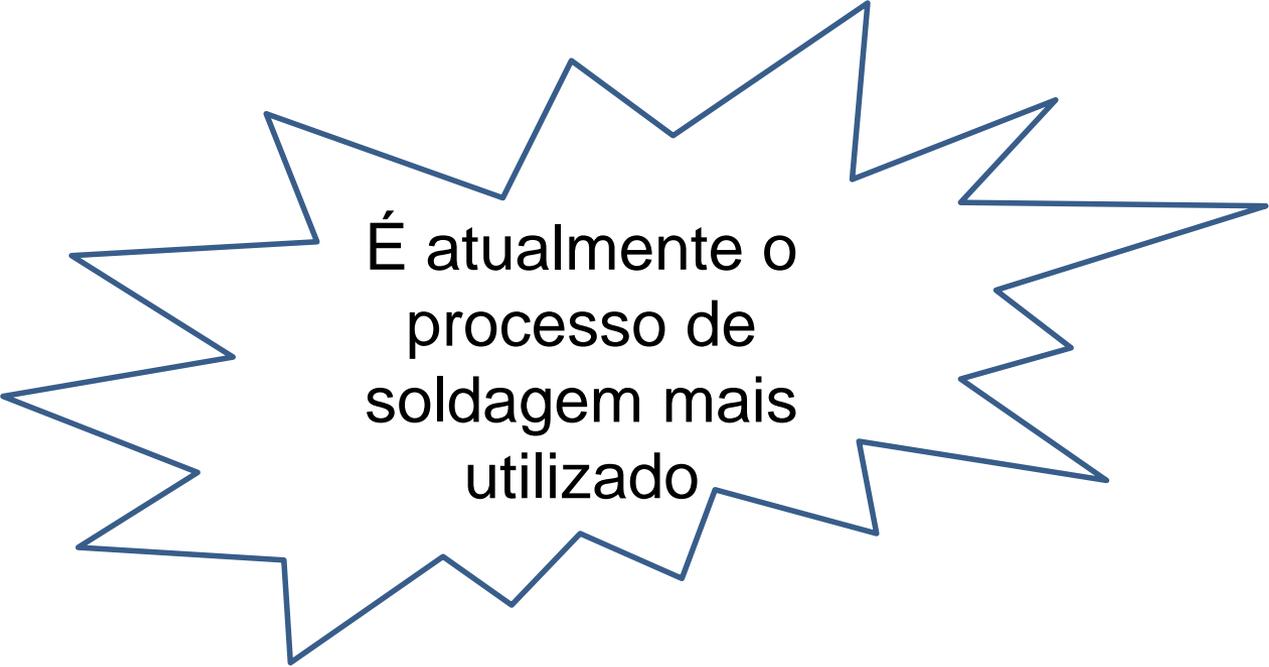
# Soldagem com eletrodo revestido

1907: Oscar Kjellberg, na Suécia, patenteou o processo de soldagem a arco com eletrodo revestido.

Originalmente o eletrodo era revestido com cal, cuja função era facilitar a abertura do arco e estabilizar o arco elétrico.

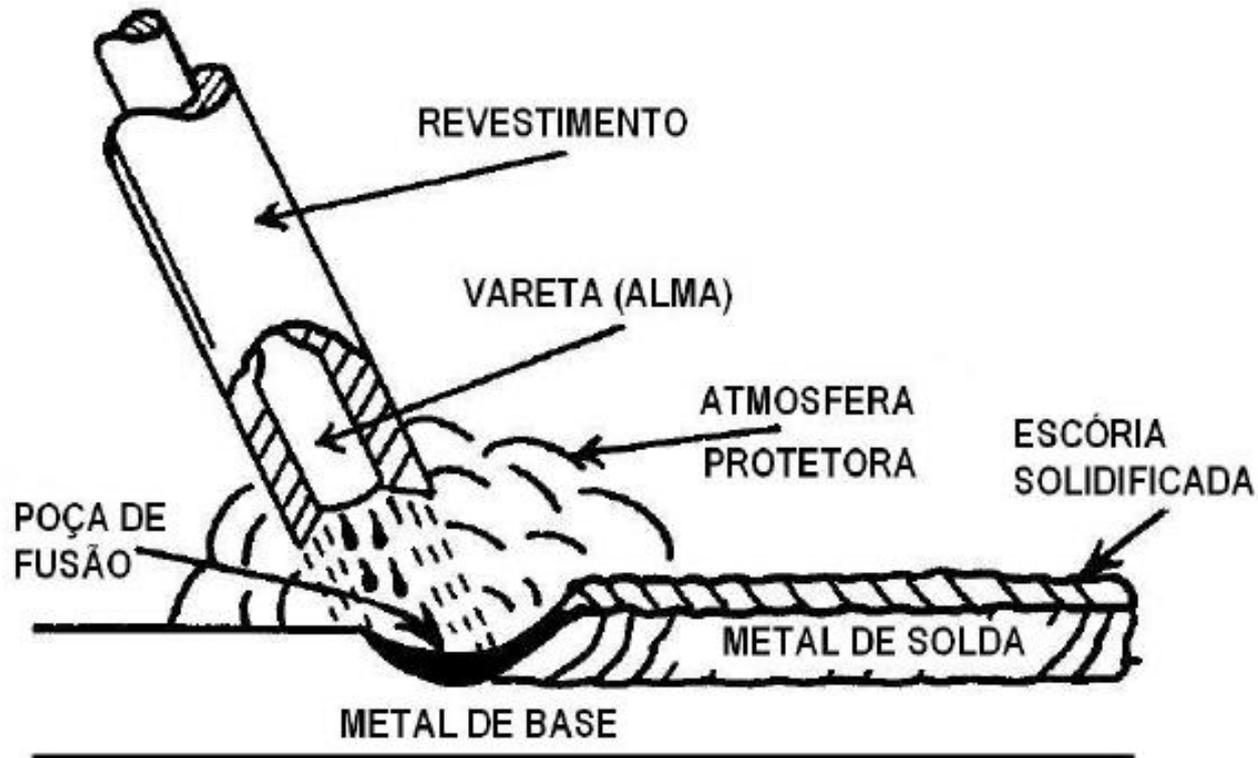
Foram desenvolvidos revestimentos que também atuam na formação de gases protetivos, que impedem a contaminação com o oxigênio e o nitrogênio da atmosfera.

# Soldagem com eletrodo revestido ou SMAW (Shielded Metal Arc Welding)



É atualmente o  
processo de  
soldagem mais  
utilizado

# Soldagem com eletrodo revestido

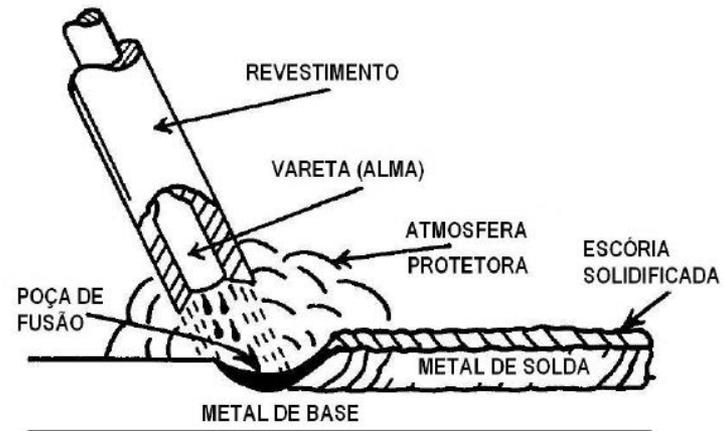


# Soldagem com eletrodo revestido

O eletrodo é formado por um núcleo metálico (alma) recoberto por uma camada de minerais e/ou outros materiais (revestimento).

A alma do eletrodo conduz a corrente elétrica e serve como metal de adição.

O revestimento gera escória e gases que protegem a junta soldada da atmosfera e estabilizam o arco.

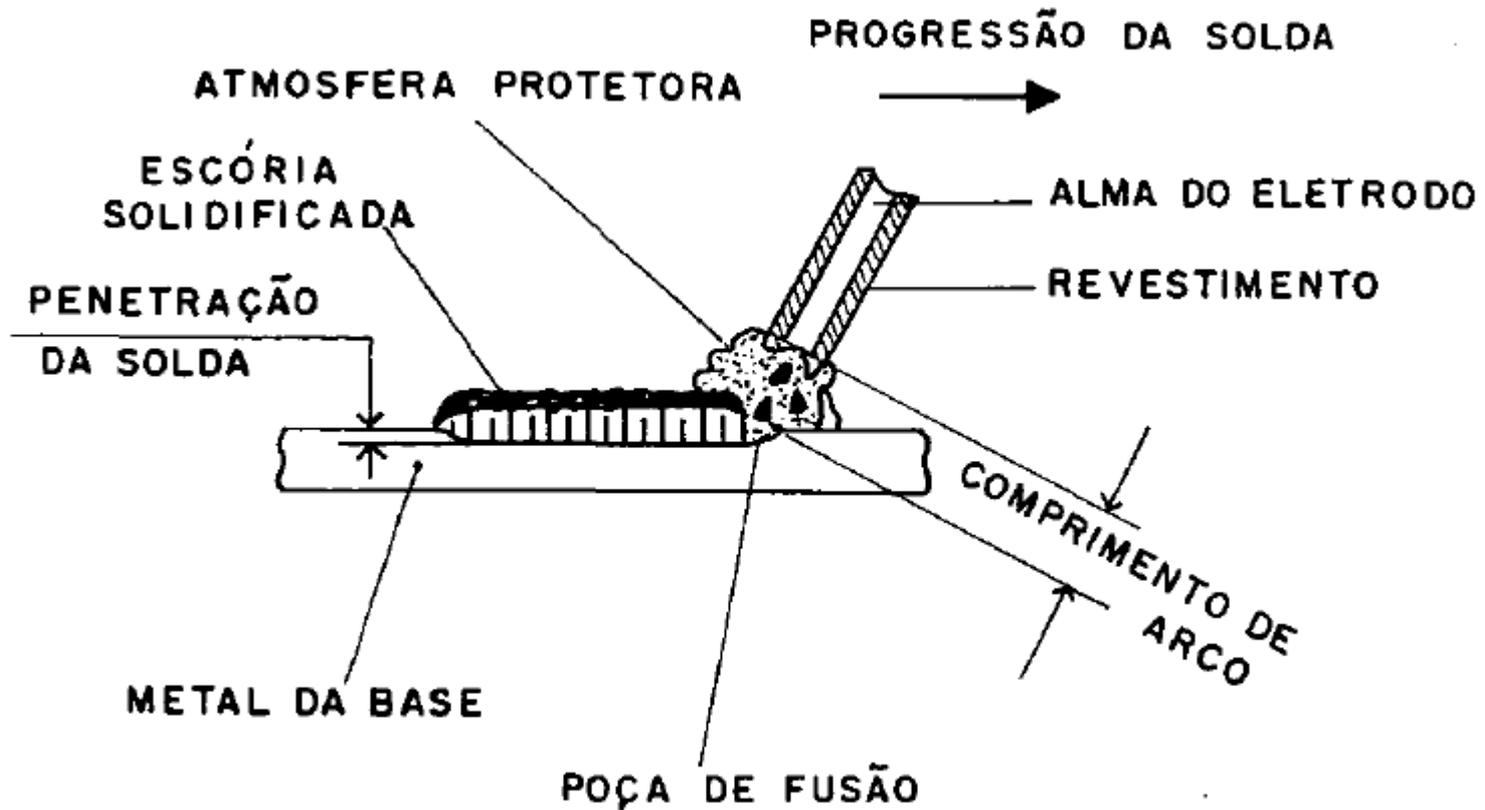


# Soldagem com eletrodo revestido

Tabela 1.IV Vantagens, limitações e aplicações da soldagem com eletrodos revestidos.

Vantagens e limitações	Aplicações
Equipamento simples, portátil e barato.	Soldagem de produção, manutenção e em montagens no campo.
Não necessita fluxos ou gases externos.	Soldagem de aços carbono, baixa e alta liga.
Pouco sensível à presença de correntes de ar.	Soldagem de ferro fundido.
Processo extremamente versátil em termos de materiais soldáveis.	Soldagem de alumínio, níquel e suas ligas.
Facilidade para atingir áreas de acesso restrito.	
Aplicação difícil para materiais reativos.	
Produtividade relativamente baixa.	
Exige limpeza após cada passe de soldagem.	

# Soldagem com eletrodo revestido



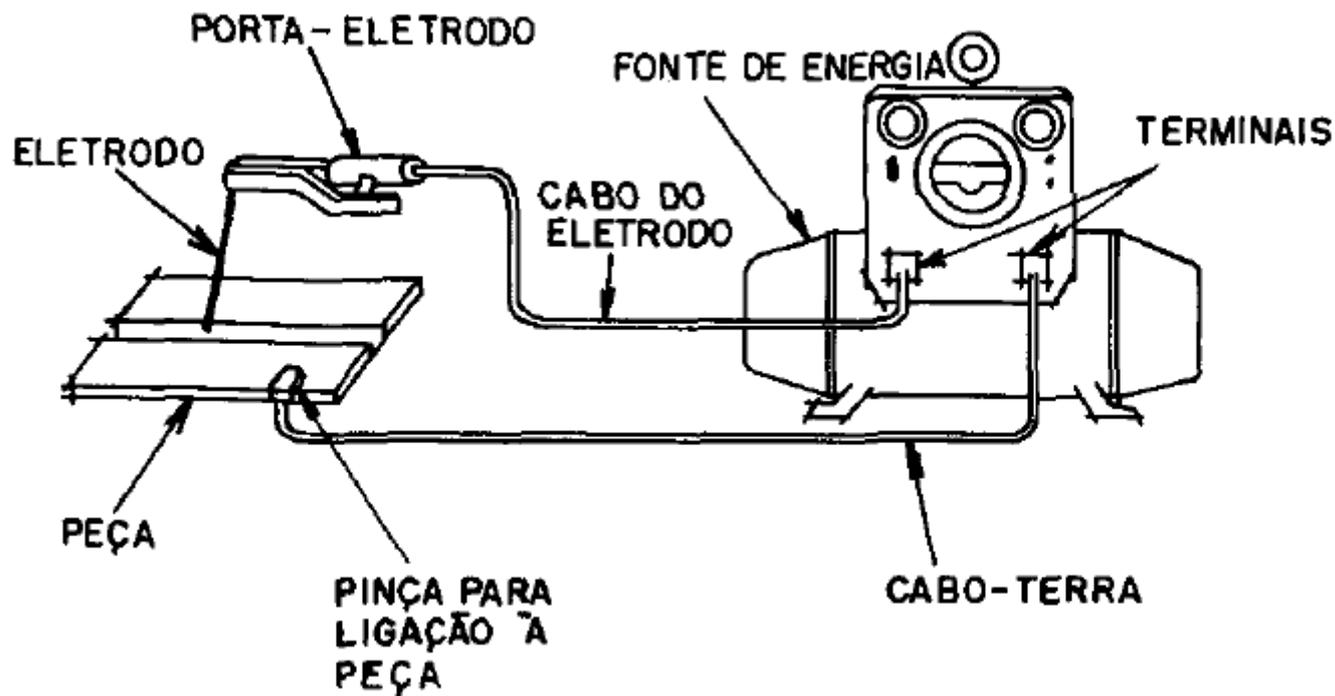
# Equipamento

O equipamento para soldagem com eletrodo reversível é dos mais simples, quando comparado com os outros processos de soldagem.

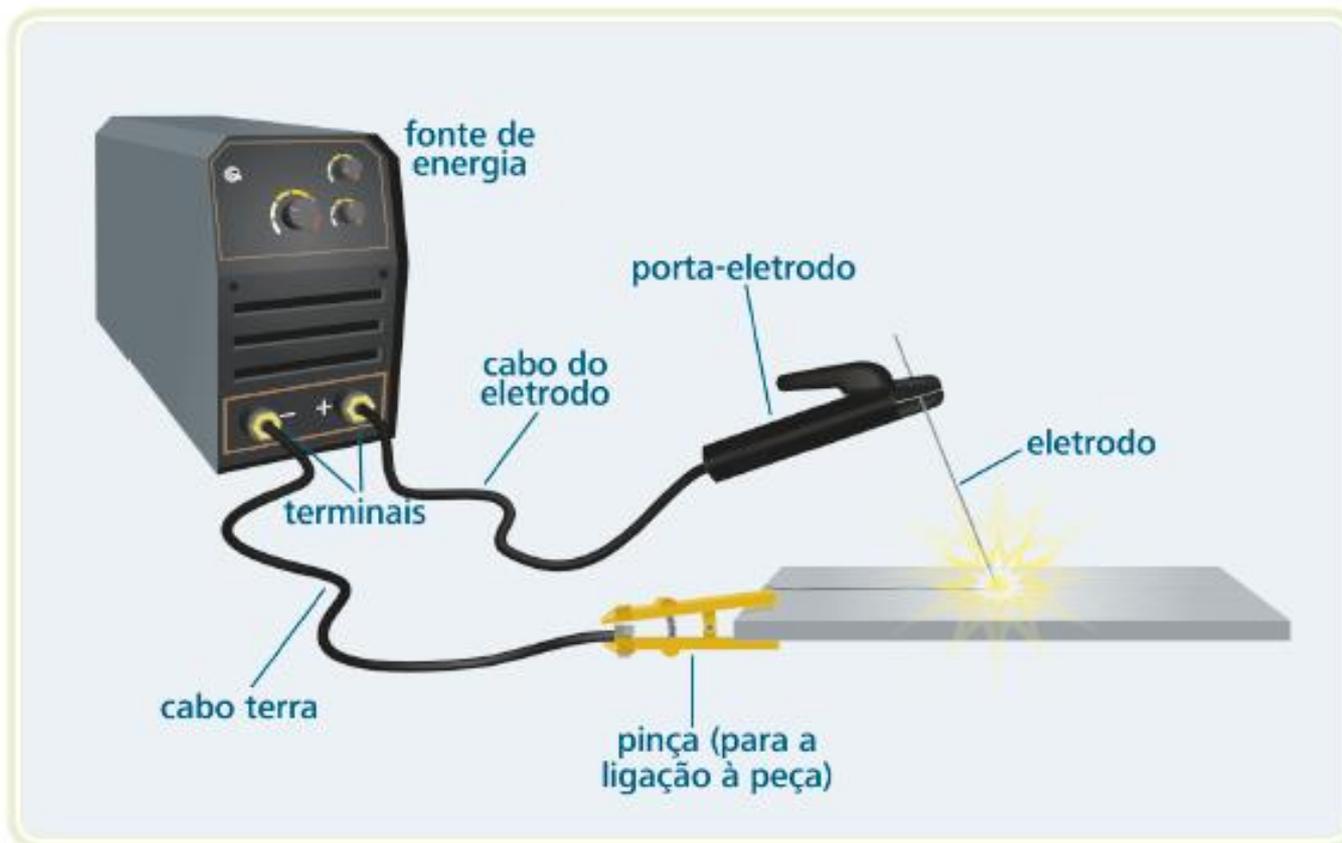
Consiste de:

- fonte de energia
- alicate para fixação de eletrodos
- cabos de interligação
- pinça para ligação à peça
- EPI
- equipamento para limpeza da peça

# Equipamento



# Equipamento



# Equipamento

## Fonte de energia:

Os eletrodos revestidos podem operar com corrente contínua ou com corrente alternada. No caso de corrente contínua, pode ser utilizada a polaridade direta (eletrodo negativo / peça positivo) ou a polaridade inversa (eletrodo positivo / peça negativo).

### Corrente contínua:

- melhor estabilidade do arco
- melhor qualidade do depósito
- maior susceptibilidade ao sopro magnético (desvio do arco devido a campos magnéticos que atravessam a peça)

### Corrente alternada:

- menor susceptibilidade ao sopro magnético
- pior estabilidade do arco
- maior dificuldade de ignição
- menor queda de tensão ao longo do cabo de ligação

# Equipamento

Corrente alternada:

Transformador para corrente alternada é a configuração mais simples, menor investimento inicial e menor custo de manutenção e de operação.

Corrente contínua:

Pode-se utilizar unidades geradoras ou transformadores – retificadores.

As unidades geradoras são mais comuns em canteiros de obra, principalmente onde o suprimento de energia não é adequado.

Nos outros casos, o uso de retificadores é preferível pela operação silenciosa, baixo custo de operação e reduzida manutenção.

# Equipamento

## Alicate para fixação do eletrodo:

Existem em formato de garras (mais utilizado, com sistema acionado por mola que comprime o eletrodo contra contatos elétricos) ou no formato de pinças (com sistema de fixação similar a um mandril de furadeira)



# Equipamento

## Cabos de ligação:

Dois conjuntos de cabos de interligação são utilizados, um que faz a conexão do eletrodo à fonte e outro, denominado “cabo terra”, para contato com a peça que está sendo soldada.

Formado por fios finos de cobre enrolados e envolvidos por camada de borracha isolante e protetora.

# Equipamento

## Pinça para ligação à peça.

Possuem formato de garra ou grampos e são conectados ao cabo de interligação. O tipo com garra oferece maior facilidade de operação, porém apresenta contato elétrico inferior, pois sua pressão é menor.



# Segurança

## 1) Regras de segurança relativas ao local de trabalho

### 1.1) Incêndios e explosões

O calor produzido por arcos elétricos e as suas irradiações, por escórias quentes e por faíscas podem ser causas de incêndios ou explosões. Conseqüentemente, toda área de soldagem ou corte deve ser equipada com sistema adequado de combate a incêndio e o pessoal de supervisão de área, operação ou manutenção do equipamento envolvido deve ser treinado no combate a incêndios.



Apostila

### **Regras para Segurança**

Em soldagem, goivagem  
e corte ao arco elétrico



# Segurança

- **Garantir a Segurança da área de Trabalho** - Sempre que possível, trabalhar em locais especialmente previstos para soldagem ou corte ao arco elétrico.
- **Eliminar possíveis causas de incêndios** - Locais onde se solde ou corte não devem conter líquidos inflamáveis (gasolina, tintas, solventes, etc), sólidos combustíveis (papel, materiais de embalagem, madeira, etc) ou gases inflamáveis (oxigênio, acetileno, hidrogênio, etc).
- **Instalar barreiras contra fogo e contra respingos** - Quando as operações de soldagem ou corte não podem ser efetuadas em locais específicos e especialmente organizados, instalar biombos metálicos ou proteções não inflamáveis ou combustíveis para evitar que o calor, as fagulhas, os respingos ou as escórias possam atingir materiais inflamáveis.



# Segurança

- **Tomar cuidado com fendas e rachaduras** - Fagulhas, escórias e respingos podem "voar" sobre longas distâncias. Eles podem provocar incêndios em locais não visíveis ao soldador. Procurar buracos ou rachaduras no piso, fendas em torno de tubulações e quaisquer aberturas que possam conter e ocultar algum material combustível.
- **Instalar equipamentos de combate a incêndios** - Extintores apropriados, baldes de areia e outros dispositivos antiincêndio devem ficar a proximidade imediata da área de soldagem ou corte. Sua especificação depende da quantidade e do tipo dos materiais combustíveis que possam se encontrar no local de trabalho.
- **Avaliar a necessidade de uma vigilância especial contra incêndios** - Quando soldam ou cortam, os operadores, podem não se dar conta da existência de algum incêndio pois além da atenção exigida pelo próprio trabalho, eles ficam isolados do ambiente pela sua máscara de soldagem e os seus diversos equipamentos de proteção individual. De acordo com as condições do local de trabalho, a presença de uma pessoa especialmente destinada a tocar um alarme e iniciar o combate ao incêndio pode ser necessária.

# Segurança

- **Usar um procedimento de "Autorização de uso de área"** - Antes de se iniciar uma operação de soldagem ou corte num local não especificamente previsto para esta finalidade, ele deve ser inspecionado por pessoa habilitada para a devida autorização de uso.
- **Nunca soldar, cortar ou realizar qualquer operação a quente numa peça que não tenha sido adequadamente limpa** - Substâncias depositadas na superfície das peças podem decompor-se sob a ação do calor e produzir vapores inflamáveis ou tóxicos.
- **Não soldar, cortar ou goivarem recipientes fechados ou que não tenham sido devidamente esvaziados e limpos internamente** - Eles podem explodir se tiverem contido algum material combustível ou criar um ambiente asfixiante ou tóxico conforme o material que foi armazenado neles.
- **Proceder à inspeção da área de trabalho após ter-se completado a soldagem ou o corte** - Apagar ou remover fagulhas ou pedaços de metal quente que, mais tarde, possam provocar algum incêndio.

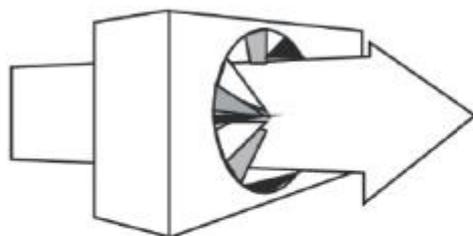
# Segurança

## 1.2) Ventilação

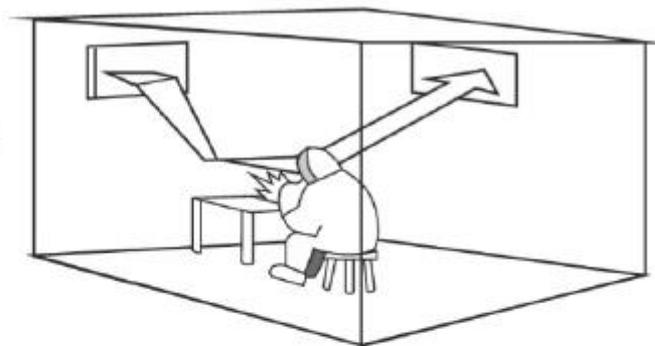
O local de trabalho deve possuir ventilação adequada de forma a eliminar os gases, vapores e fumos usados e gerados pelos processos de soldagem e corte e que podem ser prejudiciais à saúde dos trabalhadores. Substâncias potencialmente nocivas podem existir em certos fluxos, revestimentos e metais de adição ou podem ser liberadas durante a soldagem ou o corte. Em muitos casos, a ventilação natural é suficiente, mas certas aplicações podem requerer uma ventilação forçada, cabines com coifas de exaustão, filtros de respiração ou máscaras com suprimento individual de ar. O tipo e a importância da ventilação dependem de cada aplicação específica, do tamanho do local de trabalho, do número de trabalhadores presentes e da natureza dos materiais trabalhados e de adição.

# Segurança

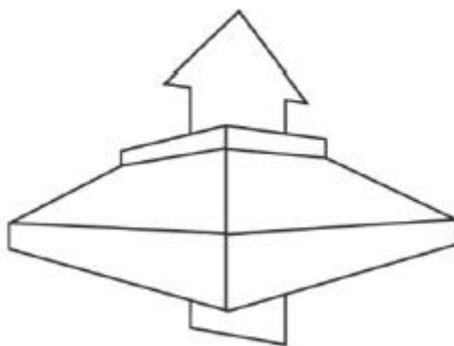
## MÉTODOS DIVERSOS DE VENTILAÇÃO E AUXÍLIO À RESPIRAÇÃO



VENTILAÇÃO FORÇADA



CABINES DE SOLDAGEM OU CORTE



COIFAS COM EXUSTÃO



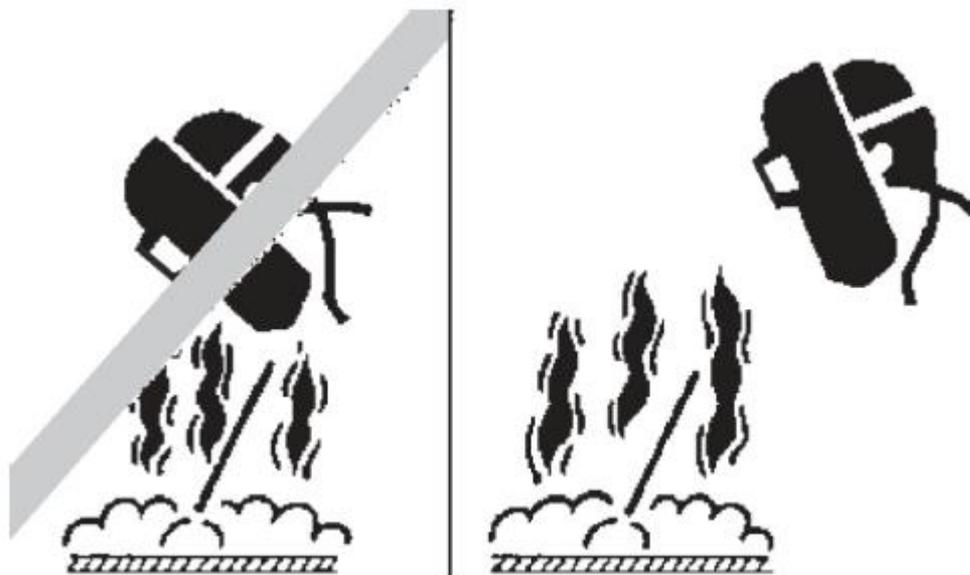
APARELHOS PARA  
RESPIRAÇÃO AUTÔNOMA

# Segurança

- **Locais tais como poços, tanques, sótões, etc devem ser considerados como áreas confinadas** - A soldagem ou o corte em áreas confinadas requer procedimentos específicos de ventilação e trabalho, com o uso eventual de capacetes ou máscaras especiais.
- **Não soldar ou cortar peças sujas ou contaminadas por alguma substância desconhecida** - Não se deve soldar, cortar ou realizar qualquer operação a quente numa peça que não tenha sido adequadamente limpa. Os produtos da decomposição destas substâncias pelo calor do arco podem produzir vapores inflamáveis ou tóxicos. Todos os fumos e gases desprendidos devem ser considerados como potencialmente nocivos. Remover toda e qualquer pintura ou revestimento de zinco de uma peça antes de soldá-la ou cortá-la.

# Segurança

- O soldador ou operador deve sempre manter a cabeça fora da área de ocorrência dos fumos ou vapores gerados por um arco elétrico de forma a não respirá-los - O tipo e a quantidade de fumos e gases dependem do processo, do equipamento e dos consumíveis usados. Uma posição de soldagem pode reduzir a exposição do soldador aos fumos.



# Segurança

- Nunca soldar perto de desengraxadores a vapor ou de peças que acabem de ser desengraxadas. A decomposição dos hidrocarbonetos clorados usados neste tipo de desengraxador pelo calor ou a irradiação do arco elétrico pode gerar fosgênio, um gás altamente tóxico, ou outros gases nocivos.
- Metais tais como o aço galvanizado, o aço inoxidável, o cobre, ou que contenham zinco, chumbo, berílio ou cádmio nunca devem ser soldados ou cortados sem que se disponha de uma ventilação forçada eficiente. Nunca se deve inalar os vapores produzidos por estes materiais.
- Uma atmosfera com menos de 18 % de oxigênio pode causar tonturas, perda de consciência e eventualmente morte, sem sinais prévios de aviso. Os gases de proteção usados em soldagem e corte são quer mais leves, quer mais pesados que o ar; certos deles (argônio, dióxido de carbono-CO , nitrogênio) podem deslocar o oxigênio do ar ambiente sem serem detectados pelos sentidos do homem.

# Segurança

- O hidrogênio é um gás inflamável. Uma mistura deste gás com oxigênio ou ar numa área confinada explode se alguma faísca ocorrer. Ele é incolor, inodor e insípido. Ainda, sendo mais leve que o ar, ele pode acumular-se nas partes superiores de áreas confinadas e agir como gás asfixiante.
- Alguma irritação nos olhos, no nariz ou na garganta durante a soldagem ou o corte pode ser indício de uma contaminação do local de trabalho e de uma ventilação inadequada. O trabalho deve ser interrompido, as condições do ambiente devem ser analisadas e as providências necessárias para melhorar a ventilação do local devem ser tomadas.

# Segurança

## 2) Regras de segurança relativas ao pessoal

### 2.1) Choques elétricos

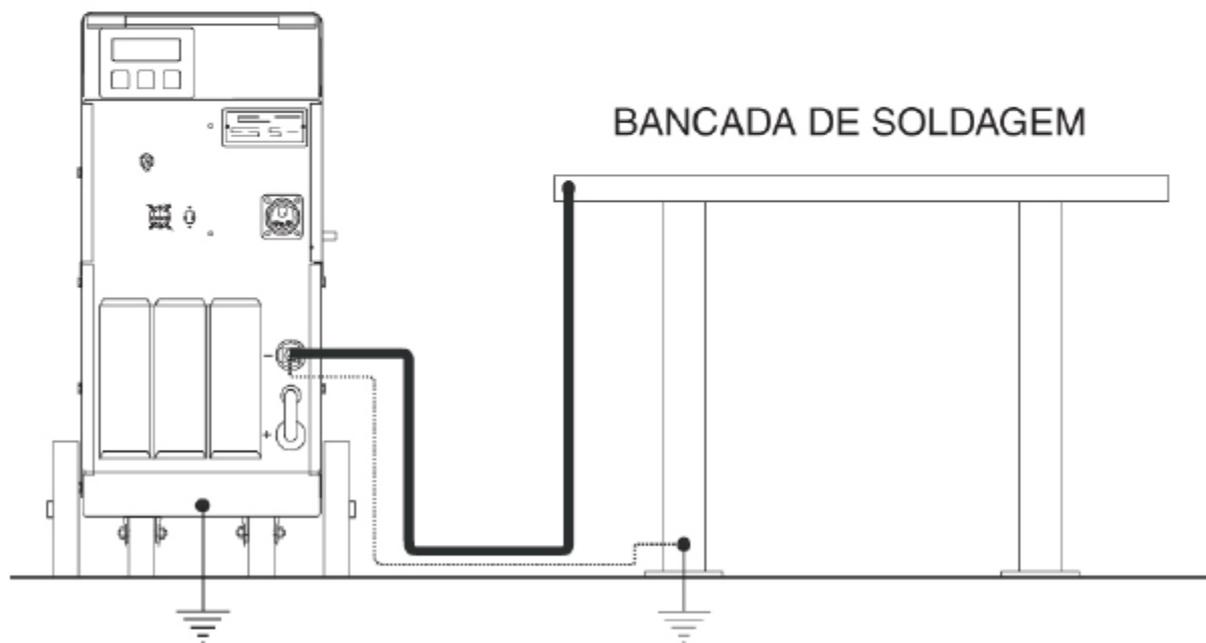
Choques elétricos podem ser fatais e devem ser evitados. Instalações elétricas defeituosas, aterramento ineficiente assim como operação ou manutenção incorretas de um equipamento elétrico são fontes comuns de choque elétricos.

# Segurança

- **Nunca tocar em partes eletricamente "vivas"** - A rede de alimentação elétrica, o cabo de entrada e os cabos de soldagem (se insuficientemente isolados), o porta-eletrodo, a pistola ou a tocha de soldar, os terminais de saída da máquina e a própria peça a ser soldada (se não adequadamente aterrada) são exemplos de partes eletricamente "vivas". A gravidade do choque elétrico depende do tipo de corrente envolvida (a corrente alternada é mais perigosa que a corrente contínua), do valor da tensão elétrica (quanto mais alta a tensão, maior o perigo) e das partes do corpo afetadas. As tensões em vazio das fontes de energia usadas em soldagem, corte ou goivagem podem provocar choques elétricos graves. Quando vários soldadores trabalham com arcos elétricos de diversas polaridades ou quando se usam várias máquinas de corrente alternada, as tensões em vazio das várias fontes de energia podem se somar; o valor resultante aumenta o risco de choque elétrico.
- **Instalar o equipamento de acordo com as instruções do Manual específico fornecido** - Sempre usar cabos elétricos de bitola adequada às aplicações previstas e com a isolação em perfeito estado. Para o circuito de soldagem, respeitar a polaridade exigida pelo processo ou a aplicação.

# Segurança

- **Aterrar os equipamentos e seus acessórios a um ponto seguro de aterramento -** ligação da estrutura das máquinas a um ponto seguro de aterramento próximo do local de trabalho é condição básica para se evitar choques elétricos. Ainda e de acordo com a figura abaixo, a peça a ser soldada ou o terminal de saída correspondente na fonte de energia deve ser aterrada, mas não ambos: "aterramentos duplos" podem fazer com que a corrente de soldagem circule nos condutores de aterramento, normalmente finos, e os queime.



# Segurança

- **Aterrar os equipamentos e seus acessórios a um ponto seguro de aterramento** - ligação da estrutura das máquinas a um ponto seguro de aterramento próximo do local de trabalho é condição básica para se evitar choques elétricos.
- **Garantir bons contatos elétricos na peça soldada e nos terminais de saída da máquina** - Os terminais de saída, em particular aquele ao qual a peça soldada estiver ligada, devem ser mantidos em bom estado, sem partes quebradas ou isolação trincada. Nunca fazer contatos elétricos através de superfícies pintadas, notadamente na peça a ser soldada.
- **Assegurar-se de que todas as conexões elétricas estão bem apertadas, limpas e secas** - 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.

# Segurança

- **Manter o local de trabalho limpo e seco** - A umidade e a água são condutoras da eletricidade. Manter sempre o local de soldagem ou corte, os equipamentos e a roupa de trabalho secos. Eliminar de imediato todo e qualquer vazamento de água. Não deixar que mangueiras encostem em peças metálicas. Nunca ultrapassar os limites de pressão da água indicados nos Manuais de Instruções.
- **Usar roupa e equipamentos de proteção individual adequados, em bom estado, limpos e secos** - Ver, abaixo, as regras específicas relativas à proteção corporal.
- **Ao soldar ou cortar, não usar quaisquer adornos, acessórios ou objetos corporais metálicos** - Para soldar, cortar ou goivar, é recomendado retirar anéis, relógios, colares e outros itens metálicos. Contatos acidentais de tais objetos com algum circuito elétrico podem aquecê-los, derretê-los e provocar choques elétricos.
- **O soldador ou operador de uma máquina de soldar ou cortar deve trabalhar em cima de um estrado ou plataforma isolante.**

# Segurança

## 2.2) Campos elétricos magnéticos

A corrente elétrica que circula num condutor provoca o aparecimento de campos elétricos e magnéticos. As correntes elétricas utilizadas em soldagem, corte ou goivagem criam tais campos em torno dos cabos de solda e dos equipamentos. Ademais certas máquinas de soldar geram e usam, para abrir o arco ou durante toda a operação de soldagem, um faiscamento do tipo "ruído branco" conhecido como "alta frequência". Conseqüentemente, pessoas portadoras de marca-passo devem consultar um médico antes de adentrar uma área de soldagem ou corte: os campos elétricos e magnéticos ou as irradiações podem interferir no funcionamento do marca-passo.

# Segurança

Para minimizar os efeitos dos campos gerados pelas correntes elétricas de soldagem e corte:

- Não se deve permanecer entre os dois cabos eletrodo e obra e sim, sempre manter ambos do mesmo lado do corpo.
- Os dois cabos de soldagem (eletrodo e obra) devem correr juntos e, sempre que possível, amarrados uma o outro.
- Manter os cabos de soldagem e de alimentação do equipamento tão longe quanto possível do corpo.
- Nunca se deve enrolar cabos de soldagem em torno do corpo.

# Segurança

## 2.3) Regras específicas de segurança corporal

### 2.3.1) Regras para a proteção da visão

Os arcos elétricos de soldagem ou corte emitem raios ultravioletas e infravermelhos. Exposições de longa duração podem provocar queimaduras graves e dolorosas da pele e danos permanentes na vista.

- **Para soldar ou cortar, usar máscara com vidro ou dispositivo de opacidade adequado ao processo e à aplicação prevista** - A tabela abaixo orienta quanto à opacidade recomendada para a proteção em função do processo e da faixa de corrente usados. Como regra geral, iniciar com uma opacidade alta demais para que se veja a zona do arco; reduzir então a opacidade que se tenha uma visão adequada da área de soldagem, sem problema para os olhos.

# Segurança

- **Usar óculos de segurança com protetores laterais** - Quando se solda, corta ou goiva, quando se remove a escória de um cordão de solda ou quando se esmerilha alguma peça partículas metálicas, respingos e fagulhas podem atingir os olhos sob ângulos quaisquer de incidência. Nos processos semi-automáticos ou automáticos, pontas de arame podem ferir gravemente. Usar os óculos de segurança inclusive por baixo da máscara de soldar ou de qualquer protetor facial.
- **Qualquer pessoa dentro de uma área de soldagem ou corte, ou num raio de 20 m, deve estar adequadamente protegida** - A irradiação de um arco elétrico tem grande alcance e partículas metálicas e respingos podem voar sobre distâncias relativamente grandes.

# Segurança

## 2.3.2) Regras para proteção da pele

Devido à emissão de raios ultravioletas e infravermelhos, arcos elétricos queimam a pele da mesma maneira que o sol, porém muito mais rapidamente e com maior intensidade. Os operadores, e em particular aqueles sensíveis à exposição ao sol podem sofrer queimaduras na pele após breve exposição a um arco elétrico. Os respingos de solda e as fagulhas são outras fontes de queimaduras. Seguir as recomendações abaixo para garantir uma proteção segura contra a irradiação de um arco elétrico e os respingos.

- **Não deixar nenhuma área de pele descoberta** - Não arregaçar as mangas da camisa ou do avental.
- **Usar roupa protetora resistente ao calor:** gorro, jaqueta, avental, luvas e perneiras - Roupa de algodão ou similares constitui uma proteção inadequada, pois além de ser inflamável, ela pode se deteriorar em função da exposição às radiações dos arcos elétricos.
- **Usar calçado de cano longo e estreito** - Não usar sapatos baixos e folgados nos quais respingos e fagulhas podem penetrar.

# Segurança

- **Usar calças sem bainha** - Bainhas podem reter fagulhas e respingos - As pernas das calças devem descer por cima das botas ou dos sapatos para evitar a entrada de respingos.
- **Sempre usar roupa, inclusive de proteção, limpa** - Manchas de óleo ou graxa ou sujeira em excesso podem inflamar-se devido ao calor do arco.
- **Manter os bolsos, mangas e colarinhos abotoados** - Fagulhas e respingos podem penetrar por tais aberturas e queimar pelos e/ou pele. Os bolsos não devem conter objetos ou produtos combustíveis tais como fósforos ou isqueiros.
- **Todas as regras acima aplicam-se integralmente às manutenções preventiva e corretiva dos equipamentos** - Manutenções ou reparações somente devem ser feitas por elementos habilitados devidamente protegidos e isolados do ponto de vista elétrico; somente usar ferramentas isoladas, específicas para eletricidade. Proceder à reparação de máquinas elétricas em local apropriado e devidamente isolado.

# Segurança

## 2.3.3) Regras para a proteção da audição

- **Usar protetores de ouvido** - Certas operações de soldagem, corte ou goivagem produzem ruídos de intensidade elevada e, eventualmente, longa duração. Protetores de ouvido adequados, além de protegerem contra estes ruídos excessivos, impedem que respingos e fagulhas entrem nos ouvidos.

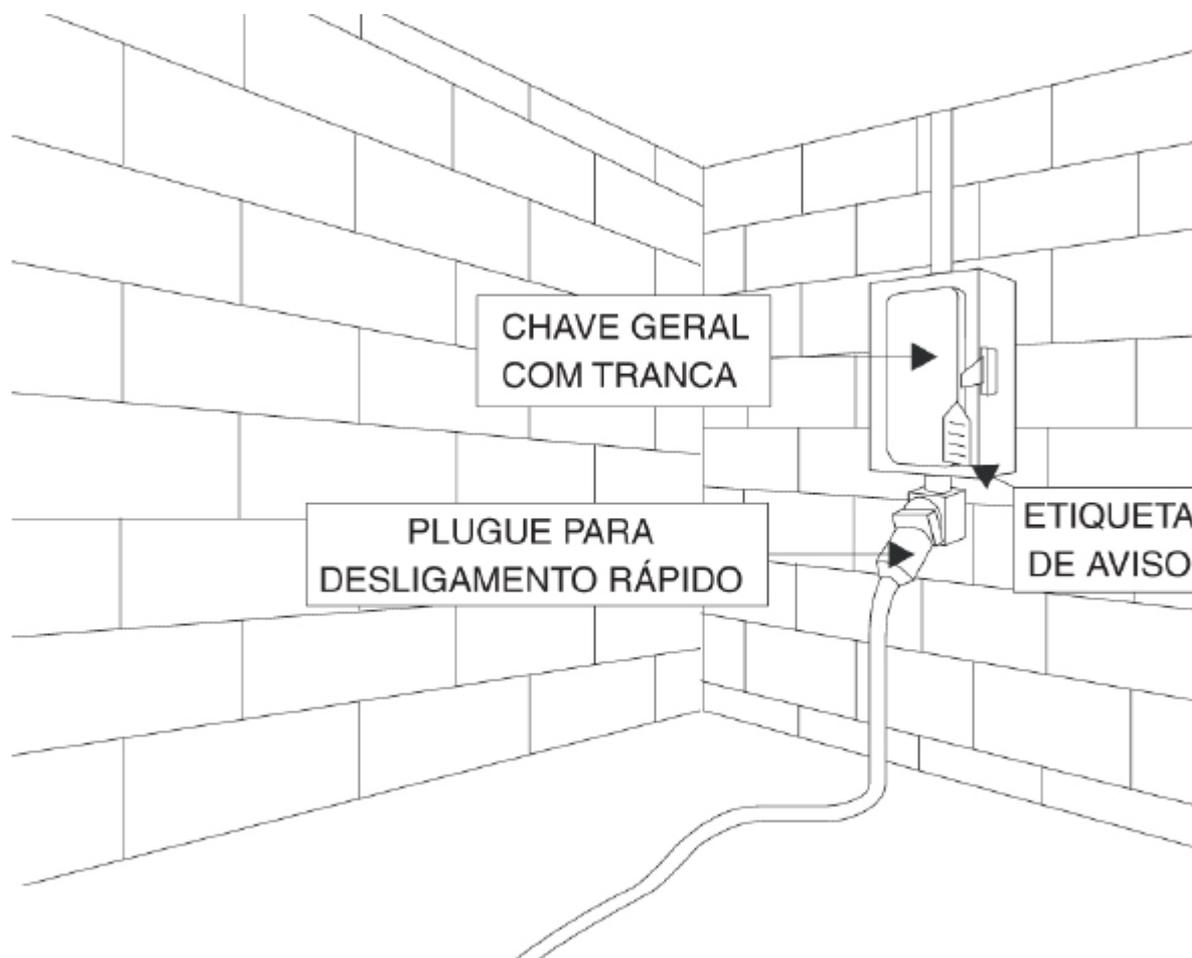
# Segurança

## 3) Regras de segurança relativas aos equipamentos

- Sempre instalar e operar um equipamento de soldar ou cortar de acordo com a orientação do seu Manual de Instruções. Além da proteção ao pessoal de operação e manutenção, o aterramento constitui uma proteção fundamental dos equipamentos.

**Sempre ligar uma máquina de soldar ou cortar à sua linha de alimentação através de uma chave de parede** - Esta chave deve ter fusíveis ou disjuntor de capacidade adequada e poder ser trancada. Instalar um plugue na extremidade do cabo de entrada da máquina. Se for necessário fazer manutenção da máquina no local de trabalho, colocar uma etiqueta de aviso na chave geral para evitar que ela venha a ser usada

# Segurança



# Segurança

- **Sempre instalar e operar uma máquina de soldar ou cortar de acordo com as orientações contidas no Manual de Instruções** - Além da proteção ao pessoal de operação e manutenção, o aterramento constitui uma proteção fundamental dos equipamentos.
- **Operar os equipamentos estritamente dentro das características anunciadas pelo fabricante** - Nunca sobrecarregá-los.
- **Nunca usar uma máquina de soldar ou cortar com parte do seu gabinete removida ou mesmo aberta** - Além de tal situação ser potencialmente perigosa para o soldador ou operador, a falta de refrigeração pode resultar em danos a componentes internos.

# Segurança

- **Nunca operar equipamentos defeituosos** - Conservá-los em perfeito estado de funcionamento, procedendo à manutenção preventiva periódica recomendada pelo fabricante e à manutenção corretiva sempre que necessário. Em particular, todos os dispositivos de segurança incorporados a um equipamento devem ser mantidos em boas condições de trabalho.
- **Sempre manter um equipamento de soldar ou cortar afastado de fontes externas de calor (fornos, por exemplo).**
- **Máquinas de soldar ou cortar não devem ser utilizados em locais alagados ou poças de água** - Salvo quando projetados especialmente ou adequadamente protegidos (a critério do fabricante), máquinas de soldar ou cortar não devem ser operadas em ambientes corrosivos ou que tenham matérias oleosas em suspensão, ou nas intempéries.
- **Depois de usar um equipamento de soldar ou cortar, sempre desligá-lo e isolá-lo da sua linha de alimentação.**

# Processo de fabricação redução do metal



Redução do minério de ferro e elaboração do aço (para solda de ligas ferrosos)

Fusão e elaboração da liga (para metais não ferrosos)

# Processo de fabricação – lingotamento



Lingotamento (solidificação)

# Processo de fabricação – laminação a quente

maffeis



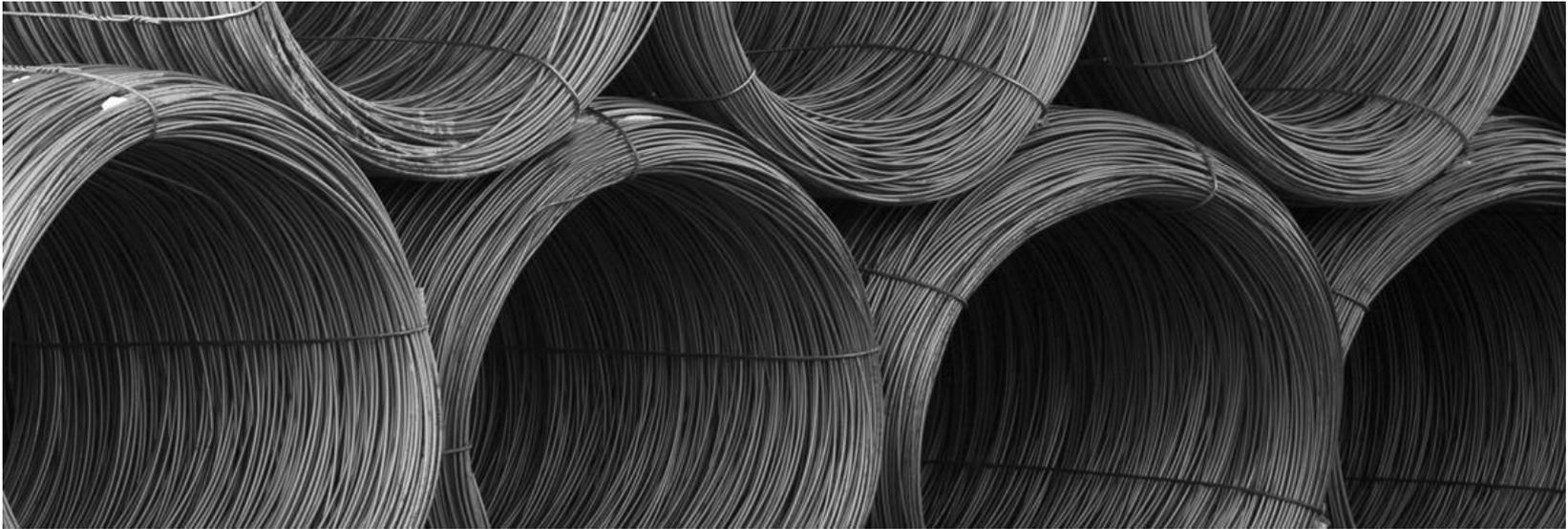
# Processo de fabricação – laminação a quente

maffeis

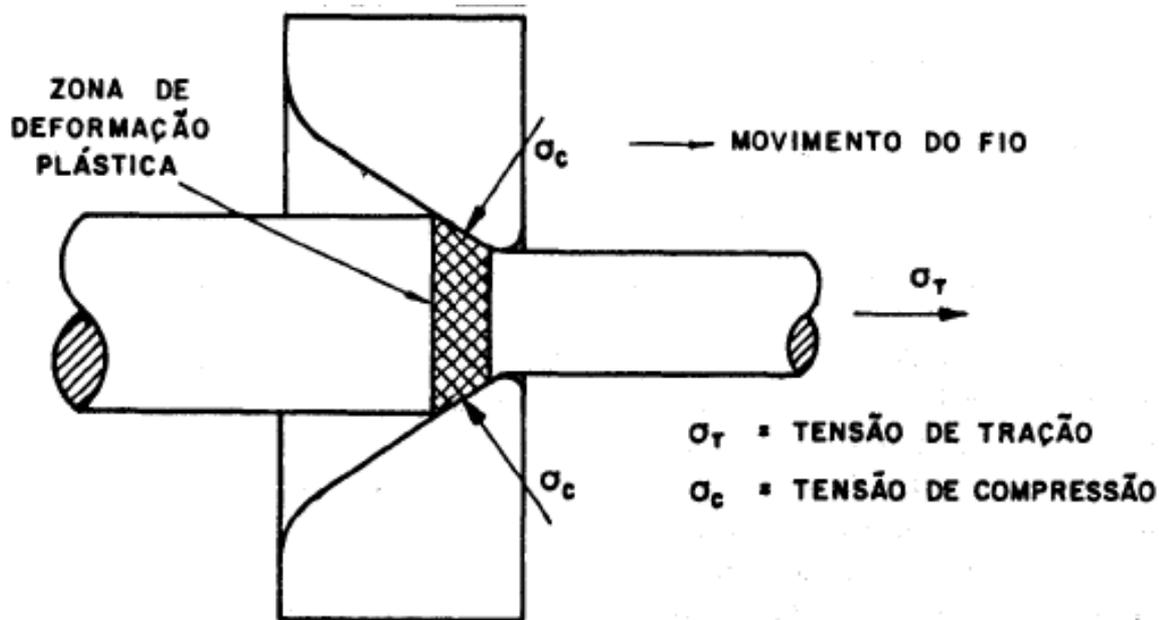


# Processo de fabricação – laminação a quente

maffeis



# Processo de fabricação – trefilação

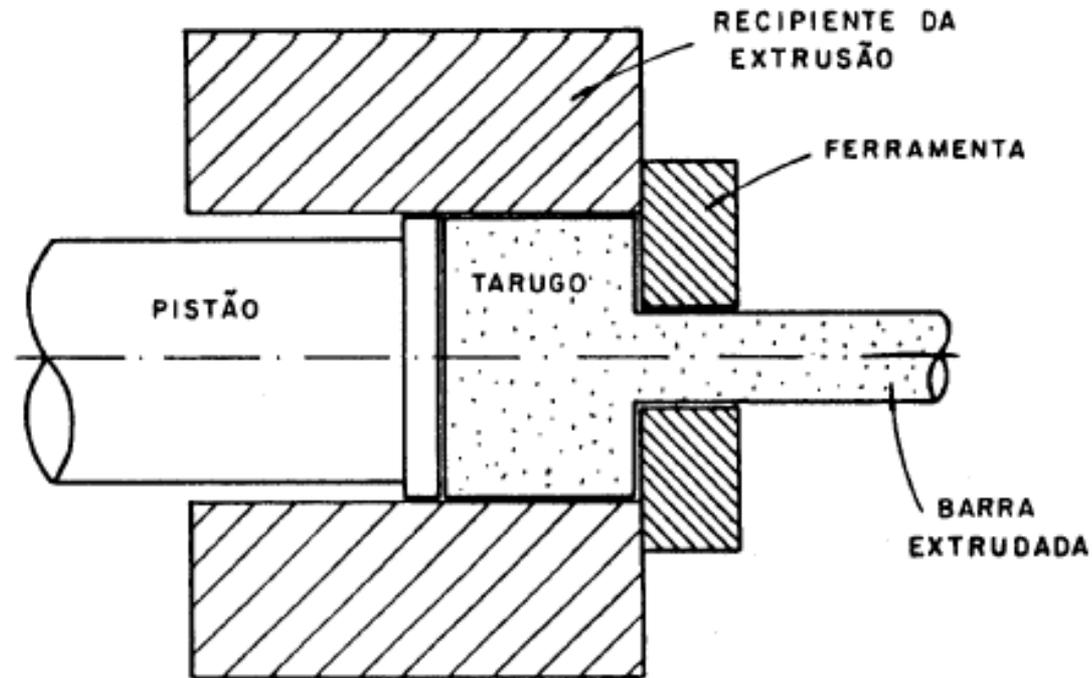


# Processo de fabricação – trefilação

maffeis



# Processo de fabricação – extrusão

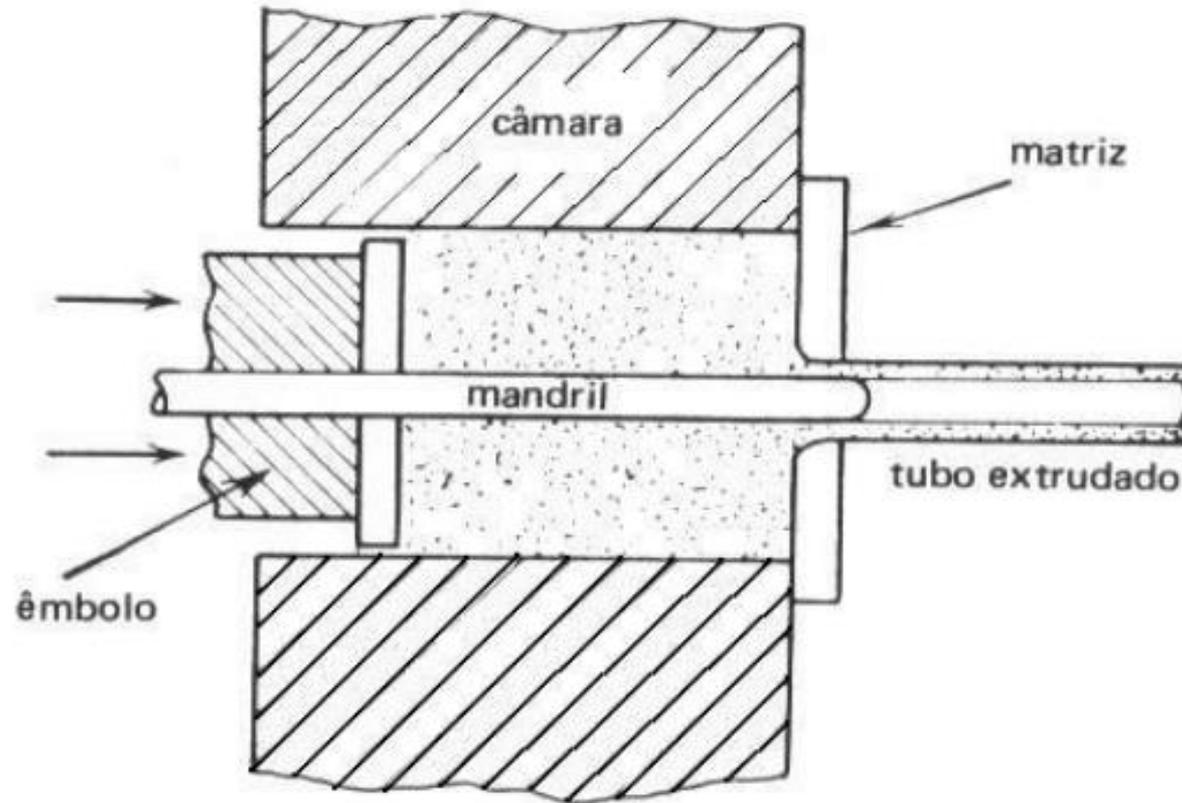


# Processo de fabricação – extrusão

maffeis



# Processo de fabricação – extrusão



# Processo de fabricação

