

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Fernando Teixeira Coelho Berton

**A SEGURANÇA PARA OS TRABALHADORES EM SOLDA
COM ELETRODO REVESTIDO**

Taubaté – SP
2011

Fernando Teixeira Coelho Berton

**A SEGURANÇA PARA OS TRABALHADORES EM SOLDA
COM ELETRODO REVESTIDO**

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. João Alberto Bajerl.

Taubaté – SP

2011

Fernando Teixeira Coelho Berton

**A SEGURANÇA PARA OS TRABALHADORES EM SOLDA COM
ELETRODO REVESTIDO**

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Data: ____/____/____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Engenheiro Mecânico João Alberto Bajerl

UNITAU

Assinatura _____

Prof. Ms. Engenheiro Civil Carlos Alberto Guimarães Garcez

UNITAU

Assinatura _____

Profa. Ms. Engenheira Civil Maria Judith Marcondes Salgado Schmidt

UNITAU

Assinatura _____

Dedico esta monografia a:

Minha mãe que sempre acreditou em minha capacidade.

Minha filha Maria Fernanda que é minha fonte de inspiração.

Meus irmãos Renato e Milena que sempre me apoiaram.

Minha namorada Sheila pela compreensão nos momentos de ausência e pela companhia.

Meu pai Paulo Henrique pelos ensinamentos.

Meus parentes queridos e meus fiéis amigos.

Deus e Nossa Senhora, que me iluminam e me guiam.

AGRADECIMENTOS

Ao professor João Alberto Bajerl, pelo suporte técnico, habilidade e competência com que orientou a minha monografia.

RESUMO

Este trabalho de pesquisa apresenta uma proposta destinada a proporcionar informações sobre saúde e segurança aos usuários e profissionais de solda do processo com eletrodo revestido.

Neste trabalho são apresentados os perigos envolvidos na soldagem com eletrodo revestido, descrevendo as principais medidas de segurança que devem ser adotadas, os equipamentos de proteção individuais para soldagem com eletrodo revestido, no sentido de prevenir acidentes e como tratá-los caso ocorram.

As informações de segurança são apresentadas para a proteção dos operadores e demais profissionais envolvidos na instalação, utilização e manutenção de equipamentos de soldagem com eletrodo revestido. Elas resumem informações e práticas adotadas na indústria e são baseadas em literatura especializada de origem norte-americana.

Palavras chaves: Eletrodo Revestido. Soldagem.

ABSTRACT

This research paper presents a proposal to provide information on health and safety professionals and users of welding process with coated electrodes. This paper presents the hazards involved in welding with coated electrodes describing the main security measures should be adopted, individual protective equipment for welding with coated electrodes, in order to prevent accidents and how to treat them if they occur.

The security information is presented for the protection of operators and other professionals involved in the installation, use and maintenance of welding electrode revestido. They summarize information and practices adopted in the industry and are based on the literature of American origin.

Keywords: Coated Electrodes. Welding.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido	14
Figura 2 Barreira contra fogo e contra respingos de solda	17
Figura 3 Métodos diversos de ventilação e auxílio a respiração	19
Figura 4 Posicionamento em relação aos fumos e vapores de solda	20
Figura 5 Aterramento do equipamento de soldagem	22
Figura 6 Chave geral com tranca	27
Figura 7 Máscara com vidro	29
Figura 8 Montagem do vidro da máscara	30
Figura 9 Luvas	30
Figura 10 Avental	31
Figura 11 Mangas ou mangotes	31
Figura 12 Perneiras e polainas	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
1.1 Objetivo	09
2 REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 O Processo de Soldagem	10
2.2 Solda com Eletrodo Revestido	10
2.3 Armazenagem, Tratamento e Manuseio	10
2.4 Equipamentos	12
3 METODOLOGIA	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
4.1 Segurança Relativa ao Local de Trabalho	16
4.2 Regras Específicas de Segurança Corporal	24
4.3 Regras Relativas aos Equipamentos	26
4.4 Procedimentos de Pronto Socorro e Emergência	28
4.5 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)	29
4.6 Normas Brasileiras Relativas à Segurança do Trabalho Envolvidas na Soldagem com Eletrodo Revestido	32
5 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

O trabalho tem por objetivo oferecer medidas preventivas, recomendações de procedimentos, ferramentas e parâmetros operacionais que devem ser adotados e utilizados na proteção dos trabalhadores, durante atividades envolvendo o processo de soldagem com eletrodo revestido. A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA apresenta os aspectos históricos, define o processo de soldagem e suas características. A METODOLOGIA descreve as fontes utilizadas para elaborar o trabalho. Em RESULTADOS E DISCUSSÕES são mostrados os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos, bem como os efeitos à saúde e as recomendações para a execução da solda com eletrodo revestido de forma segura. A CONCLUSÃO clara e objetiva enfatiza a importância da utilização de medidas de proteção.

1.1 Objetivo.

Descrever as principais medidas de segurança que devem ser adotadas, no sentido de prevenir acidentes nas atividades dos trabalhadores que utilizam o método de soldagem com eletrodo revestido.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O Processo de Soldagem.

Soldagem é o processo de união de materiais usado para obter a coalescência localizada de metais e não metais, produzida por aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem a utilização de pressão e/ou material de adição (Esab, 2000).

2.2 Soldas com Eletrodo Revestido.

A soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido (*Shielded Metal Arc Welding – SMAW*), também conhecida como soldagem manual o arco elétrico é o mais largamente empregado dos vários processos de soldagem. A soldagem é realizada com o calor de um arco elétrico mantido entre a extremidade de um eletrodo metálico revestido e a peça de trabalho. O calor produzido pelo arco funde o metal de base, a alma do eletrodo e o revestimento. Quando as gotas de metal fundido são transferidas através do arco para a poça de fusão, são protegidas da atmosfera pelos gases produzidos durante a decomposição do revestimento. A escória líquida flutua em direção à superfície da poça de fusão, onde protege o metal de solda da atmosfera durante a solidificação. Outras funções do revestimento são proporcionar estabilidade ao arco e controlar a forma do cordão de solda.

Em 1890, N.G. Slavianoff (Rússia) e Charles Coffin (EUA) desenvolveram, independentemente, a soldagem com eletrodo metálico nu. Dessa forma, durante os anos seguintes, a soldagem por arco foi realizada com eletrodos nus, que eram consumidos na poça de fusão e tornavam-se parte do metal de solda. As soldas eram de baixa qualidade devido ao nitrogênio e ao oxigênio na atmosfera formando óxidos e nitretos prejudiciais no metal de solda (Esab, 2005). No início do século XX, a importância da proteção ao arco contra os agentes atmosféricos foi percebida. Revestir o eletrodo com um material que se decompunha sob o calor do arco para formar uma proteção gasosa pareceu ser o melhor método para atingir esse objetivo.

Em 1904, Oscar Kjellberg, um engenheiro sueco, tinha um problema. Ele precisava melhorar a qualidade dos trabalhos de reparo em navios e caldeiras em Gothenburg, o que resultou na invenção do primeiro eletrodo revestido, onde o

revestimento era constituído, originalmente, de uma camada de material argiloso (cal), cuja função era facilitar a abertura do arco e aumentar sua estabilidade. Em 1907, Oscar Kjellberg patenteou o processo de soldagem a arco com eletrodo revestido. Esses esforços culminaram no eletrodo revestido extrudado em meados dos anos 1920, melhorando muito a qualidade do metal de solda e proporcionando aquilo que muitos consideram o mais significativo avanço na soldagem por arco elétrico (Esab, 2005).

A busca contínua do aumento da produtividade propiciou o desenvolvimento de novos processos de soldagem. No entanto, ainda nos dias de hoje, é um processo muito empregado graças à sua grande versatilidade, ao baixo custo de operação, à simplicidade dos equipamentos necessários e à possibilidade de uso em locais de difícil acesso ou sujeitos a ventos.

As desvantagens do processo são a baixa produtividade, os cuidados especiais que são necessários no tratamento e manuseio dos eletrodos revestidos e o grande volume de gases e fumos gerados durante a soldagem. Mesmo assim, ainda continua a ser um processo de soldagem empregado na fabricação e montagem de equipamentos, na área de manutenção e reparos, em construções no campo, na soldagem por gravidade em estaleiros, e, de modo mais abrangente, na soldagem em geral de chapas de espessura variando de 3 mm a 40 mm (Esab, 2005).

2.3 Armazenagem, Tratamento e Manuseio.

Devem ser tomadas certas precauções na armazenagem dos eletrodos revestidos, principalmente os eletrodos básicos de baixo teor de hidrogênio, que são muito higroscópicos e necessitam de cuidados especiais para que suas características não sejam afetadas. Um eletrodo úmido poderá causar inúmeros defeitos na solda: porosidade no início ou mesmo em todo o cordão de solda, trincas ao lado e sob o cordão, porosidade vermiforme, arco instável, respingos abundantes e acabamento ruim.

As latas, por ocasião de sua abertura, ficam inutilizadas para posterior armazenagem dos eletrodos remanescentes, os quais deverão ser imediatamente colocados numa estufa apropriada. A forma ideal de se transportar e armazenar

eletrodos revestidos são em paletes. Tal sistema evitará choques e danos às embalagens, garantindo sua estanqueidade original. As latas deverão ser sempre guardadas na posição vertical, com as pontas de pega voltadas para baixo, visando preservar as pontas de arco, parte mais sensível dos eletrodos revestidos.

É recomendável que a abertura seja feita pela remoção do fundo da lata; assim, ficará bem mais fácil pegar os eletrodos na lata, pois a ponta de pega estará a descoberto, bem como a tampa remanescente será aquela que identifica o conteúdo em tipo, diâmetro, comprimento e número de produção. O local de armazenagem dos eletrodos em suas embalagens originais deverá ser adequadamente preparado para permitir a manutenção das suas propriedades. Dois aspectos deverão ser considerados e bem controlados: a temperatura e a umidade relativa do ar.

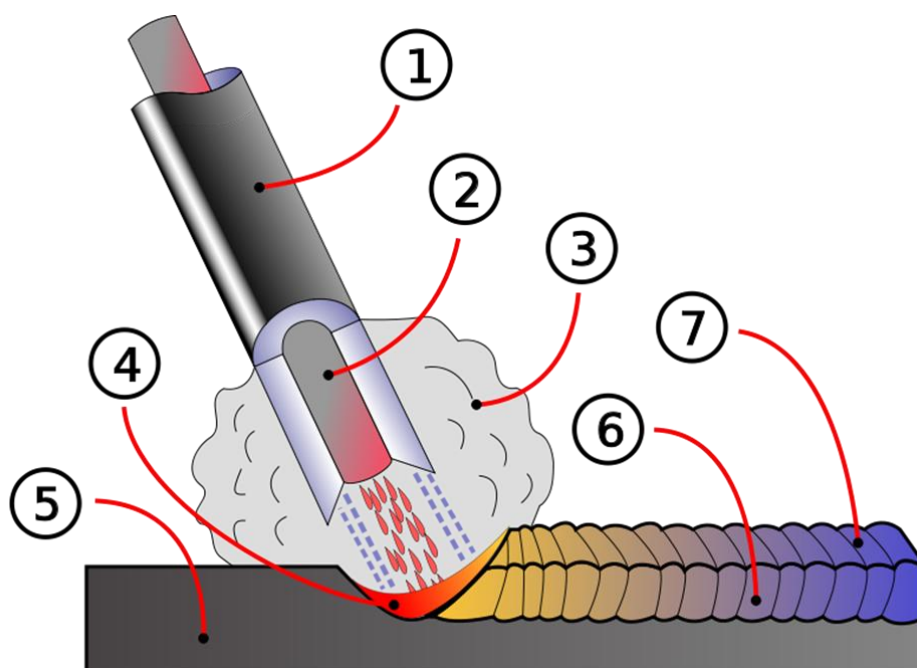
2.4 Equipamentos.

Uma das razões para a grande aceitação do processo SMAW é a simplicidade do equipamento necessário. O equipamento de soldagem consiste na fonte de energia, no porta-eletrodo (tenaz) e nos cabos e conexões:

- Porta-eletrodo: o porta-eletrodo (ou tenaz) conecta o cabo de solda e conduz a corrente de soldagem até o eletrodo. O punho isolado é usado para guiar o eletrodo sobre a junta de solda e alimentá-lo até a poça de fusão à medida que ele é consumido.
- Portas-eletrodo estão disponíveis: em diferentes tamanhos e seus preços dependem de sua capacidade de suportar a corrente de soldagem.
- Terminal terra: o terminal terra é utilizado para conectar o cabo terra à peça. Pode ser conectado diretamente à peça ou à bancada ou dispositivo ao qual a peça está posicionada. Fazendo parte do circuito de soldagem, o terminal terra deve ser capaz de suportar correntes de soldagem sem superaquecer devido à resistência elétrica.
- Cabos de solda: o cabo do eletrodo e o cabo terra são partes importantes do circuito de soldagem. Eles devem ser muito flexíveis e ter um bom isolamento resistente ao calor. As conexões no porta-eletrodo, o terminal terra e os terminais da fonte de energia devem ser soldados ou bem prensados para assegurar baixa resistência elétrica. O diâmetro do cabo deve ser suficiente

para conduzir a corrente elétrica com um mínimo de queda de tensão. O aumento no comprimento do cabo torna necessário o aumento em seu diâmetro para diminuir a resistência elétrica e a queda de tensão.

- Outros equipamentos: as ferramentas de limpeza são a picadeira, a escova de aço, a escova rotativa e a lixadeira. O equipamento de proteção individual consiste nas máscaras, nos óculos, no casaco, no avental, nas mangas, nas luvas, nas polainas e no gorro.
- Fontes de energia: a soldagem com eletrodos revestidos pode empregar tanto corrente alternada (CA) quanto corrente contínua (CC), porém em quaisquer casos a fonte selecionada deve ser do tipo corrente constante. Esse tipo de fonte fornecerá uma corrente de soldagem relativamente constante independentemente das variações do comprimento do arco causadas pelas oscilações da mão do soldador. A corrente de soldagem determina a quantidade de calor proveniente do arco elétrico e, desde que ele permaneça relativamente constante, os cordões de solda serão uniformes em tamanho e em forma.
- Tipos de corrente: a corrente contínua confere melhor estabilidade ao arco. CC+ significa polaridade reversa, isto é, o eletrodo é ligado ao pólo positivo e a peça ao negativo. CC- é polaridade direta, isto é, o eletrodo é ligado ao pólo negativo e a peça ao positivo. Na corrente alternada não existe polaridade definida. Há uma tendência a maior instabilidade do arco e a perda nos cabos é menor.
- Tipos de fontes: os transformadores fornecem somente corrente alternada. Os retificadores transformam a corrente alternada da rede em corrente contínua disponível para a soldagem. Os geradores podem fornecer corrente contínua ou corrente alternada. Os inversores fornecem corrente contínua e podem ser portáteis.
- Segurança e equipamento de proteção individual (EPI): nas operações de soldagem com eletrodo revestido, o soldador deve estar atento as normas de segurança, devendo:
 - Usar equipamento de proteção individual (EPI).
 - Usar biombos.
 - Evitar danos materiais.



Legenda:

1. Vareta (Alma).
2. Gás de proteção.
3. Poça de fusão.
4. Metal base.
5. Metal de solda.
6. Escória solidificada.

Figura 1 Diagrama de soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido

Fonte: Esab, 2005.

3. METODOLOGIA

As informações foram obtidas através de pesquisas em livros, catálogos e manuais de fabricantes, endereços eletrônicos especializados em solda, e na experiência profissional do autor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Segurança Relativa ao Local de Trabalho.

A segurança relativa ao local de trabalho se divide da seguinte forma:

- 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 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. Todo e qualquer trabalhador deve ser familiarizado com as seguintes medidas de prevenção e proteção contra incêndios:
 - Garantir a segurança da área de trabalho: sempre que possível, trabalhar em locais especialmente previstos para soldagem.
 - Eliminar possíveis causas de incêndios: locais onde se solde 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 não podem ser efetuadas em locais específicos e especialmente organizados, instalar biombo metálicos ou proteções não inflamáveis ou combustíveis para evitar que o calor, as fagulhas, os respingos ou as escórias possam atingir materiais inflamáveis.
 - Tomar cuidado com fendas e rachaduras: fagulhas, escórias e respingos podem se projetar 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 anti-incêndio devem ficar na proximidade imediata da área de soldagem. Sua especificação

depende da quantidade e do tipo dos materiais combustíveis que possam se encontrar no local de trabalho.

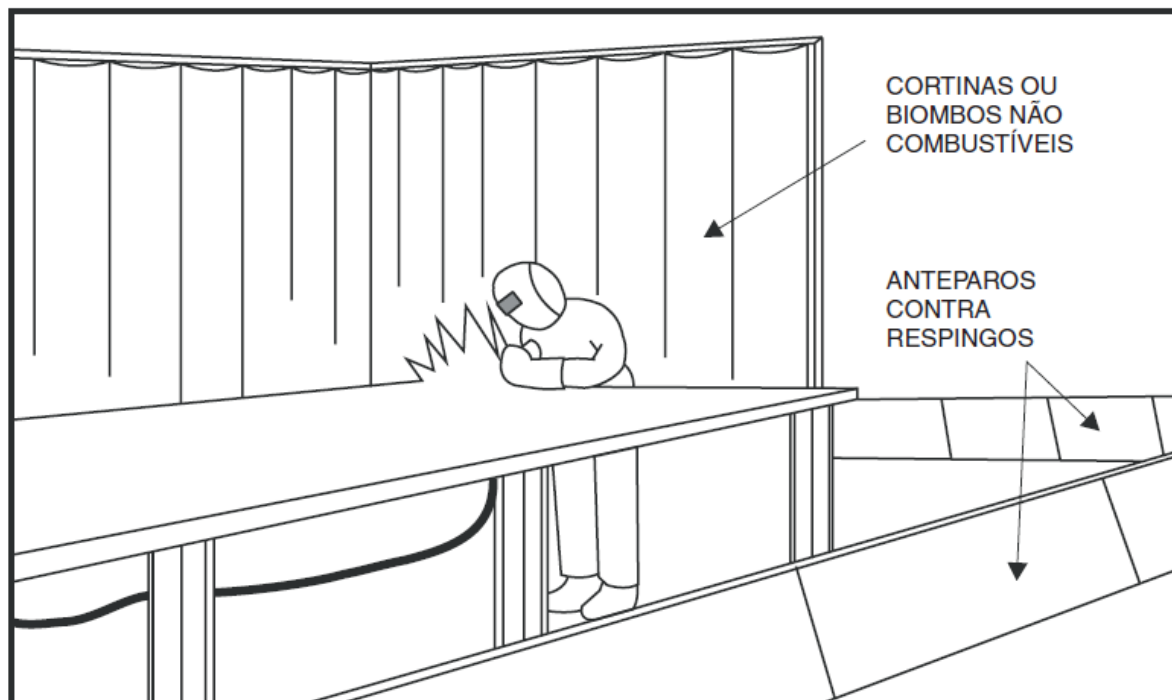


Figura 2 Barreira contra fogo e contra respingos de solda

Fonte: Esab, 2004.

- Avaliar a necessidade de uma vigilância especial contra incêndios: quando soldam, 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. Conhecer os procedimentos locais para casos de incêndios em soldagem com eletrodo revestido.
- Além dos procedimentos de segurança da empresa e das normas ou legislação em vigor, é recomendado que sejam conhecidas as regras enunciadas na norma NFPA No. 51B da *National Fire Protection Association (USA)*, "*Fire Protection in Use of Cutting and Welding Processes*".

- Apagar ou remover fagulhas ou pedaços de metal quente que, mais tarde, possam provocar algum incêndio.
 - Usar um procedimento de autorização de uso de área: Antes de se iniciar uma operação de soldagem com eletrodo revestido num local não especificamente previsto para esta finalidade, ele deve ser inspecionado por pessoa habilitada para a devida autorização de uso.
 - Não soldar com eletrodo revestido, em 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: apagar ou remover fagulhas ou pedaços de metal quente que, mais tarde, possam provocar algum incêndio.
-
- 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 com eletrodo revestido 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.

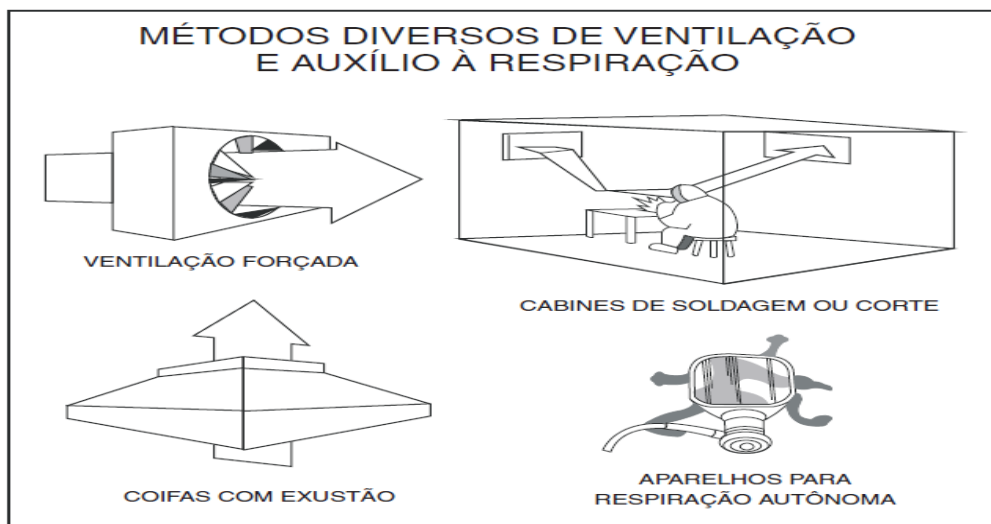


Figura 3 Métodos diversos de ventilação e auxílio à respiração

Fonte: Esab, 2004.

- Locais tais como poços, tanques, etc. devem ser considerados áreas confinadas.
- A soldagem com eletrodo revestido em áreas confinadas requer procedimentos específicos de ventilação e trabalho, com o uso eventual de capacetes ou máscaras especiais.
- Não se deve soldar peças sujas ou contaminadas por alguma substância desconhecida.
- Não se deve soldar 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.
- O soldador 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.

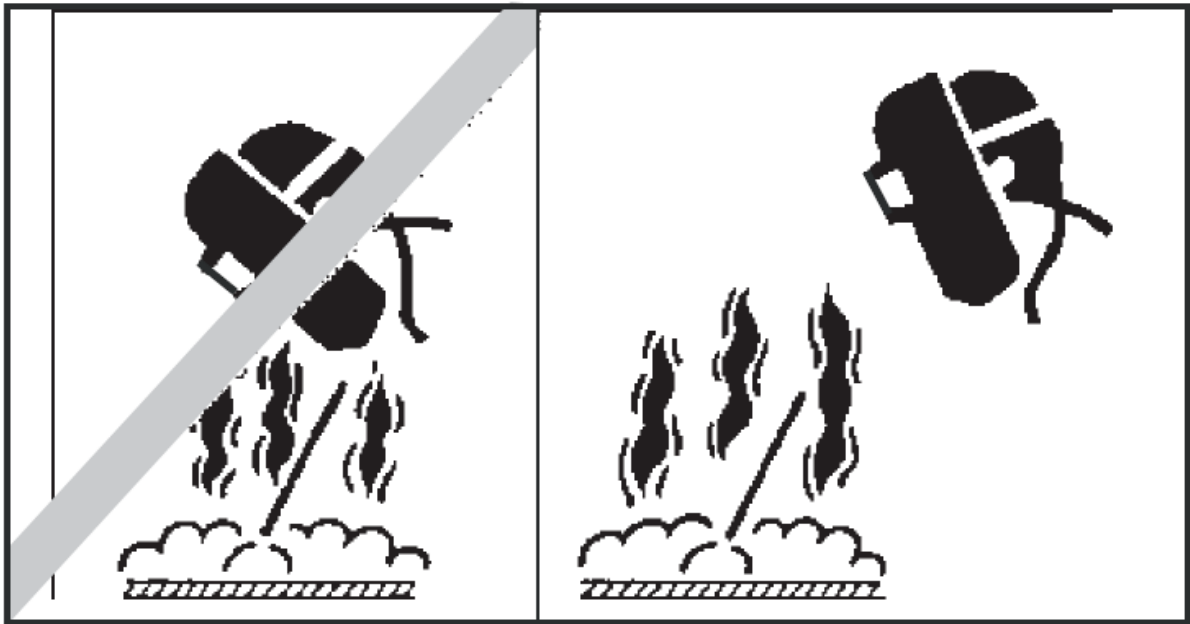


Figura 4 Posicionamento em relação aos fumos e vapores de solda

Fonte: Esab, 2004.

- 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 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 são ora mais leves, ora mais pesados que o ar certos deles (argônio, dióxido de carbono, nitrogênio) podem deslocar o oxigênio do ar ambiente sem serem detectados pelos sentidos do soldador.
- 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 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.
- 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.
 - Nunca tocar em partes eletricamente ativas: 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 ativas. 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 com eletrodo revestido 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.

- Aterrar os equipamentos e seus acessórios a um ponto seguro de aterramento:
 - A 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 o terminal de saída correspondente na fonte de energia deve ser aterrada, mas não ambos os aterramentos duplos podem fazer com que a corrente de soldagem circule nos condutores de aterramento, normalmente finos, e os queime.

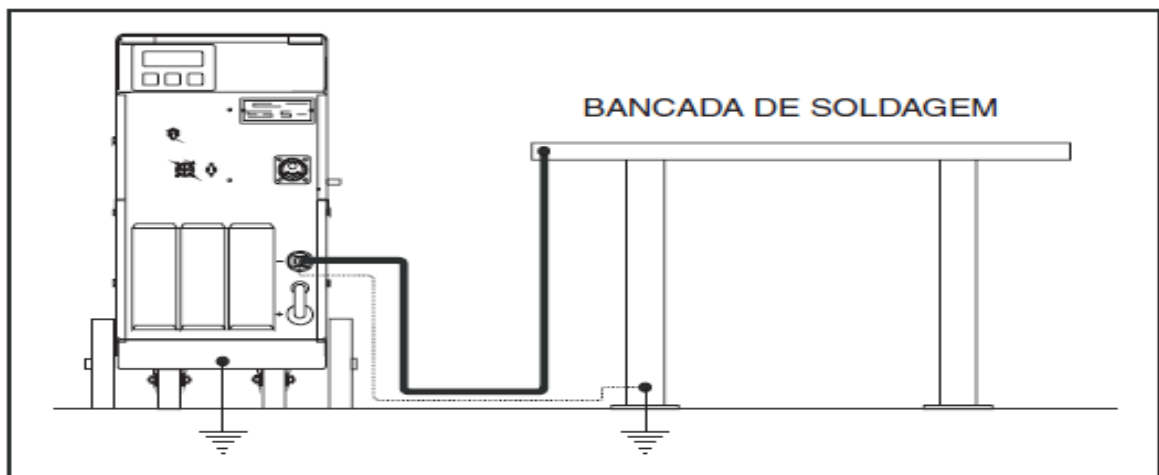


Figura 5 aterramento do equipamento de soldagem

Fonte: Esab, 2004.

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 que todas as conexões elétricas estejam 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.

- Manter o local de trabalho limpo e seco. A umidade e a água são condutoras da eletricidade. Manter sempre o local de soldagem com eletrodo revestido, os equipamentos e a roupa de trabalho seco. Eliminar de imediato todo e qualquer vazamento de água. Não deixar que mangueiras encostem-se a 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.
- Ter ciência das regras específicas relativas à proteção corporal:
 - Ao soldar não usar quaisquer adornos, acessórios ou objetos corporais metálicos. Para soldar com eletrodo revestido 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 deve trabalhar em cima de um estrado ou plataforma isolante
- Campos elétricos magnéticos: a corrente elétrica que circula num condutor provoca o aparecimento de campos elétricos e magnéticos. As correntes elétricas utilizadas em soldagem 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 tipo de faísca ou ruído de 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.
- 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 amarrado um

ao outro. Na peça a ser soldada, conectar o cabo obra tão perto quanto possível da junta.

- 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.

4.2 Regras Específicas de Segurança Corporal.

São as seguintes:

- Regras para a proteção da visão: os arcos elétricos de soldagem emitem raios ultravioletas e infravermelhos. Exposições de longa duração podem provocar queimaduras graves e dolorosas da pele e danos permanentes na vista.
 - Para soldar, usar máscara com vidro ou dispositivo de opacidade adequado à aplicação prevista. O Quadro 1 abaixo orienta quanto à opacidade recomendada para a proteção em função do processo de solda com eletrodo revestido e a corrente usada.

PROCESSO	CORRENTE ELÉTRICA	OPACIDADE
SOLDAGEM COM ELETRODO REVESTIDO	ATÉ 160 A	10
	DE 160 A ATÉ 250 A	12
	DE 250 A ATÉ 550 A	14

Quadro 1 Grau do dispositivo de opacidade

Fonte: Esab, 2004.

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.

- Usar óculos de segurança com protetores laterais: quando se solda, 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 num raio de 20 m deve estar adequadamente protegida.
 - A irradiação de um arco elétrico tem grande alcance e partículas metálicas e respingos podem se projetar sobre distâncias relativamente grandes.
-
- 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 possam penetrar.
 - 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 pele. Os bolsos não devem conter objetos ou produtos combustíveis tais como fósforos ou isqueiros.
-
- Regras para a proteção da audição: usar protetores de ouvido. Operação de soldagem produz ruído de intensidade elevada e, eventualmente de longa duração. Protetores de ouvido adequados, além de protegerem contra estes ruídos excessivos, impedem que respingos e fagulhas entrem nos ouvidos.

4.3 Regras de Segurança Relativas aos Equipamentos.

Sempre instalar e operar um equipamento de soldar 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 disjuntores 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.

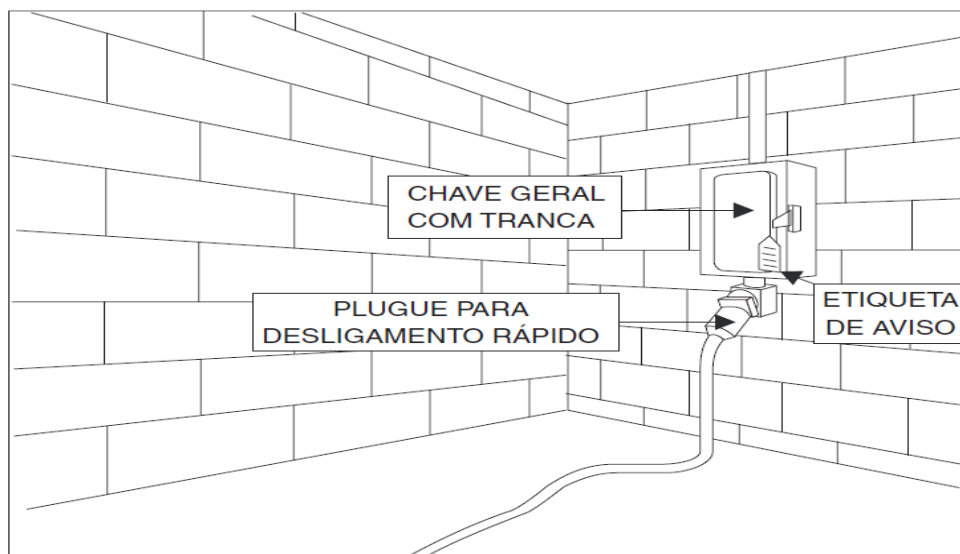


Figura 6 Chave geral com tranca

Fonte: Esab, 2004.

Sempre instalar e operar uma máquina de soldar 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 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.

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 afastado de fontes externas de calor

Máquinas de soldar não devem ser utilizadas em locais alagados ou poças de água, salvo quando projetados especialmente ou adequadamente protegidos. Máquinas de soldar não devem ser operadas em ambientes corrosivos ou que tenham matérias oleosas em suspensão, ou nas intempéries. Depois de usar um equipamento de soldar, sempre desligá-lo e isolá-lo da sua fonte de alimentação.

4.4 Procedimentos de Pronto Socorro e Emergência.

O pronto socorro consiste em um tratamento provisório aplicado em caso de acidente ou doença. Um socorro imediato (dentro de quatro minutos) e adequado pode ser a diferença entre uma recuperação completa, uma invalidez permanente ou a morte.

- Inalação de gases: trabalhadores com sintomas de exposição a fumos e gases devem ser levados para uma área não contaminada e inalar ar fresco ou oxigênio. Caso a vítima esteja inconsciente, quem prestar socorro deve eliminar os gases venenosos ou asfixiantes da área ou usar equipamento apropriado de respiração antes de adentrá-la. Remover a vítima para uma área não contaminada e chamar um médico. Administrar oxigênio por meio de uma máscara se a vítima estiver respirando. Caso contrário, praticar a reanimação cardiopulmonar, de preferência com administração simultânea de oxigênio. Conservar a vítima aquecida e imobilizada.
- Olhos afetados: caso a vítima use lentes de contato, removê-las. Irrigar os olhos com grande quantidade de água por 15 minutos. Ocasionalmente, levantar as pálpebras para assegurar uma irrigação completa. Aplicar um curativo protetor seco. Chamar um médico. Requerer assistência médica para remover ciscos ou poeira. Em caso de ferimento por irradiação de arco elétrico, aplicar repetidamente compressas frias (de preferência geladas) durante 5 a 10 minutos. Aplicar um curativo protetor seco. Chamar um médico. Não esfregar os olhos. Não usar gotas ou colírio salvo se receitados por um médico.
- Irritação da pele: para os casos de contato da pele com produtos irritantes, molhar as regiões afetadas com grandes quantidades de água e depois lavar com água e sabão. Retirar a roupa contaminada. Se as mucosas estiverem irritadas, molhar com água. Lavar cortes e arranhões com água e sabão neutro. Aplicar um curativo seco e esterilizado.
- Queimaduras: para queimaduras por calor, aplicar água fria numa bolsa de borracha ou similar. Se a pele não estiver rompida, imergir a parte queimada em água fria limpa ou aplicar gelo limpo para aliviar a dor. Não furar bolhas. Enfaixar sem apertar com faixa seca e limpa. Chamar um médico.

- Choques elétricos: quem prestar socorro deve primeiramente proteger a si mesmo com materiais isolantes tais como luvas. Desligar o equipamento para eliminar o contato elétrico com a vítima. Usar equipamento ou objetos isolantes se a pessoa que prestar socorro tiver que tocar a vítima para retirá-la. Se a vítima não estiver respirando, praticar reanimação cardiopulmonar assim que o contato elétrico for removido. Chamar um médico.
- Queimaduras por eletricidade: tratar queimaduras por eletricidade como queimaduras por calor. Aplicar compressas frias ou geladas. Cobrir as feridas com curativo seco limpo. Chamar um médico.

4.5 Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

Este equipamento, que protege o soldador dos perigos específicos à operação de soldagem, compõe-se de:

- Máscaras: são fabricadas de material incombustível, isolante térmico e elétrico, leve e resistente (fibra de vidro, fibra prensada, etc.). Servem para proteger o soldador dos raios, dos respingos e da temperatura elevada emitida durante a soldagem. Existem vários modelos de máscaras e sua escolha deve ser feita de acordo com o tipo de trabalho a ser executado.



Figura 7 Máscara com vidro

Fonte: Esab, 2011.

As máscaras possuem filtros de luz (vidros protetores), que devem absorver no mínimo 99,5% da radiação emitida nas soldagens. A tonalidade desses filtros, que devem ser protegidos em ambos os lados por um vidro comum incolor, deve ser selecionada de acordo com a intensidade da corrente, para que haja absorção dos raios emitidos (infravermelhos e ultravioletas).

Se essa classificação for obedecida, a absorção dos raios infravermelhos e ultravioleta será de, no mínimo 99,5%. A montagem dos vidros nas máscaras deve ser feita conforme mostra a figura:

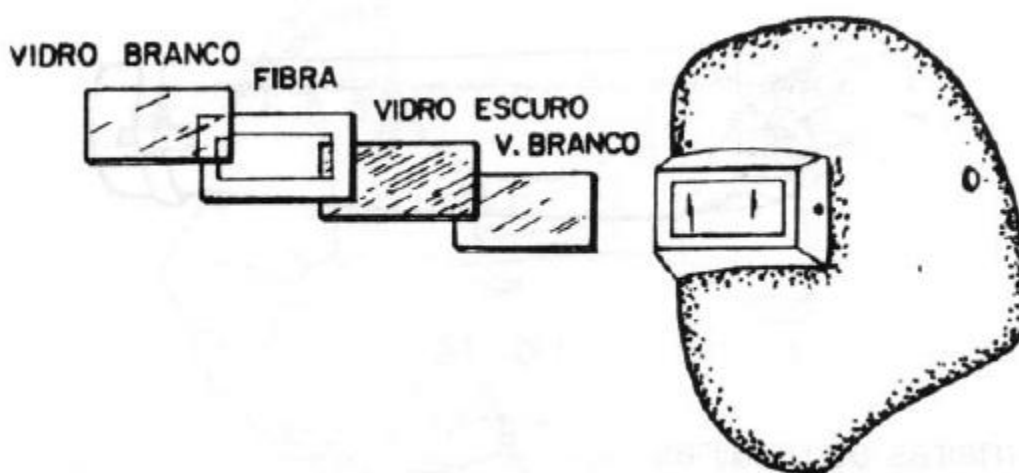


Figura 8 Montagem dos vidros da máscara

Fonte: Senai, 2007.

- Luvas: tem a função de proteger as mãos.



Figura 9 Luvas

Fonte: Esab, 2011.

- Avental: protege a frente do corpo.



Figura 10 Avental
Fonte: Senai, 2007.

- Mangas ou mangotes: protegem os braços.

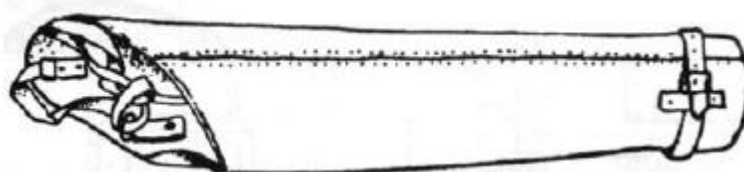


Figura 11 Mangas ou mangotes
Fonte: Senai, 2007.

- Perneiras e Polainas: protegem as pernas e os pés do soldador.

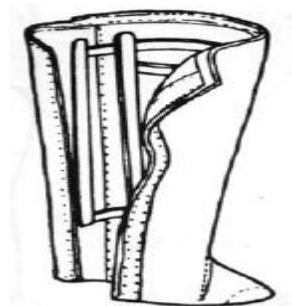


Figura 12 Perneiras e polainas

Fonte: Senai, 2007.

Todos os equipamentos destinam-se a proteger o soldador contra: calor, respingos, radiação emitida pelo arco elétrico. As luvas, avental, mangas e perneiras são feitas de raspas de couro. Para trabalhos especiais, onde a temperatura é muito alta, usa-se equipamento de alumínio e amianto.

Além destes equipamentos específicos, utiliza-se também o calçado de segurança, o capuz, a touca e o blusão.

4.6 Normas Brasileiras Relativas à Segurança do Trabalho Envolvidas na Soldagem com Eletrodo Revestido.

- Cor na segurança do trabalho - NBR7195 (1982).
- Classificação dos equipamentos elétricos e eletrônicos quanto à proteção contra os choques elétricos - NBR6151 (1990).
- Estabelecimento de segurança aos efeitos da corrente elétrica percorrendo o corpo humano - NBR6533 (1981).
- Cabos flexíveis com cobertura para máquinas de soldar a arco - NBR8762 (1985).
- Sistemas de proteção por extintores de incêndio - NBR12693 (1993).
- Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio - NBR9441 (1986).
- Prevenção de acidentes em espaço confinado - NBR12246 (1992).

- Níveis de ruído para conforto acústico - NBR10152 (1987) identificação de gases em cilindros - NBR12176 (1992).
- Segurança de instalações de ar comprimido- NB 222 (1971).
- Capacete de segurança para uso na indústria - NBR8221 (1983).
- Luvas de segurança - NBR 122 (1966).
- Calçado de proteção - NBR12561 (1992).

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que se forem atendidas as medidas descritas, a segurança dos trabalhadores que utilizam processos de soldagem com eletrodo revestido estará garantida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

THE ESAB FILLER METAL TECHNOLOGY COURSE – **ESAB Welding and Cutting Products**, 2000.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (Senai) – **Apostila de Solda Elétrica, Centro de Formação Profissional “JOSE IGNACIO PEIXOTO”**, 2007.

Esab. **Equipamento de Proteção Individual, Acessórios & Ferramentas**. Disponível em: <<http://www.esab.com.br>>. Acesso em: 22 Ago. 2011.

Esab. **Apostila Eletrodos Revestidos**. Disponível em: <<http://www.esab.com.br>>. Acesso em: 17 Set. 2011.

Esab. **Apostila Segurança na Soldagem**. Disponível em: <<http://www.esab.com.br>>. Acesso em: 22 Set. 2011.

_____. Segurança e Medicina do Trabalho. Norma Regulamentadora N° 18 – **“Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção”**. Editora: Saraiva. Quinta Edição, 2010.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada. EAD - Ensino e Aprendizado à Distância. **Higiene Ocupacional e Atividades Industriais**, São Paulo, 2007b, 4ª. Ed., 259 p.

DANGEROUS PROPERTIES OF INDUSTRIAL MATERIALS – **N. Irving Sax and Richard J. Lewis Sr.** – Seventh Edition. Van Nostrand Reinhold Co. 1989.

EFFECTS OF WELDING ON HEALTH VII – **American Welding Society, P.O. Box 351040**, Miami, FL 33135. 1990.