

EDUARDO RODRIGUES DOS SANTOS

**SEGURANÇA DO TRABALHO
NAS ÁREAS DE CALDEIRARIA E SOLDAGEM**

**SÃO PAULO
2008**

**EPMI
ESP/EST-2008
Sa59s**

EDUARDO RODRIGUES DOS SANTOS

**SEGURANÇA DO TRABALHO
NAS ÁREAS DE CALDEIRARIA E SOLDAGEM**

Monografia apresentada à Escola

Politécnica da Universidade de São

Paulo para obtenção do título de Especialista

em Engenharia de Segurança do Trabalho

**SÃO PAULO
2008**

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, irmãos, irmãs e amigos
que sempre me incentivaram de
maneira simples, porém, com palavras
dignas para este momento,
agradecendo a Deus, sempre.

Ao meu primo Francisco e sua família
que também me apoiaram nesta
trajetória.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amigos Selma e Edvaldo da empresa Feeling Structures, pelos momentos de informações sobre soldagem em alumínio.

Ao Eng. Henrique e Eng. Anselmo pelas informações técnicas.

Ao pessoal do TST on line , sempre a disposição para tirar dúvidas.

Aos amigos caldeireiros e soldadores que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Os avanços tecnológicos nas áreas de Caldeiraria e Soldagem contribuem para o aumento da produção e de profissionais no setor da indústria. Para analisar, serão estudados quais os cuidados e providências necessárias a serem tomadas quando o assunto é segurança. Na Caldeiraria, serão apresentados os procedimentos e informações técnicas deste segmento inclusive com fotos. Na Soldagem, serão abordadas as técnicas de solda MIG (Metal Inert Gás), MAG (Metal Active Gas) e TIG (Tungsten Inert Gas) que são muito utilizadas, além dos serviços de corte, utilização de gases industriais e quais as máquinas utilizadas atualmente, também com ilustrações. Será apresentada a aplicação das normas regulamentadoras NR7 (PCMSO – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional) e NR 9 (Programa de Prevenção de Riscos ambientais. Destacaram-se também os cuidados com o alto nível sonoro, com as mãos, com energia elétrica e regras básicas para segurança e higiene do ambiente de trabalho.

Palavras chaves:

Segurança em Caldeiraria e Soldagem – NR7 – NR9 –Riscos Ocupacionais – Medidas de Segurança

ABSTRACT

Technological advances in the areas of Caldeiraria and Welding contribute to increased production and industry professionals in the industry. To review, which will be studied care and necessary measures to be taken when the subject is security. In Caldeiraria, will be presented the procedures and technical information of this segment even with photos. In Welding, will address the techniques of soldering MIG (Metal Inert Gas), MAG (Metal Active Gas) and TIG (Tungsten Inert Gas) that are widely used in addition to cutting services, use of industrial gases and what the machines currently used Also, with illustrations. It will be presented to the application of regulatory standards NR7 (CPMOH - Control Programme of Medical and Occupational Health) and NR 9 (Program for Prevention of environmental risks). It is also the care with the high noise level, with their hands, with electricity and basic rules for safety and hygiene of the working environment.

Keywords:

Safety in Welding and Caldeiraria - NR7 - NR9 - Occupational Hazards - Security Measures

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Justificativa.....	1
1.2	Objetivo.....	1
1.3	Método de Pesquisa.....	1
2	CALDERARIA.....	2
2.1	Conceitos Básicos.....	2
2.2	Perfil do Caldeireiro.....	6
3	SOLDAGEM.....	9
3.1	Conceitos Básicos.....	9
3.2	Histórico da soldagem.....	12
3.3	Soldagem elétrica a arco voltaico.....	13
3.4	Processo de soldagem MIG.....	17
3.5	Processo de soldagem TIG.....	19
3.6	Equipamentos	21
4	GASES UTILIZADOS NO PROCESSO TIG E MIG	23
4.1	Argônio.....	23
4.2	Hélio.....	23
4.3	Acetileno.....	24
4.3.1	Identificação de perigos do acetileno	25
4.3.2	Manuseio e armazenamento de cilindros com acetileno.....	25
4.3.3	Controle de exposição e proteção individual.....	26
4.3.4	Propriedades físico-químicas acetileno.....	27
4.3.5	Considerações sobre tratamento e disposição.....	27
4.3.6	Informações sobre Transporte.....	30

5	PRIMEIROS SOCORROS PARA OS GASES.....	30
6	PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO.....	31
7	TRABALHOS DE CORTE E SOLDA.....	31
7.1	Precaução Antes do Trabalho.....	32
7.2	Precauções durante o Trabalho.....	34
7.3	Precauções Após o Trabalho.....	34
7.4	Equipamentos de proteção individual.....	36
8	NR 7 (PCMSO – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional).....	36
9	NR 9 (PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais).....	37
10	PROTEÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES.....	39
11	CONCLUSÕES.....	45
Anexo 1	OS - Operador de Policorte.....	47
Anexo 2	OS - Corte, solda e similares.....	49
Anexo 3	Registro de Teste de Qualificação de Soldador.....	51
	Referências Bibliográficas.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Análise do projeto, conformação e corte de chapas.....	3
Figura 2	Verificação de ângulos e medidas nas peças.....	3
Figura 3	Montagem e ajuste do conjunto.....	4
Figura 4	Montagem, ajuste e verificação de medidas.....	4
Figura 5	Pequenos pontos de solda nas peças do conjunto.....	5
Figura 6	Pequenos pontos de solda e ajuste do conjunto.....	5
Figura 7	Operação com máquinas de dobra de chapas.....	8
Figura 8	Soldador de TIG em sua atividade.....	10
Figura 9	Soldador de MIG em sua atividade.....	10
Figura 10	Princípios básicos do processo MIG / MAG	17
Figura 11	Máquina com arame soldagem GTAW	22
Figura 12	Cilindros expostos ao perigo	28
Figura 13	Acidentes com a válvula.....	28
Figura 14	Acidentes com a queda do cilindro.....	29
Figura 15	Locais impróprios pra armazenagem do cilindro.....	29
Figura 16	Triângulo do fogo	31
Figura 17	Pirâmide de Bird.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Soldabilidade.....	11
Tabela 2	Fontes de Energia.....	16

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AWS	American Welding Society
BEI	Biological Exposure Indices
CAT	Comunicação de Acidente do Trabalho
CID	Classificação Internacional de Doenças
CNAE	Classificação Nacional de Atividade Econômica
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GMAW	Gás Metal Arc Welding
GMTW	Gás Tungsten Arc Welding
IATA	International Air Transport Association
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
IMDO	Iresh Maritime Development Office
ICAO	International Civil Aviation Organization
LIE	Limite Inferior de Explosividade
LSE	Limite Superior de Explosividade
MIG	Metal Inert Gas
MAG	Metal Active Gas
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NPS	Nível de Pressão Sonora
ONU	Organização das Nações Unidas

pH	Potencial Hidrogeniônico
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PCMSO	Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional
PAW	Plasm Arc Welding
SAT	Seguro de Acidente do Trabalho
TIG	Tungsten Inert Gás
TLV	Threshold Limit Values

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

Nos setores de Caldeiraria e Soldagem os aspectos relacionados com Segurança do trabalho são relevantes devido ao risco de acidentes em que os operários estão submetidos. A indústria utiliza aço, ferro, alumínio e outros metais. É possível encontrar aplicações no processo de fabricação com a montagem de máquinas e suportes, na estrutura do telhado, no fechamento lateral, nas portas, na manutenção e na logística. Portanto são várias as aplicações para utilização de Estruturas Metálicas e por estas razões serão estudadas as ocorrências relacionadas com o bem estar do trabalhador.

1.2 OBJETIVO

Apresentar noções básicas de Caldeiraria e Soldagem para identificar os principais riscos ocupacionais e medidas de prevenção, com base nas informações obtidas nas pesquisas realizadas entre os operários, livros, revistas e empresas do setor. Estudar as recomendações e determinações preconizadas pelas empresas fornecedoras dos setores de caldeiraria e soldagem e apresentar a NR 7 e NR 9.

1.3 MÉTODO DE PESQUISA

Para a realização desta monografia foi necessário realizar entrevistas com caldeireiros e soldadores para obter informação direta do ambiente de trabalho, na indústria metalúrgica Feeling Structures.

Também foi feita referência e análise de textos publicados:

- Informações técnicas do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - UFMG do autor Prof. Paulo J. Modenesi e da empresa ITSEMAP do Brasil;
- Normas e requisitos para qualificação e Certificação de Caldeireiro e Soldadores da Abraman (Associação brasileira de Manutenção);

- Informações sobre segurança na Caldeiraria e Soldagem, apresentado pela revista Infosolda;
- Dados técnicos sobre gases e cilindros das empresas Air liquide e Aga.
- Informações do Perfil e atividades relacionadas com caldeiraria e soldagem apresentado pelo Senai (serviço nacional de aprendizagem industrial) e MTE (Ministério do trabalho e emprego).

2 CALDEIRARIA

2.1 CONCEITOS BÁSICOS

Os trabalhos de caldeiraria requerem do operário conhecimento de matemática principalmente com trigonometria. A execução dos trabalhos contempla em primeira instância a interpretação de desenhos técnicos provenientes do departamento de Engenharia. Em seguida, inicia-se a marcação do desenho em bancada própria, que poderá ser de aço com espessura de 10 mm com uma película de tinta roxa, esta tinta garante a visualização das linhas dos projetos. Importante salientar que a seqüência de montagem, pode ser determinada pelo caldeireiro, mas em empresas de pequeno porte em diante, estas etapas são determinadas pela engenharia de processos (ver figuras 1 – 2 – 3 - 4), sempre com ordem de serviço do responsável pelo setor (ver anexo 1).

Nos setores de caldeiraria, no momento da junção das peças, utiliza-se de soldas do tipo MIG para fazer o ponteamto (ver figuras 5 e 6), trata-se de pequenos pontos de solda para fixar o conjunto de peças, após toda a peça estar fixada por estes pontos, segue para soldagem final que pode ser TIG, MIG, etc, dependendo do produto.

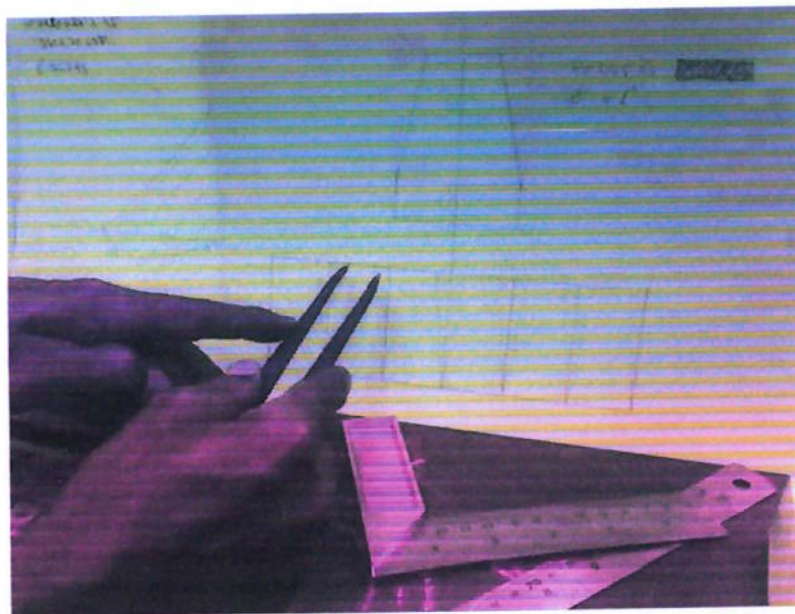


Figura 1 – Análise do projeto, conformação e corte de chapas (fonte: Abramam)

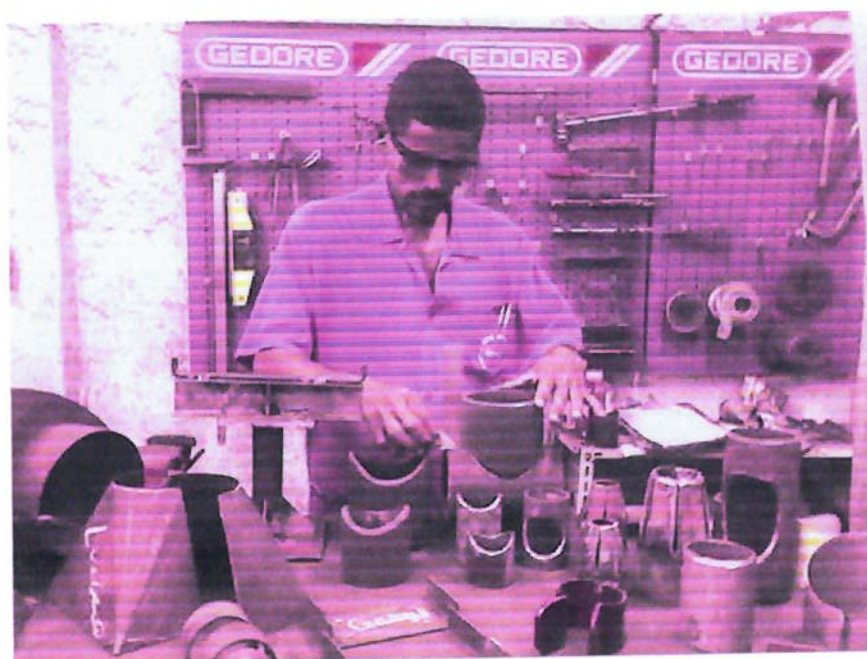


Figura 2 – Verificação de ângulos e medidas nas peças (fonte: Abramam)



Figura 3 – Montagem e ajuste do conjunto (fonte: Abramam)



Figura 4 – Montagem, ajuste e verificação de medidas (fonte: Abramam)



Figura 5 – Pequenos pontos de solda nas peças do conjunto (fonte: Abraman)



Figura 6 – Pequenos pontos de solda e ajuste do conjunto (fonte: abraman)

2.2 PERFIL DO CALDEIREIRO

O SENAI estabelece o trabalho dos caldeireiros da seguinte forma:

- Fabrica e repara peças e equipamentos de Caldeiraria em materiais ferrosos e não-ferrosos, com o auxílio de máquinas operatrizes, instrumentos e ferramentas manuais, utilizando chapas, tubos, perfilados, extrudados, forjados e fundidos, em indústrias de base e de transformação, executando trabalhos individualmente em linha de produção, em célula de produção e em parceria com outros profissionais, utilizando normas, procedimentos, especificações e desenhos técnicos referentes ao produto a ser fabricado;
- Responsável pela seqüência de trabalho, prepara material para a produção, faz cálculos técnicos e planificações básicas, traça peças e subconjuntos utilizando ferramentas de uso manual, considerando o aproveitamento racional de material, usando técnicas, dispositivos e instrumentos específicos de traçagem e de medição e obedecendo às normas, desenhos e especificações técnicas;
- Corta peças traçadas, de acordo com as necessidades de trabalho, opera máquinas manuais e mecânicas nos processos de cisalhamento e serramento, bem como no processo de oxicorte manual e semi-automático;
- Conforma peças e subconjuntos pelos processos de calandragem, dobragem, curvamento a frio ou a quente, fazendo uso de gabaritos, chapelonas, estampos e dispositivos especiais;
- Monta peças e conjuntos utilizando dispositivos e elementos de união, ponteiando pelo processo oxigás, bem como ponteia e solda pelos processos Eletrodo Revestido e MAG;
- Corrige deformações, distorções e empenamento de peças e conjuntos de pequeno porte, provocados pelo processo de soldagem, utilizando técnicas e equipamentos específicos de calibragem;
- Desenvolve o trabalho no processo de fabricação, fazendo controle visual e dimensional utilizando técnicas normalizadas;
- Elabora relatório de trabalho específico e descreve processos de produção na forma manuscrita e com auxílio de computador;

- Consulta catálogos e publicações técnicas.

Nos setores de caldeiraria o calor do ambiente é em torno de 28°C desta forma o operário tem que ter disposição física para cumprir a jornada de trabalho que vai de 6 a 8 horas, levando em conta que os trabalhos são executados em pé e em ambientes com muitos ruídos.

As Ferramentas manuais que mais utilizam são:

- Esquadro e régua (para fazer alinhamento da estrutura)
- Martelo, lima e lixadeira (para ajustes);
- Bancada de traçagem (onde são feito os riscos ou traçagem)
- riscador para traço e compasso (para fazer o risco ou traçagem)
- alicates de pressão e sargentos (para fixar as estruturas)
- Goniômetro (para medir ângulos nas estruturas)
- Trena e paquímetro (para verificar medidas)
- Punção (utilizado para fazer uma marcação em baixo relevo na peça)
- Serra manual, policorte e oxicorte (para realizar cortes).

Os EPI'S apropriados são:

- Calça e Camisa de Brim
- Protetor auricular
- Óculos
- Luvas
- Protetores faciais

Os Riscos Ocupacionais são:

- Calor do ambiente
- Acidentes com cortes
- Queimaduras
- Explosão
- Gases asfixiantes
- Risco ergonômico.

Tratando-se de empresas especializadas, é necessário dar relevância às máquinas a serem utilizadas, tais como:

- Cortadeiras
- Dobradeiras
- Calandras para chapas e tubos
- Prensas



Figura 7 – Operação com máquinas de dobra de chapas (fonte: Abramam)

Estas máquinas são operadas por profissionais devidamente habilitados. Mesmo sendo caldeireiros, é importante oferecer treinamento específico para estas funções, por se tratar de equipamentos que podem gerar acidentes graves. Prensas e Cortadeiras são as mais comuns para causar lesões ou até amputações no trabalhador.

Conformação de Chapas é o processo de transformação mecânica que consiste em conformar um disco plano ("blank") à forma de uma matriz, pela aplicação de esforços transmitidos através de um punção. Na operação ocorrem: alongamento e contração das dimensões de todos os elementos de volume, em três dimensões. A chapa, originalmente plana, adquire uma nova forma geométrica. A conformação de chapas metálicas finas pode ser classificada através do tipo de operação

empregada. Assim pode-se ter: estampagem profunda, corte em prensa, estiramento, etc.

3 SOLDAGEM

3.1 CONCEITOS BÁSICOS

Trabalhos de corte e soldas são realizados com muita frequência, sendo que estas operações representam 7% das ocorrências de incêndios em ambientes industriais além de um elevado número em outros locais. Para realizar estes trabalhos com um nível de segurança aceitável é necessário conhecer os perigos existentes, bem como as precauções que devem ser tomadas para evitar acidentes (fonte: ITSEMAP DO BRASIL – Guias Básicos de Segurança).

Solda é um termo genérico aplicado à união de peças metálicas, por diversos processos, tendo como princípio transformar as superfícies de união em estado pastoso ou líquido, utilizando calor ou pressão, ou ambos os sistemas simultaneamente. As três fontes diretas de calor mais comuns são as seguintes:

- a) Chama, produzida pela combustão de um gás combustível com ar ou oxigênio;
- b) Arco elétrico, produzido entre um eletrodo e as peças a soldar, ou entre dois eletrodos;
- c) Resistência elétrica oferecida pela passagem de corrente entre duas ou mais peças a soldar.



Figura 08 – Soldador de TIG em sua atividade (fonte: abraman)



Figura 09 – Soldador de MIG em sua atividade (fonte: abraman)

Com a globalização da economia, a indústria brasileira se depara com a concorrência de produtos produzidos em outros países com qualidade melhor e custos menores, induzindo as empresas nacionais a buscarem soluções que agilizem seus processos produtivos, melhorando a qualidade e baixando os custos. Dentro dessa filosofia de trabalho, há necessidade de implantar treinamentos no intuito de atualizar o operário com informações técnicas e de sistemas de garantia da qualidade que promova uma ação dentro da empresa melhorando a qualidade do produto, sempre com qualificação profissional (ver anexo 3). Por consequência, os processos de soldagem se tornam mais importantes, haja vista que em quase todos processos produtivos a soldagem tem papel relevante tomando-se como exemplo a indústria automobilística, onde tempos atrás a soldagem era executada quase que manualmente, atualmente essa soldagem é feita por robôs.

Mesmo nos processos de soldagem não automatizados, uma normalização é necessária no intuito de assegurar qualidade ao produto. Dentro dessa nova premissa, os profissionais envolvidos na área de soldagem, tem um papel preponderante a desempenhar. Haja vista, que foi dada relevância, recentemente para os nossos problemas, tanto estruturais como de ordem tecnológica.

Para os profissionais da área de soldagem o conceito de soldabilidade é de extrema importância já que a soldabilidade pode ser conceituada conforme a tabela abaixo:

Tabela 1 Soldabilidade (fonte: Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - UFMG - Prof. Paulo J. Modenesi).

Soldabilidade Condições		Tecnologias específicas
Construtiva	Projeto: Forma, Dimensão	Concepção mecânica do conjunto soldado
Operatória	Equipamentos, mão de obra, tecnologia operacional	Fabricação e montagem
Metalúrgica	Análise química, espessura, ciclo térmico, transformações metalúrgicas, aplicações específicas	
		Metalurgia das ligas

Baseando-se nesse enfoque de soldagem, podemos fazer uma análise das atividades e os caminhos a percorrer para determinar um sistema que garanta o conceito de qualidade e produtividade.

3.2 HISTÓRICO DA SOLDAGEM

Analizando as atuais máquinas modernas de soldagem, hoje disponíveis na indústria, é um pouco difícil voltar no tempo e imaginar como foi o início deste processo.

Em 1809, Sir Humphrey Davy prometia transformar o dia em noite com a "magia" de seu arco elétrico. Talvez nem imaginasse que estivesse lançando a base para um dos processos de produção que viriam a alterar radicalmente os conceitos de união de materiais e construção de grandes conjuntos mecânicos. Antes disto, praticamente não se pode falar em soldagem nos nossos dias, porém a arqueologia tem nos mostrado achados de soldagens que nos deixam até hoje querendo saber como foram feitas. O exemplo mais claro disto são os pilares de ferro da cidade de Delhi na Índia. Estes são estruturas sólidas com aproximadamente 400 mm de diâmetro e 20 metros de comprimento, que foram soldadas por forjamento há aproximadamente 2000 anos. Existem várias razões para explicar o porquê de tanto sucesso desta tecnologia. Serão apresentados dois exemplos: Ao contrário dos demais processos de fabricação, a soldagem adiciona material. Pode parecer simples, mas esta simples alteração em relação aos processos concorrentes (peças fundidas, rebiteagem, aparafusamento, usinagem) possibilita o controle de adicionar somente o material necessário, o que causará substanciais alterações: redução de desperdícios e possibilidade de construir um conjunto e pequenos subconjuntos, onde os diversos problemas são menores. Mesmo nos casos de rebiteagem ou aparafusamento, o início do trabalho é sempre um enfraquecimento da estrutura.

Construir um grande conjunto em partes menores possibilita que grandes construções sejam montadas já em seu local final, simplificando com isto o transporte e conseqüentemente o custo. É impensável que construções como refinarias ou plataformas de prospecção de petróleo, tivessem que usar furos para rebites e parafusos, nos componentes a serem montados. Nem sempre foi assim. Após a primeira guerra mundial, era comum encontrar-se nos contratos de vendas de carros usados uma cláusula citando que o veículo encontrava-se isento de partes quebradas ou soldadas. Isto é fácil de entender porque no princípio, a soldagem era uma tecnologia utilizada unicamente para manutenção.

A grande incentivadora desta tecnologia foi sem dúvida a indústria automobilística. As concepções de veículos exigiam suspensões independentes no lugar dos tradicionais chassis excessivamente reforçados. A adoção desta tecnologia reduziu o peso dos chassis pela metade, e seus custos na ordem de 20 a 50% (fonte: Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - UFMG - Prof. Paulo J. Modenesi).

O segundo grande incentivo foi a segunda guerra mundial. Para se ter uma idéia, em 1941 a construção de um cargueiro de 10.000 ton. em 300 dias era considerado um prazo muito bom. Quase no fim desta guerra (1944) navios de 12.000 ton. eram produzidos em 300 horas (fonte: Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - UFMG - Prof. Paulo J. Modenesi).

Como um avanço tecnológico sempre puxa o outro, a adoção da tecnologia de soldagem abriu um leque de possibilidades que os processos tecnológicos de até então não ofereciam como, por exemplo: juntas totalmente estanques (ao contrário da rebiteagem), possibilidade de montagens com um único lado de acesso (ao contrário do aparafusamento), leveza da estrutura como um todo, e possibilidade de suportar esforços no próprio plano (ao contrário da rebiteagem). A maioria das mais importantes descobertas que vieram a resultar os modernos processos de soldagem de hoje, ocorreram num período muito curto. Os mais significativos avanços foram em apenas 20 anos (entre 1880 e 1900).

É interessante destacar que o embora avanço tecnológico ocorreu quando a energia elétrica se tornou mais facilmente disponível, a soldagem a oxigás, que em princípio não é dependente deste tipo de energia, também teve seus avanços mais significativos nesta época. Fazendo um estudo destes principais avanços, pode-se notar que descobertas na soldagem oxigás e na soldagem elétrica ocorreram quase que simultaneamente.

Os principais avanços destas tecnologias são apresentados a seguir:

1801 - Sir Humprey cria um arco elétrico entre dois terminais de um circuito.

1836 - Davy descobre o acetileno, que em 1832 Wohler ligava ao carbureto de cálcio como meio de obtenção do acetileno.

1837 - Richemont estuda a chama aero-hídrica.

1847 - Hare funde 1 kg de platina com o maçarico oxi-hídrico (oxigênio + hidrogênio).

1850 - Saint-Claire-Deville estudam a chama oxi-hídrica.

1856 - Joule acidentalmente realiza uma soldagem por resistência de fios de aço.

1877 - Thomson sistematiza e estuda a soldagem por resistência elétrica com auxílio de pressão mecânica. É considerado o "pai" da soldagem por resistência. Obteve sua primeira patente para este processo em 1886 e a esta se seguiram outras 150. Seus estudos concentraram-se especificamente na soldagem de fios metálicos.

1880 - Moissan estuda o arco elétrico para fornos. Em 1892, fabrica o carbureto de cálcio no forno elétrico.

1885 - Bernardos utiliza o eletrodo de carvão para fusão localizada do aço. Como curiosidade é interessante lembrar que a tensão do arco variava de 100 a 300 V, a corrente de 600 a 1000 A. O modo de operação consistia em iniciar a passagem de corrente em curto-circuito e em seguida o operador estabelecia um arco de 5 a 10 cm de diâmetro. Os diâmetros dos eletrodos utilizados variavam entre 5 a 35 mm, e os porta eletrodos tinham aproximadamente 50 cm de comprimento. Bernardos realiza também a primeira soldagem a ponto por resistência utilizando-se novamente de eletrodos de carvão.

1887 - Fletcher realiza os primeiros ensaios de perfuração de aço sob jato de oxigênio.

1891 - Slavianoff realiza a primeira soldagem de chapas de aço com eletrodo metálico nu.

1895 - Le Chatelier estuda a chama oxi-acetilenica, e prevê suas aplicações industriais.

1898 - Linde produz o oxigênio industrialmente.

1901 - Fouche e Picard apresentam o primeiro maçarico oxiacetilênico industrial.

1902 - Musener (empresa) patenteia a chama de aquecimento e jato de oxigênio combinados.

1902 - Claude aperfeiçoa a unidade de produção de oxigênio.

1904 - Picard apresenta o maçarico de oxicorte.

1907 - Oscar Kjellberg revolucionou a soldagem a arco pela introdução dos eletrodos revestidos. Este melhoramento deu um enorme impulso a este processo já que passaram a ser obtidas soldagens com características mecânicas muito boas e freqüentemente superiores àquelas oriundas de soldagens por chama.

1930 - Aparecem diversos desenvolvimentos do processo de soldagem por eletrodos revestidos. O mais representativo foi sem dúvida o arco submerso, desenvolvido simultaneamente na União Soviética e nos Estados Unidos.

1933 - Hobart e Denver desenvolvem o processo TIG.

1936 - aproximadamente - Baseado no mesmo sistema de proteção gasosa Utilizado no processo TIG, aparece o processo MIG que no início era limitado aos materiais não ferrosos.

1939 aproximadamente - Como variação do processo MIG para ser utilizado para a soldagem de materiais ferrosos, aparece o processo MAG. Após estes, já estamos próximos aos tempos modernos e, principalmente após a segunda guerra, diversos processos foram sendo descobertos como por exemplo: eletroescória, ultra-som, eletrogás, fricção, feixe de elétrons, plasma, laser, etc. Nos dias de hoje, pode-se quase afirmar que não existe material ou liga que não possa ser soldada ou brasada por pelo menos um, dos quase 50 processos de soldagem existentes atualmente.

Este trabalho, apesar de reconhecer a importância do processo de soldagem oxigás (oxiacetilênico), estará mais direcionado para os processos de soldagem a arco voltagem, ou seja, a nossa conhecida solda elétrica.

3.3 SOLDAGEM ELÉTRICA A ARCO VOLTAICO

Este processo origina-se da ação direta e localizada de um arco voltaico estabelecido entre duas partes metálicas que, devido ao efeito Joule, atingem temperatura de fusão passam a formar uma massa única. Por efeito Joule, entende-se o fato de um material aquecer quando submetido a passagem de corrente elétrica. Existem grandes vantagens em se utilizar um arco elétrico como fonte de calor: uma delas é a alta concentração de calor que permite obter elevadas temperaturas em um pequeno espaço, de tal forma que a zona de influência calorífica seja a mínima possível. Uma outra razão é o fato de este arco poder se estabelecer em qualquer tipo de atmosfera gasosa, o que nos possibilitará trabalhar com atmosferas gasosas que não interfiram na poça de fusão, diminuindo assim a contaminação do banho metálico. Isto será muito importante quando se trabalha com materiais que em elevadas temperaturas oxidam-se com facilidade. O calor do arco ao mesmo tempo em que derrete o metal base, formando uma cavidade ou

cratera na peça que deverá ser soldada, funde a extremidade do eletrodo. Parte desta extremidade fundida passa através do arco, sendo depositada na cavidade fundida da peça, misturando-se assim com o material da peça, que também é chamado de metal base (ou metal de base). O que, exatamente, se passa em nível de física do arco, penetra fundo no campo da ciência atômica.

Para fins de aplicação direta na soldagem, o que nos interessa é saber que o arco voltaico é a passagem de grande quantidade de corrente elétrica (conforme o processo varia de dezenas a milhares de Ampéres), através de uma atmosfera gasosa e entre dois eletrodos submetidos a uma diferença de potencial (tensão) que pode ser apenas de uns poucos Volts. A temperatura no arco é um outro ponto discutível, uma vez que é muito variável. Os seguintes valores podem ser tomados como base: 2500 °C no cátodo, 3500°C no ânodo, e 5000 °C no interior da coluna. Estes valores devem ser tomados como base para eletrodos revestidos para trabalhos com aço carbono. Já no caso do arco plasma, onde se utilizam eletrodos de tungstênio, as temperaturas ficam entre 8000 e 25000 °C.

Para se realizar uma soldagem é fundamental existir uma fonte de energia. Listados na tabela a seguir estão os vários tipos de energia:

Tabela 2 Fontes de Energia (fonte: Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - UFMG - Prof. Paulo J. Modenesi).

TIPO DE ENERGIA	EXEMPLO DE PROCESSO DE SOLDAGEM
Mecânica	Explosão, Fricção e Ultrassom
Termoquímica	Oxigás, Plasma e Termit
Resistência Elétrica	Indução e Eletroescória
Radiação	Laser e Feixe de Elétrons
Arco Elétrico	Eletrodo Revestido, TIG e MIG

3.4 PROCESSO DE SOLDAGEM MIG (Metal Inert Gás)

A soldagem a arco com eletrodos fusíveis sobre proteção gasosa, é conhecida pelas denominações de:

- MIG (metal inert gás), quando a proteção gasosa utilizada for constituída de um gás inerte, ou seja um gás normalmente monoatômico como Argônio ou Hélio, e que não tem nenhuma atividade física com a poça de fusão ;
- MAG (metal active gás), quando a proteção gasosa é feita com um gás dito ativo, ou seja, um gás que interage com a poça de fusão, normalmente CO₂ (dióxido de Carbono);
- GMAW, (abreviatura do inglês Gás Metal Arc Welding) que é a designação que engloba os dois processos acima citados.

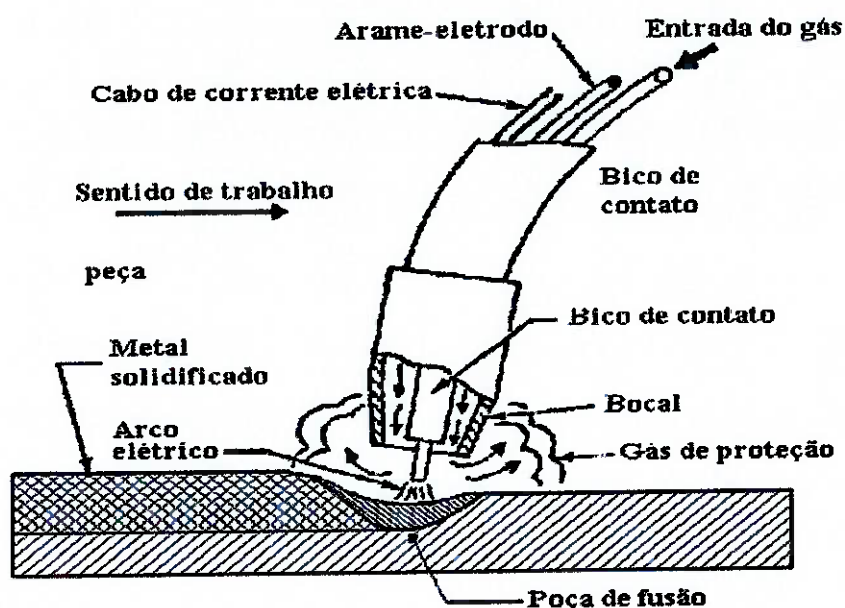


Figura 10 - Princípios básicos do processo MIG / MAG (fonte: Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - UFMG - Prof. Paulo J. Modenesi).

Os dois processos diferem entre si unicamente pelo gás que utilizam, uma vez que os componentes utilizados são exatamente os mesmos. A simples mudança do gás por sua vez, será responsável por uma série de alterações no comportamento das soldagens. Estes gases, segundo sua natureza e composição,

tem uma influência preponderante nas características do arco, no tipo de transferência de metal do eletrodo à peça, na velocidade de soldagem, nas perdas por projeções, na penetração e na forma externa da solda. Além disto, o gás também tem influência nas perdas de elementos químicos, na temperatura da poça de fusão, na sensibilidade a fissuração e porosidade, bem como na facilidade da execução da soldagem em diversas posições. Os gases nobres (processo MIG) são preferidos por razões metalúrgicas, enquanto o CO₂ puro, é preferido por razões econômicas. Muitas das vezes impossibilitados tecnicamente por um lado e economicamente por outro, utilizou-se a mistura dos dois tipos de gás, como por exemplo Argônio (inerte) com Oxigênio (ativo), Argônio com CO₂ e outros tipos. Existe uma certa indefinição de quais seriam os limites percentuais dos gases, a partir dos quais um mistura deixaria de ser inerte e passaria a ser ativa e vice-versa, porém é uma discussão meramente teórica. É assumido, na prática, o comportamento em soldagem e o modo como ocorre a transferência metálica como determinantes da percentagem correta onde ocorre a transição. Assim, misturas cujo maior componente seja um gás inerte (exemplo: Argônio 98 % - Oxigênio 2 % utilizado para a soldagem de aços inoxidáveis), conservam as características gerais de gás inerte e são consideradas como gás inerte. Misturas cujo maior componente seja um gás ativo (CO₂ 75 % - Argônio 25 % usado para a soldagem de aços ao Carbono em posição diferente da posição plana), conservam as características gerais de gás ativo e são consideradas como gás ativo.

O processo MAG é utilizado somente na soldagem de materiais ferrosos, enquanto o processo MIG pode ser usado tanto na soldagem de materiais ferrosos quanto não ferrosos como Alumínio, Cobre, Magnésio, Níquel e suas ligas. Uma das características básicas deste processo, em relação aos outros processos de soldagem manuais, é sua alta produtividade, que é motivada, pela continuidade do arame e pela alta densidade de corrente que o processo pode ser utilizado. De um modo geral, pode-se dizer que as principais vantagens da soldagem MIG MAG são: alta taxa de deposição e alto fator de trabalho do soldador, grande versatilidade, quanto ao tipo de material e espessuras aplicáveis, não existência de fluxos de soldagem e, conseqüentemente, ausência de operações de remoção de escória e exigência de menor habilidade do soldador, quando comparada à soldagem com eletrodos revestidos. A principal limitação da soldagem MIG MAG é a sua maior

sensibilidade à variação dos parâmetros elétricos de operação do arco de soldagem, que influenciam diretamente na qualidade do cordão de solda depositado. Além da necessidade de um ajuste rigoroso de parâmetros para se obter um determinado conjunto de características para solda, a determinação desses parâmetros para se obter uma solda adequada é dificultada pela forte interdependência destes, e por sua influência no resultado final da solda produzida. O maior custo do equipamento, a maior necessidade de manutenção deste, em comparação com o equipamento para soldagem com eletrodos revestidos e menor variedade de consumíveis são outras limitações deste processo. A soldagem MIG MAG e a soldagem com arame tubular, tem sido as que apresentaram um maior crescimento em termos de utilização, nos últimos anos em escala mundial (fonte: Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - UFMG - Prof. Paulo J. Modenesi). Este crescimento ocorre principalmente devido à tendência à substituição, sempre que possível da soldagem manual por processos semi-automáticos, mecanizados e automáticos, para a obtenção de maior produtividade em soldagem. Estes processos tem se mostrado os mais adequados dentre os processos de soldagem à arco, à soldagem automática e com a utilização de robôs.

3.5 PROCESSO DE SOLDAGEM TIG (tungsten inert gás)

O processo de soldagem TIG é um processo de “alta qualidade” pois foi desenvolvido no início dos anos 40 para atender a uma indústria bem exigente, que é a aeroespacial. É um processo que utiliza gás inerte e um eletrodo de tungstênio não consumível, formando uma poça de fusão bem controlada, o que o torna especialmente adequado para soldar materiais especiais, principalmente os não ferrosos, ou juntas que precisem de bom acabamento na raiz, como em indústrias farmacêuticas, alimentícias, ou de petróleo, entre outras.

Este processo é muito sensível, e várias dificuldades podem surgir quando se pretende utilizá-lo sem estudar sua adequação. É quase impossível soldar em ambientes sujos ou sobre materiais muito corroídos ou impuros como os fundidos devido a problemas de desoxidação da poça; sua automação exige tudo muito bem ajustado pois o processo não admite grandes variações de comprimento de arco; e se é necessário soldar grandes espessuras também não se pode esperar muito,

pois mesmo com os processos recentes de mais alta produtividade, as taxas de deposição ainda não são comparáveis às de outros processos automáticos. Além disso a repetibilidade, quando em processo manual, é quase impossível, pois o soldador é quem determina quanto de consumível vai adicionar e ele pode inclusive não adicionar qualquer consumível (que corresponde a uma solda autógena), o que pode ser catastrófico em alguns tipos de material. Mas, sem dúvida, a solda TIG bem planejada e executada tem muita qualidade.

Com relação a "GTAW" que é a sigla internacional e significa "gas tungsten arc welding", ou seja Soldagem a Arco com Proteção Gasosa e Eletrodo de Tungstênio. TIG é a abreviatura de "Tungsten Inert Gas", como este processo ficou conhecido. Teve início em 1920, mas o seu desenvolvimento se deu com a Segunda Grande Guerra. Normalmente é um processo de soldagem que utiliza gás inerte, porém existe a possibilidade de se utilizar misturas não inertes em aplicações muito especiais.

O arco elétrico é estabelecido pela corrente que atravessa o gás ionizado entre a ponta do eletrodo e a peça. O calor gerado funde o metal base e forma-se uma poça de fusão. Com a movimentação da tocha o arco progressivamente funde a superfície da junta e se necessário pode-se utilizar a adição de metal com um arame (em bobina ou em vareta) para encher a junta.

A soldagem TIG manual é uma das que requer maior treinamento e habilidade do soldador e onde a presença feminina é mais comum. Nos processos mecanizados ou automatizados não existe a necessidade de um soldador, apenas de um operador, que entretanto deve conhecer bem o arco elétrico para identificar possíveis problemas. Não há formação de escória, o que permite boa visibilidade e consequentemente não existe o trabalho de remoção da escória entre os passes. É uma solda que se mostra "limpa".

A radiação ultravioleta é mais forte (o arco é intenso e não existem fumos ou fumaça), apenas deve-se atentar para que a máscara de proteção tenha a lente adequada para a intensidade do processo e é recomendável utilizar roupas bem fechadas para evitar queimar a pele. É muito importante esclarecer que o gás, que tem um cheiro peculiar devido à formação de ozônio.

É largamente empregado para soldar alumínio e magnésio, que formam óxidos refratários e para metais reativos como o titânio e o zircônio. Oferece um arco concentrado que permite controlar o aporte de calor, resultando numa estreita

zona de calor afetada. É uma vantagem a alta concentração de calor na soldagem de metais com alta condutibilidade térmica como o alumínio e o cobre.

Existe também a soldagem autógena, significa que não se adiciona metal de adição, ou seja no caso de união de duas peças elas são posicionadas juntas (sobrepostas ou em raiz sem abertura, entre outros tipos de junta) e o eletrodo de tungstênio funde as duas peças sem adicionar qualquer consumível (vareta ou arame em bobina). É comum em chapas muito finas. Portanto a soldagem TIG pode ser autógena ou com metal de adição.

Basicamente os eletrodos de tungstênio, o metal de adição na forma de varetas ou de bobinas (similar ao MIG), e os gases de proteção. O eletrodo de tungstênio (W) não é consumido durante a soldagem porque ele não se funde nem incorpora à junta, como por exemplo quando o eletrodo é metálico (nos processos eletrodo revestido, MIG ou arame tubular, entre outros). Mas obviamente o eletrodo sofre desgaste e é consumido com o tempo. tipo de eletrodo a ser utilizado depende do tipo de material a ser soldado e das características específicas do processo sendo que o principal é que permaneça “afiado”.

3.6 EQUIPAMENTOS

No mercado há uma variedade de equipamentos disponíveis com diferentes tecnologias e os mais variados preços. Para tomar uma decisão de compra se faz necessário avaliar quais são as necessidades e objetivos a serem alcançados. Caso contrário, corre-se o risco de comprar um equipamento que dispõe de recursos que não serão utilizados ou ao contrário, de se adquirir um equipamento não adequado ao trabalho desejado. Assim, deve-se verificar quais são as faixas de tensão e corrente necessárias para um determinado tipo de trabalho e assim o equipamento selecionado deverá satisfazer esses requisitos fundamentais dentro de um determinado ciclo de trabalho. Considerar ainda se a soldagem será feita manualmente ou de forma mecanizada, qual o tipo de peça, a quantidade de soldas e o metal a ser utilizado. Para soldagens em correntes de até 200A normalmente empregam-se fontes monofásicas, como em oficinas para pequenas peças ou pequenos reparos que normalmente trabalham com alimentação de 115 v ou até 230 v e ciclo de trabalho de 60%. No entanto, para chapas mais espessas e maior produção normalmente se utiliza alimentação trifásica e se empregam fontes de maior capacidade (> 200A) sendo que normalmente estas máquinas são projetadas

para ciclos de trabalho de 100%. Alimentadores para as soldagens mecanizadas ou automatizadas com adição do metal se utilizam os alimentadores de arame com duas possibilidades, "Cold Wire" onde o arame é alimentado na temperatura ambiente, usado normalmente para aço carbono, aço inox, alumínio, cobre e ligas de cobalto para revestimento e "Hot Wire" o arame é alimentado pré-aquecido por resistência utilizando-se corrente alternada. Este modo oferece maiores taxas de deposição com velocidades de soldagem mais altas em relação ao "cold wire". Normalmente é utilizado na posição plana para aumento da taxa de deposição, geralmente aplicado em sistemas mecanizados ou automatizados. As tochas podem ser refrigeradas pelo gás (também chamadas de "refrigeradas a ar") ou refrigeradas com água. Normalmente as tochas designadas para trabalhar até 200A em serviço contínuo são refrigeradas com o gás e acima desta amperagem são refrigeradas com água.



Figura 11 Máquina com arame soldagem GTAW (Fonte: Infosolda)

Para soldagem com alimentador de arame, recomenda-se o uso de tochas refrigeradas à água devido a permanência de arco aberto por um tempo maior, com a execução de soldagens mais longas de forma contínua. Alimentadores Automáticos de Arame Os Alimentadores de arame frio "Cold Wire", são de características universais podendo ser adaptados a todo tipo de fonte de energia para. São aparelhos de pequeno porte e podem ser posicionados confortavelmente próximo da área de trabalho. Tem como características construtivas um conjunto moto tracionador de arame dotado de roldanas compatíveis com os diversos tipos e dimensões de arame; variabilidade da

velocidade de alimentação do arame conforme os parâmetros selecionados. O controle eletrônico das funções, dotado de micro processador pré-programado, sendo partida e parada de alimentação do arame sincronizado com acionamento do arco elétrico na fonte de soldagem. Controle de retardo de alimentação do arame mantendo o arco elétrico por tempo ajustado. Controle linear da velocidade de alimentação do arame. Suporte com eixo freiador para instalação do carretel de arame. Os principais acessórios são: Caixa protetora do carretel de arame contra contaminação. A soldagem GTAW na condição mecanizada ou automatizada exige também acessórios de vital importância, tais como os dispositivos seguidores automáticos de juntas, mecanismos osciladores da tocha e monitoramento de soldagem por imagem de vídeo com controle automático da trajetória da soldagem.

4 GASES UTILIZADOS NO PROCESSO TIG E MIG

4.1 ARGÔNIO (fonte AGA)

É um gás inerte, monoatômico, obtido por separação do ar liquefeito e a pureza exigida para uso em soldagem é de 99,99% e no caso de metais reativos e refratários a pureza indicada é de 99,997%. Vantagens do uso de argônio:

- ação mais macia do arco
- penetração reduzida
- favorece a limpeza, principalmente com alumínio e magnésio
- menor custo e maior disponibilidade
- menor taxa de vazão para uma boa proteção
- facilita o início do arco

A menor penetração favorece na soldagem manual de chapas finas o que também é vantajoso para soldar na vertical ou sobrecabeça. O uso do argônio é indicado para soldagem de alumínio em corrente alternada, pois oferece uma excelente estabilidade de arco.

4.2 HÉLIO (fonte AGA)

O hélio é um gás inerte monoatômico, muito leve e é obtido por separação de gás natural. Da mesma forma que o argônio, deve-se empregá-lo com uma

pureza de 99,99%. O hélio transfere mais calor para a peça do que o argônio numa determinada amperagem e comprimento de arco. Esta característica é uma vantagem quando se solda metais com alta condutividade térmica e em chapas grossas. O emprego do hélio permite uma excelente estabilidade do arco. Mistura Argônio (Ar) / Hidrogênio (H₂) A adição de hidrogênio ao argônio aumenta a energia do arco para uma determinada corrente. O hidrogênio atua com um agente redutor inibindo a formação de óxidos, resultando superfícies mais limpas. Com a utilização de mistura Ar / H₂ consegue-se um acréscimo na voltagem do arco, e pode-se aumentar a velocidade de soldagem tanto mais quanto maior for a quantidade de H₂ na mistura. Porém, a quantidade de H₂ que pode ser adicionada ao Ar varia dependendo da espessura do metal e o tipo de junta. O excesso de H₂ causa porosidade. Normalmente utilizam-se misturas contendo de 1% a 8% de H₂ na soldagem de aços inoxidáveis e ligas de níquel-cobre e de níquel.

A mistura mais comum de Ar / H₂ contém cerca de 5% de H₂, que permite a soldagem tanto de chapas finas como as de maior espessura. Em soldagens de inoxidáveis até 1,6 mm de espessura consegue-se a mesma velocidade daquela obtida com He e 50% maior do que aquelas alcançadas com Argônio puro. Portanto a mistura Ar / H₂ oferece vantagens na soldagem de chapas grossas devido a maior penetração, velocidades maiores e superfícies limpas.

4.3 ACETILENO (fonte AGA)

No processo de soldagem as temperaturas para fundir as peças metálicas são elevadíssimas e o calor é obtido pela queima uma mistura de gás combustível com oxigênio. A chama deve ser adequadamente regulada em função do tipo de trabalho a executar. O gás combustível mais empregado para solda é o acetileno, devido a suas características peculiares. O acetileno é um gás incolor, inflamável e inodoro, quando no estado puro. O acetileno de grau industrial contém rastros de impurezas como osfina, arsina, sulfeto de hidrogênio e amoníaco e tem um odor semelhante ao alho. O gás é ligeiramente mais leve que o ar e é solúvel em água e em algumas substâncias orgânicas. O acetileno combinado com ar ou oxigênio produz uma chama quente, luminosa e fumegante. Este gás pode ser produzido a partir da reação de carbureto de cálcio com água, ou por pirólise de vários hidrocarbonetos, a primeira alternativa é a mais comumente utilizada.

4.3.1 IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS DO ACETILENO

O produto pode ser tóxico e inflamável ao homem e ao meio ambiente se não utilizado conforme as recomendações. O principal efeito adversos à saúde humana, é a capacidade de deslocar o oxigênio do ar, principalmente em locais confinados. A concentração do oxigênio no ambiente tem que ser de 20,95% e quando sua concentração cai abaixo de 16%, começam a aparecer sintomas de anóxia. À concentração de 16%, a frequência respiratória e o pulso aceleram e há distúrbio da coordenação muscular direta. A 14% de oxigênio, o indivíduo ainda está consciente, porém apresenta distúrbio da respiração, fadiga normal e tontura. Em uma concentração de 10%, há o aparecimento de náuseas, perda de consciência, incapacidade de gritar ou movimentar-se. E na concentração de 6% há convulsão, parada respiratória e, minutos depois, parada cardíaca e morte.

4.3.2 MANUSEIO E ARMAZENAMENTO DE CILINDROS COM ACETILENO (fonte AGA)

Devido ao risco de decomposição explosiva, se submetido a pressão de trabalho acima de 107 kpa (1,09 kgf/cm²), o Acetileno é comprimido no interior de cilindros dissolvido em acetona e embebido em uma massa porosa. É necessário adequar a melhor taxa de vazão, de modo que o solvente não saia junto com o Acetileno.

Utilizar o produto somente em áreas bem ventiladas, quando o capacete de proteção da válvula for fixo, não tentar retirá-lo ao conectar o cilindro ao equipamento de operação e não arrastar ou rolar os cilindros pelo chão, utilizar sempre um carrinho apropriado. Não submeter os cilindros a pancadas mecânicas ou equipamentos energizados e não utilizar equipamentos de proteção individual e de aplicação danificados ou defeituosos. Não se deve também, desentupir bicos, orifícios, tubulações e válvulas com a boca, não manipular e/ou carregar cilindros danificados.

Não aquecer de maneira alguma o cilindro com o objetivo de aumentar a vazão de saída do produto. Devemos utilizar sempre o regulador de pressão na utilização do gás. Há necessidade de usar válvulas unidirecionais no maçarico de

modo a evitar formação de misturas explosivas nas mangueiras e usar válvulas do tipo corta-chama de modo a evitar que retrocessos de chama atinjam o cilindro.

Proteger os cilindros contra danos físicos, armazenando em local seco e bem ventilado, em área de construção não combustível, distante de locais de passagem. Todos os equipamentos associados ao Acetileno devem ser aterrados e à prova de explosão. Cilindros de gás devem ser cheios somente por empresas qualificadas. Nunca transporte estes cilindros na mala de veículos, caminhonetes fechadas ou compartimento de passageiros, transporte-os sempre fixos em veículos abertos.

Não permitir que a temperatura ambiente ultrapasse 52°C, armazenar os cilindros cheios separadamente dos vazios, afastados 6m dos outros gases. Evitar que os cilindros fiquem armazenados por muito tempo sem utilização. Sinalizar as áreas de armazenamento com placas do tipo "não fumar ou acender chama".

Existem produtos e materiais incompatíveis, o Oxigênio e outros oxidantes, incluindo todos os halogênios e seus compostos forma compostos explosivos com cobre, mercúrio, prata, latão com mais de 66% de cobre.

4.3.3 CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL (fonte AGA)

Como medida de controle, é necessário providenciar uma ventilação adequada ao local de trabalho e realizar as operações em áreas ventiladas, Devendo sempre evitar o acúmulo de gás acima do limite inferior de inflamabilidade. A seguir serão apresentadas informações relacionadas com Segurança do trabalho (fonte: AGA):

Limites de exposição ocupacional:

Nome comum Limite de Exp. Tipo Efeito Referências

Acetileno - (C) TLV-TWA Asfixia ACGIH, 1998

A Notação - (C) indica que a substância química é um asfixiante simples.

Para proteção respiratória temos Linha de ar comprimido respirável isenta de óleo ou aparelho de respiração autônomo deve estar disponível para situações de emergência em locais confinados. Sobre a proteção para as mãos, utilizar luvas de raspa de couro para o manuseio de cilindros. Com relação a proteção dos olhos, utilizar Óculos de segurança com proteção lateral, com lentes específicas durante o trabalho de solda, corte e processos correlatos.

Proteção para a pele e corpo: Utilizar Sapatos de segurança com biqueira de aço para o manuseio de cilindros.

Precauções especiais: Manter os EPI's devidamente limpos e em condições adequadas de uso, realizando periodicamente inspeções e possíveis manutenções e/ou substituições de equipamentos danificados.

Medidas de higiene: Tomar banho e trocar de roupa após o uso do produto.

4.3.4 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS ACETILENO (fonte: AGA)

- Estado físico: Gasoso
- Cor: Incolor
- Odor: Odor característico de alho
- pH: Não aplicável

Temperaturas específicas ou faixas de temperatura nas quais ocorrem mudanças de estado físico:

- Ponto de sublimação: -83°C
- Ponto de congelamento: -80,6°C
- Temperatura de auto-ignição: 305°C
- Ponto de fulgor: Não aplicável
- Limite de explosividade inferior: LIE: 2,2% LSE: 80,0%
- Densidade: 1,107 kg/m³ a 21oC e 1atm
- Solubilidade: O acetileno é solúvel em água.
- Pressão de vapor: 4.450 kPa (45,38 kgf/cm²) a 21oC e 1atm
- Instabilidade: O produto é instável quando submetido a pressões acima de 1,2 bar, choques, centelhas ou aumento de temperatura.

Produtos perigosos de decomposição:

- A decomposição pode gerar compostos a base de carbono e hidrogênio.

4.3.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO (fonte: AGA)

Não cortar ou sucatear o cilindro sem autorização do fabricante do gás, pois a massa de alguns tipos de cilindro contém fibras de amianto que são prejudiciais ao ser humano. O descarte de cilindros de Acetileno segue procedimentos

especiais. Manter os cilindros contendo o produto, porém com validade expirada em suas embalagens originais adequadamente fechadas. Devolver o cilindro devidamente sinalizado, com o rótulo de identificação do produto e com o capacete de proteção da válvula.



Figura 12 Cilindros expostos ao perigo (fonte: AGA)



Figura 13 Acidentes com a válvula (fonte: AGA)

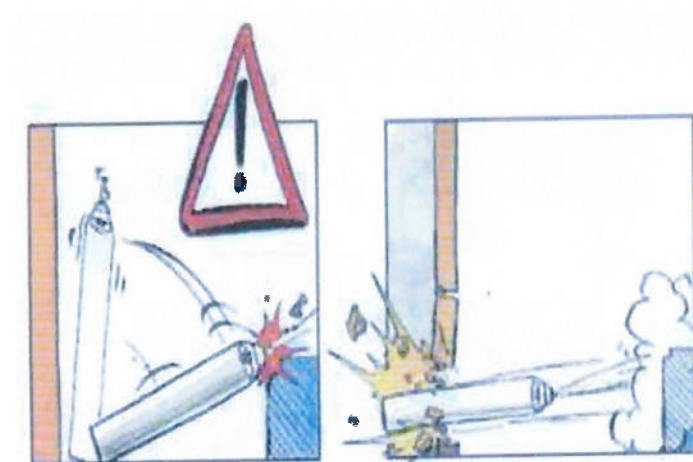


Figura 14 Acidentes com a queda do cilindro (fonte: AGA)

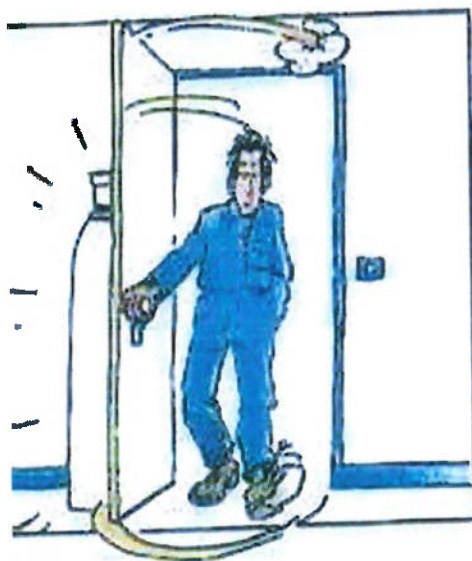


Figura 15 Locais impróprios pra armazenagem do cilindro (fonte: AGA)

4.3.6 INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE (fonte: AGA)

Regulamentações nacionais e internacionais, que deverão estar dispostos ou apresentados em local de fácil identificação, em qualquer meio de transporte.

Para transporte terrestres:

- Número ONU: 1001 – Acetileno, Dissolvido

Para transporte Marítimo:

- (IMDO) Classe de risco = 2.1 Gases Inflamáveis - Número ONU: 1001

Para transporte Aéreo:

- (ICAO/IATA) Classe de risco = 2.1 Gases Inflamáveis - Número ONU: 1001

Para produto classificado como perigoso para o transporte:

- Número ONU: 1001

Nome apropriado para embarque:

- Acetileno, Dissolvido
- Classe de risco: 2.1
- Número de risco: 239

5 PRIMEIROS SOCORROS PARA OS GASES

Existe possibilidade de ocorrer acidentes em diversas modalidades, por exemplo, se houver Inalação, remover a pessoa para local arejado, caso não estiver respirando, faça respiração artificial, utilizando aparelho de reanimação manual (ambos), ou respiração boca a boca. Caso a pessoa respire com dificuldade, consultar um médico imediatamente. Havendo contato com os olhos e lavá-los imediatamente com água em abundância, remover as lentes de contato, quando for o caso, e consultar um médico.

A assistência médica imediata é fundamental em todos os casos de grave exposição e a equipe de socorro para resgate em ambientes confinados deve estar equipada com equipamentos de respiração autônoma e consciente dos riscos de fogo e explosão.

Em caso de contato nos olhos, proceder à lavagem com soro fisiológico seguida de oclusão e encaminhamento para avaliação oftalmológica.

6 PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

Meios de extinção apropriados: CO₂, pó químico e água. Para procedimentos Especiais a máscara autônoma deve ser utilizada para evitar a exposição a gases e fumos provenientes da combustão do produto. Se possível, fechar o fornecimento do gás e retirar todo o pessoal da área. Não se aproximar, uma vez que cilindros aquecidos podem romper violentamente. Chamar os bombeiros imediatamente, devendo manter distância e bem protegido, deixando resfriar por 24 horas.

7 TRABALHOS DE CORTE E SOLDA

Nestas operações estão sempre presentes dois dos elementos essenciais do fogo ou dois lados do triângulo do fogo: fonte(s) de ignição e o oxigênio do ar, sendo o último responsável pela manutenção do processo de combustão. O terceiro elemento ou lado do triângulo é o material combustível.



Triângulo do fogo

Figura 16 Triângulo do fogo (fonte: Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais - UFMG - Prof. Paulo J. Modenesi).

Os riscos que apresentam os trabalhos de solda variam de acordo com os locais onde estão sendo executados, ou seja, se o local for destinado para este fim (processos de produção ou áreas isoladas em oficinas de manutenção) os riscos serão menores e será bem mais fácil tomar as medidas preventivas necessárias, entretanto quando o trabalho é decorrente da montagem de uma obra ou para execução de reparos esta tarefa será difícil, pois muitas vezes não é possível

afastar os materiais combustíveis e os líquidos inflamáveis da zona perigosa. Incêndios ou explosões podem ser provocados por:

- Efeito direto das chamas ou dos arcos elétricos: Tanto a chama do maçarico, como o arco elétrico desprende continuamente energia, tem temperatura muito elevada e grande quantidade de calor, capazes de incendiar imediatamente materiais de fácil combustão e em tempo curto os materiais dificilmente combustíveis.

- Por condução térmica: A chama do maçarico ou o arco aquece localmente a peça até sua temperatura de fusão. O calor absorvido no ponto de solda pode por condução provocar a inflamação de materiais combustíveis que estiverem em um ponto afastado, fora do raio de visibilidade do soldador. Se a peça for má condutora, haverá acúmulo de calor que pode produzir processos de combustão inesperados.

- Fagulhas: Projeções de metal incandescente lançados em torno do ponto de trabalho que podem penetrar através de frestas, aberturas, buracos e similares e atingir materiais combustíveis ou líquidos inflamáveis. No caso de solda a arco elétrico as pontas dos eletrodos ainda quentes, são mais perigosas que as fagulhas, pois têm maior quantidade de calor.

A sobrecarga nos condutores neutros, assim como o mau contato, os defeitos no isolamento dos cabos de solda e do porta eletrodos, mau contato em tomadas e emenda de cabos, etc., podem produzir faíscas e aquecimentos capazes de inflamar os materiais estiverem em suas proximidades.

7.1 PRECAUÇÕES ANTES DO TRABALHO

É necessário considerar sempre as condições do trabalho para executar uma tarefa, recomenda-se sempre, avaliar se existem materiais combustíveis na área, e verificar se o trabalho pode ser realizado em um lugar mais seguro e com autorização do responsável (ver anexo 2) e livrar a área de materiais combustíveis procedendo destas formas:

- a) Manter os produtos sólidos a pelo menos 12 m de distância do ponto de trabalho;

b) Avaliar a separação dos materiais combustíveis com relação às condições de execução do trabalho;

c) Manter os recipientes de líquidos e gases inflamáveis (cheios ou vazios), a pelo menos 12 m de distância do ponto de trabalho;

d) Esvaziar e inertizar os reservatórios e tubulações de líquidos e gases inflamáveis.

e) Se necessário, empregar analisadores de gases para comprovar a inexistência de vapores ou gases inflamáveis.

f) Eliminar resíduos tais como: óleos; graxas; resíduos de tinta; pó; trapos e estopas impregnadas de graxa; papel; lixo e similares, sobre o piso, estrutura e nas proximidades.

Havendo materiais combustíveis que não puderem ser retirados, é preciso protegê-los das seguintes maneiras:

a) Cobrindo os materiais e os elementos construtivos com lonas ou outras proteções incombustíveis e maus condutoras de calor;

b) Certificando-se de que as fagulhas de solda não irão ultrapassar as proteções e atingir os materiais;

c) Cobrir com materiais incombustíveis e maus condutores de calor todas as aberturas, frestas e buracos existentes no chão, paredes ou teto, num raio de 12 m.

Existem casos em que a condução do calor é feita através de tubulações e outros elementos metálicos onde será executado o trabalho, para executar a proteção, é necessário considerar as seguintes observações:

a) Afastando os materiais combustíveis dos materiais que podem conduzir calor;

b) Proceder o resfriamento das superfícies que podem conduzir calor.

Evitar que possíveis chamas secundárias provoquem a ignição de materiais combustíveis e propaguem o fogo através de passagens estreitas e antes de utilizar o equipamento de trabalho, comprovar suas condições de manutenção e funcionamento. Sempre manter no local meios adequados para extinção de incêndios (mínimo um extintor de pó ABC e uma linha de mangueiras com água até o esguicho).

7.2 PRECAUÇÕES DURANTE O TRABALHO

Também são observadas situações, enquanto são executados a soldagem, por exemplo, um operário deve permanecer de prontidão no local e deve estar treinado para intervir utilizando os meios de extinção disponíveis.

Para o maçarico ou eletrodo, estes devem ser posicionados de forma que as fagulhas tenham o menor alcance possível e não executar trabalhos de solda e similares nas proximidades de cilindros de gás.

O operário de prontidão deve ficar atento ao seguinte:

- a) A projeção das fagulhas e seu efeito;
- b) A transmissão de calor por elementos metálicos;
- c) O alcance da chama;
- d) Necessidade de resfriar as superfícies e elementos metálicos afetados, capazes de transmitir calor por condução ;
- e) Depositar as pontas de eletrodos em recipientes com água ou areia.

7.3 PRECAUÇÕES APÓS O TRABALHO

Mesmo quando os trabalhos são concluídos é necessário resfriar todos os elementos que sofreram aquecimento (ou acompanhar seu esfriamento até atingir a temperatura ambiente) e realizar inspeção minuciosa nos seguintes pontos:

- a) Local onde foi realizado o trabalho.
- b) Áreas adjacentes.
- c) Os pontos atingidos pela projeção de fagulhas incandescentes.
- d) Todos os locais onde existe a possibilidade do calor ter sido transmitido

Manter inspeção contínua durante pelo menos uma hora após a conclusão do trabalho (inúmeros incêndios ficaram em estado latente e só foram percebidos horas depois de finalizadas as operações) e inspeções intermitentes devem ser rigorosamente realizadas até o dia seguinte, partindo da premissa que soldadores, encarregados, supervisores, gerentes e diretores da planta compartilham a responsabilidade de prevenir sinistros decorrentes de incêndios e explosões

provocadas por corte, solda e similares, são de fundamental importância observar que a direção como principal responsável pela segurança deve definir quais são as áreas projetadas e autorizadas para a realização de serviços de corte, solda e similares. Também deve designar uma pessoa capacitada para autorizar a realização de serviços de corte, solda e similares em áreas onde normalmente este tipo de atividade não está previsto. Exigir que os supervisores, encarregados, e soldadores tenham formação e treinamento necessários para realizar os trabalhos com segurança. Não permitir que firmas empreiteiras trabalhem em áreas onde existem materiais inflamáveis ou outras condições perigosas. Sempre implementar procedimento de atuação em caso de incêndio ou explosão.

O supervisor e o encarregado das operações de corte, solda e similares devem permitir que o serviço seja efetuado mediante prévia autorização formal emitida pela Direção, verificando se existem materiais combustíveis na área onde serão realizadas as operações de solda. Se necessário, transferir o serviço para outro local ou afastar os combustíveis, mantendo-os a uma distância de no mínimo 12 m. Caso contrário protegê-los adequadamente. Certificar-se que os soldadores estão cientes da necessidade de prévia autorização formal emitida pela Direção para realizar o trabalho, principalmente no caso de empreiteiras. Efetuar inspeção durante 1/2 hora após o final do trabalho nos casos que não houve necessidade de pessoas de prontidão durante o serviço.

Os soldadores devem obter permissão do Supervisor antes de começar qualquer trabalho de corte, solda e similar (ver anexo 2). Em caso de mudança das condições do local para o qual foi concedida a autorização para a realização dos serviços ou em caso de transferência das atividades para outra área, a permissão inicial deverá perder a validade, sendo necessária uma nova autorização. Usar os equipamentos com cuidado e de acordo com os procedimentos estabelecidos. Devem estar cientes e conscientes dos riscos inerentes a operação.

7.4 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI’S

Quando é executado soldagem, é necessário que o soldador utilize os seguintes EPI’s:

- Máscara para solda elétrica;
- Avental de raspa de couro;
- Luvas de raspa de couro;
- Perneira de raspa de couro;
- Calçado de segurança com biqueira de aço ou de resina;
- Blusão de raspa de couro para soldas sobre a cabeça;
- Capuz de brim;
- A roupa deve estar livre de óleo e graxa.

Cada EPI deve ter o respectivo CA (Certificado de Aprovação) fornecido pelo MTE, (Ministério do Trabalho e Emprego). O local de trabalho deve ter ventilação adequada, para proteger o operador contra a inalação de gases e fumos metálicos nocivos à saúde. Em alguns casos a ventilação natural é suficiente. Muitas operações exigem sistema de ventilação forçado, cabines ou coifas purificadoras de ar ou ainda máscaras de ar.

O oxigênio nunca deve ser utilizado para refrescar o corpo, ventilar um espaço ou limpar o pó da roupa, visto que numa atmosfera rica em oxigênio uma simples faísca produz a queima instantânea de todos os materiais combustíveis existentes no local, inclusive a vestimenta do soldador, resultando na maioria dos casos em acidentes fatais.

8 NR 7 (PCMSO – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional)

Para Caldeiraria e Soldagem, no caso da empresa Feeling Structures sob a responsabilidade de técnico de segurança habilitado. Em relação norma NR7 foi estabelecido os seguintes parâmetros:

Riscos Ocupacionais:

- Ruído – Calor – Radiação não Ionizante – Gases e Fumos Metálicos

Exames Necessários:

- | | | |
|---|---|--------------------------------------|
| 1 | - | Exame clínico |
| 2 | - | Acuidade visual |
| 3 | - | Audiometria |
| 4 | - | Hemograma completo |
| 5 | - | Raio -x de torax e espirometria |
| 6 | - | Comprovante e/ou vacina antitetânica |

Periodicidade dos exames:

- | | |
|---------------|---------------------------------------|
| 1-2-3-4-5 e 6 | admissional |
| 3 | semestral, somente após o admissional |
| 1-2-3 e 4 | Periódico (anual) |
| 5 | Bienal |
| 1-2-3 e 4 | Demissional |

9 NR 9 (PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais)

Para Caldeiraria e Soldagem, no caso da empresa Feeling Structures sob a responsabilidade de técnico de segurança habilitado. Em relação à norma NR9 foi estabelecido os seguintes parâmetros:

Riscos Físicos:

- Ruído – Calor – Radiação não ionizante

Fontes Geradoras:

- Maquinas e equipamentos e operação com Soldagem

Possíveis efeitos:

- (para ruído) - Fadiga nervosa, irritabilidade hipertensão, perturbações gastrointestinais, perda auditiva
- (para calor) – Erupção da pele, câibras, fadiga física, insolação, problemas cardiocirculatorios

- (para radiação não ionizante) – Perturbações visuais com conjuntivites e cataratas, queimaduras e leões na pele

Riscos Químicos:

- Gases e fumos metálicos

Fontes Geradoras:

- Operação com Soldagem

Possíveis efeitos:

- (para Gases e fumos metálicos) – doenças pulmonares, enfisema pulmonar, irritação das vias aéreas.

Periodicidade da exposição (para risco Físico e Químico):

- Intermitente

Limite de tolerância:

- 85 dB(A)

Avaliação quantitativa:

- 96,7 dB(A)

Medidas preventivas (para risco Físico e Químico):

- Uso de protetor auricular, máscara para soldador com filtro de luz, calçado de segurança com biqueira de aço, luvas de raspa, avental de raspa, perneira de raspa, mangote de raspa (para os braços) e biombos de proteção.

Observações (para risco Físico e Químico):

- Devido à exposição a agentes constantes da ACGIH e NR15 – anexos 3 e 7, foi recomendada a amostragem, análise laboratorial e emissão dos laudos analíticos referentes a estes agentes.

10 PROTEÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Em relação à proteção dos olhos, um dos pontos importantes na prevenção de acidentes é protegê-los contra partículas sólidas projetadas e / ou em suspensão. No caso dos soldadores, deverão ser utilizados viseiras para proteção contra a luminosidade dos arcos elétricos produzidos na solda. Os óculos de segurança são constituídos de armação em acetato de celulose cor preta, com protetores laterais em tela de aço inoxidável, haste de acetato, lentes incolores de cristal de vidro ótico corrigido e endurecido, resistentes e altos impactos. O nome oficial do equipamento é óculo de segurança é haste convencional ou meia haste com elástico e é fornecido nos aros 46, 48, 50 mm. As peças de reposição deste EPI são : haste, proteção lateral, lentes. Os óculos de segurança deve ser confeccionado segundo as normas da ABNT e possuir o CA (certificado de aprovação). Praticamente em toda área de uma fábrica, existe uma grande variedade de riscos que podem ter como consequência a lesão nos olhos. É por isto, que os óculos de segurança é considerado EPI básico, ou seja, é indicado e de uso obrigatório para todo empregado ou pessoa que trabalhe ou transite na área da fábrica. Recomendações sobre o uso e conservação:

- Os óculos devem ajustar-se perfeitamente ao rosto, sem deixar aberturas;
- A haste ou elástico deve manter os óculos firmes no rosto, porém sem incomodar ou machucar;
- Use-se constantemente durante todo o tempo que permanecer no trabalho para o qual for designado;
- Ao colocar ou retirar não segure os óculos apenas por uma haste, mas pelas duas ao mesmo tempo;
- Limpe as lentes somente com tecido ou papel limpo e macio;
- Não deixe que as lentes tenham contato com qualquer superfície, coloque os óculos com as lentes sempre para cima;
- Não o guarde ou carregue-o nos bolsos traseiros das calças;
- Não o transporte junto de ferramentas;
- Não o abandone junto a fontes de calor;
- Não deixe em local onde possa receber respingos de óleo, graxa, ácidos, corrosivos, solventes ou qualquer substância que possa danificá-lo;

- Não use os óculos com defeitos (falta de proteção lateral, elástico ou haste danificada ou lentes riscadas);
- Em locais sujeitos a embaçamento das lentes, use o líquido anti-embaçante.

Quando existe ambiente com elevado nível sonoro, cujo ruído, depende de alguns fatores, como: Intensidade, tipo de ruído-contínuo, intermitente ou impacto, sua qualidade (sons agudos) (são mais prejudiciais que os graves) interferem na susceptibilidade individual, tempo de exposição e a idade. Podem ocorrer lesões no ouvido chegando a surdez, que pode ser dividida em três grupos: Temporária, Permanente e Trauma acústico,

A surdez temporária: é caracterizada pela dificuldade de audição, embora passageira, que notamos após exposição pôr algum tempo a ruído intenso. A exposição prolongada é repetida ao ruído é capaz não só de causar a surdez temporária como, potencialmente, provocar a surdez permanente. Se a exposição for repetida antes de uma completa recuperação, pode tornar-se surdez permanente. Podendo ainda ocorrer à fadiga dos músculos do ouvido médio.

A surdez permanente: É a perda irreversível da capacidade auditiva, devido à exposição contínua, ou seja o trabalhador fica exposto ao ruído de intensidade excessiva, sem proteção auditiva. No princípio, ocorre a destruição das células no início do caracol, sensível a sons de 4.000 Hz, e a alteração não é percebida pôr não atingir a freqüência da fala. As perdas progridem até atingir freqüências da comunicação oral, entre 250 e 2.000 Hz, quando a vibração chega ao ouvido, mas não consegue ser transmitida.

O trauma acústico: É de instalação repentina, após a exposição a ruído intenso como de explosões e impactos, que podem causar perfurações no tímpano e mesmo deslocamento dos ossículos, causando a surdez temporária ou permanente. Outros efeitos possíveis: Além destes, podem ser causados efeitos nos demais sistemas orgânicos, como ações no sistema cardiovascular, aumento da pressão sangüínea., aceleração da pulsação, aumento da liberação de hormônios, condições idênticas às de situações de medo ou stress, contração dos vasos dos vasos sangüíneos, dilatação das pupilas e músculos tensos, redução da velocidade de digestão, irritabilidade, desconforto, diminuição da eficiência do trabalho e prejuízo às atividades que dependam da comunicação oral, pois o ruído mascara a voz.

A regra básica para garantir de que não haverá seqüelas (Perda Auditiva) é reduzir a exposição e o ideal no processo de controle é reduzir o NPS - Nível de Pressão Sonora; a um valor no qual não se provoque o desconforto. O método mais recomendado, desde que se apresentem condições de viabilidade, é o de controle na fonte, seguido do controle na via de transmissão no trajeto entre a fonte de origem e o atingido e a proteção individual. Os protetores auditivos (EPI's), como dispositivos que dificultam a passagem do som, podem ser do tipo PLUG ou do tipo CONCHA. Os do tipo plug são colocados no canal auditivo e podem ser descartáveis ou pré-moldados.

Os EPI's necessitam de uma correta colocação no canal auditivo, têm que observar uma dimensão adequada e não podem ferir o canal e requerem um ajuste perfeito, mantendo uma rigorosa higiene, para que não venha a levar sujeira para a área interna do ouvido, que posteriormente causará infecções no aparelho auditivo. Os do tipo concha que atuam como uma barreira à onda sonora, são os mais eficientes. Dado importante é referente à sua manutenção e conservação, para sua colocação deve seguir-se às orientações do fabricante, pois os equipamentos pedem eficiência se utilizados de maneira incorreta. A higiene das mãos é muito importante no ato de colocação dos EPI's. Os pré-moldados devem ser esterilizados diariamente em fervura pôr 15 minutos e pôr fim resta alertar para a busca do equipamento que melhor se adapte, para melhor conforto e proteção. O equipamento bem escolhido e mantido, atenua o ruído, reduz o risco de acidente e facilita a comunicação.

Um ruído caracteriza-se pela falta de uniformidade e harmonia, por isso é classificado como "som desagradável". É possível medir um ruído conhecendo o conjunto "intensidade e frequência" das vibrações propagadas. À medida deste conjunto dá-se o nome de DECIBEL (db) que é uma unidade de intensidade fisiológica, pois quantifica as relações entre estímulo e sensações provocadas pelas vibrações sonoras. O controle dos níveis de ruídos em uma determinada área é específico e depende de critérios associados a fatores como tipo de fonte, layout, material constituinte dos objetos e de construção do local. Quando a eliminação do ruído é impossível, buscam-se as medidas para atenuação do fenômeno, procura-se através de estudos e ações, evitar que o ruído se propague no ambiente por reverberação alterando-se layout, cobrindo total ou parcialmente focos de ruído ou modificando a composição de partes móveis de alguns equipamentos.

É importante que sejam conhecidos e monitorados os níveis de ruído para se classificar áreas ambientais e ocupacionais em próprias ou impróprias para a utilização, bem como sugerir medidas preventivas ou atenuadoras do desconforto provocado pelo ruído (fonte: Bistafa, Sylvio R., 1951).

Todos os trabalhadores devem preocupar-se pela prevenção de acidentes e de sentir a obrigação de reduzir a um mínimo as lesões.

Os incidentes são advertências de que algo está errado e que existe algum perigo ou condição que necessita ser corrigida. Ainda que os incidentes não provoquem lesões, são advertências para se levar em conta porque indica que havia uma condição ou um erro que deve ser corrigido para evitar que se repita e chegue a transformar-se em um acidente que provoque lesões ou que cause danos à propriedade. Uma pesquisa realizada pelo Engenheiro Norte Americano FRANK BIRD JÚNIOR, durante dez (10) anos, pesquisando 297 empresas, sobre um total de dez milhões de homens horas trabalhadas, constatou-se que: Na ocorrência de 600 incidentes, temos: 30 acidentes com danos a propriedade, 10 acidentes com lesões não incapacitantes e 01 acidente com lesão incapacitante.

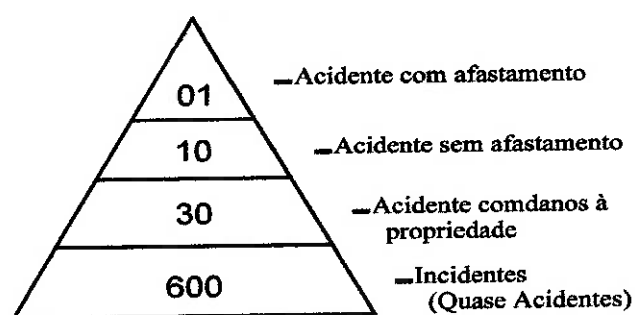


Figura 17 - Pirâmide de Bird (fonte: Anderson Glauco Benite -2004).

Uma oficina limpa é uma oficina segura, para manter a oficina limpa e segura é uma questão de atenção com a arrumação, com cada um dos trabalhadores fazendo sua parte, uma faxina geral é uma boa idéia. Toda oficina ou mesmo um

lar precisa de uma faxina geral ocasionalmente, entretanto, a “arrumação, ordenação, limpeza, asseio e disciplina” é mais que isso, limpeza e ordem, um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar, recolher e limpar tudo depois de cada tarefa. Se uma tarefa provocar muita desordem, tente manter a mesma a nível mínimo, tomando um pouco mais cuidado. Lixo e óleo incendeiam facilmente um incêndio é ruim para a empresa, o óleo que derramou no chão tinha um papel a cumprir na máquina. O chão é apenas mais uma fonte de risco, cubra o óleo derramado com material absorvente ou tente coletar quando houver possibilidade de derramamento para seu reaproveitamento. Com isto evita-se que alguém tenha um tombo. Observe onde se deixa ferramentas ou materiais, nunca colocar num chassi de máquina ou numa peça móvel da máquina. Jamais empilhar coisa em cima de armários, observe os espaços sob as bancas e escadas, não deixando refugos e entulhos. Mantenha portas e corredores livres de obstrução para serem acessados em caso de emergência. O verdadeiro segredo de uma oficina limpa e segura é nunca deixar para depois o trabalho de limpeza, e arrumação, fazendo-o imediatamente enquanto há pouco trabalho. Vá fazendo a limpeza e a coleta de coisas espalhadas quando concluir uma tarefa ou quando o turno estiver terminando.

As mãos são dois dos membros com os quais trabalhamos e não seria possível usar qualquer outro dispositivo capaz de substituir as mãos e ainda manter a precisão e a capacidade de manobra delas. Os ferimentos nas mãos representam 1/3 dos 2.000.000 de acidentes incapacitantes que ocorrem no trabalho a cada ano. A maioria destes acidentes são causados por pontos de pinçamento, aproximadamente 80% (fonte: Abraman – Associação brasileira de manutenção). Os pontos de pinçamento têm o mau hábito acontecer de surpresa quando não se está prestando atenção na tarefa que está sendo executada, é possível evitar acidentes ficando atentos com relação a sua existência e então tomar os cuidados adequados. Um bom cuidado é usar luvas adequadas quando estivermos levantando ou movimentando objetos, outras medidas de segurança incluem tirar um tempo para remover ou dobrar pontas protuberantes.

Com relação aos choques elétricos, quando uma pessoa se torna parte de um circuito elétrico, a severidade do choque é determinada por 3 fatores básicos:

- 1 - a taxa do fluxo através do corpo
- 2 - o percurso da corrente através do corpo

3 - o tempo com que o corpo foi parte do circuito

A eletricidade pode se deslocar somente quando há circuito completo, o choque pode ocorrer quando o corpo faz contato com ambos os fios de um circuito (o positivo e o neutro), um fio de circuito energizado e o terra , ou uma parte metálica de um dispositivo elétrico que tenha sido energizado.

As mulheres possuem menor resistência ao choque elétrico do que os homens, em função da constituição orgânica e de outros fatores. Fatores tais como condição física, a umidade da pele, podem determinar a quantidade de eletricidade que um corpo humano pode tolerar.

Infelizmente o ser humano não possui qualquer proteção interna contra o fluxo de corrente elétrica. A superfície da pele fornece a maior parte da resistência ao fluxo da corrente, calos ou peles secas possuem resistência razoavelmente alta, mas a pele úmida possui pouca resistência. Quando a resistência da pele é interrompida, a corrente flui facilmente através da corrente sangüínea e dos tecidos do corpo. Qualquer que seja a proteção oferecida pela resistência com o aumento da voltagem.

A morte ou ferimentos causados pelo choque elétrico podem resultar do seguinte:

- contração dos músculos peitorais, podendo interferir na respiração a tal ponto que resultará em morte por asfixia;
- paralisia temporária do sistema nervoso central, podendo causar parada respiratória, uma condição que frequentemente permanece, mesmo depois da vítima ter sido desconectada da parte energizada;
- interferência do ritmo normal do coração, causando tribulação cardíaca, uma condição na qual as fibras do músculo cardíaco, em vez de contraírem de maneira coordenada, contraem separadamente e em diferentes momentos. A circulação do sangue pára e ocorre a morte;
- parada cardíaca por contração muscular (em contato com alta corrente). Neste caso o coração pode reassumir seu ritmo normal quando a vítima é libertada do circuito.
- hemorragias e destruição dos tecidos, nervos e músculos do coração devido ao calor provocado pela alta corrente.

11 CONCLUSÕES

Com base no texto apresentado, destacaram-se algumas informações. Quando foi apresentado no capítulo 2 as características dos serviços de caldeiraria pelo SENAI, nota-se que são atividades que requer do profissional um nível de estudo compatível com a profissão, é necessário saber ler e escrever. Pelas fotos apresentadas nas figuras de 1 a 4, é observado como o operário deverá desempenhar sua atividade diante de varias interferências, o espaço do trabalho em muitos casos é pequeno de difícil acesso por causa do tipo de projeto que está sendo executado. É importante ressaltar que estas atuações já estão previstas em um programa de gestão de segurança da empresa. As normas de Segurança e saúde do trabalhador sempre são observadas antes e aplicadas quando ocorrem as situações.

Também foi apresentado no capítulo 2.2, "mesmo sendo caldeireiros, é importante oferecer treinamento específico para estas funções...", refere-se exclusivamente aos setores que tem máquinas que podem ser operadas por pessoas habilitadas, entretanto, a pressão dos chefes para o trabalho, a rapidez das tarefas, faz com que alguns operários se acidentem. Em máquinas operatrizes, prensas, cortadeiras, é importante executar as tarefas com precisão e analisando sempre as informações emitidas pelo aparelho. Existem também pessoas que operam tais máquinas sem devida habilitação, também configurando uma fonte geradora de acidentes.

Pelo que foi exposto nos capítulos 2 e 3 e observando os trabalhadores nas áreas de solda em seu local de trabalho, é possível verificar que este profissional deverá, ser confiável pois realiza grande parte de seu trabalho sozinho, ser educado, essencial para um bom relacionamento humano. Possuir um sistema nervoso perfeito e equilibrado, com bom controle motor e elevada habilidade manual e ser um pouco artesão. Ser observador e detalhista, não ser sensível a trabalhos repetitivos, e capaz de tomar decisões rápidas. Ser receptivo a novos ensinamentos, para poder acompanhar a evolução da tecnologia da soldagem. Para o soldador desempenhar seu ofício com mais qualidade, são requisitos "desejáveis": que ele seja uma pessoa calma, introvertida, tranqüila por natureza pois não é possível passar todo o tempo atrás de uma máscara e ser aberto e

comunicativo, ter estatura pequena ou mediana, para superar com mais facilidade as dificuldades para soldar em espaços apertados e geralmente muito quente, não ter falta de ar, nem medo de fogo, situações que pode causar insegurança.

No texto dos capítulos 2 e 3, foi apresentado que a presença de energia elétrica é constante, devido os aparelhos e máquinas. E para enaltecer estas informações também foi analisado no capítulo 10, que apresenta a Proteção e Prevenção de Acidentes informações sobre acidentes com choque elétrico e suas consequências, portanto os cuidados com a manutenção, implantação da rede elétrica é de elevada consideração, por se tratar de outro segmento gerador de acidentes, devido o mau uso e más instalações.

Com relação ao manuseio dos cilindros de gás, foi apresentado no capítulo 4 as situações que se direcionam para acidentes. Um sistema de gestão de segurança pode ser o melhor caminho para apresentar treinamentos específicos e coibir estas ocorrências, pois se trata de eventos de elevada consideração por ser uma fonte geradora de acidentes e incêndios, dependendo do caso, de grandes proporções.

No capítulo 10 foi apresentado informações sobre cuidados com os olhos, com o ouvido. Na afirmação “ o melhor reduzir a exposição...” , refere-se àquelas situações onde no nível sonoro é elevado e os meios de prevenção individual ou coletivo, ainda não são suficientes.

Apresentou-se no capítulo 10 que a necessidade de ter o cuidado com os acidentes desde a prevenção, não é exclusivo das lideranças, mas de todas as pessoas que convivem no ambiente de trabalho. Não existe a mensagem de que “...o chefe é o responsável pela segurança.” A melhor forma de apresentar esta afirmação é “...o chefe responde pelas ocorrências”, mas é dever de cada um zelar para o bem de todos.

ANEXO 1**ORDEN DE SERVIÇO – Operador de Policorte****DATA** ____/____/____.**SERVIÇO A SER EXECUTADO:** Operações em Policortes**INSTRUTOR:****FUNCIONÁRIO**

ASSINATURA _____**ENC. DO SETOR** _____**ASSINATURA DO ENCARREGADO** _____**CANTEIR DE OBRAS** _____**END. DO CANTEIRO** _____**INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA**

- 1 – Somente trabalhar trabalhador qualificado, com treinamento específico e autorizado pela segurança do trabalho pode operar a policorte.
- 2 - Antes de iniciar qualquer serviço; o operador da policorte deve fazer inspeção nos equipamentos, e notando qualquer irregularidade que possa causar riscos de acidentes ou danos nos equipamentos, o serviço deve ser interrompido e o encarregado do setor deve ser informado para que sejam providenciadas a inspeção e manutenção no equipamento.
- 3 – OBS: todos os serviços de inspeção, manutenção e limpeza, devem ser efetuados somente com o motor desligado.
- 4 – O dispositivo de acionamento da policorte deve ter fechamento de caixa de madeira, com tampa provida de dobradiças, trincas de fechadura e cadeado.
- 5 – Fora de operação, a tampa da caixa do dispositivo de acionamento da policorte, deve ficar fechada com cadeado e somente trabalhadores autorizados devem ter a copia da chave do cadeado.
- 6 – A policorte deve ser usada somente para cortar peças metálicas.

7 – OBS: não é permitido amolar ou afiar ferramentas no disco da policorte.

8 – Se o disco da policorte apresentar sinais de trincas ou rachaduras ou com a parte externa com dentes causados por queimaduras; o mesmo deve ser substituído imediatamente.

9 – O local da bancada da policorte deve ser mantido limpo e organizado, não deixando que materiais acumulem no setor da policorte.

RISCOS INERENTES A FUNÇÃO

Ruídos

Cortes principalmente dos dedos e braços

Partículas nos olhos

Choques elétricos

Queimaduras

Poeiras metálicas

E.P.Is (Equipamentos de proteção individual)

OBS: Uso obrigatório para esta função

- Protetor auricular tipo concha
- Luva de raspa
- Mangote de raspa
- Protetor facial
- Protetor respiratório

Responsável

Eng. de Segurança do Trabalho

ANEXO 2**AUTORIZAÇÃO PARA EXECUÇÃO E PERMISSÃO DE TRABALHOS DE CORTE, SOLDA E SIMILARES, PRECAUÇÕES NECESSÁRIAS****Autorização para execução**

Esta autorização só é válida para o lugar e data indicados a seguir:

Data:

Responsável pela área:

Responsável pela realização do trabalho:

Local do trabalho :

Data de execução: Horário de execução:

Executantes :

Auxiliares:

Descrição dos serviços:

.....

MEDIDAS DE SEGURANÇA

Além das medidas de segurança indicadas na folha de instruções anexa, você é responsável para que sejam tomadas as seguintes medidas:

Antes de começar o trabalho

Entregar uma via desta autorização ao Encarregado da Segurança e/ou ao Chefe dos Bombeiros da empresa.

Após o término do trabalho

Comunicar a conclusão do trabalho ao Encarregado da Segurança e ao vigilante do período noturno Sr.

Manter operário ou vigilante de prontidão no local onde foi executado o trabalho durante no mínimo hora(s).

Responsável: executante do trabalho; Encarregado da Segurança, outro, nome: ...

.....

Responsável pela Área

Folha de Instruções "Medidas para Prevenção de Incêndios em Serviços do Corte, Solda e Similares".

Cópia enviada para:

- Encarregado da Segurança
- Chefe dos Bombeiros da Empresa
- Executante (confirmação do recebimento) ass.

MEDIDAS PARA PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS EM SERVIÇOS DE CORTE, SOLDA E SIMILARES

• Só executar o serviço mediante prévia autorização “PERMISSÃO PARA TRABALHOS DE CORTE, SOLDA E SIMILARES”

- Certifique-se que os equipamentos para corte e solda estão em perfeitas condições de funcionamento.
- Certifique-se que não existe material combustível ou líquido inflamável num raio de 12 m, em torno da área onde será executado o serviço. Se os materiais não puderem ser removidos proteja-os com lonas incombustíveis, biombos metálicos ou outro meio adequado.
- Certifique-se que não existe acúmulo de gases inflamáveis na área onde será executado o serviço ou nas redondezas.
- Antes de iniciar as operações certifique-se que as fagulhas não irão atingir outros locais através de janelas, portas, frestas, buracos, sistemas de ventilação, etc.
- Mantenha no local meios adequados para a extinção de incêndios.
- No local devem existir suportes adequados para apoio dos maçaricos, para que não provoquem superaquecimentos e conseqüentemente incêndios.
- Se o trabalho for executado em paredes ou coberturas, certifique-se que a construção é incombustível e que não existem revestimentos e outros materiais combustíveis.
- Se o trabalho for executado em compartimentos fechados, todos os elementos combustíveis devem ser retirados.
- Manter operário ou vigilante de prontidão com equipamentos de proteção contra incêndios (extintores, mangueiras, etc.) durante o trabalho e meia hora após o término do mesmo.

ANEXO 3**Registro de Teste de Qualificação de Soldador (Operador de Soldagem)**

Nome: Identificação:
 Processo de soldagem: Tipo:

.....
 (manual, semi-auto., mecanizado)

Posição: (plana, horizontal, vertical up ou down, sobre-
 cabeça)

De acordo com EPS

No:

Tipo de material:

Diâmetro e espessura (tubo) ou espessura da junta:

Faixa de espessuras qualificada:

METAL DE ADIÇÃO

Especificação: Classificação: F no:

.....
 Descrição (se não for coberto por norma):

Nome(s) comercial(is):

Cobre-Junta (Sim/Não):

Resultado de Teste de Dobramento Guiado

Tipo Resultado Tipo Resultado

Laboratório: Teste no:

.....
 Responsável:

Resultados de Teste de Solda de Filete

Aparência: Tamanho do filete:

.....
 Macrografia:

.....
 Laboratório: Teste no: Responsável:

Resultados de Teste Radiográfico

Filme

Ident.

Resultados Observações Filme

Ident.

Resultados Observações

Teste acompanhado por: Teste no: Fabricante ou contratante:

.....
 Autorizado por: em:/...../.....

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avelar, Ricardo Castilho de . **Fundamentos do Processo de Soldagem com Proteção Gasosa (Mig-Mag)**, Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira.

Infosolda – apresenta informações sobre atualidades e tecnologia da solda, disponível em <http://www.infosolda.com.br/> acesso em 10 de outubro de 2007.

Professor Paulo J. Modenesi Prof. Paulo Villani Marques, **Soldagem I – Introdução ao Processo de Soldagem** , novembro de 2000.

Asfahl, C. Ray 1938. **Gestão de Segurança e de Saúde Ocupacional** / C. Ray Asfahl, tradução Sergio Cataldi e Vera Visokis, Reichmann & Autores Editores, 2008

Bistafa, Sylvio R., 1951. **Acústica Aplicada ao Controle de Ruído** / Sylvio R. Bistafa – São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

AGA S/A, apresenta informações sobre gases industriais, disponível em <http://www.aga.com.br/> acesso em 20 de abril de 2008.

ZIEDAS, Selma e TATINI, Ivanisa, **Soldagem – Coleção Tecnologia – Senai**, 1ª ed., São Paulo, 1997.

abraman – apresenta informações sobre atualidades e tecnologia da manutenção industrial, disponível em <http://www.abraman.com.br/> acesso em 20 de Maio de 2008.

Benite, Anderson Glauco. **Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho para empresas Construtoras**. São Paulo, 2004. 221p. Dissertação de Mestrado Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia da Construção Civil

Senai – apresenta informações sobre caldeiraria e solda, disponível em <http://www.senai.com.br/> acesso em 01 de março de 2008.

ITSEMAP do Brasil - apresenta informações sobre segurança, disponível em <http://www.itsemap.com.br/> acesso em 20 de março de 2008