

Trabalho Prático N^o:

Técnica Operatória na Soldagem Oxi-acetilênica

1. Objetivos:

- Familiarizar-se com o arranjo e a operação do equipamento utilizado na soldagem (e corte) oxi-acetilênica.
- Familiarizar-se com as variáveis importantes do processo.
- Familiarizar-se com a técnica operatória.

2. Revisão Teórica:

A soldagem oxi-acetilênica é um processo no qual a união das peças é obtida pela fusão localizada destas com uma chama gerada pela reação entre o oxigênio e o acetileno (figura 1). O metal de adição, na forma de fio ou barra, quando for utilizado, é alimentado pelo soldador com uma mão, enquanto que, com a outra, ele manipula a tocha. A proteção do metal fundido é realizada pelos gases resultantes da queima primária em uma chama corretamente ajustada. Dependendo do metal a ser soldado, um fluxo pode ser utilizado para facilitar a escorificação das impurezas existentes na superfície da junta. A soldagem oxi-acetilênica utiliza um equipamento simples e de baixo custo e pode ser usada para a soldagem de diversos tipos de metais. O mesmo equipamento, com pequenas alterações no maçarico, pode ser utilizado para o corte, brasagem e tratamento térmico de pequenas peças. Contudo, devido à sua baixa intensidade de calor e, conseqüentemente, baixa produtividade, a soldagem oxi-acetilênica foi largamente suplantada pelos processos de soldagem a arco, sendo atualmente mais usada em manutenção e na soldagem de chapas e tubos de parede fina.

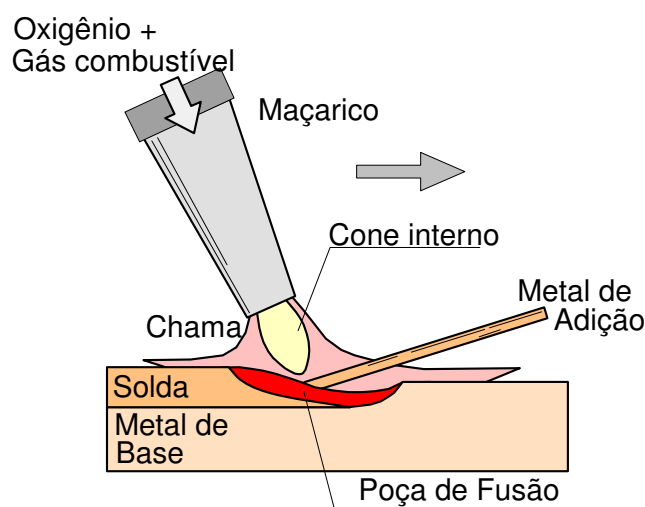


Figura 1 – Soldagem oxi-acetilênica.

O equipamento para a soldagem oxi-acetilênica compreende basicamente cilindros de oxigênio e acetileno, reguladores de pressão, mangueiras, maçarico, acendedor de chama, ferramentas e equipamentos diversos de segurança (óculos, luvas, válvulas contra retorno de gases, etc.), figura 2. Em instalações com elevado consumo de gases, estes podem ser fornecidos por sistemas centrais de distribuição de gases.

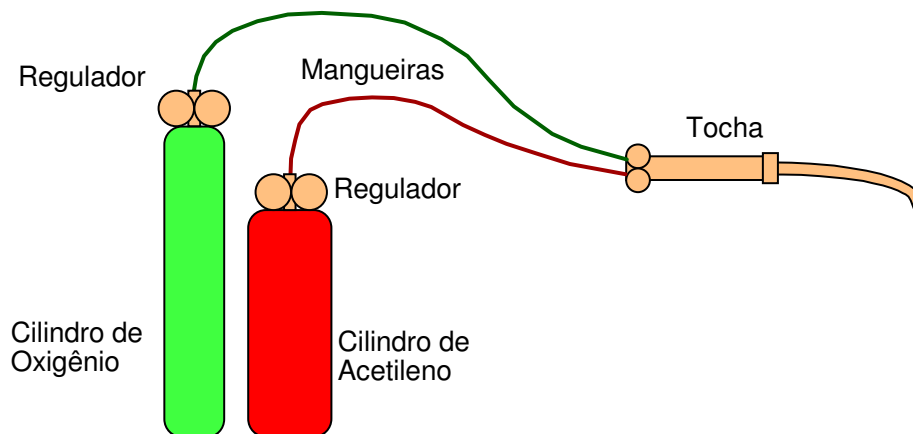


Figura 2 – Equipamento para a soldagem oxi-acetilênica.

No cilindro de oxigênio, este gás é armazenado sob alta pressão, a qual atinge até cerca de 200 kgf/cm^2 (20 MPa ou 200 atm) em um cilindro cheio. O cilindro deve ser sempre utilizado com cuidado, não se violando nunca as regras de segurança para o seu manuseio e armazenamento (tabela 1).

Devido à sua instabilidade a pressões elevadas, o acetileno armazenado em cilindros dissolvido em acetona. Esta, para cada aumento de 1 atm de pressão, dissolve um volume de acetileno 25 vezes maior do que o seu. O cilindro é cheio até uma pressão de cerca de $17,5 \text{ kgf/cm}^2$. Devido à sua construção, este tipo de cilindro apresenta as seguintes características:

- Possui uma vazão máxima de retirada de gás acima da qual a sua pressão interna cai rapidamente dando a impressão de que o cilindro está vazio. Além disto, o acetileno retirado do cilindro tende a carregar, misturado consigo, uma certa quantidade de acetona. A vazão máxima de acetileno que se pode usar é aproximadamente um sétimo da capacidade do cilindro.
- Nunca deve ser usado deitado. Nesta situação, a acetona sairá em grande quantidade misturada com acetileno.
- A pressão de saída de acetileno não deve exceder $1,5 \text{ kgf/cm}^2$.

Tabela 1. Regras gerais para o armazenamento, transporte e utilização de cilindros de oxigênio (anotações do Sr. Juraci Pereira da Silva).

I - Armazenamento	
1. 2.	Não deixar os cilindros diretamente <u>sob o sol</u> . Armazenar os cilindros em locais adequados e seguros.
II - Transporte	
1. 2. 3. 4. 5.	Nunca suspender os cilindros fazendo ponto de apoio nas capas protetoras das válvulas. Somente transportar o cilindro com a capa protetora da válvula corretamente colocada. Não utilizar cilindros, cheios ou vazios, como roletes ou suportes. Evitar quedas ou choques entre cilindros. Evitar contato com eletricidade.
III - Utilização	
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.	Utilizar sempre cilindros testados e identificados pelo fornecedor. Evitar que respingos, escória ou a própria chama atinjam o cilindro. Evitar abrir a válvula do cilindro rapidamente. Fechar a válvula quando terminar o serviço. Retornar imediatamente os cilindros vazios ao fornecedor. Nunca utilizar o oxigênio em substituição ao ar comprimido. Jamais tentar reparar uma válvula danificada de um cilindro. Neste caso, colocar o cilindro em local isolado e notificar imediatamente o fornecedor. Evitar o contato de óleo ou graxa com qualquer parte do cilindro de oxigênio e seus acessórios. Esses materiais podem queimar violentamente na presença de oxigênio puro. Somente utilizar o oxigênio com o regulador de pressão adequado.

O acetileno pode também ser fornecido através de geradores que são dispositivos que formam este gás através de uma reação química. Atualmente, geradores de acetileno não são praticamente mais usados.

Os reguladores de pressão permitem ajustar a pressão de trabalho mantendo-a relativamente constante. Existem dois tipos básicos: os reguladores de um estágio e os de duplo estágio, sendo que os últimos mantêm a pressão de trabalho mais constante enquanto a pressão do cilindro cai com o seu uso.

As mangueiras transportam os gases das saídas dos reguladores até o maçarico. São construídas para suportar as pressões elevadas dos gases que transportam (que pode ser superior à pressão de um pneu de automóvel) e o ambiente, muitas vezes agressivo, de seu local de trabalho. Geralmente são de cores diferentes para evitar confusão quanto ao gás que devem transportar: vermelha (acetileno) e verde ou preta (oxigênio).

O maçarico recebe o acetileno e oxigênio puros, mistura-os na proporção adequada e fornece esta mistura com uma velocidade e volume apropriados para a alimentação da chama. Podem ser fabricados em diversos tamanhos para a realização de trabalhos leves, médios ou pesados. Existem dois tipos básicos de maçaricos:

- Maçarico misturador (de média pressão): utilizam acetileno e oxigênio na mesma pressão, são de construção simples e devem ser usados com acetileno de cilindros. São mais seguros no que diz respeito ao perigo de engulimento de chama pelo maçarico.
- Maçarico injetor (de baixa pressão): trabalham com baixa pressão de acetileno que é aspirado pelo oxigênio fornecido a uma pressão maior. São mais usados em sistemas com gerador de acetileno.

Para a operação de um maçarico, a pressão e a vazão dos gases utilizados devem ser compatíveis com o tipo e a capacidade do maçarico. O uso de uma pressão excessivamente baixa, a existência de dobras na mangueira, o superaquecimento do bico do maçarico, o toque do bico do maçarico na poça de fusão ou a obstrução deste bico por uma partícula de metal podem causar o engulimento da chama. Durante este, a chama passa a queimar dentro do maçarico e, em casos extremos, pode atingir a fonte de acetileno. O problema é minimizado pela regulagem correta da pressão dos gases e pelo uso do maçarico em boas condições. Além, é fundamental a colocação de válvulas contra retrocesso de chama no equipamento. Um engulimento de chama pode causar queimaduras às pessoas, danos ao equipamento e, em casos extremos, uma explosão.

Na soldagem oxi-acetilênica, o tipo de metal a ser soldado e a sua espessura determinam o ajuste da chama, a necessidade ou não de usar fluxo (tabela 2) e, mesmo, o tipo de maçarico e o seu bico.

Tabela 2 – Algumas ligas soldáveis pelo processo oxi-acetilênico.

Metal base	Metal de adição	Tipo de chama	Fluxo
Alumínio	Alumínio	Fracamente redutora	Sim
Bronze	Bronze	Fracamente oxidante	Sim
Cobre	Cobre	Neutra	Não
Ferro fundido	Ferro fundido	Neutra	Sim
Níquel	Níquel	Fracamente redutora	Não
Aço baixo carbono	Aço	Neutra	Não
	Bronze	Fracamente oxidante	Sim
Aço alto carbono	Aço	Redutora	Não
Aço inoxidável	Aço Inoxidável	Neutra	Sim

Operacionalmente, a soldagem oxi-acetilênica compreende as seguintes etapas: (a) abertura dos registros dos gases e regulagem das pressões de serviço, (b) acendimento e

regulagem da chama, (c) formação da poça de fusão, (d) execução do cordão, com ou sem a utilização de metal de adição, (e) interrupção da solda e (f) extinção da chama.

As pressões de serviço devem ser escolhidas em função do tipo de maçarico e do tamanho de seu bico (tabelas 3 e 4). Este, por sua vez, é determinado principalmente pela espessura da junta a ser soldada. Outro fator a ser considerado é o diâmetro e comprimento da mangueira usada. Se esta for muito fina e/ou muito longa, as pressões dos gases no maçarico poderão cair abaixo dos valores recomendados. Os fabricantes de equipamentos recomendam os diâmetros de mangueira adequados para as suas tochas.

Tabela 3 – Exemplo de bicos e pressões de gases utilizados em um maçarico misturador (de valor apenas didático).

Espessura a soldar (mm)	Número do bico	Pressão dinâmica (kgf/cm ²)		Consumo de gases (L/h)		Velocidade de soldagem (cm/min)
		Oxigênio	Acetileno	Oxigênio	Acetileno	
0,3-0,5	2	0,4		75-95	70-90	14-15
0,5-0,8	4			115-140	100-130	13-15
0,8-1,5	5			150-180	140-165	11-13
1,5-2,5	9			220-270	210-250	8-12
2,5-3,0	12	0,5		310-350	280-320	6-10
3,0-5,0	15			400-450	365-410	3,5-6
5,0-6,5	20			510-600	470-560	2,5-4,5
6,5-9,0	30			690-890	625-805	1,5-3

Tabela 4 – Exemplo de bicos e pressões de gases utilizados em um maçarico injetor (de valor apenas didático).

Espessura a soldar (mm)	Número do bico	Pressão dinâmica (kgf/cm ²)		Consumo de gases (L/h)		Velocidade de soldagem (cm/min)
		Oxigênio	Acetileno	Oxigênio	Acetileno	
0,8-1,5	4	0,8-1,3	0,1	100-180	90-130	14-16
1,5-2,5	6	1,6-2,0		170-220	130-220	11-15
2,5-3,0	9			280-340	200-300	8-11
3,5-6,5	15	1,5-1,9		580-640	400-600	3-7
8,0-13,0	30	1,2-1,6		800-1100	700-1000	1,5-3

A chama é acesa com um acendedor ou isqueiro após a abertura, no maçarico, do registro do acetileno. A chama assim obtida tem uma cor amarela e brilhante, sendo muito fuliginosa (chama acetilênica, figura 2a), não se prestando para a soldagem. Abrindo-se lentamente o registro do oxigênio, a proporção desta na mistura de gases fornecida ao maçarico é variada possibilitando a formação de três tipos adicionais de chama (figura 2, letras b, c e d). Estes tipos de chama apresentam duas regiões principais, o cone interno, onde ocorre a reação primária da chama (equação 1), e o cone externo, onde ocorrem as reações secundárias (equações 2 e 3). Na chama carburante ou redutora (figura 2b), existe uma terceira região entre duas anteriores, onde o excesso de acetileno é quebrado pelo ar.

A chama neutra é obtida com uma proporção de oxigênio e acetileno tal que não há excesso de um gás ou outro após a reação primária e, assim, as reações secundárias ocorrem com oxigênio fornecido pelo ar. Este tipo de chama, ou regulagens próximas deste, é o mais usado para soldagem. Na chama oxidante existe um excesso de oxigênio em relação à quantidade necessária para reagir com o acetileno na reação primária.

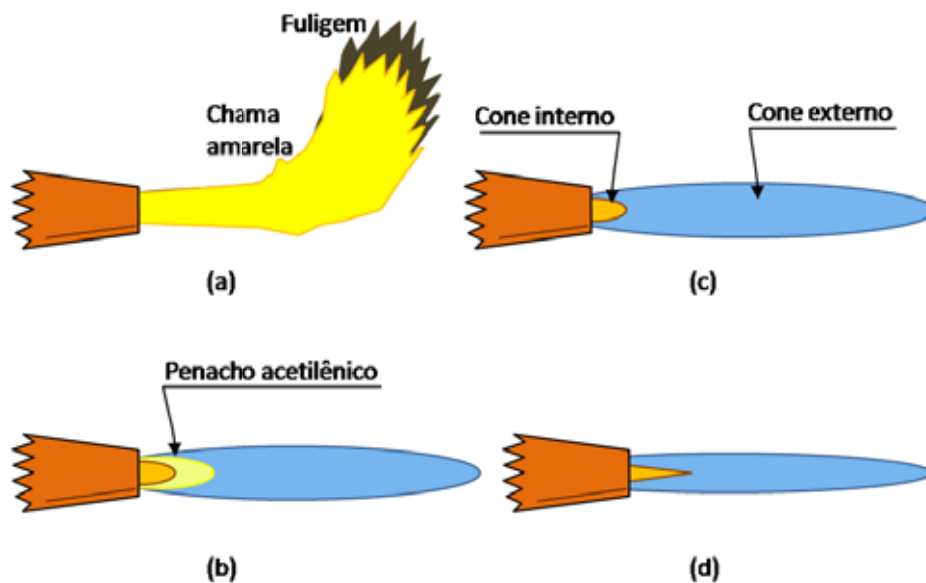


Figura 2 – Representação esquemática das regulagens da chama oxi-acetilênica. (a) Chama acetilênica, (b) redutora, (c) neutra e (d) oxidante.

Para a formação da poça de fusão, a ponta do cone interno da chama é colocada a uma distância de 1,5 a 3 mm da superfície da chapa e mantida nesta posição até a fusão do metal base. A chama é posicionada formando um ângulo de 45 a 60° com a chapa.

Após a formação da poça de fusão, a chama é deslocada ao longo da junta mantendo-se constante a distância do cone interno à poça de fusão. A velocidade de fusão deve ser controlada de forma que não aconteça a falta de fusão ou a perfuração da chapa. Se necessário, utiliza-se metal de adição (figuras 3, 4 e 5).

Existem duas técnicas básicas de execução: a soldagem para a frente e a soldagem para trás (figura 6). O uso da primeira técnica tende a formar um cordão mais raso sendo mais adequada para a soldagem de chapas mais finas (até 3 mm de espessura). Com a soldagem para trás, obtém-se um cordão mais estreito e de maior penetração, sendo possível soldar juntas mais espessas com uma maior velocidade. Quando necessário, executa-se, além do movimento de translação ao longo da junta, um movimento transversal de tecimento (vai-

e-vem) que permite a obtenção de cordões mais largos e a correta fusão das paredes da junta.

Ao final da soldagem, a chama deve ser apagada fechando-se primeiro o registro do oxigênio e, depois, do combustível ou vice-versa. No primeiro caso, forma-se uma chama acetilênica fuliginosa que é extinta ao ser interromper o fluxo de acetileno. No segundo caso, a chama é extinta ao se fechar o primeiro registro, contudo, como a composição da mistura atinge, em um breve instante, uma faixa em que ela é explosiva, a extinção da chama é, em geral, acompanhada por um estalo.

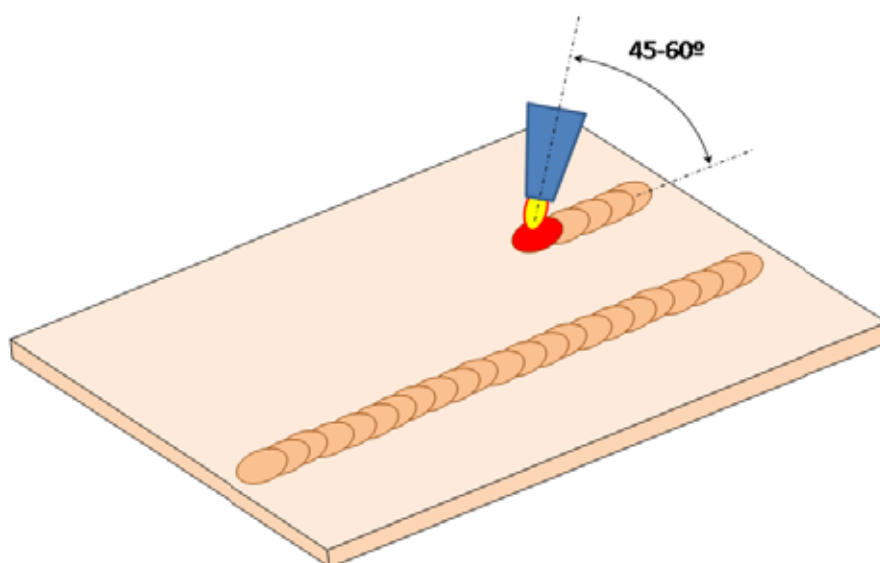


Figura 3 – Execução do leito de fusão sobre chapa sem uso de metal de adição.

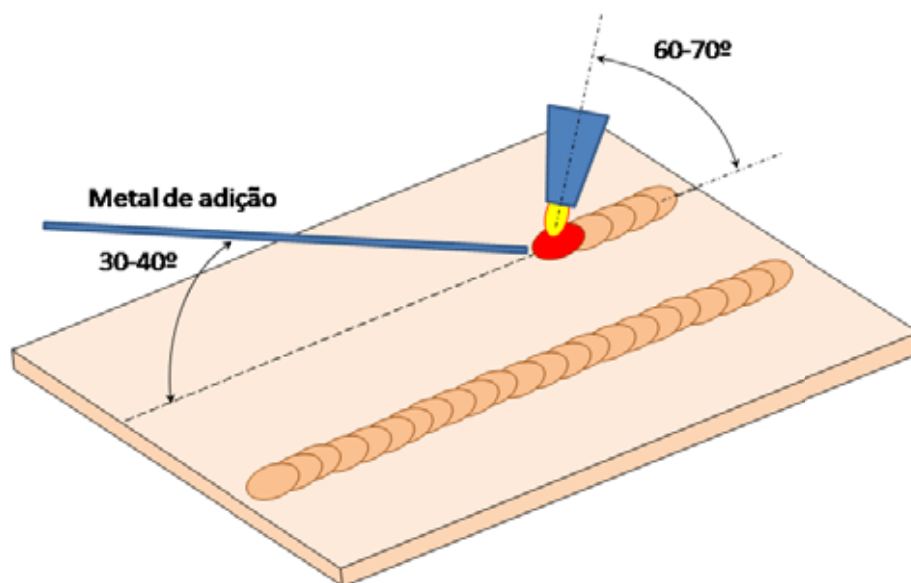


Figura 4 – Execução do leito de fusão com metal de adição.

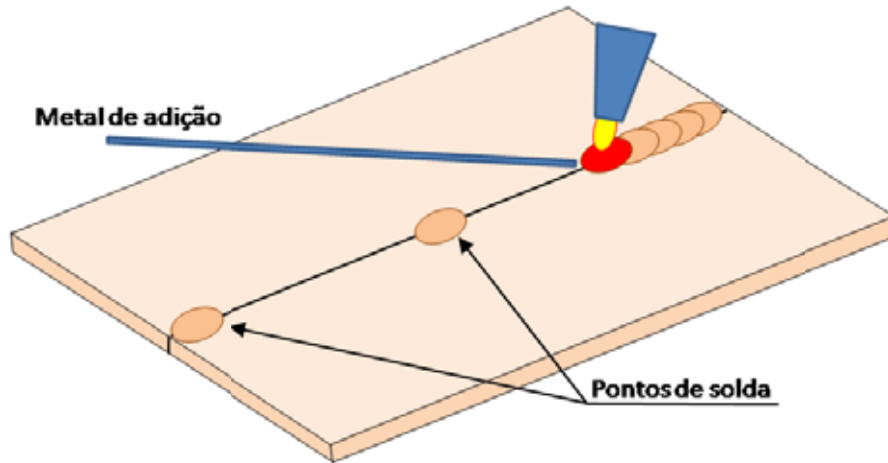


Figura 5 – Execução de uma solda de topo na posição plana.

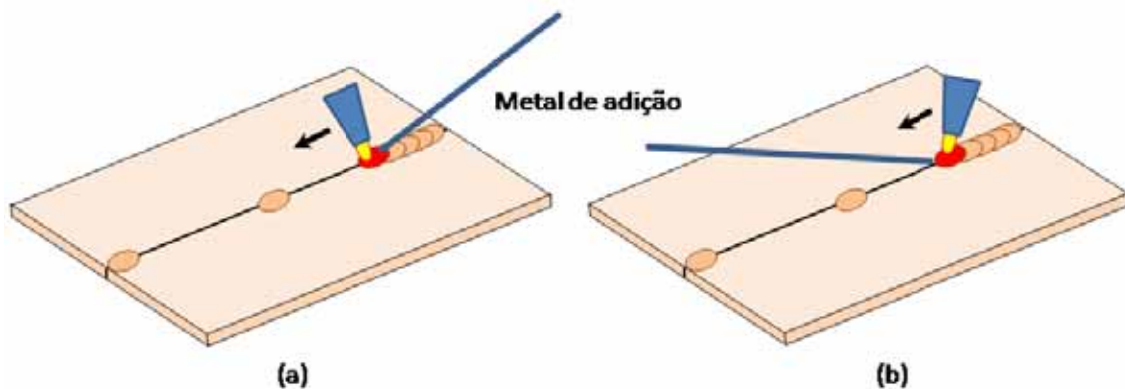


Figura 6 – Técnicas de execução: (a) Soldagem para trás e (b) soldagem para frente.

Ao final do serviço, os registros dos gases devem ser fechados.

Para informações adicionais sobre este processo, consultar a bibliografia indicada no final desta apostila, em particular o capítulo 11 da primeira destas.

3. Segurança:

Relembrar as medidas principais de segurança aplicáveis à soldagem e na utilização de cilindros (ver, por exemplo, o capítulo 3 da primeira bibliografia). Adicionalmente, consultar a Tabela 1.

4. Metodologia:

Inicialmente, os alunos e o instrutor discutem os objetivos, a parte teórica e a metodologia do trabalho. O instrutor mostra o equipamento a ser utilizado e explica a sua operação.

Os alunos ajustam as pressões dos gases de acordo com o maçarico usado e acendem a chama. Os diversos tipos de chama são obtidos e suas características observadas.

Os alunos treinam a deposição de cordões sobre chapa sem o uso de metal de adição (figura 3).

Os alunos treinam a deposição de cordões sobre chapa com o uso de metal de adição (figura 4).

Os alunos treinam a deposição de cordões em uma junta simples (figura 5).

Ao final do trabalho, os alunos e o instrutor discutem os resultados.

Observação: Recomenda-se usar, neste trabalho, retalhos de chapa de aço baixo carbono de 1 a 3 mm de espessura.

5. Resultados:

Apresente e discuta as suas impressões sobre as facilidades e dificuldades da operação deste processo de soldagem. Indique baseado nos trabalhos desenvolvidos as principais limitações e vantagens deste processo de soldagem.

6. Questões:

Responda as questões pertinentes do final do capítulo 11 (página 180) do livro listado como a primeira bibliografia na próxima seção.

7. Bibliografia Adicional:

1. MARQUES, P. V., MODENESI, P. J., BRACARENSE, A. Q., Soldagem – Fundamentos e Tecnologia, 2ª Edição, Editora UFMG, 2007, 362p.
2. S.A. WHITE MARTINS, "Curso completo de soldagem oxi-acetilênica", Macam, 47, maio/junho 1965, pp. 4-53.
3. AMERICAN WELDING SOCIETY, Welding Handbook, volume 2, 8ª edição, AWS, 1991, pp. 351-378.