

## SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA CAPTAÇÃO DE FUMOS E GASES DE SOLDAGEM

### INTRODUÇÃO

Atualmente, o problema das emissões de fumos e gases tóxicos nos processos de solda já é bastante conhecido dos engenheiros e técnicos de soldagem, e também de grande parte dos soldadores. O potencial de risco à saúde e a insalubridade dos ambientes de soldagem ficam cada dia mais evidentes através dos inúmeros estudos que se desenvolveram e se desenvolvem atualmente no exterior, relacionando certas doenças à atividade de soldagem.

Cada processo de solda tem suas particularidades no que concerne à emissão de poluentes dependendo do tipo de consumível utilizado, da energia aplicada, do material base, revestimentos, enfim, uma série de fatores que influenciam quantitativa e qualitativamente as emissões do processo. Alguns aspectos porém, são comuns a todos os processos, ou seja, em qualquer processo de soldagem ao arco elétrico, arco plasma e à chama existem emissões de fumos (particulados) e gases tóxicos oriundos do ponto de solda. Normalmente estes poluentes atingem as maiores concentrações, na zona de respiração do soldador, podendo, dependendo do caso, poluir o ambiente de trabalho como um todo. Portanto, ainda que não haja concentração excessiva de poluentes oriundos da solda no ambiente interno, o soldador, que está muito próximo ao ponto de emissão, pode estar sujeito à altas concentrações de fumos metálicos e gases tóxicos na zona de respiração.

Segundo as normas vigentes no Brasil (NR 9 - PPRA Programa de Prevenção de Riscos Ambientais), e na maior parte dos países industrializados, as medidas de combate à contaminação ambiental no trabalho devem seguir a seguinte hierarquia:

1. medidas que **eliminam** ou reduzam a utilização ou a formação de agentes prejudiciais à saúde;
2. medidas que **previnam** a liberação ou a disseminação desses agentes no ambiente de trabalho;
3. medidas que **reduzam** a liberação ou a disseminação desses agentes no ambiente de trabalho.

No primeiro caso estão as ações tomadas no âmbito dos processos, para eliminar as emissões, ou seja, seleção do método de soldagem, dos consumíveis, dos parâmetros, da preparação do metal base, e etc. Obviamente, existe uma certa limitação nestas ações uma vez que os fatores determinantes destas escolhas estão muito vinculados a aspectos técnicos de performance e qualidade da soldagem a ser realizada. Existe porém um espaço de manobra onde é possível manter praticamente inalteradas as características da solda, reduzindo o nível de emissão de fumos e gases tóxicos.

Um exemplo clássico é a seleção do gás de proteção para soldagem MAG de aço carbono. O uso de misturas à base de argônio aliadas à uma correta seleção de parâmetros pode reduzir muito a quantidade de fumos metálicos emitidos no processo embora, em alguns casos, possa também representar um aumento na emissão de ozônio.

De fato, embora as possibilidades sejam limitadas é possível ajustar o processo de soldagem para reduzir o nível de emissões poluentes, mantendo suas principais características técnicas.

No segundo lugar da escala hierárquica definida pela norma NR 9 estão as ações que previnam a liberação ou a disseminação dos poluentes gerados no processo. Neste caso, se incluem as ações tomadas para captar e tratar **todo o poluente gerado** na soldagem antes que eles sejam liberados para o ambiente. Isto obviamente implica no enclausuramento do local de soldagem o que é impossível visto que pelo menos o soldador tem que ter acesso ao ponto de solda ( ou ponto de emissão), e lá permanece durante a execução. Algumas células de trabalho automatizadas ou robotizadas podem de fato, ser enclausuradas, porem isto é uma situação muito específica que não pode ser tomada como regra.

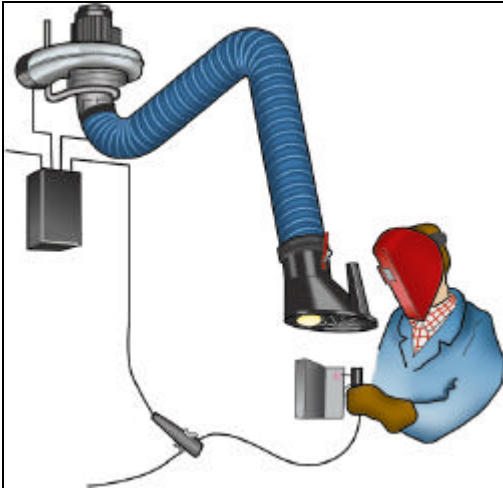
Em terceiro lugar na escala, estão as ações que reduzam a liberação ou a disseminação dos poluentes no ambiente de trabalho. Neste caso se incluem os equipamentos de captação, que devem estar posicionados sempre o mais próximo possível do ponto de solda, impedindo que os poluentes atinjam a zona de respiração do soldador. Este método normalmente é chamado de **“Captação na fonte de emissão”**. Na prática, esta é a opção de maior aplicação pois pode ser utilizada em quase todas as situações de soldagem e tem demonstrado excelentes resultados em termos de flexibilidade, desempenho e durabilidade dos equipamentos empregados.

Note que a legislação referente a riscos ambientais considera a utilização de EPI (Equipamentos de Proteção Individual) o último recurso ou um recurso complementar, independente das medidas anteriormente abordadas de eliminação e/ou prevenção dos riscos. Este é um aspecto importantíssimo a se considerar na correta seleção do equipamento para captação e tratamento dos fumos e gases de soldagem, conforme será visto a seguir.

Este artigo busca esclarecer as principais características dos diferentes tipos de equipamentos utilizados para captação de poluentes na fonte de emissão e propõe alguns critérios para sua seleção.

## **BRAÇOS EXTRATORES**

Os braços extratores de fumos, gases e particulados em suspensão, são equipamentos já bastante utilizados na indústria da Europa e dos Estados Unidos. Países como a Inglaterra que possui uma legislação muito detalhada a respeito de poluentes no local de trabalho, chegam a fixar características dos braços extratores, como vazão mínima por exemplo. Os braços extratores (Fig.1) devem ser flexíveis, leves e precisos, ou seja, o soldador deve posicioná-lo com um simples movimento, de forma que o equipamento se mantenha na posição desejada, ao mesmo tempo sem atrapalhar a operação de soldagem e captando eficientemente os fumos e gases gerados.



**Fig.1** - Exemplo de braço extrator individual acoplado diretamente a um exaustor

Podem ser utilizados como unidades individuais, acoplados diretamente a um exaustor, em sistemas centralizados com um exaustor central e vários braços ou ainda em unidades de filtragem móveis (Fig.2). Um acessório fundamental é a lâmpada de trabalho que melhora o visualização do soldador e facilita o posicionamento do braço o mais perto possível do ponto de emissão.

É importante aqui ressaltar que a distância do bocal captor até o ponto de solda depende da geometria da peça soldada, do comprimento do cordão de solda e do lay-out do local de trabalho. Alguns braços extratores estão projetados para trabalhar a distâncias de até 0,5m do ponto de solda. Por outro lado a vazão no captor tem de ser adequada para que, mesmo a uma pequena distância do ponto de solda não interfira com a atmosfera protetora da poça de fusão. Com uma vazão entre 800 e 1100m<sup>3</sup>/h não existe nenhum problema de interferência com a atmosfera protetora, mesmo em processos como TIG e MIG/MAG.



**Fig.2** - Unidade móvel de extração e filtragem de fumos e gases.

## EXAUSTORES PORTÁTEIS

Os exaustores portáteis são equipamentos para utilização em situações onde os braços extratores não tem acesso ao ponto de solda (Fig.3). Neste caso o exaustor é conectado diretamente a mangueiras flexíveis na entrada e na saída de ar, captando o ar contaminado do ponto de solda e descarregando-o no ambiente externo. Um bocal magnético acoplado á extremidade da mangueira de sucção, garante o posicionamento no local mais favorável à captação dos fumos e gases gerados. Devido à necessidade de utilização de mangueiras, as vezes de grande comprimento, e ao próprio bocal magnético, este equipamento apresenta algumas limitações para utilização em ambientes de produção. No entanto pode ser uma boa alternativa para locais confinados, em oficinas de pequeno porte ou em trabalhos eventuais de soldagens.



**Fig.3 - Exaustor de Fumos e gases portátil**

## FILTROS MÓVEIS

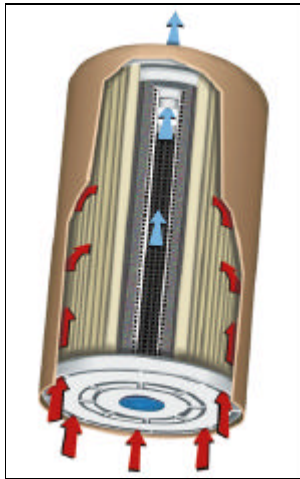
Quando a instalação dos braços extratores não pode ser feita próxima ao local de soldagem, a um sistema centralizado ou quando o soldador se movimenta por toda a fábrica, então é necessário que a captação seja feita por um equipamento móvel (Fig. 2), que devolva o ar filtrado ao próprio ambiente de trabalho. Isto significa que o equipamento de filtragem móvel deve ser, acima de tudo, compacto, leve e ter um alto grau de filtração (acima de 98%).

Outro aspecto fundamental deste tipo de equipamento é o nível de ruído. Recomenda-se que seja, no máximo 78 dB(A). Estas características devem sempre ser checadadas através de testes ou demonstrações no local de utilização uma vez que podem inviabilizar o uso do equipamento a médio prazo. O tipo de filtração também é um aspecto muito importante uma vez que o custo, a manutenção e a eficiência do equipamento estão intimamente ligados ao tipo de filtração escolhida.

Antes porém de analisarmos os diferentes tipos de filtração, cabe considerar a opção de descarga direta. Os fumos e gases gerados na soldagem raramente apresentam elevados níveis de concentração fora das proximidades da solda e da zona de respiração do soldador. Isto significa que a quantidade absoluta de poluentes emitidos é normalmente muito baixa, comparados a outros processos industriais. Assim, dependendo do local e da legislação em vigor, o lançamento dos fumos e gases diretamente no ambiente externo pode ser uma solução viável. Isto ocorre em muitos países industrializados.

**Tipos de filtração:** Os equipamentos de extração e filtragem móveis mais comuns apresentam dois tipos de filtração; a filtração mecânica e a filtração eletrostática. Os filtros mecânicos (Fig.4) podem ser de papel, tecido ou outros materiais filtrantes como polyester, por exemplo, normalmente do tipo cartucho, manta ou mangas.

O importante neste caso é a eficiência de filtragem, a durabilidade, o sistema troca do filtro e a coleta dos fumos quando for o caso. Muitas vezes um equipamento de custo inicial menor pode necessitar uma troca de filtros muito freqüente tornando o custo a médio prazo, muito mais elevado.



**Fig.4 - Filtro mecânico de papel filtrante, tipo cartucho**

Uma opção interessante são os equipamentos com filtros auto-limpantes. Neste tipo de equipamento um sistema mecânico de vibração assegura a limpeza automática do filtro a intervalos regulares, mantendo-o limpo e fazendo a coleta dos fumos em um recipiente adequado ( Fig 5). As principais vantagens deste sistema são a durabilidade do filtro, a praticidade de operação e de coleta dos fumos e a eficiência a longo prazo. Uma desvantagem é que, normalmente o investimento inicial é mais elevado.

A filtragem eletrostática é outro sistema bastante utilizado para aplicação em soldagem. Trata-se de um sistema elétrico onde as partículas coletadas são carregadas eletricamente e captadas em um campo magnético, no interior das células eletrostáticas do equipamento. Os filtros eletrostáticos normalmente apresentam um elevado grau de filtração para os fumos metálicos porém não eliminam os gases tóxicos gerados no processo. Na grande maioria dos casos, a simples retirada destes gases da zona de respiração do soldador já atende às exigências de higiene do processo. Em casos especiais onde a geração de gases tóxicos pode atingir níveis mais elevados, o uso dos filtros eletrostáticos deve ser melhor avaliado.

Uma das grandes vantagens dos filtros eletrostáticos é o seu baixo peso e grande manobrabilidade. Como desvantagens podemos citar o preço relativamente elevado e a necessidade de limpeza freqüente e manutenção das células eletrostáticas.



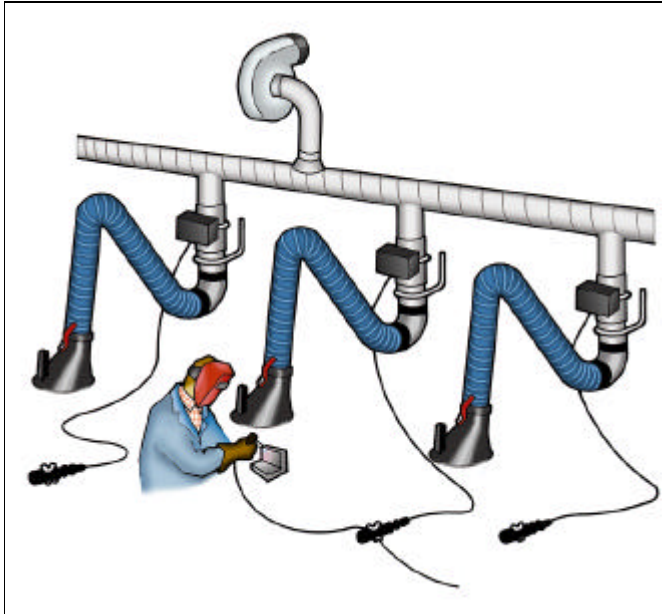
**Fig.5** - Vista interna de um extrator de fumos com **filtragem mecânica e sistema autolimpante.**

## **SISTEMAS CENTRALIZADOS**

Empresas que fazem uso intensivo de processos de soldagem como a indústria automobilística, de equipamentos pesados e metalúrgicas de grande porte, podem necessitar de sistemas centralizados que atendam às necessidades de captação de muitos pontos de solda. Os sistemas de grande porte podem ser concebidos, basicamente, dentro de dois conceitos: uma única tubulação central atendendo toda a fábrica ou sistemas menores projetados para cada célula de produção.

Em ambos os casos a performance do sistema dependerá principalmente do correto dimensionamento da tubulação, do exaustor, e dos dispositivos de extração utilizados. A indústria brasileira, na maior parte dos casos, ainda trabalha com extratores improvisados, fabricados em chapa (mesas e coifas), com mangueiras flexíveis de uso geral e suportes de pouca ou nenhuma mobilidade. Isso leva à interrupção no uso do sistema por problemas de mudança de lay-out ou impossibilidade de posicionamento nas proximidades da fonte de emissão.

Estes sistemas trabalham, em geral, com uma vazão superestimada que encarece o investimento e aumenta consideravelmente os custos de operação. O uso de braços extratores específicos para captação dos fumos e gases da soldagem, além de tornar o sistema muito mais eficaz o torna mais barato, tanto em termos de investimento inicial como em termos de operação. Um recurso bastante interessante é o uso de dampers automáticos em sistemas com vários braços extratores (Fig.6).



**Fig.6** - Ilustração esquemática de uma **instalação centralizada** para captação de fumos e gases de soldagem.

Os dampers automáticos são conectados através de sensores às máquinas de solda e só abrem a sucção enquanto o arco elétrico está ignitado, ou seja durante o período da emissão dos poluentes. Quando o arco de soldagem é interrompido o damper se fecha automaticamente evitando desperdício de energia. Este recurso representa uma grande economia devido à redução na vazão total requerida pelos sistemas centralizados que podem então ser dimensionados com tubulações, exaustores e filtros muito menores. Isto depende porém de um levantamento estatístico confiável da simultaneidade das operações de solda. Cabe lembrar aqui que em geral o ciclo de trabalho das operações de soldagem, ou seja, o tempo de “arco aberto”, é muito menor do que 50%.

Quanto à filtração, nos casos onde ela se faz necessária, os filtros mais utilizados são os do tipo convencional, de mangas. Existem também no mercado filtros cartucho, auto limpantes, com vazão de até 20.000 m<sup>3</sup>/h.

## **SUCÇÃO NA TOCHA**

A sucção na tocha é um método eficiente para captação na fonte de poluentes gerados na soldagem, embora apresente uma série de limitações e características que devem ser analisadas com cuidado antes de uma opção definitiva.

A primeira característica deste sistema é que ele é específico e só pode ser usado no processo de soldagem MIG/MAG. Isto se deve ao fato de que a tocha utilizada em conjunto com o dispositivo de sucção é uma tocha MIG/MAG. Outra característica deste tipo de captação é sua baixa eficiência comparada à captação através de braços extratores, ou seja, de uma forma geral a quantidade de fumos e gases succionados é menor, dependendo das condições do local de soldagem e em especial da posição. Na posição sobre a cabeça, por exemplo, a captação é muito reduzida em comparação à posição plana.

Uma consideração importantíssima a se fazer quando se estuda a sucção na tocha, é o tipo de sistema a ser empregado. Em geral no Brasil tem se considerado que os equipamentos individuais, móveis, de sucção na tocha (Fig.7) são adequados para este tipo de aplicação.

A verdade porém é que este tipo de equipamento apresenta algumas limitações para uso contínuo, em ritmo de produção.



**Fig.7** - Equipamento individual, móvel para sucção na tocha.

A primeira limitação é o tamanho do filtro. O equipamento possui um filtro tipo cartucho, de papel filtrante em forma de colméia. Apesar de uma área de filtragem bastante grande para as dimensões do filtro, ainda assim a saturação pode ser rápida se a utilização for constante. Isso exigirá uma troca de filtros bastante freqüente o que ocasionará perda de tempo e custos adicionais.

A segunda limitação diz respeito ao motor da unidade de sucção que é um motor de corrente contínua que exige manutenção preventiva e troca de componentes (escovas) a cada quatrocentas horas de uso aproximadamente. Se o equipamento não possuir um dispositivo automático de acionamento via máquina de solda que somente acione o motor quando o arco elétrico é ignitado e também desligue o motor alguns segundos após a extinção do arco, o funcionamento contínuo causará desgaste excessivo e a manutenção se tornará ainda mais freqüente.

Este equipamento é recomendado principalmente nos casos de soldagem MIG/MAG leve, eventual ou como acervo do departamento de segurança e higiene para uso em situações especiais onde não seja possível a utilização de outro tipo de equipamento.

## **ADUÇÃO DE AR FILTRADO**

As máscaras de soldagem com adução de ar filtrado são um EPI utilizado para fornecer uma cortina de ar filtrado na zona de respiração do soldador (Fig.8). Em conjunto com uma máscara de escurecimento automático, representam um grande conforto para o soldador e melhoram consideravelmente suas condições de trabalho. Algumas considerações porém devem ser feitas com relação a este tipo de equipamento.

A primeira é que os adutores de ar filtrado não atendem às exigências da norma NR -9 no que concerne aos três aspectos de **eliminação, prevenção e redução** da formação ou disseminação de poluentes no local de trabalho. Portanto a adoção deste tipo de equipamento não elimina a necessidade de utilização dos equipamentos de captação na fonte.

A segunda consideração é que trata-se de um equipamento portátil, colocado na cintura do soldador, conectado a uma mangueira e uma carneira presa ao capacete, o que implica na adaptação do soldador à sua utilização, o que, no Brasil, nem sempre é algo simples. Além disso trata-se de um equipamento movido à bateria que exige recarga constante. Dependendo da regulagem do fluxo de ar a vida útil da bateria pode variar de 4 a 9 horas de uso e isto implica numa rígida disciplina de uso dos equipamentos, garantindo a recarga diária das baterias, sob pena de que caíam em desuso, o que não é incomum.

Este é mais um caso, como o da sucção na tocha, em que a utilização deve se restringir a situações muito específicas. A adução de ar filtrado se recomenda onde se necessite de proteção adicional além da captação de poluentes na fonte de emissão e onde se possa manter o uso do equipamento absolutamente sob controle.



**Fig. 8 - Unidade de adução de ar filtrado.**

## **RESUMO**

Os processos de soldagem em geral, produzem fumos e gases tóxicos que representam ameaça à saúde do soldador e, em alguns casos, podem também poluir excessivamente o ambiente de trabalho como um todo. Medidas de proteção devem portanto se tomadas. De acordo com a legislação brasileira (Norma NR -9) as medidas devem incluir ações para eliminação, prevenção e redução da emissão e disseminação destes poluentes. Na prática, ao lado de outra medidas diretamente relacionadas aos processos de soldagem utilizados, a captação na fonte é o meio mais prático e efetivo de eliminação dos riscos ambientais relacionados à soldagem.

A captação na fonte pode ser feita através de diferentes tipos de equipamentos como braços extratores individuais, sistemas centralizados, equipamentos móveis e outros. A filtragem dos fumos é necessária quando há recirculação do ar poluído captado, porém pode ser dispensável quando há descarga externa, dependendo da legislação local.

A escolha do tipo de filtro deve ser feita com base no tipo de filtração necessária na vazão requerida e nos custos de reposição dos elementos filtrantes. No caso de sistemas centralizados o uso dos braços extratores e acessórios específicos, representam grandes ganhos em termos de qualidade, eficiência e custo dos sistemas.

Outras soluções como aspiração na tocha e uso de adutores de ar filtrado devem ser consideradas como medidas complementares à captação na fonte de emissão, pois apresentam uma série de limitações em termos de performance, utilização e durabilidade.

**Eng. José Maurício Sampaio**  
**Gerente Geral da Nederman do Brasil**  
[www.nederman.com.br](http://www.nederman.com.br)