

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS AGENTES QUÍMICOS PRESENTES NO PROCESSO DE SOLDAGEM

Stella de Paiva Espíldora Santolaia (UFPR, Jandaia do Sul – PR) stesantolaia@gmail.com

Lucas Soares Pina (UFPR, Jandaia do Sul – PR) lucas.soares.pina@gmail.com

Resumo

O setor de manutenção possui muitas atividades que podem expor os trabalhadores a inúmeros riscos, podendo tornar o ambiente insalubre para os mesmos. A atividade de soldagem é uma das que se destacam devido a sua exposição a agentes químicos, nela os colaboradores estão exposto a partículas em suspensão, que são constituídas por uma gama de metais como zinco, níquel, manganês, alumínio, ferro, dentre outros. Esses agentes químicos quando respirados pelo trabalhador podem causar danos à saúde dependendo de sua concentração no ambiente. O presente trabalho teve por objetivo a avaliação quantitativa dos agentes químicos presentes no processo de soldagem e a recomendação de medidas de controle para reduzir a exposição do trabalhador. Concluiu-se que não há nenhum agente químico provocando danos à saúde, não se caracterizando o ambiente como insalubre. Contudo, o agente manganês apresentou concentração limite, recomendando-se à adoção de um equipamento de proteção respiratória, máscara semi-facial PFF2 para fumos metálicos com o intuito de minorar a exposição do trabalhador ao agente.

Palavras-Chaves: (Agentes químicos, NR 15, Soldador, Avaliação química)

1. Introdução

De acordo com estatísticas do Ministério do Trabalho, dentre as categorias mais afetadas pelos acidentes do trabalho estão a dos metalúrgicos, que desenvolvem uma das atividades que mais causam danos à saúde dos trabalhadores que é a atividade de soldagem. Nela os soldadores ficam expostos principalmente a resíduos químicos da solda que ficam suspensos no ar, conhecidos como fumos metálicos.

Sabendo-se que estes fumos podem provocar danos à saúde humana dependendo da impureza, concentração e intensidade, eles são responsáveis pelo elevado índice de doenças respiratórias e doenças que afetam o pulmão entre os soldadores a médio e longo prazo (ANTONINI et al., 1998).

Gomes e Rupphental (2002) orientam que o processo de soldagem deve ser desenvolvido por profissionais qualificados e que se importem com a segurança e higiene do trabalho, pois a grande maioria dos acidentes da atividade de solda decorrem da falta de conhecimento das

regras de segurança e dos riscos envolvidos, como também, pela não utilização dos equipamentos de proteção individual e de proteção coletiva.

Diante dos conceitos apresentados, este trabalho teve por objetivo a avaliação quantitativa dos agentes químicos presentes no processo de soldagem e a recomendação de medidas de controle para reduzir a exposição do trabalhador.

2. Referencial teórico

2.1. Risco químico

Fiocruz (2004) descreve o risco químico como sendo “o perigo a que determinado indivíduo está exposto ao manipular produtos químicos que podem causar-lhe danos físicos ou prejudicar-lhe a saúde. Os danos físicos relacionados à exposição química incluem, desde irritação na pele e olhos, passando por queimaduras leves, indo até aqueles de maior severidade, causados por incêndios ou explosões”. Os danos à saúde podem advir de exposições relacionadas ao contato de produtos químicos tóxicos com a pele e olhos, bem como a inalação de seus vapores, resultando em doenças respiratórias crônicas, doenças do sistema nervoso, doenças nos rins e fígado, e até mesmo alguns tipos de câncer.

A norma regulamentadora 9 do Ministério do Trabalho e Emprego, também descreve os riscos químicos, o que pode ser observado em seu item 9.1.5.2:

- a) “São considerados agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar o organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão”;

2.2. Soldagem e fumos metálicos

A soldagem é o mais importante processo de união de metais utilizado industrialmente, baseia-se na união de duas ou mais partes metálicas aplicando-se uma elevada densidade de energia, formando-se assim uma nova parte (MAGRINI, 1999). O processo pode ser utilizado na fabricação de estruturas simples como portões ou aplicado em indústrias químicas, petrolíferas e nucleares, que possuem elevado grau de complexidade (MARQUES *et al.*, 2009).

Na execução do processo de soldagem ocorre a vaporização e o derretimento do eletrodo consumível. Este metal, quando vaporizado, forma partículas sólidas conhecidas como fumos metálicos que são partículas de óxido de metais muito finas (LYTTLE, 1999). A exposição a

esses fumos se caracteriza como um dos principais riscos da atividade de solda (MATHEUS, 2009).

2.3. Limites de tolerância aos agentes químicos

O Ministério do Trabalho e Emprego regulamenta em sua norma regulamentadora 15 e em seus anexos 11 a 13 os limites de tolerância permitidos para a caracterização de atividades ou operações insalubres provenientes de agentes químicos.

Define-se segundo a NR 15 que, o limite de tolerância é a “concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará danos à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral”. Devendo ocorrer quando caracterizado situações que estejam foram dos limites de tolerância:

- a) Com a adoção de medidas de ordem geral que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância;
- b) Com a utilização de equipamento de proteção individual.

A norma traz também a relação das substâncias que são consideradas cancerígenas, não sendo permitida nenhuma exposição, independente da via utilizada. As substâncias são:

- a) 4 – amino difenil (p-xenilamina);
- b) Produção de benzidina;
- c) Betanaftilamina;
- d) 4 – nitrodifenil.

Os processos e operações que por ventura venham apresentar essas substâncias deveram passar por melhorias a fim de se obter um ambiente de trabalho hermético. Sua não realização caracteriza condição de risco grave e iminente aos trabalhadores.

Além das normas nacionais, as normas internacionais também são muito utilizadas no Brasil como referência, dentre elas se destaca a ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) organização que há 80 anos é reconhecida mundialmente como autoridade em higiene ocupacional. Com atualizações anuais, suas publicações são utilizadas como referências na atualização e criação de normas de saúde e segurança do trabalho (ACGIH, 2018).

2.4. Danos à saúde causados por agentes químicos

Dracena (2013) classifica o tipo dos agentes químicos e seus riscos à saúde:

- a) Efeitos irritantes são causados por ácido clorídrico, ácido sulfúrico, amônia, soda cáustica, cloro, que provocam irritações das vias aéreas superiores;
- b) Efeitos asfixiantes são causados por gases como hidrogênio, nitrogênio, hélio, metano, acetileno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, dentre outros, provocando dores de cabeça, náuseas, sonolência, convulsões, coma e até o óbito;
- c) Efeitos anestésicos são causados pela maioria dos solventes orgânicos como o butano, propano, aldeídos, acetona, cloreto de carbono, benzeno, xileno, álcoois, tolueno, possuem ação depressiva sobre o sistema nervoso central, podem provocar também diversos danos aos demais órgãos;
- d) Poeiras minerais são provenientes de diversos minerais como, sílica, asbesto, carvão mineral, provocando silicose, asbestose, pneumoconioses;
- e) Poeiras vegetais, geradas através do tratamento industrial, por exemplo, bagaço de cana e de algodão, causadores da bagaçose e da bissinose;
- f) Poeiras alcalinas, gerado principalmente pelo calcário é causadora de doenças pulmonares obstrutivas crônicas como o enfisema pulmonar;
- g) Poeiras incômodas são poeiras presentes no ambiente que em contato com outros agentes químicos presente tornar-se nocivo à saúde;
- h) Fumos metálicos são gerados pela usinagem de metais como, chumbo, manganês, ferro, dentre outros, podendo causar doença pulmonar obstrutiva crônica, febre de fumos metálicos, além de inúmeras outras intoxicações específicas dependendo do metal utilizado.

Segundo Filho (2008) existem vários riscos relacionados à exposição a agentes químicos, como por exemplo:

- a) Para exposição a solventes, perda de memória, efeitos narcóticos, alucinações, danos a visão, pele, fígado dentre outros;

- b) Para exposição a solventes clorados, câncer hepático, edema pulmonar, efeitos anestésicos e danos ao intestino;
- c) Para exposição a álcoois, efeitos anestésicos sobre o sistema nervoso central, efeitos tóxicos ao nervo ótico e ao fígado;

O autor ainda apresenta doenças caudas devido a intoxicação aguda e crônica por solventes. Como exemplo da intoxicação aguda, tonturas, anorexia, diarreia e morte. E para a intoxicação crônica a impotência, depressão, perda de memória e capacidade de concentração.

2.5. Danos causados pelos fumos metálicos

A absorção de fumos metálicos no organismo humano e os danos causados podem ser dos mais variados em cada indivíduo, pois as substâncias químicas podem reagir de forma diferente em cada organismo. Isto se deve a sensibilidade de cada pessoa as concentrações impostas, podendo variar com idade, sexo, fatores genéticos, estilo de vida, ingestão de medicamentos e condições médicas preexistente (ACGIH, 2013).

Quanto menor a partícula mais prejudicial pode ser, pois podem entrar pelo sistema respiratório e se depositar nos alvéolos dos pulmões, já partículas maiores podem ser depositadas no sistema respiratório (ANSCHAU, 2010).

3. Materiais e métodos

Este trabalho foi realizado no setor de manutenção de um condomínio residencial, sendo de ordem descritivo e exploratório de caráter quantitativo, propondo recomendações viáveis ao empregador e ao trabalhador.

3.1. Equipamento utilizado

Para a realização da avaliação química foram utilizadas duas bombas gravimétricas da marca INSTRUTHERM, modelo GILAIR – 5 para poeiras e gases, um amostrador de filtro de éster de celulose de 0,8 µm montado para uso com amostrador IOM e um amostrador de filtro de éster de celulose de 0,8 µm. A análise química do amostrador foi feita em laboratório, sendo utilizada a metodologia NIOSH 7303. Para a avaliação de campo, foram seguidos os critérios e procedimentos descritos na norma de higiene ocupacional 08 da FUNDACENTRO.

3.2. Procedimentos de avaliação

Iniciou-se o procedimento de avaliação com a montagem dos amostradores nas bombas gravimétricas, posteriormente, as fixaram no trabalhador posicionando o amostrador próximo a zona respiratória do mesmo, região hemisférica com um raio de 150 ± 50 mm, medido a partir das narinas. As bombas gravimétricas foram devidamente calibradas antes e após avaliação, obtendo intervalo de vazão inferior a $\pm 5\%$ conforme estabelece a NHO 08.

3.3. Registros fotográficos da avaliação

Durante a realização dos procedimentos de avaliação, foram realizados registros fotográficos das etapas, conforme apresentados na figura 1.

Figura 1 – Registro fotográfico da avaliação



Fonte: Autor

4. Resultados e discussões

Após análise laboratorial dos amostradores utilizados, foram obtidos os resultados com seus respectivos limites de tolerância, quando não há limites registrados para a NR 15, utilizaram-se os limites definidos de acordo com a ACGIH conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Resultados da avaliação química

Agente químico	Resultados	Limites de exposição (TLV) Valores adotados 2017 (ACGIH)			NR 15 Anexo 11
		TWA	STEL / TETO	Notações	
	mg / m ³	mg / m ³	mg / m ³		mg / m ³
Antimônio	<0,01	0,5	-	-	-
Cádmio	<0,0004	Cd = 0,01 CCd = 0,002	-	A2	-
Cálcio, como óxido de cálcio	<0,1	2	-	-	-
Chumbo	<0,001	0,05	-	A3	0,1
Cobalto	<0,001	0,02	-	A3	-
Cobre	<0,01	Fcu = 0,2 PNCu = 1	-	-	-
Cromo	<0,01	MCCr = 0,5	-	A4	-
Estanho	<0,01	M = 2 CIO = 2 COE = 0,1	COE = 0,2	COE = A4	-
Manganês	0,02	0,02	-	A4	-
Titânio, como dióxido de titânio	<0,1	10	-	A4	-
Alumínio	<0,1	1	-	A4	-
Ferro, como óxido	0,4	5	-	A4	-
Molibdênio	<0,01	CS = 0,5 MCI = 10	-	CS = A3	-
Zinco, como óxido	<0,1	2	10	-	-
Magnésio, como óxido	<0,1	10	-	A4	-
Níquel	<0,01	Ni = 1,5 CIS = 0,1 CIIn = 0,2 SubNi = 0,1	-	Ni = A5 CIS = A4 CIIn = A1 SubNi = A1	-

Fonte: Autor

As nomenclaturas A2, A3 e A4, são utilizadas para representar respectivamente, carcinogênico humano suspeito, carcinogênico animal confirmado com relevância desconhecida aos seres humanos e não classificado como carcinogênico humano.

Portanto, concluiu-se que não há nenhum agente causando risco grave e eminente ao trabalhador, nem tornando o ambiente insalubre para a realização das atividades, todos os agentes estão dentro dos limites máximos permitidos. O agente manganês apresentou concentração limite, devido a isso, recomendou-se a adoção do equipamento de proteção respiratória para proteção contra fumos metálicos semi-facial PFF2. Esta avaliação não excluiu a obrigatoriedade da utilização dos equipamentos de proteção individual para a atividade de solda.

5. Considerações finais

A avaliação de agentes químicos é essencial para a identificação dos riscos químicos existentes no ambiente de trabalho, sendo possível encontrar sua concentração real para fins de comparação com os limites de tolerância presente nas normas nacionais e internacionais. Esse comparativo é de suma importância para a verificação de um possível ambiente insalubre e da identificação de agentes químicos que podem estar provocando danos à saúde dos trabalhadores. A etapa de avaliação química faz parte do programa de prevenção de riscos ambientais, obrigatório segundo a norma regulamentadora 9 do MTE, servindo de base para os médicos do trabalho realizarem os exames do programa de controle médico de saúde ocupacional exigido pela norma regulamentadora 7 do MTE.

Com a presente avaliação, concluiu-se que não há para o soldador nenhum agente químico causando risco à sua saúde. O manganês apresentou concentração limite, esse agente é classificado como aerodispersóide sistêmico, pois ele tem a capacidade de atacar os órgãos internos. Devido a isso, recomendou-se a adoção do equipamento de proteção respiratória para minorar a concentração ao qual o trabalhador está exposto.

REFERÊNCIAS

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **Limites de exposição ocupacional (TLVs®) para substâncias químicas**. 2016. Disponível em: . Acesso em: 27 de jan. de 2018.

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **Limites de exposição ocupacional (TLVs®) para substâncias químicas e agentes físicos e índices biológicos** de exposição (BEIs®). Tradução: Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais – ABHO, São Paulo – SP, 2013.

ANSCHAU, L. D. **Análise de fumos de soldagem, sistemas de proteção e desenvolvimento de protótipo para estudo da emissão de fumos de soldagem para processo MIG/MAG**. Trabalho de conclusão do curso de Engenharia mecânica da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Panambi, 2010.

ANTONINI J.M.; MURTHY G.G.K.; ROGERS, R.A.; ALBERT, R.; EAGAR, T.W.; ULRICH, G.D. & BRIAN, J.D. How welding fumes affect the welder. **Welding Journal**, v. 77, n,10, p. 55- 59, 1998.

BRASIL. ALEXANDRE ZIOLI FERNANDES. (Org.). **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DO TRABALHO**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2017/05/aeat15.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

DRACENA. **Agentes Químicos**. Disponível em: <<http://www.dracena.unesp.br/Home/Instituicao/cipa/agentes-quimicos.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2018.

FILHO, Antônio F. **Segurança em laboratório químico**. Conselho Regional de Química – IV Região Mincursos. São Paulo. 2008. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/mini_seg_lab_2008.pdf>. Acessado em: 11 fev. 2018.

FIOCRUZ. **Riscos Químicos**. 2004. Disponível em:<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/riscos_quimicos.html>. Acesso em: 12 fev. 2018.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. **NHO 08: Coleta de Material Particulado Sólido Suspenso no Ar de Ambientes de Trabalho**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2013/3/nho-0-coleta-de-material-particulado-solido-suspenso-no-ar-de-ambientes-de-trabalho>>. Acesso em: 11 fev. 2018.

GOMES, A.A. & RUPPENTHAL, J.E. **Aspectos de higiene e segurança na soldagem com eletrodos revestidos em microempresas do tipo serralheria**. In... XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002.

LYTTLE, K. A. **Decrease Fume, Increase Productivity**: Optimized Consumables Selection for an Improved Working Environment and Reduced Welding Costs. *Welding in the World/Le Soudage Dans Le Monde*, Roissy, v. 43, Supplementary Issue: THE HUMAN FACTOR AND ITS ENVIRONMENT, p. 75 - 84, 1999.

MAGRINI, R. O. **Segurança do Trabalho na Soldagem Oxiacetilênica**. 2.ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999. 72 p.

MARQUES, Paulo Villani; MODENESI, Paulo José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem fundamentos e tecnologias**. 3. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2009.

MATHEUS, Bruna P.; DAHER, Maria José E. **Risco químico relacionado aos fumos de solda e poeira metálica**. *Revista Rede de Cuidados em Saúde*, n.3, v.3, 2009. Disponível em: . Acesso em: 18 fev. 2014.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 09: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR09/NR-09-2016.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 15: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília, 1978. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR-15.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.