



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE SERGIPE - FANESSE**  
**NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO – NPGE**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO “LATO SENSU”**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**PAULO ROBERTO PASSOS SANTOS**

**DANOS A SAÚDE DE TRABALHADORES CAUSADOS POR  
FUMOS METÁLICOS**

Aracaju – SE  
2017.1

**PAULO ROBERTO PASSOS SANTOS**

**DANOS A SAÚDE DE TRABALHADORES CAUSADOS POR  
FUMOS METÁLICOS**

Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, no período de 2017.1.

Orientador: Prof. Dr. André Felipe Barreto Lima

Coordenadora de Curso: Profa. Felora Daliri Sherafat

Aracaju - SE

2017.1

**PAULO ROBERTO PASSOS SANTOS**

**DANOS A SAÚDE DE TRABALHADORES CAUSADOS POR  
FUMOS METÁLICOS**

Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, no período de 2017.1.

Aracaju (SE), 20 de julho de 2017.

Nota/Conteúdo: \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
Nota/Metodologia: \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
Média Ponderada: \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )

---

**Prof. Dr. André Felipe Barreto Lima**

---

**Prof.<sup>a</sup> Msc. Felora Daliri Sherafat**  
**Coordenadora**

---

**Paulo Roberto Passos Santos**

# DANOS A SAÚDE DE TRABALHADORES CAUSADOS POR FUMOS METÁLICOS

Paulo Roberto Passos Santos<sup>1</sup>

## RESUMO

Com o aumento do consumo de bens materiais, construção e manutenção de diversos equipamentos e estruturas metálicas, faz-se necessário a união de peças metálicas pelos mais variados tipos de processos de soldagem. Os principais processos de soldagem são MIG (*Metal Inert Gas*), MAG (*Metal Active Gas*), TIG (*Tungstênio Inert Gas*) e soldagem a gás ou oxi-combustível. Esses processos geram riscos ambientais aos trabalhadores expostos que podem causar danos à sua saúde, entre esses riscos estão os fumos metálicos que são potenciais causadores de doenças ocupacionais tais como: pneumoconioses, febre dos fumos metálicos, irritação das vias respiratórias e câncer de pulmão. O dano que pode ser provocado depende do material que será soldado ou do consumível, pois podem conter diversos metais como o cádmio, níquel, óxido de ferro, cromo e alumínio. Diante desses agentes de risco é indispensável a adoção de medidas de controle que os eliminem ou reduzam a sua concentração abaixo dos limites de tolerância estabelecidos. Essas medidas podem ser do tipo coletiva, que é a prioritária, de ordem administrativa ou com a utilização de equipamentos de proteção individual. A adoção de medidas de controle ajuda a prevenir a ocorrência de doenças ocupacionais.

**Palavras-chave:** Doença ocupacional; Fumos metálicos; Medidas de controle; Soldagem.

---

<sup>1</sup>Graduado em Engenharia de Produção, Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho. Técnico de Segurança do Trabalho na empresa Petrobras. E-mail: paulorp-santos@hotmail.com.

**LISTA DE TABELA**

Tabela 1 – Principais processos de soldagem e aplicações .....	9
--	---

## SUMÁRIO

RESUMO.....	4
LISTA DE TABELA.....	5
1 INTRODUÇÃO .....	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 Processos de Soldagem.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4 DESENVOLVIMENTO DO TEMA.....	12
4.1 Danos a Saúde de Trabalhadores Causados por Fumos Metálicos .....	12
4.2 Medidas de Controle Contra Fumos Metálicos.....	15
5 CONCLUSÃO.....	18
6 ABSTRACT.....	19
7 REFERÊNCIAS .....	20

## 1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da humanidade e aumento do consumo de bens e produtos industrializados, bem como a necessidade de manutenção e construção nas diversas atividades econômicas e os mais variados processos produtivos, por exemplo, construção naval, estruturas civis e manutenções de peças metálicas, são utilizados muitos tipos de metais e se faz necessário montar peças ou construir estruturas metálicas, para isso são realizados processos de soldagem diferentes para cada tipo de material ou de acordo com as suas especificações técnicas.

Em todo processo industrial há geração de riscos ambientais. Nas atividades de soldagem não é diferente, os trabalhadores são expostos a diversos riscos que podem comprometer à sua saúde e a sua segurança, fumos metálicos é um deles, neste caso, a potencialidade dos riscos depende do tipo de material que é utilizado: o consumível e o de base, bem como das condições do ambiente de trabalho e das medidas de controle que são adotadas.

Diante das situações de riscos citadas anteriormente nas atividades de soldagem, o presente trabalho visa a responder a seguinte pergunta: quais são os danos à saúde do trabalhador que os fumos metálicos podem causar?

Já é comprovado que os fumos metálicos, considerando o tipo de metal utilizado, a sua concentração e tempo de exposição, são potenciais causadores de doenças ocupacionais tais como: pneumoconiose benigna, febre dos fumos metálicos, irritação nas vias respiratórias, lesão pulmonar aguda, câncer de pulmão, entre outras (LADOU *et al.*, 2016, p.968)

Portanto, este trabalho tem como finalidade relacionar os principais danos causados à saúde dos trabalhadores pelos fumos metálicos e apresentar as medidas de controle contra esse risco. Seus objetivos específicos são:

- descrever as atividades de soldagem;
- apresentar os danos à saúde de trabalhadores causados por fumos metálicos nas atividades de soldagem e;
- mostrar os tipos das medidas de controle contra fumos metálicos e a eficácia de cada uma delas.

A realização deste trabalho se justifica pelo fato de que os fumos metálicos são potenciais agentes cancerígenos e nem sempre os mesmos são reconhecidos, nem há a devida proteção para tal risco. Deste modo, esta pesquisa é de relevância irrefutável tanto para a comunidade científica e profissionais da área de saúde e segurança do trabalho, servindo-lhe de consulta para análises de riscos e outros trabalhos que venham a ser desenvolvidos, como também para trabalhadores e empregadores que desenvolvem atividades de soldagem, pois auxiliará no conhecimento dos riscos e na escolha das medidas de controle.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo serão definidos e apresentados os principais tipos de processos de soldagem utilizados nas indústrias, bem como os riscos ambientais da atividade de soldagem, especificamente os fumos metálicos e os danos que os mesmos causam à saúde dos trabalhadores expostos a eles, além de algumas das medidas de controle adotadas contra esse agente de risco.

### **2.1 Processos de Soldagem**

Ao longo da história do desenvolvimento industrial, por necessidades diversas, algumas peças metálicas são produzidas em partes menores que depois precisam ser unidas para formação do produto ou da peça final. Para tornar possível essa união de metais, foram desenvolvidas algumas técnicas, sendo a soldagem uma delas e é uma das mais utilizadas por apresentar diversas características de viabilidade técnica, é o que afirma Bianchi (2014, p.8)

De acordo com Modenesi (2011, p.1.1), o processo de soldagem também tem a finalidade de recuperação de peças desgastadas, é utilizado na formação de revestimentos específicos sobre superfícies metálicas e no corte de materiais metálicos.

Uma das definições de soldagem mais utilizada e aceita é a seguinte:

“Soldagem é um processo de união que produz a coalescência dos materiais aquecendo-os até a temperatura de soldagem, com ou sem a aplicação de pressão ou através da aplicação de pressão por si só, e com ou sem a utilização de material de adição” (AWS 3.0, 2001, p. 42)

Lima (2016, p.2) define soldagem como uma técnica que tem por finalidade fazer a fusão de dois materiais a nível atômico de forma a constituir um todo, garantindo às suas características e propriedades químicas e mecânicas. A união de materiais metálicos pode ser realizada por duas formas distintas. Uma delas é por pressão ou deformação, na qual prevalece as forças macroscópicas, e a outra maneira é por fusão, processo resultante de interações microscópicas de forma que sejam mantidas, o mais uniforme possível, as propriedades químicas, físicas e metalúrgicas dos materiais que serão soldados (ALVES, 2016, p.19)

O processo de forças macroscópicas tem como característica a utilização de parafuso e/ou rebites para fazer a união das peças. Enquanto que a união de metais por forças microscópicas ocorre pela aproximação dos átomos moléculas, a um espaçamento mínimo para formação de ligações químicas primárias, que é o caso da soldagem (MODENESI, 2011, p.1.1). Ainda de acordo com o autor citado, os processos de soldagem por fusão são muitos, por isso, eles são divididos em subgrupos, geralmente pelo tipo de fonte de energia utilizada. Os principais processos e suas respectivas aplicações estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais processos de soldagem e aplicações.

<b>Processo</b>	<b>Fontes de Calor</b>	<b>Agente Protetor</b>	<b>Principais aplicações</b>
Soldagem por eletro-escória	Aquecimento por resistência da eletroescória	Escória	Soldagem aços carbono, baixa e alta liga. Soldagem de materiais com grandes espessuras.
Soldagem por arco submerso	Arco elétrico	Escória e gases gerados	Soldagem de aços carbono, baixa e alta liga. Peças estruturais, tanques, vasos de pressão, etc.
Soldagem com eletrodos revestidos	Arco elétrico	Escória e gases gerados	Soldagem de quase todos os metais exceto cobre puro, metais reativos e de baixo ponto de fusão. Usado na soldagem em geral.
Soldagem com Arame Tubular	Arco elétrico	Escória e gases gerados por fonte externa	Soldagem de aços carbono
Soldagem MIG/MAG	Arco elétrico	Argônio, Hélio, CO <sub>2</sub> , Misturas	Soldagem de aço carbono, baixa e alta liga. Não ferrosos. Todas as posições. Soldagem de tubos e chapas.
Soldagem a Plasma	Arco elétrico	Argônio, Hélio, Misturas	Todos os metais importantes em Engenharia exceto Zn e Be
Soldagem TIG	Arco elétrico	Argônio, Hélio, Misturas	Soldagem de todos os metais exceto Zn e Be. Soldagem de não ferrosos e aço inox.
Soldagem por feixe eletrônico	Feixe eletrônico	Vácuo	Soldagem de praticamente todos os materiais. Indústria nuclear e aeroespacial.
Soldagem a laser	Feixe de luz	Argônio ou Hélio	Soldagem de praticamente todos os materiais. Indústria nuclear e aeroespacial
Soldagem a gás	Chama oxiacetilênica	Gás (CO, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O)	Soldagem manual de aço carbono, Cu, Al, Zn, Pb e bronze. Soldagem de chapas finas.

Fonte: MODENESI (2011) apud BIANCHI, 2014, p.13

A abrangência desta pesquisa tem como foco os processos de soldagem com eletrodos revestidos, soldagem MIG (*Metal Inert Gas*), MAG (*Metal Active Gas*), TIG (*Tungstênio Inert Gas*) e soldagem a gás, pois estes processos são bastante utilizados e envolvem diversos tipos de metais. Borba (2016) cita que existem os seguintes tipos de eletrodos e suas respectivas composições: celulósicos composto por alto teor de material orgânico, rutilico possui alto teor de dióxido de titânio, ilmenítico contém ferro, titânio e manganês, básico cuja composição é de cal e fluorita, cal-titânio e pó de ferro composto por ferro e silicatos. A composição de cada material e o tipo de processo de soldagem utilizado influenciam diretamente na geração de fumos.

Diante de tais afirmações, entende-se que é necessário conhecer bem os materiais que serão utilizados, analisar cada tipo de processo a ser realizado e consultar as informações dos fabricantes e das fichas dos produtos para identificar a composição química de cada um e, conseqüentemente, os riscos que os mesmos oferecem. A seguir detalhes sobre os tipos de eletrodos e processos de soldagem.

O processo de soldagem com eletrodos revestidos é aquele em que a aderência das partes dos materiais que se encontram separadas é realizada com o seu aquecimento por um arco elétrico entre a peça e o eletrodo revestido. Este é formado por “um núcleo metálico (“alma”) e recoberto por um revestimento feito de minerais (argila, fluoretos, carbonatos etc) e/ou outros materiais (celulose, ferro ligas, etc.). Essa definição é feita por Modenesi (2011, p.1.9).

Há um processo de soldagem denominado de MIG/MAG que também utiliza o arco elétrico para fazer a fusão dos metais a serem soldados, contudo o arco é “[...] estabelecido entre um eletrodo metálico contínuo (e consumível) e a peça” E a diferença entre esses dois processos, MIG/MAG, está no tipo de gás que é utilizado para fazer a proteção da poça de fusão durante a solda. O processo MIG utiliza um gás inerte (argônio ou hélio) para fazer a proteção da poça, enquanto o processo MAG utiliza um gás ativo (CO<sub>2</sub>) para mesma finalidade (MODENESI, 2006, p.1.7)

Quando é utilizado uma técnica de soldagem que engloba os processos com a utilização de gases inertes e gases ativos, MIG/MAG, respectivamente, ao mesmo tempo, a designação para essa união é a técnica denominada de GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) (RAMALHO; GIMENES JR, 2002, p.73)

Outro processo de soldagem bastante utilizado é a soldagem TIG. Ramalho; Gimenes Jr (2002, p. 159) definem que o processo de soldagem TIG utiliza “[...] um arco elétrico, numa atmosfera de gás inerte, entre um eletrodo refratário de tungstênio

e a peça a soldar.” Pelo processo TIG é possível soldar os seguintes materiais: cobre, bronze, alumínio, ligas de cobre, magnésio, titânio, aço inoxidável, entre outros. Borba (2016) afirma que nos processos de soldagem em que são utilizadas as técnicas MAG/MIG, a produção de fumos metálicos é maior do que nos que utilizam a TIG.

A soldagem a gás ou oxi-combustível é um dos processos utilizados há mais tempo. A AWS define este processo como: “grupo de processos onde o coalescimento é devido ao aquecimento produzido por uma chama, usando ou não metal de adição, com ou sem aplicação de pressão”. Apesar de não ser o método mais utilizado em soldas de grandes espessuras, ainda é a técnica mais adequada para soldar materiais de pequenas espessuras, como tubos e chapas de aços finas. Além disso, é um processo que se destaca para fazer revestimento superficial, aquecer locais específicos e realizar corte térmico (RAMALHO; TREMONTI, 2002, p.286)

Tais processos de soldagem geram riscos ambientais, principalmente a geração de fumos metálicos, cuja composição contém variados tipos de contaminantes e que podem causar algumas doenças ocupacionais conforme serão relacionadas no capítulo a seguir.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Em relação a metodologia utilizada, esta pesquisa é de natureza básica com uma abordagem qualitativa. Quanto aos objetivos é exploratória e descritiva, com procedimento que adotou o método de pesquisa documental e bibliográfica com coleta de dados em fontes secundárias como livros, artigos acadêmicos, publicações de órgãos especializados e apostilas.

Por fim, a divisão deste trabalho foi feita de forma que os capítulos demonstrem detalhes sobre os objetivos propostos, sendo dividido em três partes:

- o primeiro capítulo descreve conceitos sobre os processos de soldagem, citando os principais tipos de solda e materiais utilizados;
- no segundo capítulo serão apresentadas as principais doenças ocupacionais relacionadas a fumos metálicos e;
- no terceiro e último capítulo, algumas das principais medidas de controle contra fumos metálicos serão relacionadas.

## **4 DESENVOLVIMENTO DO TEMA**

### **4.1 Danos à Saúde de Trabalhadores Causados por Fumos Metálicos**

Trabalhadores que estão expostos aos riscos químicos, físicos ou biológicos no seu ambiente de trabalho podem desenvolver doenças ocupacionais que são capazes de provocar incapacidades laborativas, temporárias ou permanentes (LIMA, 2016, p.2).

Os fumos metálicos são classificados pela norma regulamentadora (NR) nº 09 do Ministério do Trabalho como agentes de riscos químicos que podem penetrar no organismo dos trabalhadores expostos pelas vias respiratórias (BRASIL, 1994)

Fumos de soldagem são considerados os mais graves agentes químicos e colocam em risco a saúde dos soldadores expostos a eles durante a vida laboral. A gravidade desse risco está vinculada às substâncias contidas nos fumos, visto que estão presentes alguns tipos de metais que possuem, individualmente, potencial de causar patologias diferentes e específicas (COLACIOPPO, 1985, p.11)

A formação dos fumos metálicos ocorre quando os gases e vapores que são despreendidos de peças em fusão são resfriados e condensados, sendo oxidados, após contato com o oxigênio do ar. Em geral, os fumos metálicos são partículas com diâmetro entre 0,01 a 1  $\mu\text{m}$  e os contaminantes contidos neles dependem, por exemplo, do material que será soldado, do tipo do eletrodo ou revestimento, entre outros (LIMA, 2016, p.15)

O tamanho das partículas define diretamente o quanto elas podem afetar o sistema respiratório do trabalhador, pois a depender do seu tamanho serão depositadas no trato respiratório superior, geralmente, aquelas maiores que 5  $\mu\text{m}$ , ou podem chegar e ficar acumuladas nos alvéolos que é a parte interna dos pulmões, neste caso as partículas menores que 1  $\mu\text{m}$ . Estas, normalmente, permanecem por mais tempo em suspensão no ar, o que aumenta o risco da exposição (SANTOS, 2017).

Percebe-se que as atividades que envolvem solda de peças metálicas, seja qual for o tipo de processo utilizado, geram riscos à saúde dos soldadores, expondo-os a fumos de soldagem, que podem causar sérias lesões e doenças ocupacionais, principalmente no sistema respiratório.

A gravidade e variedade de reações causadas ao sistema respiratório dos trabalhadores expostos a fumos metálicos dependem do tamanho e natureza da partícula, da sua forma, concentração e duração da exposição, da suscetibilidade de cada trabalhador, idade e doenças preexistentes e do tipo de atividade (BREVIGLIERO *et al.*, 2015, p.100)

Borba (2016) afirma que “nos processos com maçaricos oxigênio e gás, os fumos metálicos são provenientes unicamente do material fundido.” Cita também que os metais que podem ser encontrados nos fumos metálicos são: cobre, cromo, alumínio, ferro, magnésio, cádmio, níquel, manganês, sílica e silicatos, zinco, vanádio, titânio e chumbo, cada um com potencial de causar doenças específicas.

Ladou *et al.* (2016, p.501) afirma que “todas as substâncias são potencialmente tóxicas; é a dose que faz o veneno.” Cita também que a exposição e intoxicação a tais substâncias, normalmente está relacionada ao trabalho, e lista algumas atividades nas quais ocorre a exposição a fumos metálicos, são elas: reciclagem de baterias, reparos de baterias, corte e solda de lâmina metálica, soldagem de aço, entre outras. E relata que os efeitos causados nos seres humanos sofrem influência dos seguintes fatores: duração, frequência e via de exposição; fatores ambientais e individuais.

Os soldadores estão expostos a diversos contaminantes em suspensão no ar, estes podem se apresentar nas formas de poeiras, vapores e fumos. Dentre esses contaminantes estão o óxido de ferro, manganês, cromo, níquel, óxido de zinco e óxidos de cádmio, que podem causar as seguintes doenças, respectivamente: pneumoconiose benigna, neurotoxicidade, câncer de pulmão, alergia, febre dos fumos metálicos e lesão pulmonar aguda (LADOU *et al.*, 2016, p.968)

De acordo com Moreira *et al.* (2014, p.25) a febre dos fumos metálicos é uma doença de curta duração causada pela exposição e inalação de grandes quantidades de zinco (Zn) presentes na forma de fumos oriundos de processos de fundição ou solda. Na curta exposição esta doença, normalmente, é reversível quando cessada a exposição ao Zn, porém muito pouco é conhecido os efeitos da exposição a este metal a longo prazo.

Outros sintomas da febre dos fumos metálicos são calafrios, tosse, mialgias e paladar com sabor metálico. Essa febre é benigna e inicia, geralmente, entre oito a doze horas após a exposição, é o que afirma Ladou *et al.* (2016, p. 970).

Moreira *et al.* (2014, p.2) afirmam também que os trabalhadores expostos a inalação de fumos que contém óxido de ferro correm o risco de terem partículas desse

metal depositadas em seus pulmões, gerando o raio X semelhante ao da silicose. Segundo afirmações de Ladou *et al.*, (2016, p.971), a exposição a óxido de ferro, que é uma das substâncias que podem ser encontradas nos fumos metálicos, pode causar uma doença chamada siderose, que é “[...] o resultado do acúmulo de partículas de óxido de ferro não fibrogênico nos pulmões.”

Quando o processo de soldagem ocorre em materiais do tipo aços inox cujo consumíveis contém cromo (Cr) em sua composição, há geração de cromo hexavalente, que é causador determinante na ocorrência de câncer (ALGRANTI *et al.*, 2010, p.787).

Manganês, níquel e cromo hexavalente são exemplos de metais contidos nos fumos metálicos que são cancerígenas e possuem limites de tolerância extremamente baixos por serem tão perigosos à saúde humana (SANTOS, 2017)

O cádmio e o níquel são metais também presentes nos fumos de solda, sendo que este último, a sua ocorrência é maior em soldas de aço inoxidável. O cádmio atinge as vias respiratórias, causando ressecamento da garganta, tosse, dispneia e vômitos, pode afetar os rins e causar câncer. Já o níquel causa lesões na pele, e apresentam efeitos mutagênicos e carcinogênicos (INFOSOLDA, 2017)

A presença de alumínio em fumos de solda tem sido relacionada como causador de doenças como a fibrose pulmonar e bronquite, além de estar associada à ocorrência de câncer de pâncreas e de rim (INFOSOLDA, 2017).

A bronquite crônica é caracterizada por Ladou *et al.* (2016, p.788) por “inflamação da árvore brônquica e se manifesta por tosse persistente, com produção de escarro na maioria dos dias, durante, pelo menos, três meses do ano e dois anos consecutivos pelo menos” e dentre seus agentes causadores estão os fumos de soldagem.

Lobo (2011) apresenta outros perigos de alguns dos metais já citados anteriormente. Afirma que o zinco presente nos fumos é irritante e pode provocar também náuseas. O manganês pode causar danos ao sistema nervoso central e doenças respiratórias quando há exposições prolongadas. O cádmio lesiona provoca distúrbios gastrointestinais e hepáticos quando nas exposições a longo prazo, e no caso de inalação de doses elevadas, provoca pneumonite e edema pulmonar.

Por fim, Gomes e Ruppenthal (2002, p.3), destaca a importância de o processo de soldagem ser executado por profissionais qualificados e comprometidos com segurança e higiene do trabalho, pois o alto índice de doenças ocupacionais e

acidentes na soldagem são provocados pela exposição a fumos metálicos sem a devida proteção e pelo desconhecimento das regras de segurança.

Baseado nas afirmações feitas neste capítulo, percebe-se que os fumos metálicos são agentes de riscos com potencial de causar danos à saúde dos soldadores ou a outros trabalhadores a eles expostos, visto que podem provocar diversas doenças ocupacionais aos mesmos, a depender do tipo do seu material gerador. Assim sendo, exige que medidas de controle específicas e eficientes sejam adotadas nos processos de soldagem para prevenir a sua ocorrência.

## **4.2 Medidas de Controle Contra Fumos Metálicos**

A Norma Regulamentadora nº09, que dispõe sobre o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), estabelece que medidas de controle contra agentes de riscos ambientais devem ser adotadas para eliminar, minimizar ou controlar a existência de tais riscos (BRASIL, 2014)

Conforme afirma Engel (2014, p. 16), nos casos em que a concentração do contaminante presente no ambiente de trabalho ultrapassar os limites de tolerância estabelecidos em normas técnicas, a adoção de medidas de controle é exigida para eliminar ou reduzir o agente agressor a níveis que não provoquem danos à saúde dos trabalhadores.

Quando da implantação de medidas de controle, devem ser priorizadas aquelas caracterizadas como medidas de proteção coletiva, ou seja, as que são voltadas para eliminar ou reduzir a emissão e dispersão dos fumos pelo ambiente, fazendo a captação na fonte geradora como por exemplo, melhoria da circulação do ar, sistemas de ventilação e exaustão bem dimensionados. As medidas que utilizam equipamentos de proteção individual (EPI), como respiradores dependentes, devem ser as últimas ações a serem adotadas (Moreira *et al.*, 2014, p.24)

Sistemas de exaustão, ventilação e filtragem são formas de captação de fumos antes que eles cheguem à via respiratória do soldador, são eles braços extratores, tochas aspiradoras e sistemas de exaustão centralizados (ANSCHAU, 2010, p.33)

Os braços extratores são flexíveis, autoportantes e permitem que o soldador possa direcionar a captação dos fumos exatamente em seu ponto de geração. Para garantia da sua eficiência, os braços extratores devem estar conectados a um sistema de exaustão, com ou sem filtros, e podem ser instalados em um ponto fixo, ou em

diversos pontos quando instalações centralizadas, bem como unidades móveis de exaustão e filtragem (SANTOS, 2017). Ainda, Santos (2017) destaca que a ventilação local exaustora ou exaustão localizada tem o objetivo de captar os fumos metálicos no início da sua formação, ou seja, antes que os mesmos se dispersem no ambiente e não cheguem à zona respiratória do soldador. É provado que este sistema garante resultados eficazes na retirada de contaminante como os fumos metálicos do ambiente.

Baseado nas afirmações de Gorban (1990 apud MAESTRI; VITALI, 2005, p.27) um ambiente de trabalho onde são desenvolvidas atividades de soldagem pode se tornar menos insalubre, ou seja, com menor probabilidade de provocar doenças nos soldadores se a intensidade de geração de fumos metálicos for reduzida ou eliminada na sua zona de origem que é na zona do arco de soldagem.

Santos (2017) afirma que devem ser utilizados sistemas de ventilação próprios e adequados que garantam a execução das atividades de soldagem de forma segura e saudável. Destaca que “o sistema de ventilação deve permitir a coleta dos fumos e gases tóxicos gerados no processo antes que atinjam a zona de respiração dos trabalhadores. Este autor ainda alerta que sistemas de ventilação geral ou coifas são totalmente ineficientes quando não posicionados de maneira correta, ou seja, quando colocados acima da bancada ou dispositivo de trabalho.

Além das medidas citadas anteriormente, Bianchi (2014, p.24) cita que, para reduzir as consequências da exposição aos fumos de solda deve-se adotar também algumas medidas de controle, tais como: capacitar os soldadores para que tenham um posicionamento seguro durante a execução da solda, ou seja, ficar em direção oposta da origem e propagação dos fumos; utilizar um sistema de ventilação bem projetado de forma que mantenha as concentrações do contaminante abaixo dos limites de tolerância; fazer rodízio dos soldadores sempre que possível para que seja reduzido o tempo de exposição de cada um e utilização dos EPI adequados.

A NR-06 define que equipamento de proteção individual é aquele destinado a proteger a segurança e saúde do trabalhador dos riscos existentes em um ambiente de trabalho e que seu uso deve ser específico para cada trabalhador. Diz ainda que os mesmos somente são válidos se possuírem um Certificado de Aprovação – CA emitidos pelo órgão competente do MTE. Especifica também que para proteção respiratória dos trabalhadores contra fumos metálicos o EPI recomendado é o respirador purificador de ar como peça semifacial filtrante (PFF2) (BRASIL 2001)

A utilização dos equipamentos de proteção respiratória (EPR) visa a proteção dos trabalhadores contra a inalação de contaminantes ou substâncias perigosas presentes em ambientes laborais. As empresas que gerem riscos respiratórios e que tiverem a necessidade de usar EPR devem elaborar o Programa de Proteção Respiratória (PPR) para garantir a proteção adequada dos trabalhadores. Na seleção do respirador adequado é preciso considerar o Fator de Proteção Mínimo Requerido (FPMR), o qual leva em consideração a concentração do contaminante no ambiente e o limite de exposição estabelecidos por normas. (FUNDACENTRO, 2016)

Definir um equipamento de proteção respiratória exige conhecimentos, capacitação do profissional que o fará, bem como seguir procedimentos de análise de diversos fatores, como por exemplo, a identificação do tipo de contaminante do qual se deseja proteger. Para contaminantes que são gerados termicamente, como é o caso dos fumos metálicos, é recomendado utilizar filtros da classe P2 ou peça semifacial filtrante para partículas PFF (FUNDACENTRO, 2016)

Ladou *et al.* (2016, p.972) afirma que a maioria dos danos causados à saúde dos trabalhadores gerados pelos riscos cuja origem se dá em processos de soldagem podem ser evitados desde que sejam seguidos rigorosamente as medidas de controle e os procedimentos de segurança.

Nesta perspectiva, é possível observar que é de fundamental importância a adoção de medidas preventivas contra fumos metálicos no ambiente de trabalho, preferencial e prioritariamente a escolha de medidas de controle de caráter coletivo que tente eliminar o agente de risco do ambiente e/ou a adoção de medidas de controle individuais nas situações que assim exigir, evitando desta forma a ocorrência de doenças ocupacionais.

## 5 CONCLUSÃO

Diante dos diversos tipos de processos de soldagem existentes, dos diferentes metais a serem unidos e dos mais variados tipos de eletrodos utilizados, é comprovado em diversas literaturas e estudos realizados que os trabalhadores que executam atividades de soldagem estão expostos em seu ambiente laboral aos fumos metálicos, que são compostos pelos mais variados tipos de contaminantes e podem causar diversos danos à saúde dos soldadores.

O potencial de danos dos fumos metálicos é agravado pelo tamanho das suas partículas, pois quanto menor for, maior é sua capacidade de permanecer suspenso no ar e penetrar no organismo dos trabalhadores, provocando doenças graves. Além disso, o tempo de exposição e o material de sua origem influenciam no desenvolvimento das patologias. Dentre as principais doenças ocupacionais causadas pelos fumos que são desprendidos no processo de fusão de metais estão as pneumoconioses, infecções das vias respiratórias, neurotoxicidade e câncer de pulmão.

Para prevenir a ocorrência das doenças ocupacionais nos soldadores, é necessário que os riscos sejam eliminados ou minimizados nos ambientes de trabalho, ou seja, deve-se evitar que os fumos metálicos cheguem à zona respiratória dos trabalhadores, isso é possível com a adoção, preferencialmente, das medidas de controle, tais como uso de exaustores locais e braços extratores, fixos ou móveis. A utilização de equipamentos de proteção respiratória individual também protege os trabalhadores de inalarem os contaminantes.

Com a adoção dessas medidas de controle é possível desenvolver as atividades de soldagem de forma segura, preservar a saúde dos trabalhadores, melhorar a qualidade de vida no ambiente de trabalho e eliminar a possibilidade da ocorrência de doenças ocupacionais causadas por fumos metálicos.

## ABSTRACT

The increase of the consumption of some material goods, construction and maintenance of various equipment and metal structures, requires the joint of metal parts by the most varied types of welding processes. The main welding processes are MIG (*Metal Inert Gas*), MAG (*Metal Active Gas*), TIG (*Tungstênio Inert Gas*) and gas or oxy-fuel welding. These processes generate environmental hazards to exposed workers and that can cause harm to their health, among these risks are the metallic fumes that are potential cause of occupational diseases such as: pneumoconiosis, metallic smoke fever, respiratory irritation and lung cancer. The damage that can be caused depends on the material that will be welded or on the consumable material, because they may contain various metals such as cadmium, nickel, iron oxide, chromium and aluminum. In view of these risk agents, it is essential to adopt control measures that eliminate or reduce their concentration below the established tolerance limits. These measures may be collective, which is priority, administrative or through use of personal protective equipment. The adoption of control measures helps to prevent the occurrence of occupational diseases.

**Keywords:** Control measures; Metal fumes; Occupational disease; Welding.

## 7 REFERÊNCIAS

ALGRANTI, E.; BUSCHINELLI, J. T. P.; CAPITANI, E. M. de. Câncer de pulmão ocupacional. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 784-794, nov./dez. 2010. Disponível em: <[http://www.jornaldepneumologia.com.br/detalhe\\_artigo.asp?id=451](http://www.jornaldepneumologia.com.br/detalhe_artigo.asp?id=451)>. Acesso em: 16 jul. 2017.

ALVES, Sérvulo José Ferreira. **Estudo dos Fumos e Gases Gerados no Processo de Soldagem Gas Metal Arc Welding (GMAW) em duas Empresas do Segmento Metal Mecânico de Pernambuco**. Tese de Doutorado apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como exigência para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Mecânica na área de Materiais e Fabricação. Recife. 2016.

AMERICAN WELDING SOCIETY. AWS 3.0: **Standard Welding Terms and Definition**. Miami, 2001.

ANSCHAU, Leo Diel. **Análise de Fumos De Soldagem, Sistemas de Proteção e Desenvolvimento de Protótipo para Estudo da Emissão de Fumos de Soldagem para Processo MIG/MAG**. Monografia apresentada para obtenção do título de Engenheiro Mecânico da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Panambi, 2010.

BIANCHI, Henrique. **Riscos Existentes nos Ambientes de Soldagem em uma Indústria Metalúrgica**. (Monografia apresentada para obtenção de título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR). Curitiba, 2014.

BORBA, Heitor. **Exposições ocupacionais aos fumos de soldas**. Disponível em: <<http://heitorborbasolucoes.com.br/exposicoes-ocupacionais-aos-fumos-de-soldas/>>. Acesso em: 21/05/2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. **Portaria nº 25, de 20 de dezembro de 1994/ Norma Regulamentadora nº 9**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 dez. 1994. Seção 1, p. 21280-21282.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. **Portaria nº 25, de 15 de dezembro de 2001/ Norma Regulamentadora nº 6**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 out. 2001.

BRASIL. PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA: Recomendações, seleção e uso de respiradores. Ministério do Trabalho e Emprego: FUNDACENTRO, 2016. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/biblioteca->

digital/publicacao/detalhe/2016/6/programa-de-protecao-respiratoria>. Acesso em: 14 junho 2017.

BREVIOLIERO; Ezio; POSSEBON; José; SPINELLI; Robson; **Higiene Ocupacional: Agentes biológicos, físicos e químicos**. 8ª Ed. São Paulo: Ed. Senac São Paulo. 2015

COLACIOPPO, Sérgio. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional. v. 13, n. 49, janeiro, fevereiro, março, 1985, p. 50-77.

ENGEL, Eduardo Guiomar. **Desenvolvimento de um dispositivo de exaustão de fumos do corte plasma**. Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina. Horizontina, 2014.

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.

INFOSOLDA. **Fumos metálicos**. 2017. Disponível em: <http://www.infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/higiene-e-seguranca/43-fumos-metalicos.html>. Acesso em: 28/04/2017.

LADOU, Joseph et al. **CURRENT medicina ocupacional e ambiental: diagnóstico e Tratamento**. Tradução: Ademar Valadares Fonseca. Revisão técnica: Francisco Arsego de Oliveira et al. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

LIMA, Renner Augusto Alves. **Higiene Ocupacional Aplicada ao Setor de Soldagem**. Artigo apresentado à Universidade Potiguar – UnP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Pós-graduação em Engenharia de Segurança no Trabalho. Rio Grande do Norte, 2016.

LOBO, Frederio. **Metais tóxicos e suas consequências para a saúde humana**. Ecodebate: Cidadania & Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2011/08/01/metais-toxicos-e-suas-consequencias-para-a-saude-humana-artigo-de-frederico-lobo/>>. Acesso em: 16 jul. 2017.

MODENESI, Paulo J.; MARQUES Paulo V. **Soldagem I – Introdução aos processos de soldagem**. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Belo Horizonte, 2006.

MODENESI, Paulo J.; MARQUES Paulo V.; SANTOS, Dagoberto B. **Introdução à metalurgia da soldagem**. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Belo Horizonte, 2011.

MOREIRA *et al.*, **Determinação dos níveis de exposição de metais em trabalhadores da construção naval: impactos e desafios**. Trabalho realizado no Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, da Fundação Oswaldo Cruz (Cesteh/Ensp/Fiocruz) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil, 2016.

RAMALHO, José Pinto; GIMENES Jr, Luiz. **Manual de Tecnologia de fabricação de soldagem**. São Paulo-SP, 2002. Disponível em: <<http://www.oximigdosul.com.br/downloads/Modulo%20I.pdf>>. Acesso em: 24/05/2017.

SANTOS, Rodrigo. **Fumos metálicos na soldagem Parte 1**. Blog do Soldador. 2017. Disponível em: <<http://blogdosoldador.com.br/fumos-metalicos1/>>. Acesso em: 28/04/2017.

SANTOS, Rodrigo. **Fumos metálicos na soldagem Parte 2**. Blog do Soldador. 2017. Disponível em: < <http://blogdosoldador.com.br/fumos-metalicos2/>>. Acesso em: 28/04/2017.

SANTOS, Rodrigo. **Fumos metálicos na soldagem Parte 3**. Blog do Soldador. 2017. Disponível em: < <http://blogdosoldador.com.br/fumos-metalicos3/>>. Acesso em: 28/04/2017.