

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MEDICINA DO TRABALHO

PATRICIA RACHID SCHWARZ

**EFEITOS NA SAÚDE DO SOLDADOR DECORRENTES DA EXPOSIÇÃO  
LABORAL AO FLUORETO**

CURITIBA  
MARÇO 2020

PATRICIA RACHID SCHWARZ

**EFEITOS NA SAÚDE DO SOLDADOR DECORRENTES DA EXPOSIÇÃO  
LABORAL AO FLUORETO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
da Especialização em Medicina do Trabalho  
da, Setor de Ciências da Saúde Universidade  
Federal do Paraná

Orientador: Dr. Juliano de Trotta

CURITIBA

MARÇO 2020

## RESUMO

Esse estudo tem como objetivo revisar a literatura dos estudos que avaliaram os efeitos na saúde do soldador decorrentes da exposição laboral ao fluoreto. Para isso, inicialmente foi levantado o tipo de intervenção realizado no estudo, apresentados os resultados encontrados e identificados os efeitos na saúde do soldador decorrente da exposição laboral ao fluoreto. Pesquisas epidemiológicas e experimentais comprovaram que níveis permitidos de flúor no local de trabalho são perigosos para a função pulmonar, aumentando o risco de vários distúrbios respiratórios, incluindo asma, bronquite e enfisema. O estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura sistemática, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de produções científicas já existentes em relação ao tema abordado, e totalizou 10 estudos que compuseram esta revisão sistemática, em cumprimento aos critérios de inclusão e exclusão definidos na metodologia. Os estudos apontaram que muitas lesões foram consideradas em grande parte evitáveis, especialmente se um equipamento de proteção individual adequado for usado e proteções apropriadas da máquina estiverem posicionadas sobre riscos óbvios.

**Palavras-chave:** Brasagem, Soldagem, Fumos metálicos, Fluoreto, Flúor.

## ABSTRACT

This study reviewed the literature of studies that assess the health effects of the welder that can be used for occupational exposure to fluoride. For this, the type of intervention carried out in the study was raised, presenting the results found and using the effects on the health of the welder resulting from occupational exposure to fluoride. Proven epidemiological and experimental research in which permitted levels of flow in the workplace are dangerous to lung function, increased or risk of various respiratory disorders, including asthma, bronchitis and emphysema. The study demonstrated how a systematic, exploratory and descriptive literature review, developed through existing scientific productions in relation to the topic addressed, and totaled 10 studies that made up this systematic review, in relation to those selected and included in the selection. methodology. Studies indicate that many injuries have been used to a large extent preventable, especially if personal protective equipment is suitable for the appropriate used and protected guards of the machine used to position over obvious risks.

**Keywords:** Brazing, Welding, Metal fumes, Fluoride, Fluorine.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. PROBLEMA .....</b>	<b>7</b>
<b>3. JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>8</b>
<b>4. OBJETIVOS GERAL .....</b>	<b>9</b>
<b>5. METODOLOGIA .....</b>	<b>10</b>
<b>6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
6.1 FLÚOR .....	12
6.2 MEIOS DE EXPOSIÇÃO LABORAL .....	13
6.3 FARMACOCINÉTICA .....	17
6.4 FARMACODINÂMICA .....	17
6.5 NORMAS REGULAMENTADORAS .....	19
6.6 MARCADORES BIOLÓGICOS .....	20
6.7 EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA DA SOLDAGEM .....	20
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>23</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 1930, os cientistas observaram que trabalhadores expostos a fluoretos no ar sofrem com uma taxa elevada de distúrbios respiratórios. Por mais de 50 anos, no entanto, cientistas do governo e da indústria dos Estados Unidos fizeram repetidas garantias de que o nível permitido de poeiras e gases de flúor nos locais de trabalho industriais não causaria nenhum efeito prejudicial à função respiratória. Essas alegações mostraram-se incorretas, fatalmente, com inúmeros trabalhadores das indústrias americanas sofrendo uma doença pulmonar dolorosa e debilitante como resultado (CONNETT, 2008).

A soldagem é o principal processo industrial usado para unir metais. O uso industrial da soldagem é altamente trabalhoso, representando 80 a 90% dos custos de produção, com exceção dos processos mais automatizados. Nos países industrializados típicos, 0,2 a 2% da força de trabalho total está envolvida em soldagem, sendo a maioria dos soldadores empregados nas indústrias de construção naval, fabricação de equipamentos de transporte, construção civil, petroquímica, mineração e metalúrgica. Esses trabalhadores são expostos a vapores e gases que podem ser perigosos para sua saúde (YAPP; BLACKMAN, 2004).

No processo de soldagem que une os materiais derretendo uma peça de trabalho de metal junto com um metal de adição para formar uma junta forte observa-se a produção de fumaça visível que contém subprodutos nocivos de metais e gases.

Os vapores de solda são produzidos quando os metais são aquecidos acima do seu ponto de fusão, vaporizam e condensam em vapores. Os vapores consistem em partículas sólidas predominantemente finas com um diâmetro aerodinâmico inferior a  $1\mu\text{m}$  e são uma mistura complexa de partículas do fio ou eletrodo, metal base ou qualquer revestimento no metal base. Eles consistem principalmente em óxidos metálicos, silicatos e fluoretos. A exposição a vários gases também ocorre durante a soldagem, como óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), monóxido de carbono (CO) ou ozônio ( $\text{O}_3$ ). Os gases de solda são distintos, pois contêm partículas sólidas que são temporariamente suspensas no ar devido ao aquecimento de um material sólido (como os metais), enquanto gases são moléculas em estado gasoso no ar ambiente geradas como parte do processo de soldagem (por exemplo, o gás de proteção) (TAUBE, 2013).

Muitos casos de intoxicação aguda devido a excesso de exposição ou exposição severa no curto prazo a um ou mais fumos ou gases de solda foram documentados. No entanto, além do envolvimento pulmonar, isto é, principalmente irritação respiratória e efeitos relacionados,

poucos efeitos crônicos no longo prazo foram diretamente atribuídos à fumaça e aos gases de solda. Devido à presença de cromo, níquel e alumínio, existe uma preocupação com os efeitos da exposição crônica em grupos especiais, como soldadores de aço inoxidável e alumínio. Nesse estágio, não há informações suficientes para ser conclusivo sobre os efeitos da soldagem desses metais (YAPP; BLACKMAN, 2004).

Os dados indicam que a inalação de flúor produz alterações celulares pulmonares. As evidências sugerem que os gases ferrosos e outros metais inalados no local de trabalho podem predispor os trabalhadores à infecção pulmonar.

Os efeitos pulmonares incluem febre de fumaça de metal, bronquite, siderose, diminuição decrescente da função pulmonar, aumento da suscetibilidade a infecções e aumento do risco de câncer de pulmão. Além disso, uma variedade de efeitos não pulmonares (por exemplo, neurológicos, cardiovasculares e reprodutivos) foi observado em trabalhadores expostos a fumaça de solda. Os efeitos sobre a saúde ocupacional de maior preocupação são o desenvolvimento potencial de efeitos neurológicos, câncer de pulmão e decréscimos na função imunológica e na defesa.

A maioria dos estudos epidemiológicos sugere uma capacidade reduzida de trabalhadores expostos a vapores metálicos para evitar uma infecção pulmonar, permitindo assim uma janela de oportunidade para infecção pulmonar logo após ou durante a exposição a vapores metálicos. Estudos sugerem uma funcionalidade diminuída das células imunológicas locais e circulantes. A funcionalidade reduzida das células imunes competentes foi associada à produção de citocinas e anticorpos relacionados à imunidade e à diminuição da resolução da inflamação local. A capacidade reduzida de eliminar agentes infecciosos resulta em lesão pulmonar aumentada, exacerbando os efeitos da exposição inicial e talvez fornecendo o potencial de estender a janela da imunossupressão (ZEIDLER-ERDELY et al., 2012).

## 2. PROBLEMA

A questão problema definida foi: Quais os efeitos na saúde do soldador decorrentes da exposição laboral ao fluoreto?

A soldagem é uma profissão perigosa com uma multiplicidade de fatores que podem colocar em risco a saúde de um soldador, como calor, queimaduras, radiação (ultravioleta, visível e infravermelha), ruído, fumaça, gases, eletrocussão; posturas desconfortáveis envolvidas no trabalho; alta variabilidade na composição química dos vapores de solda, que difere de acordo com a peça de trabalho, o método empregado e o ambiente ao redor e as rotas pelas quais esses agentes nocivos entram no corpo. Alguns dos efeitos da soldagem na saúde incluem fotoceratite, febre de fumaça de metal, diminuição da função pulmonar, pneumoconiose, asma, fotodermatite e anormalidades na fertilidade (BUDHANTHOKI et al., 2014).

Os riscos decorrentes dos locais de trabalho podem prejudicar a saúde e o bem estar dos trabalhadores; portanto, é necessário antecipar, reconhecer, avaliar e controlar esses riscos. O uso de equipamento de proteção individual (EPI) é sempre uma prática boa e segura dos soldadores para proteger da exposição a perigos e ferimentos durante a soldagem ou o corte.



### 3. JUSTIFICATIVA

Pesquisas epidemiológicas e experimentais comprovaram que níveis permitidos de flúor no local de trabalho são perigosos para a função pulmonar, aumentando o risco de vários distúrbios respiratórios, incluindo asma, bronquite e enfisema. Para muitos trabalhadores, o dano induzido por flúor na função pulmonar persiste muito depois que eles param de trabalhar. Enquanto os trabalhadores da indústria são frequentemente expostos a vários contaminantes do ar, os estudos epidemiológicos descobriram repetidamente que poeiras e gases de flúor (em níveis tão baixos quanto  $0,05 \text{ mg/mg}^3$ ) são os principais irritantes responsáveis pela alta taxa de doenças respiratórias entre os trabalhadores expostos a flúor (CONNETT, 2008).

O risco de flúor para a função respiratória é independente do risco de fumar, mas a combinação de exposição ao flúor e tabagismo apresenta um risco maior do que qualquer fator por si só (CONNETT, 2008).

O estudo realizado por Mapp et al. (2005) demonstrou uma estreita relação entre os níveis de exposição ao flúor e os sintomas asmáticos relacionados ao trabalho, o que comprova a importância desse estudo, a fim de levantar, na bibliografia disponível, os efeitos na saúde do soldador decorrentes da exposição laboral ao fluoreto.

#### **4. OBJETIVO GERAL**

Revisar a literatura dos estudos que avaliaram os efeitos na saúde do soldador decorrentes da exposição laboral ao fluoreto.

## 5. METODOLOGIA

O processo de revisão de literatura sistemática deve seguir uma sucessão de etapas definidas por Ganong (1987), utilizadas neste estudo. A primeira etapa é a formulação do objetivo da revisão: revisar a literatura dos estudos que avaliaram os efeitos na saúde do soldador decorrentes da exposição laboral ao fluoreto.

O estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura sistemática, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de produções científicas já existentes em relação ao tema abordado, buscando atingir os objetivos propostos (GANONG, 1987).

A segunda etapa definiu os critérios para a inclusão de estudos, quais sejam: artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, na língua inglesa, espanhola e portuguesa, disponíveis *online* gratuitamente, de forma completa, no período compreendido entre 2010 a 2019. Os critérios de exclusão foram: artigos com dados incompletos, publicações duplicadas e artigos não relacionados ao escopo do estudo.

A terceira etapa selecionou os estudos através da leitura criteriosa dos títulos, resumos e palavras-chave de todas as publicações completas localizadas pela estratégia de busca, para posteriormente verificar sua adequação aos critérios de inclusão do estudo (GANONG, 1987). Nesse caso, foram definidos como descritores para efetuar a busca nas bases de dados: brasagem/brazing, soldagem/welding, fumos metálicos/metal fumes, fluoreto/fluoride, flúor/fluorine.

Os descritores utilizados foram extraídos do vocabulário estruturado e trilingue dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) usando o operador booleano ‘*and*’ para realizar a busca por meio da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), que pesquisa nas bases de dados: LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), IBECS (Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud), MEDLINE (U.S. National Library of Medicine), Biblioteca Cochrane e SciELO (Scientific Electronic Library Online).

A revisão literária abrangeu os seguintes limites de busca: seres humanos, adultos, período de 2010 a 2019, e o material selecionado foi constituído por 111 referências. Em uma busca mais refinada, tem-se que 35 artigos estão disponíveis de forma completa, sendo 28 artigos em inglês, 6 em língua portuguesa, 2 artigos em espanhol e um em mandarim. Após aplicados os critérios de exclusão, pois não se relacionavam com o propósito do estudo, ficaram 10 artigos, que foram o objeto desta pesquisa.

A pesquisa na base de dados da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) apontou, a partir dos parâmetros definidos na metodologia, 35 publicações. Dessas, 31 estudos contemplavam

o período de publicação entre 2010 e 2019. Em uma consulta mais refinada com a leitura dos resumos e palavras-chave, pode-se constatar que 11 artigos não estavam disponíveis para consulta, 09 estudos não estavam relacionados ao tema desse estudo, 01 estudo era duplicado, totalizando então 10 estudos desta revisão sistemática, em cumprimento aos critérios de inclusão e exclusão definidos na metodologia.

A pesquisa e a produção textual foram realizadas entre os meses de Julho de 2019 e Janeiro de 2020.

A quarta etapa sistematizou e analisou os dados com base nas diretrizes estabelecidas por Minayo (2010), que determina: ordenação dos dados, classificação dos dados (leitura horizontal e exaustiva dos textos, leitura transversal, análise final) e relatório final. Para apresentar as categorias, foram lidos os textos e identificados os efeitos na saúde do brasador decorrentes da exposição laboral ao fluoreto. Os dados foram tratados de maneira qualitativa.

Na quinta fase foi realizada a discussão e interpretação dos resultados. Para Botelho, Cunha e Macedo (2011), a discussão e a interpretação dos resultados possibilitam a construção da redação da revisão sistemática da literatura para os pesquisadores, levando à sexta fase proposta por Ganong (1987) que consistiu em relatar a revisão de maneira clara e mais completa possível.

A partir da identificação dos dados, esses foram apresentados na forma de quadros e relatório. A pesquisa não foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, haja vista que não envolveu o contato direto com seres humanos na pesquisa e o estudo respeita o art. 46 da Lei dos Direitos Autorais, Lei nº 9.610/1998, que orienta não constituir ofensa aos direitos autorais a citação de qualquer obra, para fins de estudo, indicando o nome do autor e a origem da obra.

## 6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 6.1 FLÚOR

O flúor é o 13º elemento mais abundante no solo e o 15º no mar. É o elemento quimicamente mais reativo de todos os íons carregados negativamente e não pode ser encontrado na natureza em forma pura, mas sim em compostos como os fluoretos. Isolado, o flúor é um gás que possui odor irritante. Os fluoretos são compostos químicos formados pela combinação com outros elementos, encontrados em toda parte: ar, solo, água, plantas e vida animal, e isso explica porque muitos alimentos contêm flúor (BRASIL, 2012).

O ser humano ingere em média 0,3mg de flúor por dia. O conteúdo de flúor na superfície terrestre varia de 20-500 ppm, aumentando nas camadas mais profundas, e pode chegar até 8.300 ppm, conferindo uma maior concentração de flúor às águas subterrâneas (BRASIL, 2012).

Sua relevância no solo se dá ao fato da incorporação deste elemento aos alimentos, principalmente nas folhas de chá, inhame e mandioca. No ar, a concentração de fluoretos ocorre pela presença de aerossóis (pó de solos) ricos em flúor, resíduos industriais gasosos, combustão de carvão e gases emitidos em zonas de atividades vulcânicas, podendo variar de 0,05 - 1,90 mg de flúor/m<sup>3</sup>. Níveis de até 1,4 mg de flúor/m<sup>3</sup> foram registrados dentro de fábricas e de 0,2 mg de flúor/m<sup>3</sup> nas imediações (BRASIL, 2012).

Na ingestão, o sal de flúor é rapidamente veiculado através da corrente sanguínea, ocorrendo uma deposição de íons fluoretos nos tecidos mineralizados: ossos e dentes, não havendo deposição nos tecidos moles. A parcela não absorvida, cerca de 90%, é eliminada normalmente pelas vias urinárias, ocorrendo também por meio das fezes, suor e fluidos gengivais (BRASIL, 2012).

A efetividade do flúor sistêmico se deve à combinação de três fatores: o fortalecimento do esmalte pela redução da sua solubilidade perante o ataque ácido, inibindo a desmineralização; o favorecimento da remineralização; e a mudança na microbiota bucal pela diminuição do número e do potencial cariogênico dos microrganismos.

Estudos mais recentes mostram que, apesar da incorporação do flúor à estrutura íntima dos dentes, o maior grau de proteção permanece constantemente na boca. Mesmo quando ingerido sistematicamente, sua maior função é tópica na superfície dental, depois de retornar ao meio bucal pela saliva. Seus efeitos benéficos se obtêm aumentando ou favorecendo a

remineralização de lesões iniciais de cárie (manchas brancas), desenvolvendo uma maior resistência aos ataques futuros nos locais mais expostos à agressão. Sua ação é preventivo-terapêutica, pois o flúor utilizado para fins de proteção à cárie dental não é aquele incorporado intimamente à estrutura do dente, mas sim o que é incorporado na estrutura mais superficial, sujeito à dinâmica constante de trocas minerais estabelecidas entre saliva e esmalte dentário. Desta forma, não oferece resistência permanente à cárie, uma vez que as pessoas privadas da exposição do flúor voltam a ter as mesmas chances de desenvolver cárie dental que aquelas nunca expostas (BRASIL, 2012).

A partir de 1974, a fluoretação de Estações de Tratamento de Água no Brasil passou a ser obrigatória, sendo considerada a maneira mais segura, efetiva e econômica de se prevenir a cárie dentária (DOMINGOS; RICCI-DONATO; RUSSIL, 2018).

Desde 1988, o flúor passou a ser incorporado aos produtos dentifrícios no Brasil com a finalidade de conferir efeito de limpeza e controle das cáries, tornando os dentes mais resistentes à ação de bactérias (NARVAI, 2000).

## 6.2 MEIOS DE EXPOSIÇÃO LABORAL

Algumas profissões podem apresentar lesões decorrentes da exposição do flúor ou de seus agentes tóxicos como exemplo na siderurgia, fabricação de telhas, cerâmicas, ladrilhos, cimento, vidro, esmalte, fertilizantes fosfatados, produção de gasolina, soldagem elétrica, galvanoplastia e calefação de superfícies (PEDROTTI, 1998).

### **Quadro 1: Flúor e seus compostos tóxicos.**

<b>Flúor ou seus compostos tóxicos</b>	Fabricação e emprego de flúor e de ácido fluorídrico
	Fabricação de ladrilhos, telhas, cerâmica, cimento, vidro, esmalte, fibra vidro, fertilizantes fosfatados
	Siderurgia (como fundentes)
	Produção de gasolina (como catalisador alquilante)
	Soldagem elétrica
	Galvanoplastia
	Calefação de superfícies
Sistema de combustível para foguetes	

Fonte: Queiroz (2010, p. 292).

As operações de soldagem e brasagem podem gerar gases e fumos que podem ser prejudiciais à saúde; dessa forma, as operações de soldagem devem ser feitas em locais com boa ventilação e na presença de exaustores. Se essas medidas não puderem estar presentes, o trabalhador deverá utilizar máscara contra gases ou equipamentos de proteção respiratória (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2016).

A soldagem é o mais importante processo de união de metais utilizados industrialmente e se baseia no estabelecimento de forças de ligação química de natureza semelhante e atuantes no interior dos próprios materiais, na região de ligação entre os materiais que estão sendo unidos. Pode ser utilizada na fabricação de grades, portões, na indústria química, petrolífera, nuclear e na criação de peças de artesanato e joias (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2016).

A brasagem é um processo térmico para a junção e revestimento de materiais metálicos com a ajuda de um metal de adição fundido (meio de brasagem), na maioria dos casos mediante o emprego de meio fluxante e/ou gás de proteção da brasagem. Ao contrário da soldagem, o material de adição ou de brasagem é diferente e tem um ponto de fusão mais baixo do que o material de base que está sendo soldado. Os materiais de adição da brasagem são sempre constituídos de metais puros ou ligas. Formas comerciais comuns são arames, varetas, chapas, fitas, barras, pós, pastas ou peças conformadas (BATALHA, 2003).

No quadro 2 pode-se visualizar os componentes presentes em vários processos de soldagem (fumos de solda), uma vez que a composição dos fumos e gases depende do tipo de soldagem e dos materiais utilizados.

**Quadro 2: Classificação dos componentes presentes nos vários tipos de processo de soldagem.**

Material Particulado	Irritantes pulmonares e Tóxicos Sistêmicos	Cádmio, Cromo, Chumbo, Fluoretos, Manganês, Mercúrio, Níquel, Titânio, Vanádio, Zinco.
	Pneumoconiógenicos	Alumínio, Carbono, Berílio, Estanho, Ferro, Silica, Cobre, Asbesto.
Gases	Irritantes	Ozona, Fosgênio, Óxido de Nitrogênio, Fosfina.
	Asfixiantes	Monóxido de carbono, Dióxido de carbono, Gases inertes.

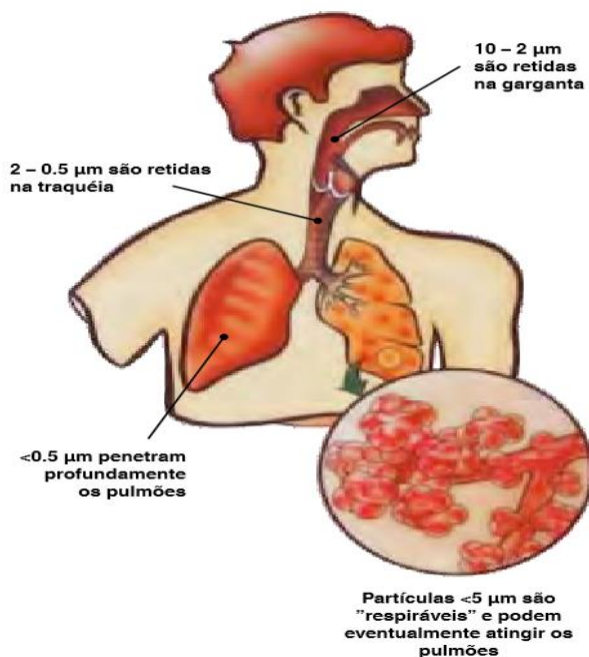
Fonte: Batalha (2003).

No quadro 2, os materiais particulados (fluoretos) podem ser irritantes/tóxicos, pois estes atingem a mucosa (nariz, faringe e olhos) devido às reações de desnaturação e oxidação, causando lesões e até mesmo edema pulmonar (SOUZA et al., 2004), em alguns casos os materiais particulados causam doenças pneumoconiógenas (GOLDMAN, 2000).

A quantidade de fumos gerados varia de acordo com o processo de solda utilizado. Um soldador é capaz de produzir de 20 a 40g por hora de fumo, ou seja, 35 a 70kg por ano. (ANSCHAU, 2010).

A principal forma de entrada dos fumos metálicos no organismo é por via inalatória, uma vez que os fumos ficam dispersos no ar. Contudo, o organismo humano possui defesas (proteções) que tentam impedir a entrada de partículas no organismo humano, mas existe uma faixa de tamanho que é retida. Para os fumos, quando menor a partícula mais prejudicial pode ser, pois partículas muito pequenas podem entrar pelo sistema respiratório e se depositar nos alvéolos dos pulmões, em alguns casos de partículas menores, pode penetrar na corrente sanguínea. Como os fumos são formados pelo resfriamento do vapor de soldagem com o ar, ocorre assim a condensação de vapor e são formadas partículas do seu ponto de emissão que variam entre 0,01 a 0,1 $\mu$ m. Quando alcançam a zona de respiração do soldador, essas partículas já se aglomeraram ficando com tamanho entre 1 a 2 $\mu$ m (NEDERMAN, 2017).

**Figura 1: Os riscos ao organismo de acordo com o tamanho das partículas.**



Fonte: NEDERMAN (2017).



Partículas maiores que 5µm são depositadas no sistema respiratório (nariz, garganta, traqueia) e somente partículas entre 0,1 a 5µm conseguem penetrar nos pulmões, haja vista que ficam retidas nos alvéolos pulmonares (ANSCHAU, 2010).

A absorção de fumos metálicos e os danos causados pelo organismo têm várias implicações que podem causar resultados diferentes, pois as substâncias químicas podem reagir/acumular de formas diversas em cada organismo. Isto se deve à suscetibilidade de cada pessoa às concentrações impostas, podendo variar conforme a idade, sexo, fatores genéticos, estilo de vida, ingestão de medicamentos e condições médicas preexistente, como por exemplo o agravamento de asma ou doença cardiovascular (BARROS; MORAIS, 2017).

Outras alterações à suscetibilidade a compostos químicos são referentes ao esforço exercido em cada atividade, por exemplo, leve, moderado ou pesado, pois este parâmetro afeta a demanda cardiopulmonar (volume total de ar que entra nos pulmões), aumentando a quantidade de substância no organismo. A temperatura e umidade também podem influenciar na suscetibilidade e na absorção dos compostos, sendo que uma atividade exercida no calor favorece a abertura dos poros na pele e por essa nova via é absorvido mais facilmente os agentes químicos (BARROS; MORAIS, 2017).

Os principais problemas encontrados em relação à saúde dos trabalhadores no processo de soldagem são: distúrbios musculoesqueléticos; problemas respiratórios; efeitos da radiação UV; queimaduras por faíscas e respingos de solda; ruído; vibração; acidentes; visão (SILVA, 2003).

Os problemas provenientes aos fumos metálicos são geralmente de baixa gravidade, causando somente irritação no sistema respiratório ou febre. A febre pode ser temporária e é causada pelo zinco contido na superfície galvanizada, sendo considerada a febre muito comum entre os soldadores (AIHA, 1984 apud BARROS; MORAIS, 2017). Como as vias respiratórias são as principais portas de entrada de agentes nocivos, sendo as fossas nasais a primeira defesa contra esses agentes, fumos e gases atacam primeiro o trato respiratório, causando ação desconfortante, irritante, alérgica e/ou corrosiva. Apresenta como consequência da exposição prolongada uma rinite alérgica, sendo que qualquer inflamação na mucosa nasal representa um problema de extensão mundial (BAGATIN; COSTA, 2006).

Além dos metais, os gases presentes no processo de soldagem podem causar danos à saúde dos trabalhadores, dependendo do tempo e concentração de exposição, como os derivados do nitrogênio, oxigênio e ozônio, podendo causar lesões nas vias aéreas superiores (BAGATIN; COSTA, 2006).

### 6.3 FARMACOCINÉTICA

O fluoreto pode ingressar no organismo através da via digestiva e respiratória e em algumas situações por via dérmica através de alimentos, água de beber, dentifrícios contendo fluoreto e do ar (PEDROZO; KUNO, 2008). Os compostos solúveis de flúor na água e alimentos, quando ingeridos, sofrem dissociação iônica em função do ácido clorídrico produzido no estômago. O íon fluoreto é absorvido, em sua maior parte, pela mucosa estomacal. Por intermédio do plasma sanguíneo, o flúor circula por todo o organismo (BRASIL, 2012). Após três horas, 70% é eliminado pela urina, 15% pelas fezes e 5% pelo suor. Apenas 10% do Flúor ingerido é assimilado pelo organismo. Essa pequena parte circula nos fluídos intra e extracelulares, fixando-se nos tecidos duros: ossos e dentes em formação. O flúor não se fixa em tecidos moles (BUENDIA, 1996).

Se deposita principalmente nos ossos e pode ser excretado do organismo através das fezes, urina, saliva, suor, lágrima, leite e em tecidos inertes como pelos e unhas. Nos ossos e dentes, possui atividade anticariogênica (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2008).

### 6.4 FARMACODINÂMICA

Normalmente, o processo de absorção do flúor no organismo poderá desenvolver um processo chamado de fluorose dentária, em que há uma deficiência na mineralização do esmalte causada pela ingestão regular de fluoreto durante o período de desenvolvimento dental no qual quanto mais acentuado for o grau de fluorose, mais opaco e até amarelado-castanho ficará o esmalte dentário. Outras alterações podem ocorrer no sistema neurológico, respiratório, cardiovascular, hematopoiético, digestório, endócrino e esquelético. Os efeitos tóxicos do flúor dependem de algumas variáveis como tempo de ingestão e quantidade ingerida, idade, presença de problemas renais e cardiovasculares, alterações genéticas, entre outros (DOMINGOS; RICCI-DONATO; RUSSIL, 2018).

A principal consequência do efeito tóxico do flúor é caracterizada por alterações e deformidades ósseas, caracterizadas por osteoesclerose, calcificações de ligamentos, e muitas vezes acompanhadas de osteopenia, osteoporose e osteomalácia. A coluna vertebral é a região do corpo mais frequentemente afetada. Em todo o mundo, mais de 260 milhões de pessoas consomem altas concentrações de flúor, e as regiões consideradas mais endêmicas para fluorose óssea são: Índia, China e África. O Brasil tem sido considerado um país com baixos

níveis de fluoreto na água potável, existindo poucos relatos de regiões endêmicas para fluorose esquelética (SANTOS et al., 2017).

Embora haja consenso da relação existente entre o uso do flúor e a redução de cárie dentária, pode-se afirmar que o flúor é uma substância tóxica quando ingerido em altas doses. Os efeitos desencadeiam distúrbios gástricos reversíveis e redução temporária da capacidade urinária, fluorose dentária ou esquelética e, eventualmente, até mesmo a morte, uma vez que, estão diretamente relacionados à dose, tempo de ingestão e idade (WHITFORD, 1996).

A quantidade de ingestão diária de flúor normalmente aceita como ideal para o controle da cárie e segura para a prevenção de fluorose é de 0,05 a 0,07mg de F/Kg massa corporal (BUZALAF; CURY; WHITIFORD, 2001 apud RAMIRES; BUZALAF, 2005) embora ainda sejam necessários mais estudos para se determinar precisamente essa dose (BUZALAF, 2002; WHITFORD, 1996; RAMIRES; BUZALAF, 2005).

A concentração de flúor no sangue de uma pessoa em jejum que faz ingestão de água fluoretada é cerca de 0,019mg F/L. Em regiões com altas concentrações de flúor na água de abastecimento, são observadas importantes variações na concentração plasmática de flúor dos habitantes. Nota-se que em concentração de até 1,2mg F/L as flutuações não são muito evidentes (EKSTRAND, 1996). A concentração de flúor no plasma e nos fluidos intersticiais deve ser similar e varia entre 0,01 a 0,05mg F/L, embora outros valores intermediários já tenham sido relatados (WHITFORD, 1990 apud RAMIRES; BUZALAF, 2005).

O fluoreto tem o efeito benéfico de prevenir cáries. Concentrações baixas de fluoreto, até cerca de 2mg/L, protegem contra cárie dental, especialmente em crianças, porém a concentração mínima de fluoreto em água de beber necessário para produzir esse efeito protetor é de 0,5mg/L. No entanto, o fluoreto pode causar efeito adverso no esmalte do dente e pode causar fluorose dentária em concentrações na água de beber entre 0,9 e 1,2mg/L, dependendo da ingestão. A Organização Mundial da Saúde (OMS) sugere um valor de referência para água de consumo humano de 1,5mg/L e a Portaria n. 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o mesmo valor como padrão (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2008).

No quadro de intoxicação aguda, a morte pode ocorrer em 45 minutos até em quatro horas. São sintomas: queimaduras, formação de escaras, depressão, convulsão, parestesias, paralisia dos músculos da deglutição, edema cerebral, conjuntivite, lacrimejamento intenso, anosmia, rinite, coriza, perfuração de septo nasal, edema agudo pulmonar, dispneia, dores abdominais, náuseas, vômitos, sede intensa, desidratação, gastroenterite aguda com

ulcerações hemorrágicas, hipocalcemia, hiperglicemia, acidose metabólica e salivação (PEDROTTI, 1998).

No quadro de intoxicação crônica, a morte pode ocorrer após vários meses ou anos. São sintomas: osteoporose generalizada, anorexia, caquexia, calcificação de ligamentos e degeneração renal (PEDROTTI, 1998).

Os primeiros relatos de fluorose óssea vieram da indústria, onde trabalhadores expostos a concentrações no ar entre 100 e 500ug/m<sup>3</sup>, 8 horas diárias por mais de 4 anos, conduziu a grave mudanças ósseas (DELLA ROSA; SIQUEIRA; COLACIOPPO, 2008).

O acúmulo de fluoretos no organismo é geralmente um processo de longo prazo, ou seja, surge somente após anos de exposição, o que explica assim a maior incidência da doença em pessoas idosas (SANTOS et al., 2017).

## 6.5 NORMAS REGULAMENTADORAS

Muitos países adotam normas e regulamentos com a finalidade de proteger os trabalhadores expostos aos riscos ocupacionais.

A Norma Regulamentadora - NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - do Ministério do Trabalho define como agente químico qualquer substância que possa penetrar no organismo humano por via respiratória, sendo eles poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo pela pele ou por ingestão. Os agentes químicos que colocam em risco a saúde e a integridade do empregado, no processo de soldagem, são constituídos em sua maioria por substâncias dos fumos metálicos. Estes fumos são lançados no ambiente de trabalho, contaminando-o, podendo ter contato com o empregado de diversas formas, causando sérios danos à saúde (BARROS; MORAIS, 2017).

A NR 15 - Atividades e operações insalubres - descreve os valores do limite de tolerância de agentes químicos (Quadro N. 1 do anexo XI), entretanto, normas internacionais também são muito utilizadas no Brasil como referência, sendo a principal delas a ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) (BARROS; MORAIS, 2017).

A NR-7 determina a dosagem de fluoreto na urina como o indicador biológico da exposição ao flúor e fluoretos, sendo o fluoreto absorvido por via gastrintestinal e depositado nos ossos e dentes, possuindo atividade anticariogênica (CARVALHO et al., 2011).

## 6.6 MARCADORES BIOLÓGICOS

A coleta deve ser feita com uma amostra de urina pré-jornada e outra pós-jornada (50 ml cada), coletadas no 4º dia de trabalho da semana, em frascos de polietileno contendo 0,1g de EDTA para cada 50ml de urina. A amostra deverá ser conservada em geladeira a 4 graus. Valor de referência: até 0,5mg/g de creatinina (NR-7, 1994, MT/Br). IBMP: 3,0 mg/g creatinina no início da jornada (NR-7, 1994, MT/Br) e 10,0 mg/g creatinina no final da jornada (NR-7, 1994, MT/Br) ou uma diferença entre os valores obtidos na pós-jornada e na pré-jornada superior a 5mg/g de creatinina.

Em relação aos cuidados na pré-coleta, a urina recente do início ou final jornada de trabalho; coleta obrigatória em frasco de polietileno; especificar o tipo de urina; recomenda-se coletar no início e ao final da quarta jornada de trabalho da semana; não colher em local de trabalho. Retirar o uniforme, lavar as mãos e a genitália antes de colher (MICHEL, 2000).

A NR-6 estabelece e define os tipos de EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) destinados á proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

## 6.7 EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA DA SOLDAGEM

Os principais riscos para um soldador são: poluição por fumos de soldagem; radiação visível e invisível; ruídos excessivos; choques elétricos; incêndios e explosões (SILVA, 2003).

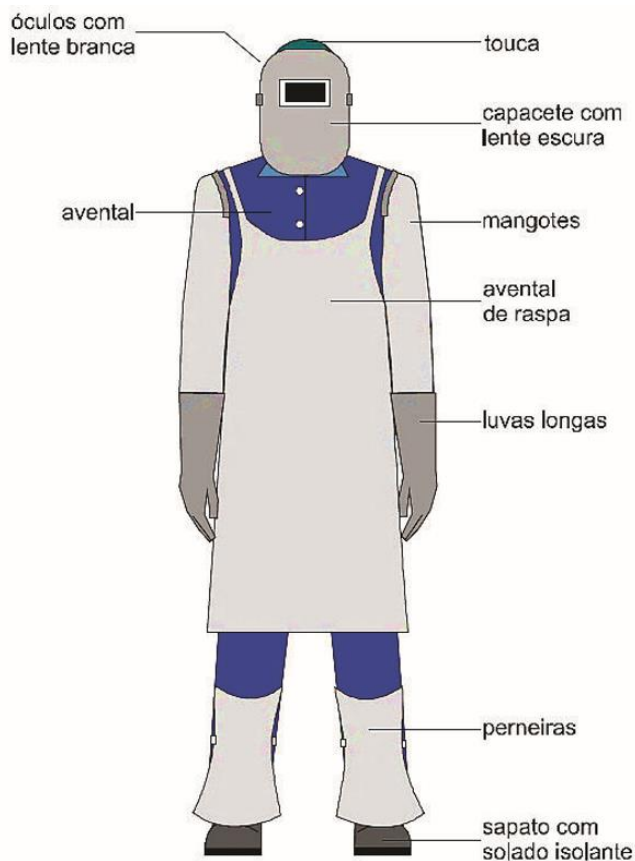
Antes de realizar o trabalho de soldagem, o operador de solda deve vestir todos os equipamentos individuais de proteção, como máscaras, luvas, óculos e coletes. As máscaras de solda protegem contra os efeitos nocivos da radiação ultravioleta (UV) e luzes infravermelhas que são produzidos durante a soldagem, além de resguardar a cabeça e os olhos no caso de voar pedaços de metal e escórias (MANUTENÇÃO E SUPRIMENTOS, 2018).

Os óculos de proteção são outro dispositivo indispensável à segurança do trabalhador. Da mesma forma, os protetores auriculares protegem os ouvidos contra ruídos extremamente altos e respingos de partes de metal quentes que sempre podem atingir o operador. Outra peça importante do equipamento de segurança durante a soldagem é um bom par de botas. As botas de proteção mais adequadas são as feitas de borracha, pois aderem bem ao chão, evitam

escorregões e protegem bem os pés e as pernas. Estes suprimentos resguardam os pés e os tornozelos contra lesões (MANUTENÇÃO E SUPRIMENTOS, 2018).

O par de luvas de proteção é outro acessório importante na indumentária do soldador, uma vez que impedem queimaduras nas mãos e braços. As luvas de soldador são geralmente feitas de couro e resistentes ao fogo. O ideal é sempre usar roupas de materiais pesados, como lã ou algodão grosso. Estes materiais são mais difíceis de inflamar e, portanto, proporcionam uma melhor proteção contra queimaduras. Também pode ser necessário o uso de avental resistente ao fogo quando a solda solta faíscas. A roupa deve ser mantida limpa e livre de furos, rasgos ou desgaste. Qualquer roupa manchada com óleo, graxa ou qualquer outro solvente terá mais risco de pegar fogo (MANUTENÇÃO E SUPRIMENTOS, 2018).

**Figura 2: EPI (Equipamento de Proteção Individual).**



Fonte: NEDERMAN (2017).

Para proteger as pessoas ao redor e o ambiente de radiações e respingos, são utilizados biombos de material não inflamável, ou cortinas próprias para que essa utilização favoreça a

visibilidade do trabalho realizado pelo soldador, sem afetar a saúde visual das pessoas próximas.

Os altos índices de ruído são comuns no ambiente de trabalho dos soldadores. O uso de protetores auriculares tipo plug, concha, capacetes, entre outros, é obrigatório em ambientes com ruídos acima de 80 decibéis.

Os riscos que o soldador passa por usar as fontes de correntes para soldagem são inevitáveis, a utilização da energia elétrica é indispensável. As fontes de energia para soldagem trabalham com baixas tensões e altas intensidades, e este fato traz um risco enorme para o soldador. Como forma de precaução, deve-se verificar as condições dos cabos e conectores das máquinas; não fechar o circuito com corpo; utilizar as vestimentas em raspa de couro para um bom isolamento; usar botas de segurança adequadas; não executar o trabalho se estiver molhado ou em ambientes molhados; realizar a limpeza interna dos equipamentos com os mesmos desconectados da rede de alimentação; verificar as condições dos cabos e conectores das máquinas (CARDOSO, 2020).

Toda operação que gera calor e fagulhas apresentam riscos eminentes de incêndios e explosões. Para se evitar problemas, muitas empresas adotam programas de segurança, visando uma realização do serviço de forma segura e eficiente. Manter extintores de incêndios no local de trabalho, os quais deverão ser trazidos da própria oficina do soldador, e em estoque para usar nos trabalhos de campo (CARDOSO, 2020).

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dessa revisão sistemática buscaram avaliar os efeitos na saúde do soldador decorrentes da exposição laboral ao fluoreto.

O quadro 3 apresenta os artigos selecionados.

**Quadro 3: Publicações que compuseram a revisão sistemática.**

Estudo	Ano	Base de dados	Título*	Autor (es)	Publicação (revista)
1	2018	MEDLINE	A Cross-Sectional Assessment of Rhinitis Symptoms and Nasal Patency in Relation to Welding Exposure	TAGHIAKBARI, Mahsa et al.	Am J Respir Crit Care Med
2	2018	BDENF	Riscos ocupacionais, condições de trabalho e a saúde dos soldadores	BALTHAZAR, Marco Antonio Pinto et al.	Rev. enferm. UFPE on line
3	2017	MEDLINE	Oxidative damage of DNA in subjects occupationally exposed to lead	PAWLAS, Natalia et al.	Adv Clin Exp Med
4	2017	MEDLINE	Blue-Light Hazard From Gas Metal Arc Welding of Aluminum Alloys	NAKASHIMA, Hitoshi et al.	Ann Work Expo Health
5	2015	LILACS	Identificação de queimaduras térmicas como injúria relacionada ao trabalho de soldadores	CEZAR-VAZ, Marta Regina et al.	Acta paul. enferm
6	2014	MEDLINE	Awareness of occupational hazards and use of safety measures among welders: a cross-sectional study from Eastern Nepal	BUDHANTHOKI, Shyam Sundar et al.	BMJ Open
7	2014	MEDLINE	Health disorders related to learning the welding trade: assessment of approaches to risk communication	BONOW, Clarice Alves et al.	Rev Lat Am Enfermagem
8	2013	MEDLINE	Welding, longitudinal lung function decline and chronic respiratory symptoms: a systematic review of cohort studies	SZRAM, Joanna et al.	Eur Respir J
9	2012	MEDLINE	Pattern of eye diseases among welders in a Nigeria community	IYIADE, Ajayi A.; OLUSOLA, Omotoye J.	Afr Health Sci
10	2011	MEDLINE	Awareness and utilization of protective eye device among	IYIADE, Ajayi A. et al.	Ann Afr Med



			welders in a southwestern Nigeria community		
--	--	--	---	--	--

Fonte: autora (2020).

Os artigos pesquisados identificaram que, no período de 2010 a 2019, 10 artigos se encaixaram nesse estudo, e discutiram acerca dos efeitos na saúde do soldador decorrentes da exposição laboral ao fluoreto, publicados em periódicos nacionais e internacionais.

Após uma leitura de cada artigo que compôs a revisão sistemática, foi possível identificar os efeitos na saúde do soldador, conforme quadro 4.

#### Quadro 4: Efeitos na saúde do soldador.

Estudo	Efeitos da soldagem	
	Tipo de intervenção	Principais resultados encontrados
1	Avaliação transversal	A exposição atual a fumos e gases de solda parece estar associada a um risco aumentado de sintomas de rinite e perviedade nasal
2	Revisão integrativa	Diagnosticou-se a incidência de um ou mais tipos de câncer primário devido à exposição a metais que podem surgir no pulmão e os tipos secundários na bexiga e rins
3	Estudo experimental	A exposição ao chumbo pode representar um risco elevado de dano genético. Os indivíduos expostos ocupacionalmente a compostos de chumbo têm um risco aumentado de câncer, pulmão e gástrico
4	Estudo experimental	A corrente de soldagem é um fator importante que influencia o nível de exposição da luz azul emitida durante o processo de soldagem. Os soldadores devem ser particularmente cuidadosos com a luz azul ao realizar a soldagem por arco com alta corrente de soldagem
5	Estudo transversal	Os resultados indicam que, quanto mais jovens os soldadores, mais foram identificadas as variáveis de queimadura ocular, fagulha nos olhos, queimadura por reação ultravioleta nos olhos. Os soldadores estavam expostos às queimaduras devido às características da atividade que desenvolvem e, ao reconhecê-las, é possível interferir positivamente nas condições de saúde do adulto

		exposto à atividade de solda, justificando a necessidade de comunicação dos riscos
6	Estudo transversal	No geral, a maioria dos soldadores estava cientes de pelo menos um risco de soldagem e uma proporção semelhante de soldadores estava ciente de pelo menos um EPI. No entanto, apenas metade da amostra usava um ou mais tipos de EPI. A educação e a duração do emprego foram significativamente associadas à conscientização dos perigos e dos EPIs e seu uso. Os soldadores que relataram o uso de EPI durante a soldagem tiveram duas vezes mais chances de ter conhecimento dos riscos e cinco vezes mais chances de terem conhecimento do EPI em comparação com os soldadores que não relataram o uso de EPI
7	Estudo experimental	A correlação entre a idade e os resultados do pós-teste para o sistema cardíaco, gástrico, osteomuscular e respiratório indica que os soldadores mais jovens identificaram mais distúrbios relacionados aos sistemas do que os soldadores que tinham mais idade
8	Revisão sistemática	O uso constante de ventilação local foi associado a um menor declínio da função pulmonar. A soldagem pode estar associada a um declínio acelerado da função pulmonar, particularmente em combinação com o tabagismo
9	Estudo descritivo transversal e	A exposição à luz ultravioleta, irritação crônica, condições de vento e trabalho ao ar livre está associado ao ambiente que os soldadores estão expostos, e tem sido documentado como fatores de risco no desenvolvimento do pterígio
10	Estudo descritivo transversal e	O baixo nível de utilização de dispositivos oculares de proteção por soldadores está associado a um nível significativamente maior de lesões oculares relacionadas ao trabalho entre os soldadores

Fonte: autora (2020).

O estudo de Taghiakbari et al. (2018) apontou que os sintomas de rinite são frequentemente relatados por trabalhadores expostos a agentes sensibilizadores ocupacionais, e a rinite ocupacional se deve à exposição a vapores de solda.

Os soldadores estão em risco de desenvolver sintomas respiratórios e diminuição da função pulmonar, embora as concentrações dos fumos metálicos encontradas fossem menores que o limite recomendado pela Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH). A composição dos fumos metálicos depende de vários fatores, como o metal a ser soldado, o tipo do eletrodo e o gás de proteção, pois devido à grande variabilidade, são difíceis a identificação de todos os componentes dos fumos de soldagem e o papel que cada um desses componentes desempenha na causa do câncer de pulmão (BALTHAZAR et al., 2018).

Corroboram Pawlas et al. (2017) que a exposição ao chumbo (Pb) nos ambientes ocupacionais continua sendo um sério problema de saúde pública. O Pb causa vários efeitos adversos em muitos sistemas do corpo, como os sistemas hematopoiético, renal, hepático, ósseo, nervoso e cardiovascular. Bonow et al. (2014) discorreram acerca dos fatores de riscos físicos a que estão expostos os soldadores, e incluíram o ruído proveniente das máquinas de solda e a radiação não ionizante proveniente da abertura do arco de solda. Tais fatores podem desencadear distúrbios relacionados ao sistema auditivo e ao sistema tegumentar como, por exemplo, o câncer de pele. Os fatores de riscos químicos abrangem o contato com diferentes metais em estado sólido e gasoso. A exposição ao fumo de solda, proveniente da queima desses metais, pode originar distúrbios respiratórios. Um exemplo de composto nocivo é o aço inoxidável, cujo fumo pode causar lesão pulmonar aguda, sendo que o tamanho das partículas inaladas e o tempo de exposição à soldagem são fatores significativos e que devem ser considerados no desenvolvimento de estratégias protetoras.

Outros fatores de exposições e os impactos na saúde são a posição do soldador durante a soldagem, a ventilação inadequada, ambientes confinados e a não utilização dos EPI's que geram desafios tanto para avaliar os riscos, quanto para direcionar os esforços na prevenção, redução dos acidentes e doenças ocupacionais, todos relacionados à saúde dos soldadores (BALTHAZAR et al., 2018).

Os estudos apontaram que a soldagem é uma das tarefas com maior risco de lesões oculares. É uma das fontes artificiais mais intensas de radiação óptica visível e invisível, sendo o ultravioleta B o principal componente actínico. A soldagem por arco é um dos tipos mais comuns de soldagem praticados no mundo menos industrializado. Diferentes efeitos biológicos adversos decorrem da luz visível, infravermelho próximo e distante e das divisões A, B e C da radiação UV, que são emitidos em vários graus pelos vários tipos de soldagem (IYIADE; OLUSOLA, 2012).

A soldagem configura um alto risco para queimaduras de pele e ocular em virtude da manipulação de objetos quentes e da radiação UV, o que pode ocasionar diferentes distúrbios clínicos (CEZAR-VAZ et al., 2015).

Iyiade et al. (2011) destacaram que embora existam cerca de 60 métodos diferentes de soldagem, a soldagem por arco e a gás são os tipos comumente praticados nos países em desenvolvimento. O uso de óculos de proteção durante a soldagem ajuda a reduzir os efeitos nocivos da radiação UV, visível e infravermelha. Ele fornece proteção mecânica para os olhos contra respingos de solda e reduz a luz visível a um nível confortável para melhorar a visibilidade na zona de soldagem. Todos os processos de soldagem produzem radiação nos espectros UV, visível e infravermelho. Os soldadores foram identificados como um grupo de alto risco para lesões oculares relacionadas à ocupação e distúrbios oculares devido à sua exposição à radiação UV.

Budhanthoki et al. (2014) e Nakashima et al. (2017) sugeriram que todos os soldadores e seus auxiliares devem usar protetores para os olhos com um filtro com o número de tonalidade apropriado, sendo utilizado para proteger da luz azul ao realizar a soldagem por arco.

Budhanthoki et al. (2014) e Bonow et al. (2014) analisaram a correlação entre a idade e o conhecimento quanto aos riscos da atividade de soldador, indicando que os mais jovens identificaram menos distúrbios relacionados aos sistemas cardíaco, gástrico, osteomuscular e respiratório do que os trabalhadores que tinham mais tempo na função.

O estudo de Szram et al. (2013) apoia um papel para o controle eficaz dos fumos metálicos usando ventilação local de exaustão, suporte direcionado para a cessação do tabagismo e vigilância respiratória vigilante, longitudinal e de alta qualidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os vapores de solda consistem em uma mistura complexa de partículas que são potencialmente prejudiciais à saúde humana. Sintomas como asma ocupacional, bronquite, enfisema, febre de fumaça de metais, câncer de pele, efeitos cardiovasculares, diminuição da função pulmonar e queimaduras de pele e ocular foram relatados.

Muitas lesões foram consideradas em grande parte evitáveis, especialmente se um EPI adequado for usado e proteções apropriadas da máquina estiverem posicionadas sobre riscos óbvios. Considerando os riscos associados à falha no uso de dispositivos de proteção entre os soldadores, deve-se criar uma maior conscientização entre os soldadores sobre a necessidade de adquirir EPI's e o uso regular desses para todas as atividades de soldagem. Os soldadores devem receber educação em saúde sobre os possíveis riscos à saúde dos diferentes aspectos de sua ocupação.

Este estudo teve a pretensão de colaborar para que novas pesquisas sejam realizadas com esse enfoque, a fim de ampliar os estudos acerca dos efeitos na saúde do soldador decorrentes da exposição laboral ao fluoreto no âmbito acadêmico e empresas interessadas, bem como para projetos práticos e treinamentos. Por fim, recomenda-se a realização de trabalhos futuros de outros acadêmicos em relação ao tema abordado, pois esse assunto não se esgota com a finalização desse estudo.

## REFERÊNCIAS

ANSCHAU, Léo 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**. 2010. 52 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, 2010.

BAGATIN, E.; COSTA, E. A. Doença das vias aéreas superiores. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 32, Supl 1, p. 17-26, 2006.

BALTHAZAR, Marco Antonio Pinto et al. Riscos ocupacionais, condições de trabalho e a saúde dos soldadores. **Rev. enferm. UFPE on line**, v. 12, n. 4, p. 997-1008, abr. 2018.

BATALHA, Gilmar F. **Processos de fabricação: junção, soldagem e brasagem**. Apostila de Introdução à Manufatura Mecânica. 2003. 52 f. Escola Politécnica de São Paulo, Universidade de São Paulo, 2003.

BARROS, João Pedro Alves de; MORAIS, Márcia Vilma Gonçalves. Identificação dos riscos químicos no processo de soldagem e suas medidas de proteção. **Nucleus**, v. 14, n. 2, p. 63-76, out. 2017.

BONOW, Clarice Alves et al. Health disorders related to learning the welding trade: assessment of approaches to risk communication. **Rev Lat Am Enfermagem**, v. 22, n. 1, p. 43-50, jan./fev. 2014.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, maio/ago. 2011.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de Fluoretação da Água para Consumo Humano**. Brasília: Funasa, 2012. 72 p.

BUDHANTHOKI, Shyam Sundar et al. Awareness of occupational hazards and use of safety measures among welders: a cross-sectional study from Eastern Nepal. **BMJ Open**, v. 4, n. 6, p. e004646, Jun. 2014.

BUENDIA, Osvaldo Carro. **Fluoretação de águas: manual de orientação prática**. São Paulo: American Med, 1996.

BUZALAF, Marília Afonso Rabelo. **Fatores de risco para fluorose dentária e biomarcadores de exposição ao flúor**. 2002. 177 p. Dissertação (Grau de Professor Livre Docente), Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, 2002.

CARDOSO, Fabiano Costa. **Equipamentos de proteção individual (EPI): segurança na soldagem**. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/14705433-Equipamentos-de-protacao-individual-epi.html>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

CARVALHO, Raquel Baroni et al. Influência de diferentes concentrações de flúor na água em indicadores epidemiológicos de saúde/doença bucal. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3509-18, 2011.

CEZAR-VAZ, Marta Regina et al. Identificação de queimaduras térmicas como injúria relacionada ao trabalho de soldadores. **Acta paul. enferm.**, v. 28, n. 1, p. 74-80, jan./fev. 2015.

CONNETT, Michael. **Respiratory risks from occupational fluoride exposure**. Fluoride Action Network, 2008. Disponível em: <<https://fluoridealert.org/studies/respiratory/>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

DELLA ROSA, Henrique V.; SIQUEIRA, Maria Elisa Pereira Bastos; COLACIOPPO, Sérgio. Monitoramento ambiental e biológico. In: OGA, Seizi; CAMARGO, Márcia Maria de Almeida; BATISTUZZO, José Antonio de Oliveira (Orgs.). **Fundamentos de toxicologia**. 3. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2008. p. 251-64.

DOMINGOS, P.; RICCI-DONATO, H.; RUSSIL, A. Riscos do uso do flúor sistêmico: revisão de literatura. **Journal of Research in Dentistry**, v. 6, n. 4, p. 86-90, 2018.  
EKSTRAND, J. Fluoride metabolism. In: FEJERSKOV, O.; EKSTRAND, J.; BURT, B. (Orgs.). **Fluoride in Dentistry**. 2. ed. Copenhagen: Munksgaard, 1996. p. 55-68.

GANONG, L. H. Integrative reviews of nursing research. **Research in Nursing & Health**, Hoboken, v. 10, n. 1, p. 1-11, Mar. 1987.

GOLDMAN, C. F. **Análise de acidente de trabalho ocorridos na atividade da indústria metalúrgica e metalmeccânica no estado do Rio Grande do Sul em 1996 e 1997: breve interligação sobre o trabalho do soldador**. 2000. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2000.

IYIADE, Ajayi A.; OLUSOLA, Omotoye J. Pattern of eye diseases among welders in a Nigeria community. **Afr Health Sci**, v. 12, n. 2, p. 210-6, jun. 2012.

IYIADE, Ajayi A. et al. Awareness and utilization of protective eye device among welders in a southwestern Nigeria community. **Ann Afr Med**, v. 10, n. 4, p. 294-9, 2011.

MAPP, Cristina E. et al. Occupational asthma. **All AJRCCM**, v. 172, n. 3, Aug. 2005.

MANUTENÇÃO E SUPRIMENTOS. **Equipamento individual de segurança para soldagem**. 14 maio 2018. Disponível em: <<https://www.manutencaoesusprimentos.com.br/equipamento-individual-de-seguranca-para-soldagem/>>. Acesso em: 05 fev. 2020.

MARQUES, Paulo Villani; MODENESI, Paulo José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem: fundamentos e tecnologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MICHEL, Oswaldo da Rocha. **Toxicologia ocupacional**. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Revinter, 2000.

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

NAKASHIMA, Hitoshi et al. Blue-Light Hazard From Gas Metal Arc Welding of Aluminum Alloys. **Ann Work Expo Health**, v. 61, n. 8, p. 965-74, Oct. 2017.

NARVAI, Paulo Capel. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 5, n. 2, p. 381-92, 2000.

NEDERMAN. **Riscos e soluções para os fumos de solda**. 04 jan. 2017. Disponível em: <<https://fdocumentos.tips/document/riscos-e-solucoes-para-os-fumos-de-solda-nederman.html>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

OGA, Seizi; CAMARGO, Márcia Maria de Almeida; BATISTUZZO, José Antonio de Oliveira. **Fundamentos de toxicologia**. 3. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

PAWLAS, Natalia et al. Oxidative damage of DNA in subjects occupationally exposed to lead. **Adv Clin Exp Med**, v. 26, n. 6, p. 939-45, Sep. 2017.

PEDROTTI, Irineu Antonio. **Doenças profissionais ou do trabalho**. 2. ed. São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito, 1998.



PEDROZO, Maria de Fátima; KUNO, Rúbia. Contaminantes da água e do solo. In: OGA, Seizi; CAMARGO, Márcia Maria de Almeida; BATISTUZZO, José Antonio de Oliveira (Orgs.). **Fundamentos de toxicologia**. 3. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2008. p. 195-216.

QUEIROZ, Suelen. **Tratado de toxicologia ocupacional: doenças ocupacionais do trabalho**. São Paulo: Biblioteca 24 Horas, 2010.

RAMIRES, Irene; BUZALAF, Marília Afonso Rabelo. **Flúor e fluoretação da água de abastecimento público**. Bauru: [s.n.], 2005.

SANTOS, Carlos Christiano Lima et al. Fluorose esquelética em idosos: uma revisão sistemática. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENVELHECIMENTO HUMANO, 5., 2017. **Anais...** Maceió: Universidade Federal da Paraíba, 2017. p. 1-6.

SILVA, Simone Antunes da. **Análise ergonômica do trabalho do soldador: contribuição para projeção ergonômica**. 2003. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2003.

SJÖGREN, B. Fluoride exposure and respiratory symptoms in welders. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, v. 10, p. 310-2, 2004.

SOUZA, R. et al.. Lesão por inalação de fumaça: artigo de revisão. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 30, n. 5, p. 557-65, 2004.

SZRAM, Joanna et al. Welding, longitudinal lung function decline and chronic respiratory symptoms: a systematic review of cohort studies. **Eur Respir J**, v. 42, n. 5, p. 1186-93, nov. 2013.

TAGHIAKBARI, Mahsa et al. A Cross-Sectional Assessment of Rhinitis Symptoms and Nasal Patency in Relation to Welding Exposure. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 198, n. 7, p. 958-61, 2018.

TAUBE, Fabian. Manganese in occupational arc welding fumes: aspects on physiochemical properties, with focus on solubility. **The Annals of Occupational Hygiene**, v. 57, n. 1, p. 6-25, January 2013.

WHITFORD, G. M. **The metabolism and toxicity of fluoride**. 2. ed. Basel: Karger, 1996.

YAPP, D.; BLACKMAN, S. A. Recent developments in high productivity pipeline welding. **J. of the Braz. Soc. of Mech. Sci. & Eng.**, v. 26, n. 1, p. 89-97, jan./mar. 2004.

ZEIDLER-ERDELY, Patti C. et al. Immunotoxicology of arc welding fume: Worker and experimental animal studies. **J Immunotoxicol.**, v. 9, n. 4, p. 411-25, Oct./Dec. 2012.