

Riscos em operações de solda

- Principais tipos de solda:
- Arco elétrico
- Maçarico
- Brasagem

Arco elétrico = fusão por corrente elétrica entre os metais

- Com grande consumo de eletrodo
 - MMA - Manual metal adition
 - MIG - Metal Inert Gas
 - MAG - Metal Active Gas (↑ consumo)
- Com pouco consumo de eletrodo
 - TIG - Tungstênio Inert Gas

Maçarico = chama

Oxiacetilênica (\uparrow temp. - acetileno + O_2 ou ar) :

- Solda (adição de metal com fusão)
- Oxicorte (corte de chapa por oxidação)

GLP (\downarrow temp. - butano/propano + O_2 ou ar) :

- Solda

Brasagem:

Fusão de metal ou ligas com baixo PF:

- “Solda” de componentes eletrônicos com liga de Pb-Sn

Fumos metálicos:

- 1 – Proveniente do metal que está sendo soldado:
- A composição dos fumos dependem do metal
- Se o metal é aço há grande quantidade de ferro e menor dos outros componentes da liga.
- Este dependem do tipo de aço: manganês, cromo, níquel, zinco (em altas concentrações em chapas galvanizadas)
- Maçaricos (oxiacetileno por exemplo) geram fumos basicamente da chapa que está sendo trabalhada.

2 – Proveniente do eletrodo:

- Mais comum em solda a arco elétrico
 - Maior quantidade de fumos se há consumo do eletrodo (MAG, MIG e comum)
 - Menor se não há consumo do eletrodo (TIG)
- Eletrodos tem composição variável:
- Os mais comuns tem o interior (alma) de ferro e revestidos de um fundente.
- Os usados em solda MAG e MIG são um arame contínuo com alma de ferro e fundente de cobre

Há ainda os tipos:

- Celulósicos: alto teor de material orgânico
 - Rutílico: alto teor de TiO_2
 - Ilmenítico: ferro, titânio e manganês
 - Básico: cal e fluorita
 - Cal-titânio
 - Pó de ferro: ferro e silicatos
- Em eletrodos podem ainda existir:
carbono, níquel, silício, molibdênio,
zircônio, alumínio, cálcio, sódio, potássio,
magnésio, cobre, cádmio, fluoretos

A maior ou menor exposição a fumos varia com:

- Voltagem e amperagem da corrente elétrica
- Composição das peças soldadas
- Composição dos eletrodos
- Consumo do eletrodos
- Prática do soldador (velocidade da soldagem)
- Ventilação do local
- Processo de soldagem
- Existência de óleos (ou outras substâncias) protetoras nas chapas

- Os tamanhos das partículas de fumos metálicos das soldas por arco elétrico variam entre 0,001 a 2 μm
- A retenção alveolar é maior nas partículas de 1 a 5 μm , em geral < que 10% do total.
- Em soldas MAG com CO_2 aumenta a % de maiores que 1 μm

Exemplo de avaliação ambiental

(Colacioppo. Avaliação da Exposição Profissional a Fumos Metálicos em Operações de Solda. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, N.49- Vol. 13 Jan/Fev/Mar de 1985 pp. 50-77 46 ref.)

- Amostra 200 soldadores de uma metalúrgica no ABC, separados em 4 subgrupos (A,B,C e D) e 1 controle (D) não exposto (prensistas)
- Condições:
- Solda MAG: eletrodo consumível e arco elétrico
- Voltagem:20 a 33 V - amperagem de 150 a 250 A.
- Eletrodos arame cobreado AWS A.5 18.69 E.70 e AWS A.5 18.79 ER.70S-6

Composição do eletrodo

- Carbono: 0,07-0,15%
- Manganês 1,40% a 1,85%
- Silício 0,80 –1,15%
- Fósforo 0,025% max.
- Enxofre 0,035% max

Resultados médios de análise ambiental em microgramas por m³ de fumos metálicos de soldadores e prensistas (controles)

	Metal	Cr	Mn	Cu	Fe	Cd	Pb	Zn	Ni
Grupo	TLV	50(*)	1000(***)	200(*)	5000(*)	10 (*)	100(**)	5000(*)	1000(*)
A		1,9	368,4	82,3	3028,6	0,7	9,0	60,3	3,9
B		0,3	150,5	31,9	1181,2	0,7	1,0	29,3	1,3
C		2,4	365,1	56,9	2644,6	0,6	11,7	31,0	6,5
D		0,9	324,9	79,9	2738,6	0,6	27,4	29,0	1,0
E (controle)		1,7	2,6	1,7	53,7	0,5	4,3	42,1	0,0

Fonte: Adaptado de COLACIOPPO. Avaliação da Exposição Profissional a Fumos Metálicos em Operações de Solda. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, N49- Vol. 13 Jan/Fev/Mar de 1985 pp. 50-77 ,
 (*)ACGIH (**)NR-15 (***) Portaria MTb N° 8, de 05/10/1992

Resultados de análise biológica de soldadores e prensistas

Grupo	Urina em $\mu\text{g/L}$						Sangue em $\mu\text{g/dl}$
	Cr	Mn	Cu	Fe	Cd	Zn	Pb
A	4,87	6,30	23,09	138,03	8,29	1229,94	21,03
B	4,94	8,29	22,24	140,90	7,38	867,71	22,94
C	5,84	6,91	19,79	139,47	7,97	1122,71	22,81
D	6,44	8,60	19,63	138,70	6,36	859,8	22,50
E	5,38	7,49	24,64	150,44	8,04	1148,73	20,78
Limite (*)	40	50	33	-	100	1200	60

Fonte: Adaptado de COLACIOPPO. Avaliação da Exposição Profissional a Fumos Metálicos em Operações de Solda. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, N.49-Vol. 13 Jan/Fev/Mar de 1985 pp. 50-77

(*) Considerado de várias fontes, como “Limites”, BEIs, IBMPs, da época do trabalho, mesmo que os limites não sejam de indicadores validados internacionalmente, e para alguns metais que não possuem limites ocupacionais existentes ou claramente definidos, foram usados valores de natureza não ocupacional

TLV de fumos de solda = $5000 \mu\text{m}/\text{m}^3$ dos fumos totais (vale para eletrodos mais comuns e não para os que altos teores de metais muito tóxicos como Cd e Cr por exemplo)

BORRAS e LOPES 1981, estimaram a probabilidade de exceder-se o TLV de fumos de solda por consumo semanal de eletrodos. Por exemplo, com

- 30 Kg/semana = 65%
- 50 Kg/semana = 85%
- 75 Kg/semana = 93%

EFEITOS e CONTROLE MÉDICO

Fumos de solda

- **1 – Fluoretos:** Se o eletrodo é o Básico (cal e fluorita) deve-se pensar em risco de Fluorose Ocupacional
- Fluorose = Doença grave e incapacitante que leva a uma calcificação dos ligamentos.
- Monitoramento = fluoreto urinário no periódico (pré e pós 4º dia de jornada a semana).
- Vigilância à saúde = raio X de bacia para verificar se há desaparecimento das trabéculas ósseas no admissional, no periódico e no demissional. O fluoreto em indivíduos afastados do trabalho também pode estar elevado ($> 4 \text{ mg/g/ creat.}$), mostrando elevado depósito de fluoreto no corpo.

2 - Cobre

- Risco só para quem tem a “Doença de Wilson”
- Não se faz monitoramento e nem vigilância à saúde.

3 - Cromo

- Se houver alto teor de cromo no material (aço inox por exemplo chega a 20 a 25%) há alto risco de haver exposição excessiva ao Cromo hexavalente (cancerígeno Grupo 1 da IARC).
- Não há ulcera de septo nasal, pois não se trata de ácido crômico (galvanoplastia).
- Monitoramento biológico = Pode-se fazer monitoramento através de Cromo urinário no periódico
- Vigilância à Saúde = Raio X de tórax ?????

OBS. “Pelos riscos que envolvem os soldadores, o controle ambiental dos locais de solda é de suma importância. Para algumas exposições (de agentes carcinogênicos, por exemplo) não deveria ser permitido exceder os limites de tolerância mesmo quando este limite seja zero. Não é política correta, nem éticamente compreensível, manter os trabalhadores em ambientes com concentrações perigosas de agentes cancerígenos e ficar passivamente procurando sinais precoces da doença.” Prof. Jorge da Rocha Gomes - 1985 (GOMES, Jorge da Rocha. Saúde do Trabalhador em operações de soldagem . Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, N 49 - Vol. 13 Jan/Fev/Mar de 1985 pp. 7-49 107 ref.)

4 - Alumínio = De pouco significado toxicológico. Poderia haver fibrose pulmonar em casos raros

- Não existe monitoramento biológico

5 - Ferro = siderose. Não há importância como tóxico sistêmico

6 - Magnésio = Febre dos fumos metálicos

- Não tem importância como tóxico sistêmico e não tem monitoramento biológico.

- 7 - Cádmio = Em materiais que tenham altos teores deste metal deve-se tomar cuidado extremo.
- Extremamente lesivo para pulmão (enfisema do cádmio) e para os rins com proteinúria e IRC. Também causa descoloração do colo dos dentes e anosmia.
 - Monitoramento = Cd urinário no admissional, periódico e demissional (Cd-U > 5 µg/g. cret.) = intoxicação
 - Vigilância à saúde = Cd-U, função pulmonar e urina I com microalbuminúria.
 - Cádmio é ainda carcinogênico (Pulmão-Próstata?)

- 8 - Níquel = O aço inox também tem elevados teores deste metal (até 15%).
- Provoca febre dos fumos metálicos e sensibilização cutânea (alergia)
 - É cancerígeno na refinação de níquel, pulmão e cav. nasal (grupo 1 da IARC), mas na solda ??
 - Não há monitoramento biológico previsto na NR-7
- 9 - Manganês = Provoca Manganismo, que é uma doença grave incapacitante e irreversível(Parkinson Mangânico)
- Não há monitoramento biológico previsto na NR-7. O Mn-U é um indicador ruim pois varia muito entre as pessoas. É aconselhado fazer monitoramento ambiental
 - Vigilância à saúde = procurar sinais precoces de Manganismo???

- 10 – Zinco = as chapas galvanizadas emitem grande quantidade de fumos de zinco, mesmo em solda a ponto. O zinco em forma de fumos de zinco irritantes e potentes causadores de febre dos fumos metálicos.
- Não há indicadores biológico no Brasil, e é um indicador de difícil execução.

11- Titânio = considerado praticamente atóxico. Há descrições não confirmadas claramente de alguns casos de fibrose pulmonar.

- 12 - Chumbo = É raro de ser encontrado em solda por arco elétrico. Pode ser usado com maçarico e seu risco é proporcional a temperatura de aquecimento. Na solda de placas de acumuladores elétricos com maçarico há grande emissão de fumos de Pb, enquanto que na mesma indústria a solda dos polos da bateria provoca pouca contaminação ambiental.
- Na brasagem (“solda eletrônica”) com liga de estanho/chumbo a liberação de fumos de Pb é muito pequena tendo em vista a baixa temperatura envolvida no processo
 - Em casos da exposição existir, deve-se realizar o monitoramento biológico através do Pb-S e ALA-U no admissional, periódico e demissional.

