

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

TIAGO MARCELO ARAUJO DOS SANTOS

**ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO NO PROCESSO DE SOLDA
OXIACETILÊNICA EM TUBOS DE COBRE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2016

TIAGO MARCELO ARAUJO DOS SANTOS

**ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO NO PROCESSO DE SOLDA
OXIACETILÊNICA EM TUBOS DE COBRE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada para obtenção do 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.

Orientador: Prof. Massayuki Mário Hara,
M.Eng.

CURITIBA

2016

TIAGO MARCELO ARAUJO DOS SANTOS

**ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO NO PROCESSO DE SOLDA
OXIACETILÊNICA EM TUBOS DE COBRE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara (orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2016

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

Dedico este trabalho a minha noiva Manoelen, aos meus irmãos Thalita e Guilherme e aos meus pais Sônia e Johnny que sempre me deram força, coragem e apoio para alcançar os meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar todas as dificuldades e alcançar os meus objetivos.

A minha família, pelo amor, incentivo e apoio durante toda a minha vida.

Aos meus colegas de curso, pela convivência diária e amizade durante o curso.

Ao meu professor orientador Prof. M.Eng. Massayuki Mario Hara por todo o apoio e orientação para a elaboração deste trabalho.

A todos os professores e colegas do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal como Engenheiro de Segurança do Trabalho.

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.”

Albert Einstein

RESUMO

SANTOS, Tiago Marcelo Araujo dos. **Análise preliminar de risco no processo de solda oxiacetilênica em tubos de cobre na construção civil**. 117 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015

Os sistemas de ar condicionado de expansão direta do tipo VRV (volume de refrigerante variável) têm sido amplamente instalados em prédios novos e em reformas de construções já existentes. Nestas instalações de ar condicionado são usadas longas tubulações de cobre e para a união destes tubos é utilizado o processo de solda oxiacetilênica. O profissional que realiza a solda das tubulações está exposto a riscos inerentes deste processo e aos riscos do meio da construção civil. O objetivo deste trabalho é analisar os riscos envolvidos nesta atividade e propor meios de controle dos mesmos. A metodologia utilizada foi a aplicação do método da APR (Análise Preliminar de Risco) para realizar este estudo. Como resultado deste trabalho, foi criada uma APR específica para uma obra pública, executada por uma construtora contratada por licitação, e a identificação dos riscos envolvidos nestas atividades. Estes riscos foram classificados em triviais, toleráveis, moderados, relevantes e intoleráveis. A partir desta classificação, foi determinado o nível de ação para a prevenção dos mesmos e também foram feitas recomendações para o controle destes riscos. Verificou-se que na obra existem diversos riscos classificados como relevantes e intoleráveis, que requerem uma ação imediata para reverter esse quadro. Com esse trabalho foi possível conhecer os riscos envolvidos no processo de solda de tubos de cobre e através da aplicação da APR foi possível determinar o nível de ação e os meios para o controle destes riscos.

Palavras-chave: Análise Preliminar de Risco. Solda oxiacetilênica. Riscos. Tubos de cobre. Construção Civil

ABSTRACT

SANTOS, Tiago Marcelo Araujo dos. **Preliminary analysis of risk in the oxy-acetylene welding process in copper pipes in construction.** 117 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015

The air conditioning direct expansion systems type VRF (variable refrigerant flow) has been widely installed in new buildings and existing buildings reforms. These air conditioning systems are used long copper pipes and the union of these tubes is used the process of oxy-acetylene welding. The professional who carries out the welding of the pipes are exposed to risks of this process and the risks of the middle of the construction. The objective of this study is to analyze the risks involved in this activity and propose means of control thereof. The methodology used was the implementation of the APR method (Preliminary Risk Analysis) for this study. As a result of this work, a specific APR was created for a public work, carried out by a contractor hired by bidding, and identification of the risks involved in these activities. These risks were classified as trivial, tolerable, moderate, significant and intolerable. Based on this classification, we determined the level of action for the prevention of them and were also made recommendations to control these risks. It was found that the work there are several risks classified as significant and intolerable, requiring immediate action to reverse this situation. With this work it was possible to know the risks involved in the welding process of copper pipes and by applying the APR was possible to determine the level of action and the means to control these risks.

Keywords: Preliminary Risk Analysis. Oxy-acetylene welding. Risk. Copper pipes. Construction.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Nível de severidade dos acidentes que podem ocorrer	40
Quadro 2 - Probabilidade de ocorrência de acidentes ou danos.....	40
Quadro 3 - Índice de risco e gerenciamento das ações a serem tomadas.....	41
Quadro 4 - Análise preliminar de riscos	42
Quadro 5 - APR da Solda realizada de pé, na posição plana	58
Quadro 6 - APR da Solda realizada de pé, na posição sobre a cabeça.....	61
Quadro 7 - APR da Solda realizada em condições especiais	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperaturas de combustão nas diferentes zonas de chama.....	16
Figura 2 - O sistema oxiacetilênico básico	18
Figura 3 - Exemplo de bancada para solda oxiacetilênica	33
Figura 4 - Conjunto oxiacetilênico armazenado de maneira inadequada.	44
Figura 5 - Cilindros de oxigênio e acetileno no interior do prédio.....	45
Figura 6 - Armazenagem dos cilindros de nitrogênio	46
Figura 7 - Estrutura improvisada para a solda na posição plana.....	47
Figura 8 - Conjunto oxiacetilênico usado pelo soldador "A"	48
Figura 9 - Cilindro de nitrogênio utilizado pelo soldador "A".....	48
Figura 10 - Soldador "A" exposto a radiação, fumos de solda e gases.....	49
Figura 11 - Soldador "A" realizando a solda sobre a cabeça	50
Figura 12 - Soldador "A" realizando os trabalhos sobre a escada	51
Figura 13 - Solda na conexão da tubulação com o equipamento.....	52
Figura 14 - Protetor facial fornecido ao soldador "B"	53
Figura 15 - Equipamento de solda utilizado pelo soldador "B"	54
Figura 16 - Cilindro de nitrogênio utilizado pelo soldador "B"	55
Figura 17 - Acendimento do maçarico realizado pelo soldador "B"	56
Figura 18 - Soldador "B" exposto a radiação, fumos de solda e gases	56
Figura 19 - Maçarico utilizado pelo soldador "B" sem suporte apropriado	57
Figura 20 - Posto de trabalho do soldador "B".....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente	20
Tabela 2 - Limites de Tolerância para os produtos presentes nos fumos metálicos .	26

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standards Institute
APR	Análise Preliminar de Risco
CA	Certificado de Aprovação
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FISPQ	Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos
IBUTG	Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
PCMAT	Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
PCMSO	Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional
PFF	Peça Facial Filtrante
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
VRV	Volume de Refrigerante Variável

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral.....	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
1.2	JUSTIFICATIVA.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	PROCESSO DE SOLDA OXIACETILÊNICA.....	16
2.2	RISCOS.....	19
2.2.1	Riscos Físicos	19
2.2.2	Riscos Químicos.....	22
2.2.3	Riscos de Queimaduras, Incêndio e Explosões	27
2.2.4	Riscos de Lesão por Postura Inadequada	35
2.2.5	Riscos Devido ao Meio da Construção Civil	37
2.3	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL.....	37
2.4	ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)	39
3	METODOLOGIA	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1	CONDIÇÕES DAS OPERAÇÕES DE SOLDAGEM.....	44
4.2	APR DAS TAREFAS DE SOLDAGEM	58
4.3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	66
5	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS.....	69

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de ar condicionado de expansão direta do tipo VRV (volume de refrigerante variável) têm sido amplamente instalados em prédios novos e em reformas de construções já existentes. Estas instalações de ar condicionado utilizam longas tubulações de cobre para o transporte do gás refrigerante. Para a união destes tubos é utilizado o processo de solda oxiacetilênica, também conhecido como brasagem. O profissional que realiza a solda das tubulações está exposto a riscos inerentes deste processo e aos riscos do meio da construção civil. A identificação correta de todos os riscos que esse trabalhador está exposto nos permite criar procedimentos de segurança para a prevenção de acidentes de trabalho.

O artigo nº 19, da Lei 8.213/91, traz a definição legal de acidente trabalho como sendo:

Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. (BRASIL, 2015a).

Também é considerado acidente de trabalho as entidades mórbidas dispostas no artigo nº 20, da Lei 8.213/91:

I - doença profissional, assim entendida a produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da respectiva relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social;

II - doença do trabalho, assim entendida a adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, constante da relação mencionada no inciso I. (BRASIL, 2015a).

Após analisar a Lei 8.213/91, pode-se afirmar que os acidentes de trabalho não são apenas os acidentes típicos, mas também as doenças ocupacionais decorrentes das atividades desempenhadas pelo profissional. Por esta razão é necessário um estudo para assegurar a saúde do trabalhador no exercício de sua função.

No presente estudo será realizada uma análise preliminar de risco (APR) no processo de solda oxiacetilênica em tubos de cobre, no ambiente da construção

civil. Para esse estudo, será analisada uma obra pública executada por uma empresa de construção civil. Estas obras são frutos de licitações de menor preço e a empresa em questão utiliza mão de obra terceirizada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Esta monografia tem como objetivo geral analisar os riscos envolvidos no processo de solda oxiacetilênica em tubos de cobre, na construção civil.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Identificar quais são as atividades envolvidas no processo de solda oxiacetilênica de tubos de cobre;
- b) Verificar quais os riscos envolvidos neste processo;
- c) Classificar os riscos e determinar o nível de ação;
- d) Sugerir meios para o controle dos riscos.

1.2 JUSTIFICATIVA

A construção civil, para KÖNIG (2015), “é o quinto setor econômico em número de acidentes e o segundo que mais mata trabalhadores no Brasil. A participação do setor no total de acidentes fatais no país passou de 10%, em 2006, para os atuais 16% e hoje responde por 450 mortes todos os anos”.

Devido aos altos índices de acidentes da construção civil e a baixa qualificação da mão de obra, é necessário o desenvolvimento de pesquisas para se reduzir os riscos de cada atividade. Ao analisar a solda oxiacetilênica neste ramo, nota-se que processo traz um grande risco aos trabalhadores, devido ao trabalho com gases combustíveis, asfixiantes e tóxicos.

Através desta pesquisa pretende-se estudar o processo de solda oxiacetilênica em tubos de cobre, dentro da construção civil, e apresentar

informações para que os profissionais especializados em Segurança do Trabalho possam conhecer os riscos de acidentes envolvidos nessas operações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROCESSO DE SOLDA OXIACETILÊNICA

Para a união de tubos de cobre é utilizado um material de adição, geralmente uma liga de cobre (Cu) e fósforo (P) ou uma liga de cobre (Cu), fósforo (P) e prata (Ag). Para a fusão desse material é utilizada a chama oxiacetilênica que é formada a partir da ignição de uma mistura de dois gases (acetileno e oxigênio) através de um maçarico. “A temperatura máxima de uma chama oxiacetilênica é de aproximadamente 3100° C, nas proximidades do dardo” (EMBRACO, 2009), como mostra a figura 1.

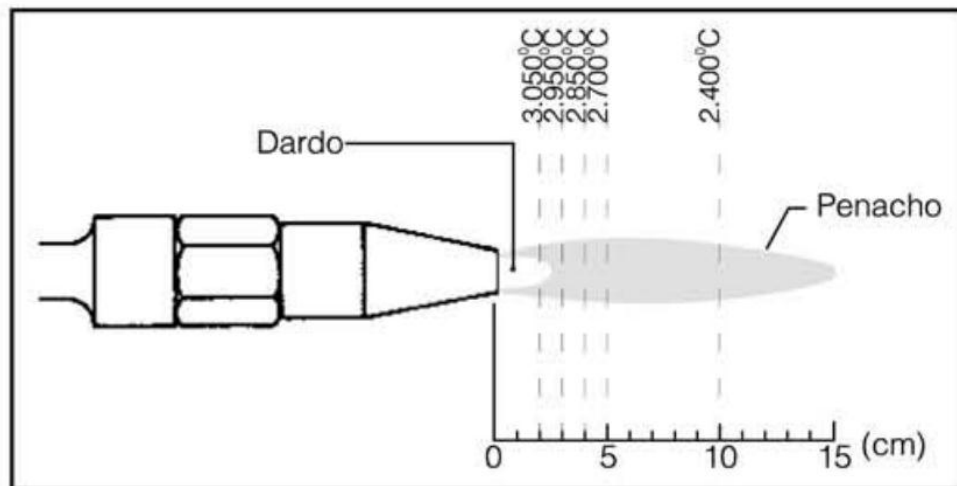


Figura 1 - Temperaturas de combustão nas diferentes zonas de chama

Fonte: EMBRACO, 2009

A chama utilizada para a solda de tubos de cobre é classificada como chama neutra, pois são utilizadas quantidades iguais de acetileno e oxigênio para formar a mistura de gases. A reação química para obtenção da chama oxiacetilênica ocorre em duas etapas:

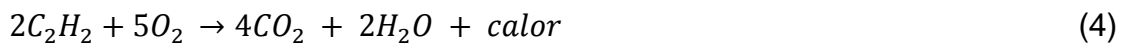
- 1) O oxigênio combina-se com o acetileno formando os gases inflamáveis: hidrogênio e monóxido de carbono, conforme mostra a equação 1.



- 2) Ocorre a queima do gás hidrogênio e do monóxido de carbono, conforme mostram as equações 2 e 3.



Portanto, tem-se a produção de dióxido de carbono, água e vapor, conforme mostra a equação 4.



Para a solda de tubos de cobre é necessário proteger a superfície interna do tubo com gás nitrogênio. Este gás cria uma atmosfera inerte e com isso evita-se a formação de óxidos de cobre no interior do tubo.

Os equipamentos e materiais básicos utilizados para o processo de solda oxiacetilênica em tubos de cobre são mostrados na figura 2. Este sistema é composto por:

- Cilindro de acetileno (cor bordô);
- Cilindro de oxigênio (cor preta);
- Cilindro de nitrogênio;
- Mangueira de oxigênio (cor verde);
- Mangueira de acetileno (cor vermelha);
- Mangueira de nitrogênio (cor preta);
- Reguladores de pressão;
- Válvulas anti-retrocesso de chama - instaladas na saída dos cilindros de oxigênio e acetileno;
- Válvulas anti-retrocesso de chama - instaladas na entrada do maçarico;
- Maçarico;
- Acendedor de chama;
- Varetas de solda.

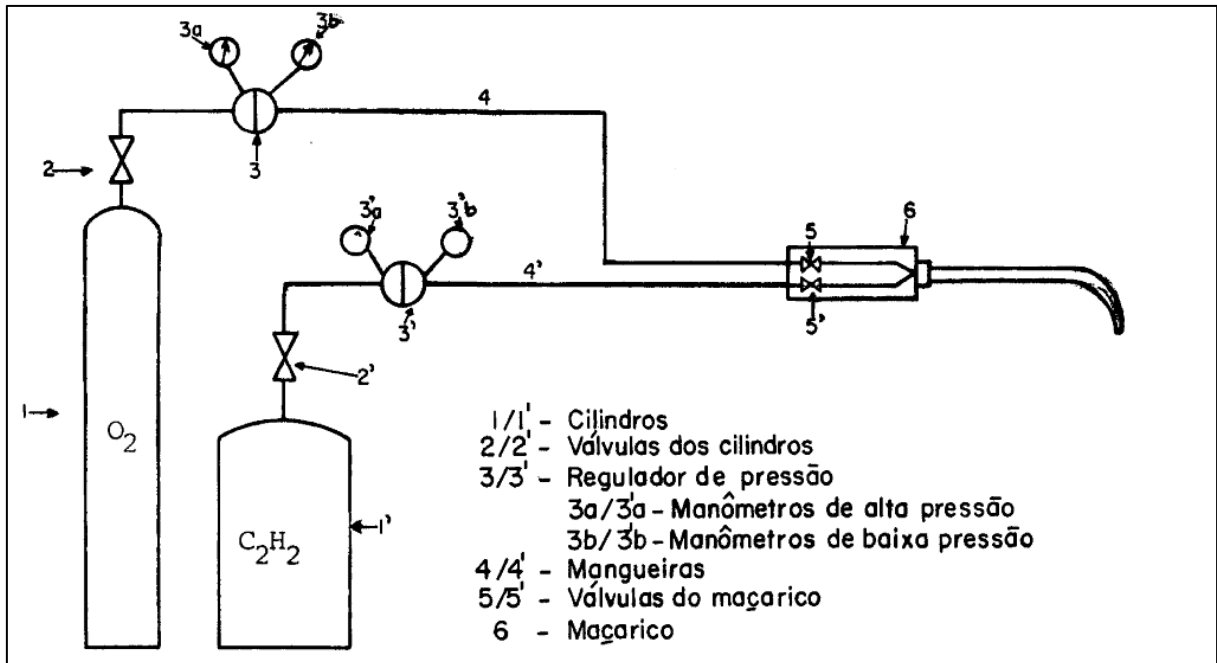


Figura 2 - O sistema oxiacetilênico básico

Fonte: MAGRINI, 1999

Antes do processo de soldagem deve-se garantir que os tubos de cobre estão limpos e isentos de qualquer tipo de óleo ou graxa. Também deve ser verificado se o equipamento de solda oxiacetilênica está em boas condições de uso (LG Eletronics do Brasil LTDA, 2013, p.18).

Durante o processo de brasagem, o soldador conecta a mangueira de nitrogênio em uma das extremidades do tubo que se deseja fazer a união. Então o interior do tubo é pressurizado com gás nitrogênio a uma pressão de 0,02 MPa. Após 60 segundos ocorre a retirada de todo o oxigênio no interior do tubo. Logo após esse processo, a união é aquecida com o maçarico e é fundido o material de adição nesta área. Com o auxílio do maçarico, o metal de adição, no estado líquido, é distribuído sobre a junção (LG Eletronics do Brasil LTDA, 2013, p.18).

Após o processo ser concluído, a passagem de nitrogênio é interrompida após 60 segundos. Este é o tempo necessário para o resfriamento da união realizada no tubo de cobre (LG Eletronics do Brasil LTDA, 2013, p.18).

2.2 RISCOS

2.2.1 Riscos Físicos

O item 9.1.5.1 da norma regulamentadora 09 (NR 9) define os agentes físicos que são responsáveis pelos riscos físicos no ambiente de trabalho:

9.1.5.1 Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som. (BRASIL, 2015d).

Os principais agentes físicos presentes no processo de solda oxiacetilênica são: ruído, temperaturas extremas e as radiações não ionizantes.

a) Ruído:

Segundo Lida (2005, p. 504), “fisicamente, o ruído é uma mistura complexa de diversas vibrações, medido em uma escala logarítmica, cuja unidade é decibel (dB)”. Além de causar a perda auditiva, “os ruídos intensos tendem a prejudicar tarefas que exigem muita atenção, concentração mental, ou velocidade e precisão dos movimentos” (IIDA, 2005, p. 508).

Maia (2001, p.22) afirma que devido ao uso intensivo de máquinas mais velozes, o ambiente da construção civil tem-se tornado mais ruidoso, e gerado cada vez mais perdas auditivas e danos a saúde dos trabalhadores.

Os ruídos podem ser classificados em: ruído contínuo (ou intermitente) e ruídos de impacto. De acordo com o item 1 do anexo nº2 da norma regulamentadora 15 (NR 15), “entende-se por ruído de impacto aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo” (BRASIL, 2015e).

Conforme o item 1 do anexo nº 1 da NR 15, “entende-se por Ruído Contínuo ou Intermitente, para os fins de aplicação de Limites de Tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto” (BRASIL, 2015e).

O item 15.1.5 da NR 15 define Limite de Tolerância como sendo:

Entende-se por Limite de Tolerância para os fins desta Norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a

natureza e o tempo de exposição ao agente que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral. (BRASIL, 2015e).

Para o ruído de impacto, o limite de tolerância é de 130 dB (linear). Já para o ruído contínuo ou intermitente, o limite de tolerância varia de acordo com o tempo de exposição do trabalhador, conforme mostra na tabela 1.

Tabela 1 - Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: BRASIL, 2015e

b) Temperaturas extremas:

O soldador no ambiente da construção civil está exposto a temperaturas extremas devido ao calor gerado pelo processo de solda oxiacetilênica e ao calor decorrente da insolação (principalmente em trabalhos realizados a céu aberto).

Para a fusão do material de adição, a solda oxiacetilênica precisa trabalhar com altas temperaturas. O excesso de calor gerado neste processo causa grande risco à saúde dos trabalhadores e também o desconforto térmico. “As temperaturas elevadas, acima de 32° C, prejudicam a percepção de sinais. Além disso, as pessoas passam a tomar decisões mais arriscadas e isso pode reduzir a qualidade do trabalho e aumentar o risco de acidentes” (IIDA, 2005, p. 503).

“O nível de sobrecarga térmica não é tão elevado que possa ocasionar a intermação, grave transtorno do mecanismo de regulação do equilíbrio térmico. No entanto, pode levar a câibras e à fadiga de origem térmica” (GOMES, 1985, p.10).

O anexo nº 3 da NR 15 (BRASIL, 2015e) estabelece os limites de tolerância para a exposição ao calor. Para avaliar a exposição do calor é utilizado o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) e a taxa metabólica de cada tipo de atividade.

c) Radiações não ionizantes:

A chama oxiacetilênica produz uma grande concentração de calor que pode causar danos aos olhos do operador, devido as radiações infravermelhas que são liberadas. As radiações ultravioletas podem estar presentes em pequenas quantidades nestas radiações liberadas, na “proporção de 0,47% a 3.273 K” (MAGRINI, 1999, p.61). “Porém os riscos ao soldador são remotos, uma vez que tal radiação seria “filtrada” pelo próprio ar ou pelo equipamento utilizado para a proteção contra os raios infravermelhos” (MAGRINI, 1999, p.61).

Para o anexo nº 7 da NR 15, “são radiações não ionizantes as microondas, ultravioletas e laser” (BRASIL, 2015e). Conforme explica o artigo nº 2 deste anexo, “as operações ou atividades que exponham os trabalhadores às radiações não ionizantes, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres, em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho” (BRASIL, 2015e)

2.2.2 Riscos Químicos

O item 9.1.5.2 da NR 09 define quais são os agentes químicos responsáveis pelos riscos químicos no ambiente de trabalho.

9.1.5.2 Consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão. (BRASIL, 2015d).

Conforme o item acima, dentro do processo de solda oxiacetilênica de tubos de cobre, pode-se destacar os seguintes agentes químicos que estão presentes neste posto de trabalho da construção civil:

a) Acetileno:

O acetileno, por ser um composto químico instável, é dissolvido na acetona e armazenado em cilindros de aço na cor bordô. Estes cilindros devem permanecer na vertical (com as válvulas para cima) na armazenagem, transporte ou utilização. A capacidade máxima de armazenamento do acetileno em cilindros é de 9 kg. “Uma vez que o acetileno encontra-se dissolvido na acetona, torna-se impossível determinar a quantidade de gás existente no cilindro por meio de manômetros, como se faz nos cilindros de oxigênios.” (MAGRINI,1999,p. 32). A quantidade de acetileno é obtida através da pesagem do cilindro. Segundo Magrini (1999, p. 32) o volume pode ser determinado segundo a equação:

$$V = M \times 0,9 \tag{5}$$

Onde:

V = volume de acetileno em m³/h

M = peso do cilindro de acetileno em kgf

Conforme explicado por Magrini (1999, p.27), o acetileno é considerado inflamável, asfixiante e anestésico. Outro risco é que “nas pequenas concentrações deste gás, em mistura com o ar, começam a existir riscos de explosão que persistem

até que a concentração atinja valores elevados.” (MAGRINI, 1999, p. 27). Além destes riscos, Magrini (1999, p. 35) cita que quando o acetileno entra em contato com o cobre, mercúrio ou prata são formados acetilenos explosivos devido a reação química destes produtos.

O anexo nº 11 da NR 15 (BRASIL, 2015e) traz o quadro nº1 com os limites de tolerância dos agentes químicos que são absorvidos por via respiratória. Este quadro classifica o acetileno como um “asfixiante simples”. De acordo com o item 3 deste anexo:

3. Todos os valores fixados no Quadro nº 1 como "Asfixiantes Simples" determinam que nos ambientes de trabalho, em presença destas substâncias, a concentração mínima de oxigênio deverá ser 18 (dezoito) por cento em volume. As situações nas quais a concentração de oxigênio estiver abaixo deste valor serão consideradas de risco grave e iminente.

De acordo com a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) do acetileno, disponibilizada pela White Martins (2015a), os principais riscos a saúde humana são:

- Inalação: Asfixiante. Os efeitos são devidos a falta de Oxigênio. Concentrações moderadas podem causar dor de cabeça, sonolência, vertigem, náusea, vômito, excitação, excesso de salivação e inconsciência. O vapor liberado pelo líquido pode também causar a falta de coordenação e dores abdominais. Este efeito pode ser retardado. A falta de Oxigênio pode levar a morte.
- Contato com a pele: O vapor não apresenta nenhum efeito nocivo. O líquido (Acetona) pode causar congelamento. Em caso de contato do Acetileno dissolvido com DMF, o produto poderá ser absorvido rapidamente pela pele podendo ocasionar dermatites.
- Contato com os olhos: O vapor contendo Acetona pode causar irritação nos olhos. O líquido pode causar irritação e congelamento. (WHITE MARTINS, 2015a)

b) Oxigênio:

O oxigênio é um gás comburente e é armazenado em alta pressão em cilindros de aço médio manganês (AISI 1541) ou aço molibdênio (AISI 4130). Segundo a NBR 12176 (2004), estes cilindros devem ser pintados na cor preta. “Como os demais componentes do sistema oxiacetilênico, o cilindro de oxigênio deve ser preservado contra qualquer contaminação com óleo, graxa, gordura e outros produtos combustíveis” (MAGRINI, 1999, p.47). A reação do oxigênio com estes hidrocarbonetos produzem uma combustão espontânea, sem a necessidade da presença de uma chama. “É frequente a ocorrência de acidentes dessa natureza,

em virtude da contaminação de equipamentos de oxigênio com óleo ou graxa, que levam à explosão de válvulas, reguladores de pressão, manômetros, etc.” (MAGRINI, 1999, p.44).

Segundo Magrini (1999, p. 44), a alta pressão que o oxigênio é armazenado nos cilindros é outro fator de risco a ser considerado, pois se for liberada de uma só vez a energia armazenada, teremos um grave acidente. Também temos que considerar que o oxigênio no estado líquido se encontra a temperaturas inferiores a -150° C. “Nessas condições, o oxigênio pode causar graves queimaduras quando entra em contato com partes do corpo, uma vez que destrói a estrutura celular pelo congelamento da água e dos demais líquidos constituintes do organismo.” (MAGRINI, 1999, p.44).

De acordo com a FISPQ do oxigênio, disponibilizada pela White Martins (2015b), os principais riscos na inalação do oxigênio puro são:

Respirar 80% ou mais de oxigênio na pressão atmosférica por algumas horas pode causar entupimento nasal, tosse, garganta inflamada, dor no peito e respiração difícil. Respirar oxigênio em alta pressão aumenta a probabilidade de efeitos adversos durante um curto período de tempo. Respirar oxigênio puro sob pressão pode provocar danos aos pulmões e ao sistema nervoso central, resultando em: vertigem falta de coordenação, sensação de dormência, distúrbios visuais e auditivos, tremor muscular, inconsciência e convulsões. Respirar oxigênio sob pressão pode causar prolongamento de adaptação à escuridão e visão periférica reduzida. (WHITE MARTINS, 2015b)

c) Nitrogênio:

O nitrogênio é um gás inerte, incolor, inodoro e não inflamável. Segundo a NBR 12176 (2004), os cilindros que armazenam o gás nitrogênio devem ser pintados na cor cinza claro. “Nenhuma parte do cilindro deve estar sujeita a temperaturas maiores que 52° C devido a possibilidade de rompimento do cilindro” (WHITE MARTINS, 2015c).

De acordo com a FISPQ do nitrogênio, disponibilizada pela White Martins (2015c), o gás nitrogênio é um asfixiante simples. A exposição em concentrações moderadas deste gás “pode causar dor de cabeça, sonolência, vertigem, excitação, excesso de salivagem, vômitos e inconsciência” (WHITE MARTINS, 2015c).

O gás nitrogênio não está listado no quadro 1 no anexo nº 11 da NR 15 (BRASIL, 2015e). Porém, por se tratar de um asfixiante simples, os ambientes de trabalho que possuem gases asfixiantes, devem manter uma concentração mínima

de oxigênio de 18 por cento em volume, conforme recomendação da NR 15 (BRASIL, 2015e).

d) Fumos metálicos:

No processo de soldagem despendem-se vapores e gases das peças que estão em fusão, ou seja, tanto da vareta de solda quanto do tubo de cobre. “Estes vapores e gases, em contato com o oxigênio do ar, após resfriamento e condensação, oxidam-se rapidamente, formando os fumos da solda, constituídos por partículas de 0,005 a 2 μm ” (GOMES, 1985, p. 11).

De acordo com Gomes (1985) são raras as intoxicações por cobre, pois o ser humano possui mecanismos para eliminar o cobre em excesso no corpo. A intoxicação por cobre é um problema grave para pessoas que possuem a Doença de Wilson, onde “a absorção diária não deve ultrapassar 2 a 5 mg” (GOMES, 1985, p.11).

Os fumos metálicos formados da fusão da vareta de solda contêm cobre, fósforo e prata. A FISPQ deste material destaca os principais riscos destes fumos para a saúde humana:

No caso de formação de fumos metálicos ou poeiras oriundas do processo de fundição, solda ou corte, pode causar os seguintes efeitos: irritação aos olhos com vermelhidão e lacrimejamento e à pele com vermelhidão, dor e ressecamento. Pode provocar reações alérgicas na pele com prurido e dermatite. Quando inalado pode causar edema pulmonar, febre do metal e pneumoconiose. Pode causar distúrbios no trato gastrointestinal com náuseas, vômitos, dor abdominal e diarreia. Pode causar febre, calafrios, dores musculares e fraqueza. Pode provocar danos aos rins e pulmões por exposição repetida e prolongada. (HARRIS BRASTAK, 2013)

Além dos soldadores realizarem exames médicos regulares, “recomenda-se que a concentração dos contaminantes atmosféricos seja avaliada e comparada com os limites de tolerância estabelecidos para cada substância” (MAGRINI, 1999, p. 66).

O anexo nº 11 da NR-15 (BRASIL, 2015e) traz os limites de tolerância dos agentes químicos que são absorvidos pela via respiratória, porém na ausência de informações, as normas regulamentadoras permitem a utilização de normas internacionais. Neste caso o mais indicado é utilizar os limites de tolerância indicados na ACGIH (2011). Os limites de tolerância para os componentes que estão presentes no fumo gerado pela vareta de solda são mostrados na tabela 2:

Tabela 2 - Limites de Tolerância para os produtos presentes nos fumos metálicos

Nome químico ou comum	TVL-TWA
Cobre, fumos	0,20 mg/m ³
Prata, compostos solúveis	0,01 mg/m ³
Prata, metal poeira e fumos	1,00 mg/m ³
Fósforo	0,10 mg/m ³
Fumos de solda	5,00 mg/m ³

Fonte: ACGIH, 2011

e) Poeira:

A poeira é o principal agente químico que pode ser percebido no meio da construção civil. Este agente se espalha facilmente e pode carregar outros agentes, principalmente a sílica, presente em materiais como areia, cimento, resíduos de mármore, entre outros.

A presença e a composição da poeira variam de acordo com as atividades que são realizadas, porém a exposição do trabalhador ao ambiente contaminado por este agente pode ocasionar silicose (devido a exposição a sílica), asbestose (causada pelo contato com o amianto), doenças respiratórias (como renite, asma e alergia), entre outras.

Conforme será abordado a seguir, devido aos riscos de incêndio e explosões, as soldas oxiacetilênicas somente devem ser executadas em ambientes livres de poeira. Porém durante a preparação do local e o deslocamento do trabalhador na obra, o risco de contaminação por este agente pode existir.

As medidas de controle de poeira na construção civil dependem das atividades realizadas. Na maioria das vezes estas medidas não são suficientes para a proteção dos trabalhadores. Em casos como este necessário fornecer ao trabalhador o equipamento de proteção individual (EPI) para a proteção contra a poeira.

2.2.3 Riscos de Queimaduras, Incêndio e Explosões

Os acidentes por queimaduras são muito frequentes nos soldadores, seja por contato direto com a poça de fusão, com o material aquecido ou com a extremidade do maçarico. Também podem ocorrer queimaduras na retina dos olhos devido as radiações infravermelhas que são emitidas. "As lesões são semelhantes à degeneração macular senil ou as causadas pela intensa radiação solar nas pessoas que observam um eclipse solar sem proteção" (GOMES, 1985, p.10). Após a soldagem, a extremidade do maçarico e as peças soldadas continuam aquecidas por um longo tempo, podendo ocasionar queimaduras quando manuseadas.

Queimaduras, incêndios e explosões são riscos inerentes ao processo de solda oxiacetilênica. Por isso é essencial que estes serviços sejam realizados por profissionais qualificados, conforme exigência do item 18.11.1 da NR 18 (BRASIL 2015d), bem como a utilização de dispositivos e procedimentos para a redução destes riscos, tais como:

- 1) Preparação do equipamento para a soldagem:
 - a) Movimentação dos cilindros: os cilindros nunca devem ser arrastados ou rolados sobre os seus corpos, pois poderão sofrer impactos que podem danificar as válvulas ou os dispositivos de segurança. Para a maior segurança, os cilindros de oxigênio e acetileno devem ser transportados e corretamente fixados em carrinhos destinados para este fim;
 - b) Remoção e armazenagem dos capacetes dos cilindros: os capacetes dos cilindros devem ser retirados com cuidado e armazenados em um local seguro, onde não haja risco de amassamentos. Se o capacete do cilindro for danificado, sua rosca não irá se adaptar ao colarinho do cilindro. Uma atenção especial deve ser dada ao capacete do cilindro de oxigênio, pois se o mesmo "for contaminado com óleo ou graxa, poderá provocar incêndios em caso de contato com oxigênio puro" (MAGRINI, 1999, p. 56);
 - c) Abertura da válvula dos cilindros: a finalidade deste procedimento na preparação do equipamento é para expulsar do bocal da válvula os detritos

que possam estar alojados. Nesta etapa há o risco de impactos de partículas, incêndios e explosões. Por isso, o operador não deve permitir a presença de pessoas e nem permanecer na frente da válvula durante esta etapa. No caso do cilindro de oxigênio, deve-se tomar cuidado para não deixar materiais combustíveis na frente da válvula. Já para o acetileno, não se deve permitir chamas e fagulhas na frente da válvula. Este procedimento não deve ser realizado em ambientes fechados e com pouca ventilação;

- d) Correta instalação dos reguladores de pressão: se os reguladores de pressão forem mal colocados, poderão ocorrer vazamentos pelas conexões. Para instalar os reguladores deve ser utilizada uma chave que se ajuste perfeitamente ao sextavado da conexão. As conexões na linha de oxigênio possuem rosca direita, enquanto as do acetileno possuem rosca esquerda;
- e) Inspeção das mangueiras: antes de instalar as mangueiras, realizar uma inspeção visual para verificar a qualidade das mangueiras. Mangueiras muito velhas e que foram expostas a intempéries tendem a apresentar ressecamento e fissuras na superfície. Mangueiras com estas características nunca devem ser usadas.
- f) Instalação das mangueiras: as mangueiras devem ser instaladas corretamente. Uma inversão das mangueiras irá causar um grave acidente, “uma vez que o acetileno impregna internamente os dutos com hidrocarbonetos, os quais se inflamam quando entram em contato com o oxigênio” (MAGRINI, 1999, p. 58). Por esta razão deve-se “utilizar conexão de rosca esquerda para ligar a mangueira de vermelha ao regulador de pressão de acetileno e conexão de rosca direita para ligar a mangueira verde ao regulador de pressão do oxigênio” (MAGRINI, 1999, p. 58). As conexões devem ser apertadas com o uso de uma chave (sem utilizar torque excessivo) e instalar braçadeiras metálicas em cada conexão. Nunca devem ser realizadas emendas nas mangueiras;
- g) Utilização de válvulas anti-retrocesso de chama: conforme exigência do item 18.11.6 da NR 18, “as mangueiras devem possuir mecanismos contra o

retrocesso das chamas na saída do cilindro e chegada do maçarico” (BRASIL, 2015g). Estas válvulas impedem a propagação de gás no sentido inverso do sistema e o dispositivo atua como uma barreira, bloqueando e apagando a chama;

- h) Alimentação da linha de oxigênio: abrir rapidamente a válvula de oxigênio pode danificar o regulador de pressão e causar a explosão do manômetro. Por isso, deve-se “abrir a válvula do cilindro vagarosamente até que uma ligeira pressão seja indicada no manômetro de alta pressão e em seguida a válvula até o fim” (MAGRINI, 1999, p. 58). Nesta etapa deve-se evitar permanecer na frente do manômetro. Conforme explica Magrini (1999), deve-se girar o parafuso de regulagem para o sentido horário (até que seja indicada a pressão no manômetro de baixa pressão) e em seguida girar o parafuso no sentido anti-horário para aliviar a pressão. Através desse procedimento é realizada a purga da mangueira, eliminando todas as impurezas no seu interior;

- i) Alimentação da linha de acetileno: quando o acetileno é liberado na atmosfera temos o risco de incêndio, por isso deve-se garantir que não existe chamas ou fonte de faúlhas no ambiente. Nesta etapa, deve-se “abrir a válvula do cilindro vagarosamente, até que uma ligeira pressão seja indicada no manômetro de alta pressão e em seguida abrir até completar uma volta e meia no volante da válvula” (MAGRINI, 1999, p. 58). Conforme explica Magrini (1999), deve-se girar o parafuso de regulagem para o sentido horário (até que seja indicada a pressão no manômetro de baixa pressão) e em seguida girar o parafuso no sentido anti-horário para aliviar a pressão. Através desse procedimento é realizada a purga da mangueira, eliminando todas as impurezas no seu interior;

- j) Instalação do maçarico: devem ser instaladas corretamente as mangueiras no maçarico. A inversão na conexão das mangueiras pode levar ao retrocesso de chama. Por isso deve ser utilizado “conexão de rosca esquerda para ligar a mangueira vermelha à conexão da válvula de acetileno do maçarico, e

conexão de rosca direita para ligar a mangueira verde à conexão da válvula de oxigênio do maçarico” (MAGRINI, 1999, p. 59);

- k) Ajuste da pressão de linha de oxigênio: nesta etapa a válvula de oxigênio do maçarico deve ser mantida aberta. Durante o processo, o maçarico deve ser segurado de forma que o oxigênio liberado não atinja as roupas do operador ou superfícies contaminadas por óleos, graxas ou combustíveis. Em seguida deve abrir “a válvula de oxigênio do maçarico, girar o parafuso de regulagem no sentido horário até o manômetro de baixa pressão indicar a pressão desejada e, logo após, fechar a válvula de oxigênio do maçarico” (MAGRINI, 1999, p. 59). Sempre ao fim desta etapa, deve ser verificado se esta válvula está devidamente fechada;

- l) Ajuste da pressão de linha do acetileno: nesta etapa a válvula de acetileno do maçarico deve ser mantida aberta. Durante o processo, o maçarico deve ser segurado de forma que o acetileno não atinja pessoas, chamas ou fontes de fagulha. Em seguida deve abrir “a válvula de acetileno do maçarico, girar o parafuso de regulagem no sentido horário até o manômetro de baixa pressão indicar a pressão desejada e, logo após, fechar a válvula de acetileno do maçarico” (MAGRINI, 1999, p. 60). Sempre ao fim desta etapa, deve ser verificado se esta válvula está devidamente fechada;

- m) Verificação vazamentos: nesta etapa não se deve utilizar combustíveis ou chamas para a detecção de vazamentos, pois assim os riscos de incêndio e explosões serão aumentados. Para verificar vazamentos, sempre deve ser utilizada espuma de sabão neutro para verificar todas as conexões. Caso apareçam bolhas indicativas de vazamentos, “estes devem ser eliminados por meio do reaperto da conexão ou do emprego de produtos adequados para a vedação ou mediante a substituição de elementos defeituosos” (MAGRINI, 1999, p. 60).

2) Acendimento do maçarico:

- a) Abertura da válvula de acetileno do maçarico: deve-se girar somente meia volta do volante da válvula de acetileno do maçarico. Se esta válvula for aberta de maneira exagerada, o risco de incêndio e queimaduras será agravado devido ao tamanho e falta de controle da chama;
- b) Ignição do acetileno: nunca devem ser utilizados isqueiros comuns para acender o acetileno, pois com isso “poderão ocorrer sérias explosões em virtude da quantidade de gás comprimido no isqueiro” (MAGRINI, 1999, p. 60). Por isso para acender o acetileno, deve-se utilizar somente isqueiros apropriados que produzem somente faíscas e sem reservatório de combustível. A faísca produzida pelo isqueiro deverá ser produzida próximo ao bico do maçarico, logo após a abertura da válvula. Para evitar acidentes, o maçarico deve ser segurado corretamente e o operador precisa ter garantia que o maçarico não estará direcionado para pessoas e materiais combustíveis. O operador também precisa utilizar luvas de raspa de couro e óculos de segurança;
- c) Regulagem da chama: para a regulagem da chama, deve ser aberta vagarosamente a válvula de oxigênio do maçarico. Através da manipulação cuidadosa das válvulas de acetileno e oxigênio do maçarico é possível a regulagem da chama da maneira desejada. Nunca deve ser aberta rapidamente nenhuma das duas válvulas. Se isso ocorrer tem-se o risco de retrocesso de chama e explosões.

3) Processo de soldagem:

- a) Preparação e sinalização do local: antes do início das atividades, o local deve ser inspecionado por um profissional habilitado para a liberação do início das atividades. Nesta inspeção devem ser observados os seguintes pontos:

- Isolar o local com a utilização de um anteparo (construído de material incombustível) para a proteção dos trabalhadores circunvizinhos, conforme exigência do item 18.11.4 da NR 18 (BRASIL, 2015g);
 - O local deve ser devidamente sinalizado, com uma placa informando que no local está sendo realizada solda oxiacetilênica, além de placas indicando os riscos presentes no posto de trabalho;
 - Os cilindros devem possuir rotulagem preventiva, contendo todas as informações listadas no item 26.2.2.2 da NR 26 (BRASIL, 2015h);
 - Verificar se o equipamento encontra-se em bom estado;
 - Conforme item 18.11.7 da NR 18, “é proibida a presença de substâncias inflamáveis e/ou explosivas próximo às garrafas de O₂ (oxigênio)” (BRASIL, 2015g);
 - O piso deve estar limpo e varrido;
 - Os materiais combustíveis devem ser retirados do local de trabalho. Caso não seja possível a remoção destes materiais, os mesmos devem estar devidamente protegidos e sinalizados;
 - Os pisos construídos com material combustíveis “devem ser molhados, cobertos com areia úmida, metal ou outras formas de proteção” (MAGRINI, 1999, p. 63);
 - Os líquidos combustíveis ou inflamáveis “devem ser retirados ou protegidos com cobertas incombustíveis, guardas ou proteção metálica” (MAGRINI, 1999, p. 63);
 - Os cilindros de oxigênio, acetileno e nitrogênio devem estar em local protegido da incidência direta da luz do sol. Como visto anteriormente, o cilindro de nitrogênio tem risco de rompimento em temperaturas maiores que 52° C;
 - A execução dos serviços deve ser observada “por pessoal treinado e equipado com aparelhos de combate a incêndio adequados e quantidade suficiente” (MAGRINI, 1999, p. 63);
- b) Soldagem da posição plana: durante a soldagem, os tubos de cobre nunca devem estar em contato com o piso e nem apoiados sobre os cilindros (cheios ou vazios), pois irão ocorrer acidentes se o material for apoiado em

superfícies impróprias. Nesta etapa de preparação de peças para a instalação no local, a solda deve ser realizada sobre uma bancada construída de materiais incombustíveis, conforme mostra a figura 3. Esta bancada sempre deve estar isenta de óleo, graxa ou material incombustível. Nunca se deve aproximar exageradamente a ponta do maçarico à poça de fusão, pois assim diminui-se o risco de retrocesso da chama. Para se evitar o risco de queimaduras deve-se sempre utilizar o EPI adequado;

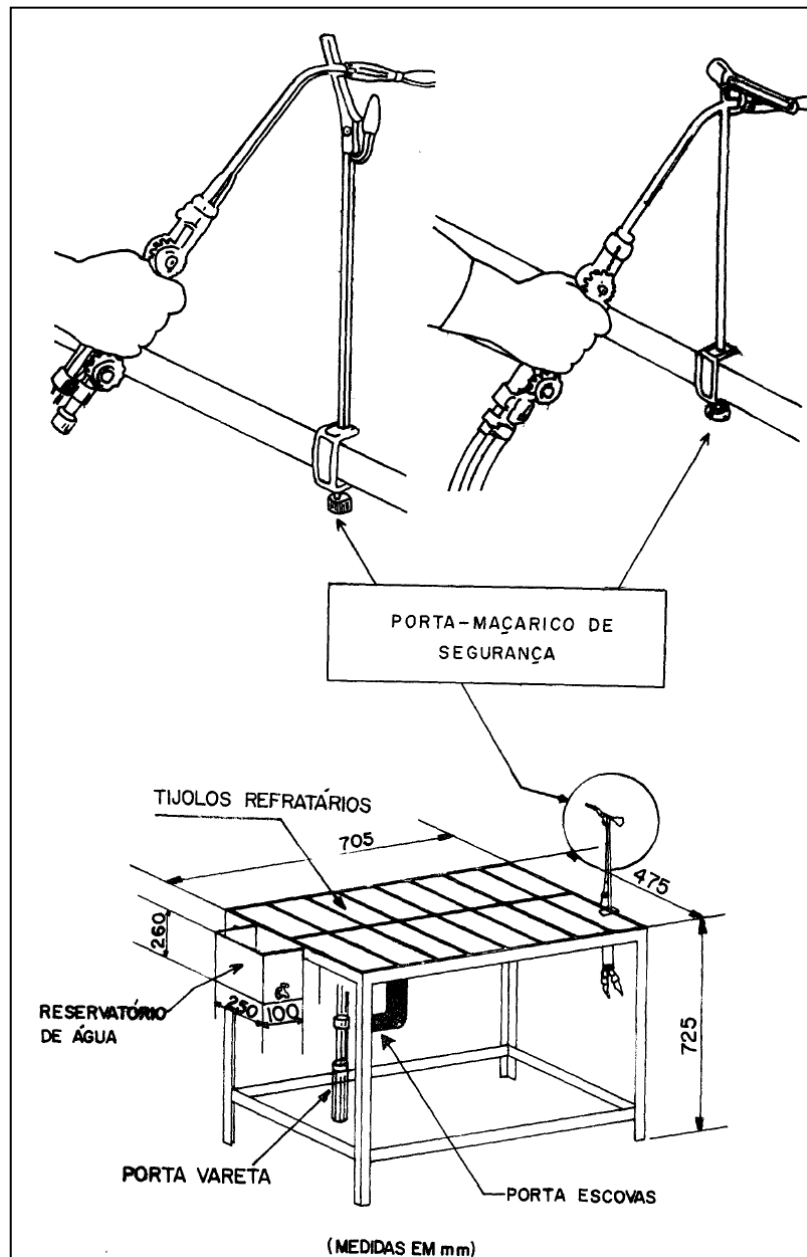


Figura 3 - Exemplo de bancada para solda oxiacetilênica

Fonte: MAGRINI, 1999

- c) Soldagem sobre a cabeça: nessa posição, a junta a ser soldada se encontra acima da cabeça do operador. Este tipo de solda ocorre principalmente em tubulações que são instaladas no teto. Além dos riscos inerentes ao processo de soldagem, o soldador estará exposto aos “riscos de respingos de metal fundido que se solta da poça de fusão com a ação da gravidade” (MAGRINI, 1999, p.66). Para evitar acidentes deve-se “utilizar protetor facial de acetato, gorro e blusão de raspa de couro e manter atenção constante ao risco” (MAGRINI, 1999, p.66);
 - d) Soldagem em condições especiais: são consideradas condições especiais as soldas que são realizadas em ambientes fechados, em tubulações fixadas junto a pisos ou em locais que o soldador está exposto a quedas. Para ambientes fechados, é necessária a avaliação e liberação do local por um profissional devidamente habilitado, onde será avaliado se a atmosfera do ambiente não trará risco ao trabalhador. Para as demais condições especiais, o soldador deverá manter atenção constante e utilizar os EPI's para não sofrer queimaduras. Além disso, devem ser tomadas todas as medidas preventivas abordadas anteriormente.
- 4) Apagar a chama e guardar o equipamento:
- a) Para apagar a chama deve-se fechar a válvula de acetileno do maçarico e em seguida, fechar a válvula de oxigênio do maçarico. Se a válvula de oxigênio for fechada antes, tem-se o risco de retrocesso de chama, pois “o acetileno continuaria a queimar na câmara de mistura, provocado a produção de fuligem nos bicos e o entupimento” (MAGRINI, 1999, p.67);
 - b) Sempre depositar o maçarico em suporte apropriado (conforme figura 3), pois assim são minimizados os riscos de incêndio e queimaduras. Na ausência deste suporte sempre depositar o maçarico em superfícies sem a presença de óleo, graxa, combustíveis e inflamáveis;
 - c) Ao fim da soldagem, a peça que foi aquecida apresenta o risco de graves queimaduras. Por isso, sempre manusear estas peças com luvas de raspa de couro;

- d) O envelhecimento dos diafragmas dos reguladores de pressão e das mangueiras será rápido se o sistema oxiacetilênico permanecer pressurizado por um longo período de tempo, “além do que, o menor vazamento que acidentalmente possa existir será suficiente para inundar o local e caracterizar o risco de explosão” (MAGRINI, 1999, p.68);
- e) Se o serviço for interrompido por mais de meia hora, deve-se seguir o procedimento abaixo, sendo primeiro para o acetileno e em seguida para o oxigênio:
- a. Fechar a válvula do cilindro;
 - b. Abrir a válvula do maçarico até que o ponteiro do manômetro de alta pressão do regulador chegue a zero;
 - c. Soltar o parafuso de regulagem girando-o no sentido anti-horário, até ficar solto;
 - d. Fechar a válvula do maçarico;
 - e. Detectar vazamentos; (MAGRINI, 1999, p. 68).
- f) Se o serviço for interrompido durante dias seguidos, “deve-se girar o parafuso de regulagem no sentido anti-horário, o suficiente para desencostar a haste da sede” (MAGRINI, 1999, p.68);
- g) Ao fim dos serviços, sempre guardar o conjunto oxiacetilênico em local livre de intempéries e isentos de materiais combustíveis, materiais inflamáveis, óleos, graxas, chamas e fontes de faíscas.

2.2.4 Riscos de Lesão por Postura Inadequada

- a) Trabalho em pé, realizado sobre a posição plana:

Conforme exigência do item 17.3.2 da NR 17 (2015f), a bancada onde são realizados os trabalhos de soldagem devem proporcionar ao trabalhador boas condições de postura, visualização e operação.

Segundo Lida (2005, p.147), a altura da bancada depende da altura do cotovelo e do tipo de trabalho que é executado. Neste caso, a soldagem é classificada como um trabalho leve, portanto “a superfície da bancada deve ficar 5 a 10 cm abaixo da altura do cotovelo” (IIDA, 2005, p. 147).

Como na soldagem é utilizada uma bancada fixa, “é melhor dimensioná-la pelo trabalhador mais alto e providenciar um estrado, que pode ter altura de até 20 cm para o trabalhador mais baixo” (IIDA, 2005, p. 147). Desta maneira as alturas da bancada podem ser reguladas para cada trabalhador com o menor custo.

Neste posto de trabalho é comum os soldadores inclinarem a cabeça para frente para terem uma melhor visualização da montagem das peças. Esta situação é mais agravante quando a bancada de trabalho é muito baixa. Segundo Lida (2005, p. 167), as dores no pescoço começam a aparecer quando a inclinação do pescoço em relação a vertical for maior do que 30°. O autor afirma que esta inclinação deve ser inferior a 20°. Neste caso deve-se realizar treinamento de postura com o soldador para a correta inclinação da cabeça.

Conforme exigência do item 17.3.5 da NR 17, “devem ser colocados assentos para descanso em locais em que possam ser utilizados por todos os trabalhadores durante as pausas” (BRASIL, 2015f).

b) Trabalho em pé, realizado sobre a cabeça:

As soldas realizadas sobre a cabeça é a posição que gera maior desconforto para o trabalhador, pois é realizado um esforço muito grande para manter o bico do maçarico direcionado para cima e a cabeça inclinada para trás.

No caso do soldador executando uma tarefa acima dos ombros com o maçarico, temos um aumento da carga na articulação do ombro. Esta articulação “não foi construída para suportar carga além do seu próprio peso para esta posição, já que a principal função do ombro é de, com sua extrema mobilidade, posicionar corretamente a mão, seu órgão executor, para que possa agarrar objetos” (SILVA, 2003, p. 28).

Este tipo de posição é muito comum em tubulações que são fixadas no teto, onde o trabalhador não deve ficar por longos períodos de tempo nessa posição. Para este tipo de serviço também devem ser fornecidos para o soldador plataformas e estruturas que se adaptem ao trabalhador. Trabalhos nessa posição podem “provocar lesões por esforços localizados na região do pescoço, principalmente na nuca” (MAGRINI, 1999, p. 68).

c) Trabalho realizado em condições especiais:

São consideradas posições em condições especiais, as soldas realizadas em tubulações que se encontram junto ao piso ou em tubulações que o trabalhador necessite estar suspenso por cordas para realizar os trabalhos. Além dos riscos de lesão por postura inadequada das demais posições abordadas anteriormente, o soldador está exposto a lesão por posturas inadequadas que podem variar de acordo com a tarefa realizada.

Para soldas realizadas em tubulações que se encontra junto ao piso, o soldador tende a ficar agachado ou de joelho. Para soldas realizadas por soldadores suspensos em cordas, o trabalhador tende a ficar apoiado de maneira inadequada na estrutura da edificação.

Posturas inadequadas levam a uma sobrecarga em músculos e articulações, o que leva a dores, lesões e fadiga dos músculos. É importante destacar que “os trabalhos que exigem uma sobrecarga biomecânica, também podem provocar lesões musculares” (IIDA, 2005, p. 165).

2.2.5 Riscos Devido ao Meio da Construção Civil

Além dos riscos associados a solda oxiacetilênica, o soldador está exposto a riscos inerentes ao meio da construção civil. Além da poeira e do ruído (citados anteriormente), podemos ter os riscos de queda do trabalhador, queda de objetos sobre o trabalhador, choque elétrico, cortes, queimaduras, entre outros.

Neste trabalho não serão detalhados todos estes riscos, pois cada um deles depende das condições de cada obra. Porém é necessário analisar cada obra e verificar em cada uma delas quais riscos que as mesmas trazem ao soldador.

2.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

De acordo com o item 6.1 da NR 6, os equipamentos de proteção individual (EPI), são “todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho” (BRASIL, 2015c). Este equipamento de proteção individual deve possuir a indicação do certificado de aprovação (CA), “expedido pelo órgão nacional

competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego” (BRASIL, 2015c).

Segundo a NR 6 (BRASIL, 2015c), cabe ao empregador fornecer ao empregado o EPI adequado ao risco de cada atividade. Além disso, o empregador deve treinar e fiscalizar o empregado quanto o uso do EPI. Enquanto isso é de responsabilidade do empregado usar, guardar e conservar o EPI de acordo com as orientações do empregador.

Devem ser utilizados os seguintes EPI's pelos trabalhadores que realizam solda oxiacetilênica em tubos de cobre na construção civil:

- Protetor auricular para prevenir danos ao sistema auditivo contra os níveis de pressão sonora que são superiores aos estabelecidos pela NR 15 (BRASIL, 2015e);
- Capacete para a proteção da cabeça contra impactos de objetos;
- Protetor facial de acetato, para prevenir acidentes devido a uma possível queda da poça de fusão nas soldas realizadas na posição sobre a cabeça;
- Óculos de segurança tipo “maçariqueiro”, com lentes na cor verde escuro. Conforme explica Magrini (1999, p. 62), estas lentes devem possuir tonalidade 3 ou 4 para as operações de brasagem, conforme norma ANSI;
- Proteção respiratória contra os fumos metálicos gerados pela solda, “empregando-se técnicas de ventilação diluidora ou exaustora, associadas à utilização de máscaras providas de filtros químicos, se estas se fizerem necessárias como equipamento complementar ou de utilização provisória” (MAGRINI, 1999, p. 66);
- Botina de segurança com biqueira de aço;
- Perneira em raspa de couro com protetor de metatarso;
- Avental em raspa de couro tipo barbeiro, com manga, elástico nas costas e abertura nas axilas;
- Luva em raspa de couro com forro térmico e punho de 20 cm;
- Touca em raspa de couro, tipo ninja, para soldas realizadas na posição sobre a cabeça;

2.4 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)

A análise preliminar de riscos (APR) “consiste no estudo, durante a fase de concepção ou desenvolvimento prematuro de um novo sistema, com o objetivo de se determinar os riscos que poderão ocorrer em sua fase operacional (MATTOS et al, 2011, p. 83).

Segundo FARIA (2010), para elaborar um APR devem ser seguidos os seguintes passos:

- 1º Descrever todos os riscos e fazer a sua caracterização;
- 2º A partir da descrição dos riscos, identificar as causas e efeitos dos mesmos. Assim, é possível buscar o desenvolvimento de ações e medidas de prevenção para a correção das possíveis falhas detectadas;
- 3º Definir a prioridade das ações, o que depende da caracterização dos riscos, ou seja, quanto mais prejudicial ou maior for o risco, mais rápido deve ser solucionado o problema.

Faria (2010) propõe a elaboração de uma APR da utilização de três quadros, sendo que o quadro 1 é utilizado para caracterizar o risco segundo a sua severidade, o quadro 2 é utilizado para caracterizar o risco segundo a sua probabilidade de ocorrência e o quadro 3 é utilizado para definir o nível de ação a partir do índice de risco. Este índice de risco é obtido com a multiplicação entre o grau de severidade (Quadro 1) e o grau de probabilidade de ocorrência (Quadro 2).

GRAU	EFEITO	DESCRIÇÃO	AFASTAMENTO
01	Leve	Acidentes que não provocam lesões (batidas leves, arranhões).	Sem afastamento.
02	Moderado	Acidentes com afastamento e lesões não incapacitantes (pequenos cortes, torções leves).	Afastamento de 01 a 30 dias.
03	Grande	Acidentes com afastamentos e lesões incapacitantes, sem perdas de substâncias ou membros (fraturas, cortes profundos)	Afastamento de 31 a 60 dias.
04	Severo	Acidentes com afastamentos e lesões incapacitantes, com perdas de substâncias ou membros (perda de parte do dedo).	Afastamento de 61 a 90 dias.
05	Catastrófico	Morte ou invalidez permanente.	Não há retorno à atividade laboral.

Quadro 1 - Nível de severidade dos acidentes que podem ocorrer

Fonte: FARIA, 2010

GRAU	OCORRÊNCIA	DESCRIÇÃO	FREQUÊNCIA
01	Improvável	Baixíssima probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 02 anos
02	Possível	Baixa probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 01 ano
03	Ocasional	Moderada probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada semestre
04	Regular	Elevada probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez a cada 03 meses
05	Certa	Elevadíssima probabilidade de ocorrer o dano	Uma vez por mês

Quadro 2 - Probabilidade de ocorrência de acidentes ou danos

Fonte: FARIA, 2010

ÍNDICE DE RISCO	Tipo de risco	NÍVEL DE AÇÕES
até 03 (severidade < 03)	Riscos Triviais	Não necessitam ações especiais, nem preventivas, nem de detecção.
de 04 a 06 (severidade < 04)	Riscos Toleráveis	Não requerem ações imediatas. Poderão ser implementadas em ocasião oportuna, em função das disponibilidades de mão de obra e recursos financeiros.
de 08 a 10 (severidade < 05)	Riscos Moderados	Requer previsão e definição de prazo (curto prazo) e responsabilidade para a implementação das ações.
de 12 a 20	Riscos Relevantes	Exige a implementação imediata das ações (preventivas e de detecção) e definição de responsabilidades. O trabalho pode ser liberado p/ execução somente c/ acompanhamento e monitoramento contínuo. A interrupção do trabalho pode acontecer quando as condições apresentarem algum descontrole.
> 20	Riscos Intoleráveis	Os trabalhos não poderão ser iniciados e se estiver em curso, deverão ser interrompidos de imediato e somente poderão ser reiniciados após implementação de ações de contenção.

Quadro 3 - Índice de risco e gerenciamento das ações a serem tomadas

Fonte: FARIA, 2010

Apesar da APR consistir em uma análise qualitativa dos riscos, esta é uma ferramenta muito útil para a gerência de riscos e devido a sua versatilidade, cada organização pode definir os métodos de avaliação do nível de severidade e probabilidade de ocorrência. Estes métodos devem atender a realidade de cada organização, tendo como objetivo o levantamento dos riscos e a aplicação das medidas de controle para a atenuação de cada risco.

Após a definição das medidas de controle, é muito importante definir que serão os responsáveis pela aplicação de cada medida, também designando as atividades a serem desenvolvidas.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consiste em um estudo de caso aplicado em uma obra realizada pela empresa “T”. A empresa “T” atua no ramo da Construção Civil e executa obras contratadas por meio de licitação direta.

A obra em questão consiste na instalação de um sistema central de ar condicionado, do tipo VRV, em uma instituição pública localizada na cidade de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul. Para esta obra, a empresa “T” realizou a terceirização da mão de obra por meio de contrato, com uma empresa prestadora de serviço.

Para este estudo de caso foi realizada uma revisão bibliográfica para o levantamento de todos os riscos envolvidos no processo, bem como as sugestões de procedimentos e métodos para a prevenção dos riscos.

Após este estudo, foram realizadas duas visitas ao local da obra para observar exclusivamente os serviços de soldagem. A primeira visita permitiu uma visão geral do processo e a identificação das tarefas que são executadas para este serviço. Na segunda visita foi realizado um relatório escrito e o registro por foto destas tarefas.

A partir dos relatórios e dos registros por fotos, para cada tarefa foi preenchido o modelo da APR apresentado abaixo no quadro 4:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS -						
RISCOS	CAUSA	CONSEQUÊNCIAS	FREQUÊNCIA	SEVERIDADE	RISCO	RECOMENDAÇÕES

Quadro 4 - Análise preliminar de riscos

Fonte: FARIA, 2010

Para o preenchimento do quadro 4 serão utilizados os parâmetros dos quadros 1,2 e 3.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a primeira visita ao local da obra foi constatado que havia 11 trabalhadores no local da obra e neste local não havia mais nenhuma outra empresa realizando outros serviços. Segundo o quadro I da NR 04 (BRASIL, 2015b) a empresa “T” possui o código 43.22-3 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), com grau de risco 3. De acordo com o quadro II da NR 04 (BRASIL, 2015b) e também por esta empresa possuir 90 funcionários, não existe necessidade de se manter um Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT). Apesar da NR 04 não exigir um SESMT, o edital da licitação obriga a empresa a manter na obra um técnico de segurança do trabalho. Durante a visita foi constatado que não havia este profissional na obra.

A empresa “T” realiza apenas esta obra na cidade de Porto Alegre e a mesma tem um prazo de execução de 2 anos. De acordo com o item 18.33.1 da NR 18 (2015d), esta empresa deveria organizar uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) centralizada. No entanto foi constatado que não havia nenhuma CIPA organizada nesta empresa.

Pelo fato da obra não possuir 20 funcionários ou mais, não existe necessidade da elaboração e cumprimento do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), conforme o item 18.3.1 da NR 18 (BRASIL, 2015g). Esta obra não possuía o PCMAT, porém a empresa “T” mantém na obra o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e o Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO).

Esta instituição pública mantém o seu funcionamento normal em toda a fase de obra, inclusive com o atendimento ao público externo. Durante o dia, os serviços são realizados em áreas externas do prédio e durante a noite os serviços são realizados na área interna, com todo o prédio desocupado.

Nesta primeira visita foram observados que as soldas eram realizadas nas posições plana, sobre a cabeça e em condições especiais. Partindo desta observação, foi realizada uma revisão bibliográfica para o levantamento de todos os riscos envolvidos do processo de soldagem. Na segunda visita foi realizado um relatório das condições dos trabalhos, por meio de registro fotográfico e filmagem.

O ruído gerado pelo maçarico foi a única fonte observada durante a execução de todos os serviços. A empresa “T” não realizou nenhuma análise de

ruído para verificar a exposição do trabalhador a este ruído, e pelo fato deste trabalho consistir em uma análise qualitativa, não foi quantificada a dose de ruído que os trabalhadores estavam expostos.

4.1 CONDIÇÕES DAS OPERAÇÕES DE SOLDAGEM

a) Condições dos equipamentos de soldagem:

Durante a segunda visita ao local da obra, foi observado que os equipamentos de solda não eram armazenados em locais específicos para garantir a segurança dos ocupantes do prédio e dos trabalhadores da empresa “T”. Os cilindros de oxigênio e acetileno se encontravam espalhados pela obra e de fácil acesso a qualquer pessoa. Na figura 4 pode ser visto os cilindros abandonados ao lado do container, próximo a materiais combustíveis e sujeito a intempéries. A mangueira estava enrolada de maneira inadequada, diminuindo a sua vida útil.



Figura 4 - Conjunto oxiacetilênico armazenado de maneira inadequada.

Fonte: Autoria própria

Na figura 5 pode ser visto cilindros de acetileno e oxigênio no interior do prédio, durante o período de funcionamento do mesmo. Estes cilindros representam um perigo para os ocupantes do prédio, visto que estavam cheios, sem o capacete no cilindro de acetileno e de fácil acesso a qualquer pessoa.

Conforme visto anteriormente, os cilindros de oxigênio e acetileno devem ser armazenados com o capacete do cilindro e em locais separados, ventilados, sinalizados e com acesso restrito de pessoas. Durante o uso, os cilindros devem ser transportados em carrinhos para esta finalidade.

O encarregado da obra informou que não existe um local próprio para a armazenagem dos cilindros. Segundo ele, para tornar o serviço mais rápido, os cilindros permanecem no carrinho durante todo o tempo e geralmente são armazenados no canto dos ambientes onde estão sendo realizados os serviços.



Figura 5 - Cilindros de oxigênio e acetileno no interior do prédio

Fonte: Autoria própria

Os cilindros de nitrogênio estavam armazenados em um local próximo ao container, em ambiente descoberto e sem uma barreira para restringir o acesso das pessoas. Na figura 7 é possível notar que estes cilindros estavam expostos a uma incidência direta da luz do sol. Como visto anteriormente, existe risco de rompimento

do cilindro quando alguma parte da sua superfície atinge temperaturas superiores a 52° C.



Figura 6 - Armazenagem dos cilindros de nitrogênio

Fonte: Autoria própria

b) Trabalho em pé, realizado sobre a posição plana:

Foi analisado o trabalho de solda na posição plana realizada pelo soldador “A”. A empresa não possuía na obra uma declaração de fornecimento e treinamento para o uso de EPI assinada por este soldador. Na obra a empresa “T” mantinha uma cópia do registro deste trabalhador e os certificados de treinamento, porém o mesmo estava trabalhando sem uma permissão de serviço. Além disso, o soldador trabalhava de segunda a sexta-feira em período noturno, das 22 horas da noite até às 6 horas da manhã do dia seguinte, realizando apenas um intervalo de 1 hora durante a sua jornada de trabalho.

Como pode ser visto na figura 7, o trabalhador não usava nenhum tipo de EPI e as soldas eram realizadas em uma estrutura improvisada com escadas. Esta estrutura não possuía regulagem de altura, trazendo riscos ergonômicos para o trabalhador devido a posturas inadequadas.

Para o acendimento do maçarico era utilizado um isqueiro comum com reservatório de gás comprimido e o soldador desconhecia a existência de procedimento seguro de abertura das válvulas para a ignição da chama.

O soldador “A” informou que a empresa “T” forneceu a ele as luvas de raspa de couro, jaqueta de raspa de couro, óculos de solda tipo “maçariqueiro” e botina de segurança, porém nunca teve treinamento para o uso destes equipamentos. Este soldador também informou que não utilizava estes equipamentos porque, segundo ele, “eram desnecessários e diminuam a produtividade dos serviços”.



Figura 7 - Estrutura improvisada para a solda na posição plana

Fonte: Autoria própria

O equipamento de solda utilizado possuía as válvulas anti-retrocesso de chama nas saídas do cilindro de oxigênio e acetileno, bem como nas entradas do maçarico. Os manômetros e mangueiras se encontravam em boas condições, conforme mostra a figura 8. O cilindro de nitrogênio estava sem o manômetro para regular a saída de gás e foi adaptada uma mangueira de cor vermelha, que é imprópria para este uso (conforme mostra a figura 9). Como visto anteriormente, devem ser utilizadas mangueiras específicas para o nitrogênio e a mesma deve

possuir a cor preta. O ambiente não apresentava ventilação mecânica e todas as janelas estavam fechadas enquanto o nitrogênio era liberado para o ambiente. Para as operações de soldagem, deve-se trabalhar em ambientes com boa circulação de ar.



Figura 8 - Conjunto oxiacetilênico usado pelo soldador "A"

Fonte: Autoria própria



Figura 9 - Cilindro de nitrogênio utilizado pelo soldador "A"

Fonte: Autoria própria

O soldador "A" não utilizava óculos tipo "maçariqueiro" e protetor facial, ficando totalmente exposto aos fumos de solda, gases e as radiações infravermelhas e ultravioletas, conforme mostra a figura 10. Nesta figura é possível ver que o soldador também não usa nenhuma vestimenta de raspas de couro, aumentando o risco de sofrer queimaduras. Ele também não utilizava botina de segurança com biqueira de aço, aumentando o risco de lesões por quedas de objeto e queimaduras por uma possível queda da poça de fusão.



Figura 10 - Soldador "A" exposto a radiação, fumos de solda e gases

Fonte: Aatoria própria

Ao terminar uma etapa de soldagem, o maçarico era colocado quente sobre o degrau da escada. Se o maçarico não possui um suporte específico para ser depositado, o soldador fica exposto ao risco de queimaduras ao esbarrar acidentalmente neste equipamento.

O tubo de cobre quente também representa o risco de queimaduras, visto que o soldador "A" não possuía nenhuma vestimenta de raspas de couro e nem a luva para manusear o tubo quente.

O local de solda não estava devidamente sinalizado e havia diversos materiais combustíveis ao redor do posto de trabalho. Conforme mostra a figura 7,

havia no local um hidrante para um possível combate a incêndio, porém o soldador e o seu auxiliar informaram que desconhecem o procedimento de combate a incêndio.

c) Trabalho em pé, realizado sobre a cabeça:

Foi analisado o trabalho de solda na posição sobre a cabeça, realizado pelo soldador "A". Conforme ocorreu no trabalho analisado no tópico anterior, o soldador realizou os serviços no período noturno e sem o uso de qualquer tipo de EPI, como mostra a figura 11.

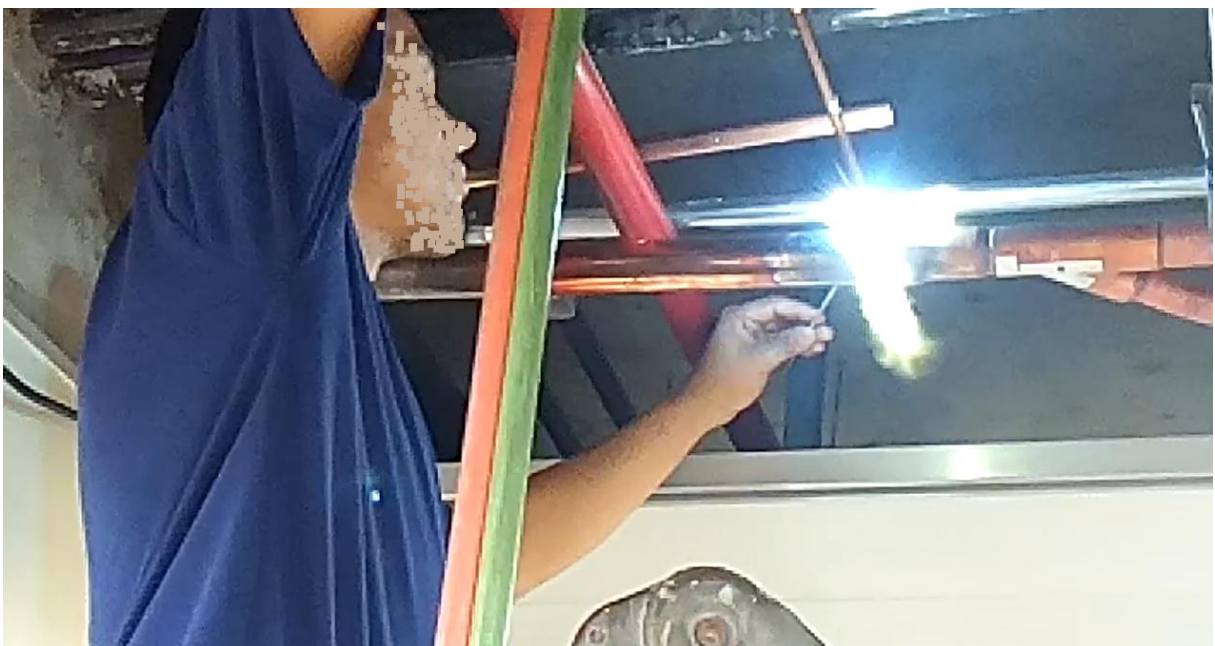


Figura 11 - Soldador "A" realizando a solda sobre a cabeça

Fonte: Autoria própria

O soldador "A" usou o mesmo equipamento utilizado na soldagem na posição plana. Para acessar a tubulação que fica acima do forro (a 2,4 metros do piso), este soldador usou uma escada dobrável de alumínio. Segundo o item 18.12.5.2 da NR 18, "a escada de mão deve ter seu uso restrito para acessos provisórios e serviços de pequeno porte" (BRASIL, 2015g). Ao utilizar escada neste tipo de serviço o soldador fica em uma posição desconfortável, havendo o risco de lesão por postura inadequada e queimaduras devido ao contato com a poça de fusão, com o maçarico e com o material aquecido.

A figura 12 mostra o soldador realizando o trabalho sobre a escada. Para este tipo de serviço o ideal seria utilizar andaimes móveis com piso metálico

antiderrapante. Trabalhos sobre a escada expõe o trabalhador a posturas inadequadas, trazendo o risco de lesões e fadigas musculares.



Figura 12 - Soldador "A" realizando os trabalhos sobre a escada

Fonte: Autoria própria

Como pode ser visto na figura 11, o soldador “A” não utilizava óculos tipo “maçariqueiro” e protetor facial, ficando totalmente exposto aos fumos de solda, gases e as radiações infravermelhas e ultravioletas. Este trabalhador também não utilizava vestimentas de raspas de couro, touca de raspas de couro e protetor facial de acetato. Neste tipo de trabalho é comum a queda da poça de fusão e por isso estes EPI’s são indispensáveis.

Ao terminar uma etapa de soldagem, desceu a escada com maçarico quente, ficando exposto ao risco de queimaduras ao esbarrar acidentalmente neste equipamento.

O local do trabalho não estava devidamente sinalizado e no entorno da escada havia diversas ferramentas espalhadas, além de diversos materiais combustíveis.

d) Soldagem em condições especiais:

Foi analisado um processo de soldagem em condição especial, onde o soldador “B” trabalha a céu aberto durante o verão, realizando a solda na junção da

tubulação de cobre com a entrada do equipamento (conforme mostra a figura 13). Este tipo de solda sempre está presente nas instalações de VRV. Como pode ser observado na figura 13, o soldador permanece com a coluna curvada para realizar a solda, trazendo riscos de lesão por postura inadequada.

O soldador “B” trabalha de segunda a sexta-feira, das 7 horas da manhã até às 5 horas da tarde, realizando apenas um intervalo de 1 hora durante a sua jornada de trabalho. Para este soldador foi passada a tarefa de realizar a solda em 26 equipamentos, onde o mesmo leva três dias de trabalho para concluir. Segundo este trabalhador, para realizar a tarefa é necessário ficar 60% do tempo na posição agachado ou de pé com a coluna curvada. O trabalhador se queixou que no fim do expediente sente dores nas pernas e nas costas.



Figura 13 - Solda na conexão da tubulação com o equipamento

Fonte: Autoria própria

Nos arquivos da obra constam os documentos informando que o soldador “B” recebeu os EPI’s e o treinamento para a utilização do mesmo. Porém este trabalhador estava executando os serviços sem a permissão de trabalho e utilizando apenas a botina com biqueira de aço como EPI.

Segundo o soldador “B” o mesmo recebeu óculos de segurança tipo “maçariqueiro”, jaqueta de raspas de couro, botina com biqueira de aço, luvas de raspas de couro e protetor facial descartável PFF1 (figura x2). Este trabalhador informou que estes EPI’s reduzem a velocidade do seu trabalho e por esta razão não os utiliza.

O soldador “B” mostrou o protetor facial que a empresa “T” forneceu. Conforme mostra a figura 14, este EPI não protege o trabalhador contra gases e vapores e deve ser utilizado apenas para a proteção contra poeiras e névoas.



Figura 14 - Protetor facial fornecido ao soldador “B”

Fonte: Autoria própria

O equipamento de solda utilizado pelo soldador “B” estava em péssimas condições de uso, tornando-se um potencial risco de incêndio e explosão. O conjunto oxiacetilênico estava sendo utilizado sem o carrinho próprio de solda e, segundo o soldador, os cilindros eram movimentados na obra sem o auxílio de carrinho. Também foi observado que na saída do cilindro de acetileno não havia a válvula anti-retrocesso de chama e que as mangueiras estavam velhas, ressecadas e apresentavam fissuras, como mostra a figura 15. Como informa o item 18.11.6 da NR 18, “as mangueiras devem possuir mecanismos contra o retrocesso das chamas na saída do cilindro e chegada do maçarico” (BRASIL, 2015g).



Figura 15 - Equipamento de solda utilizado pelo soldador “B”

Fonte: Autoria própria

Conforme mostra a figura 16, o cilindro de nitrogênio possuía manômetro para a regulagem da saída de gás e carrinho para a movimentação do cilindro, porém o soldador não possuía a mangueira da cor preta própria para este uso. Na falta da mangueira correta, o soldador utilizou duas mangueiras velhas que foram usadas no conjunto oxiacetilênico e emendou as duas com um pedaço de tubo de cobre. Este tipo de instalação representa riscos ao trabalhador, pois podem ocorrer vazamentos na emenda e confusão na identificação das mangueiras. Este cilindro de nitrogênio estava exposto a incidência direta da luz, trazendo o risco de rompimento do cilindro.



Figura 16 - Cilindro de nitrogênio utilizado pelo soldador “B”

Fonte: Autoria própria

O soldador “B” declarou que não realizou a inspeção do equipamento de solda e que o mesmo se encontrava montado no local a mais de duas semanas, sofrendo com a ação de intempéries. Além disso, este soldador informou que desconhece a existência de um procedimento seguro para a montagem do conjunto oxiacetilênico e realiza a montagem fazendo a conexão dos elementos sem uma ordem pré-definida.

Para acender o maçarico o soldador “B” abre toda a válvula de acetileno do maçarico e realiza a ignição da chama com um isqueiro comum com reservatório de gás, conforme mostra a figura 17. Depois disso, ele abre toda a válvula de oxigênio do maçarico e depois realiza a regulagem da chama com o fechamento das válvulas. Como visto anteriormente, este tipo de procedimento pode causar retrocesso de chama, explosões e incêndios. O fato de o soldador utilizar o isqueiro comum sem a luva de raspas de couro aumenta muito o risco de queimadura nas mãos.

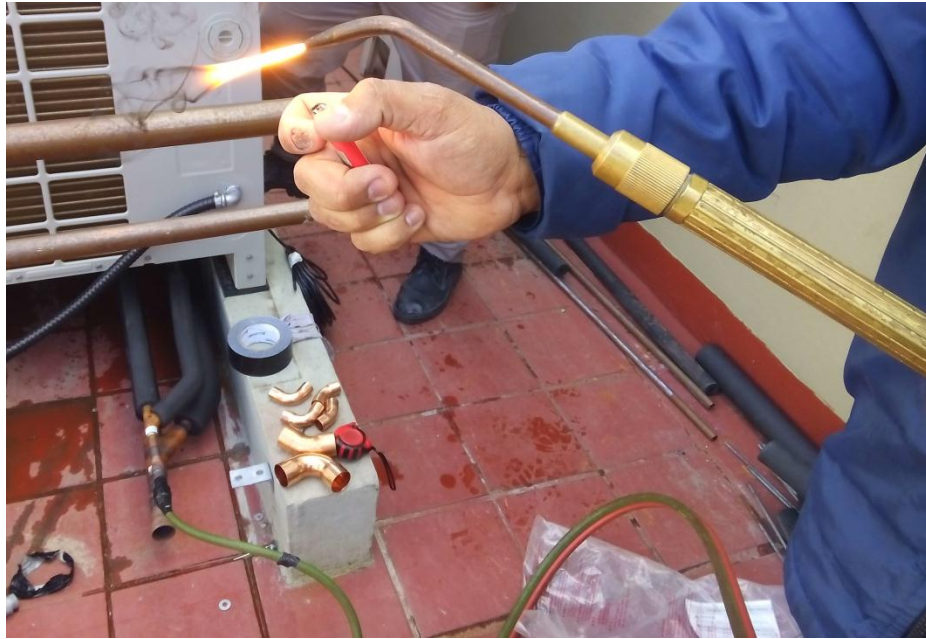


Figura 17 - Acendimento do maçarico realizado pelo soldador “B”

Fonte: Autoria própria

O soldador “B” não utilizava óculos tipo “maçariqueiro” e protetor facial, ficando totalmente exposto aos fumos de solda, gases e as radiações infravermelhas e ultravioletas, conforme mostra a figura 18. Nesta figura é possível ver que o soldador também não usa nenhuma vestimenta de raspas de couro, aumentando o risco de sofrer queimaduras.



Figura 18 - Soldador “B” exposto a radiação, fumos de solda e gases

Fonte: Autoria própria

Enquanto o soldador “B” não está usando o maçarico, o mesmo é colocado em qualquer lugar no posto de trabalho, como mostra a figura 19. Se o maçarico não possui um suporte específico para ser guardado, o soldador fica exposto ao risco de queimaduras ao esbarrar acidentalmente neste maçarico enquanto o mesmo estiver quente.



Figura 19 - Maçarico utilizado pelo soldador “B” sem suporte apropriado

Fonte: A autoria própria

O local que estava sendo realizados os serviços não possuía sinalização adequada e havia vários materiais combustíveis próximos ao local de solda e do local dos cilindros de oxigênio e acetileno, conforme mostra a figura 20. Além disso, existem vários materiais espalhados pelo posto de trabalho, aumentando o risco de acidentes. Também não havia extintores ou hidrantes para o combate a incêndio.



Figura 20 - Posto de trabalho do soldador "B"

Fonte: Autoria própria

4.2 APR DAS TAREFAS DE SOLDAGEM

Logo após a elaboração do relatório das condições dos trabalhos de solda, foi feita a APR para cada uma das posições de soldagem, como mostram os quadros 5, 6 e 7.

APR – Solda realizada de pé, na posição plana (SOLDADOR "A")						
RISCOS	CAUSA	CONSEQUÊNCIAS	FREQUÊNCIA	SEVERIDADE	RISCO	RECOMENDAÇÕES
Ruído	Ruído causado pelo maçarico	Dor de cabeça, stress e perda auditiva	2	3	6	Uso de protetor auricular
Temperaturas Extremas	Exposição ao calor da chama do maçarico e do tubo aquecido	Cãibras, desidratação e à fadiga de origem térmica	4	1	4	Uso de vestimentas de raspa de couro, hidratação constante e intervalos no período de trabalho
Radiação Ultravioleta	Radiação gerada pela chama do maçarico	Catarata e fotoqueratite	2	4	8	Utilizar óculos tipo "maçariqueiro"
Radiação Infravermelha	Radiação gerada pela chama do maçarico	Queimadura na retina dos olhos	4	4	16	Utilizar óculos tipo "maçariqueiro"

Quadro 5 - APR da Solda realizada de pé, na posição plana

Fonte: Autoria própria

Acetileno	Inalação do gás	Asfixia, dor de cabeça, sonolência, vertigem, náusea, vômito, excitação, excesso de salivação e inconsciência	2	5	10	Sempre montar o equipamento de solda seguindo o procedimento seguro de montagem. Antes do início do serviço sempre realizar a inspeção do equipamento e utilizar materiais de boa qualidade. Nunca realizar soldas em ambientes fechados
	Contato com a pele e olhos	Irritação e congelamento	4	2	8	Utilizar vestimentas de raspa de couro, utilizar somente equipamentos de solda em boas condições. Nunca direcionar o acetileno para partes do próprio corpo e/ou na direção de outras pessoas
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais, projeção de materiais e morte	2	5	10	Sempre estocar o cilindro em local apropriado, realizar com frequência a inspeção dos cilindros e equipamentos de solda. Sempre manter o cilindro em um local limpo, livre da presença de materiais combustíveis e devidamente isolado e sinalizado
Oxigênio	Inalação do oxigênio puro na pressão atmosférica	Entupimento nasal, tosse, garganta inflamada, dor no peito e respiração difícil	2	2	4	Sempre verificar o equipamento de solda e nunca utilizar o oxigênio para a limpeza das vestimentas, peças e ferramentas
	Inalação do oxigênio puro em alta pressão	Danos aos pulmões e ao sistema nervoso central	1	5	5	Nunca respirar o oxigênio puro a alta pressão
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais, projeção de materiais e morte. Pode causar queimaduras por congelamento devido ao rompimento do cilindro	2	5	10	Sempre estocar o cilindro em local apropriado, realizar com frequência a inspeção dos cilindros e equipamentos de solda. Sempre manter o cilindro em um local limpo, livre da presença de materiais combustíveis e devidamente isolado e sinalizado. Verificar se o cilindro está livre de óleos e graxas
Nitrogênio	Inalação do gás puro	Asfixia	3	5	15	Nunca realizar a solda com nitrogênio passante em ambientes fechados e sem ventilação. Prever exaustão local
	Explosão devido ao rompimento do cilindro	Queimaduras por congelamento devido ao contato com o gás e projeção de materiais	2	5	10	Manter o cilindro longe de fontes de calor
Fumos metálicos	Inalação	Edema pulmonar, febre dos metais e pneumoconiose. Danos os rins e pulmões devido a exposição repetida e prolongada	5	5	25	Utilizar proteção respiratória contra fumos metálicos
	Contato com os olhos	Irritação com vermelhidão e lacrimejamento	4	2	8	Utilizar sempre os óculos tipo "maçariqueiro"
	Contato com a pele	Irritação com vermelhidão, dor e ressecamento	4	2	8	Utilizar vestimentas de raspa de couro e permanecer afastado da direção dos gases
Poeira	Inalação	Doenças respiratórias	3	3	9	Utilizar proteção respiratória contra poeira
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais e morte	2	5	10	Varrer o local de trabalho antes do início das operações de soldagem. Nunca realizar a solda em ambientes com poeira

Quadro 5 - APR da Solda realizada de pé, na posição plana

Fonte: Autoria própria

Maçarico	Contato com o maçarico aquecido	Queimaduras	5	2	10	Sempre realizar a solda em bancada de solda com suporte para o maçarico. Utilizar vestimentas de raspa de couro
	Contato com a chama do maçarico	Queimaduras	2	3	6	Permanecer afastado da chama do maçarico. No momento do ajuste da chama, nunca direcionar o maçarico para partes do corpo e para outras pessoas
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais, projeção de materiais e morte	1	5	5	Nunca direcionar a chama na direção de materiais combustíveis
	Contato com a chama do maçarico na etapa de acendimento	Queimaduras	5	4	20	Nunca utilizar isqueiros comuns com reservatório de gás para o acendimento do maçarico. Usar apenas isqueiros que produzem faíscas e com a finalidade correta de uso. Sempre realizar um procedimento seguro para o acendimento do maçarico. Realizar a solda em locais limpos e sem a presença de materiais combustíveis
Mangueiras	Vazamento de gases	Asfixia, incêndio e explosões	2	5	10	Sempre guardar a mangueira da maneira correta, nunca deixá-la exposta a intempéries e sempre realizar a inspeção do material
Postura inadequada	Inclinação acentuada do pescoço	Lesão no pescoço	5	2	10	Realizar treinamento de postura com o soldador
	Curvatura da coluna	Lombalgias	3	4	12	Utilizar bancada com regulagem de altura para soldas na posição plana
	Fadiga muscular	Stress e diminuição da atenção e percepção	4	2	8	Realizar pausas durante a execução dos trabalhos. Nestas pausas alternar entre caminhar e permanecer sentado
Sono	Trabalho noturno	Stress, falta de atenção, dores de cabeça	5	2	10	Ter uma alimentação balanceada e orientar o trabalhador a dormir de 6 a 8 horas por dia, durante o dia.
Poça de fusão	Queda de poça de fusão nas mãos, braços, pernas e pé	Queimaduras	4	2	8	Utilizar botina de segurança com biqueira de aço, perneiras em raspa de couro, luvas de raspa de couro e avental em raspa de couro com manga.
Peças, ferramentas e cilindros	Queda de objetos no pé	Lesões e fratura nos pés	4	3	12	Utilizar botina de segurança com biqueira de aço
Tubo aquecido	Contato do tubo aquecido com partes do corpo	Queimaduras	4	2	8	Utilizar vestimentas de raspa de couro, realizar as soldas em bancadas e aguardar o resfriamento do tubo para a manipulação do mesmo

Quadro 5 - APR da Solda realizada de pé, na posição plana

Fonte: Autoria própria

O soldador “A” ao realizar os serviços de solda em pé, na posição plana, não utilizava nenhum tipo de proteção contra os fumos e gases gerados no processo. A falta de uso deste protetor ou de um sistema de exaustão local representa um risco intolerável e os trabalhos devem ser interrompidos até serem estabelecidas as medidas de controle deste risco. Além disso, o fato deste trabalhador não estar utilizando nenhum tipo de EPI e não realizar os trabalhos em uma bancada apropriada contribuiu para que os valores dos índices de riscos fossem elevados.

APR – Solda realizada de pé, na posição sobre a cabeça (SOLDADOR “A”)						
RISCOS	CAUSA	CONSEQUÊNCIAS	FREQUÊNCIA	SEVERIDADE	RISCO	RECOMENDAÇÕES
Ruído	Ruído causado pelo maçarico	Dor de cabeça, stress e perda auditiva	2	3	6	Uso de protetor auricular
Temperaturas Extremas	Exposição ao calor da chama do maçarico e do tubo aquecido	Cãibras, desidratação e à fadiga de origem térmica	4	1	4	Uso de vestimentas de raspa de couro, hidratação constante e intervalos no período de trabalho
Radiação Ultravioleta	Radiação gerada pela chama do maçarico	Catarata e fotoqueratite	2	4	8	Utilizar óculos tipo "maçariqueiro"
Radiação Infravermelha	Radiação gerada pela chama do maçarico	Queimadura na retina dos olhos	4	4	16	Utilizar óculos tipo "maçariqueiro"
Acetileno	Inalação do gás	Asfixia, dor de cabeça, sonolência, vertigem, náusea, vômito, excitação, excesso de salivação e inconsciência	2	5	10	Sempre montar o equipamento de solda seguindo o procedimento seguro de montagem. Antes do início do serviço sempre realizar a inspeção do equipamento e utilizar materiais de boa qualidade. Nunca realizar soldas em ambientes fechados
	Contato com a pele e olhos	Irritação e congelamento	4	2	8	Utilizar vestimentas de raspa de couro, utilizar somente equipamentos de solda em boas condições. Nunca direcionar o acetileno para partes do próprio corpo e/ou na direção de outras pessoas
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais, projeção de materiais e morte	2	5	10	Sempre estocar o cilindro em local apropriado, realizar com frequência a inspeção dos cilindros e equipamentos de solda. Sempre manter o cilindro em um local limpo, livre da presença de materiais combustíveis e devidamente isolado e sinalizado
Oxigênio	Inalação do oxigênio puro na pressão atmosférica	Entupimento nasal, tosse, garganta inflamada, dor no peito e respiração difícil	2	2	4	Sempre verificar o equipamento de solda e nunca utilizar o oxigênio para a limpeza das vestimentas, peças e ferramentas
	Inalação do oxigênio puro em alta pressão	Danos aos pulmões e ao sistema nervoso central	1	5	5	Nunca respirar o oxigênio puro a alta pressão
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais, projeção de materiais e morte. Pode causar queimaduras por congelamento devido ao rompimento do cilindro	2	5	10	Sempre estocar o cilindro em local apropriado, realizar com frequência a inspeção dos cilindros e equipamentos de solda. Sempre manter o cilindro em um local limpo, livre da presença de materiais combustíveis e devidamente isolado e sinalizado. Verificar se o cilindro está livre de óleos e graxas

Quadro 6 - APR da Solda realizada de pé, na posição sobre a cabeça

Fonte: Autoria própria

Nitrogênio	Inalação do gás puro	Asfixia	3	5	15	Nunca realizar a solda com nitrogênio passante em ambientes fechados e sem ventilação. Prever exaustão local
	Explosão devido ao rompimento do cilindro	Queimaduras por congelamento devido ao contato com o gás e projeção de materiais	2	5	10	Manter o cilindro longe de fontes de calor
Fumos metálicos	Inalação	Edema pulmonar, febre dos metais e pneumoconiose. Danos os rins e pulmões devido a exposição repetida e prolongada	5	5	25	Utilizar proteção respiratória contra fumos metálicos
	Contato com os olhos	Irritação com vermelhidão e lacrimejamento	4	2	8	Utilizar sempre os óculos tipo "maçariqueiro"
	Contato com a pele	Irritação com vermelhidão, dor e ressecamento	4	2	8	Utilizar vestimentas de raspa de couro e permanecer afastado da direção dos gases
Poeira	Inalação	Doenças respiratórias	3	3	9	Utilizar proteção respiratória contra poeira
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais e morte	2	5	10	Varrer o local de trabalho antes do início das operações de soldagem. Nunca realizar a solda em ambientes com poeira
Maçarico	Contato com o maçarico aquecido	Queimaduras	5	2	10	Sempre realizar a solda em uma plataforma de trabalho adequada com suporte para o maçarico. Utilizar vestimentas de raspa de couro
	Contato com a chama do maçarico	Queimaduras	2	3	6	Permanecer afastado da chama do maçarico. No momento do ajuste da chama, nunca direcionar o maçarico para partes do corpo e para outras pessoas
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais, projeção de materiais e morte	1	5	5	Nunca direcionar a chama na direção de materiais combustíveis
	Contato com a chama do maçarico na etapa de acendimento	Queimaduras	5	4	20	Nunca utilizar isqueiros comuns com reservatório de gás para o acendimento do maçarico. Usar apenas isqueiros que produzem faíscas e com a finalidade correta de uso. Sempre realizar um procedimento seguro para o acendimento do maçarico. Realizar a solda em locais limpos e sem a presença de materiais combustíveis
Mangueiras	Vazamento de gases	Asfixia, incêndio e explosões	2	5	10	Sempre guardar a mangueira da maneira correta, nunca deixá-la exposta a intempéries e sempre realizar a inspeção do material
Postura inadequada	Inclinação acentuada do pescoço	Lesão no pescoço	5	2	10	Realizar treinamento de postura com o soldador e fornecer uma plataforma de trabalho adequada
	Sobrecarga na articulação do ombro	Lesão no ombro e tendinites	5	3	15	Realizar treinamento de postura com o soldador e fornecer uma plataforma de trabalho adequada
	Fadiga muscular	Stress e diminuição da atenção e percepção	4	2	8	Realizar pausas durante a execução dos trabalhos. Nestas pausas alternar entre caminhar e permanecer sentado

Quadro 6 - APR da Solda realizada de pé, na posição sobre a cabeça

Fonte: Autoria própria

Sono	Trabalho noturno	Stress, falta de atenção, dores de cabeça	5	2	10	Ter uma alimentação balanceada e orientar o trabalhador a dormir de 6 a 8 horas por dia, durante o dia.
Poça de fusão	Queda de poça de fusão na cabeça, rosto e braços	Queimaduras	5	3	15	Utilizar touca de raspa de couro (do tipo ninja), protetor facial em policarbonato, luvas de raspa de couro e avental em raspa de couro com manga.
	Queda de poça de fusão no pé e nas pernas	Queimaduras	4	2	8	Utilizar botina de segurança com biqueira de aço e perneiras em raspa de couro
Peças e ferramentas	Queda de objetos no pé	Lesões e fratura nos pés	4	3	12	Utilizar botina de segurança com biqueira de aço
Tubo aquecido	Contato do tubo aquecido com partes do corpo	Queimaduras	4	2	8	Utilizar vestimentas de raspa de couro, realizar as soldas em plataformas de trabalho adequadas e aguardar o resfriamento do tubo para a manipulação do mesmo.
Escada	Queda em altura	Lesões e fraturas	4	3	12	Realizar os trabalhos em plataformas de trabalho segura, com todos os EPI's para trabalho em altura
	Choque mecânico com objetos	Lesões e fraturas	4	2	8	Realizar os trabalhos em plataformas de trabalho segura, com todos os EPI's para trabalho em altura. Nunca subir carregando peças e ferramentas
	Contato acidental com tubos e maçarico aquecidos	Queimaduras	5	2	10	Realizar os trabalhos em plataformas de trabalho segura, com todos os EPI's para trabalho em altura. Nunca subir ou descer carregando maçaricos. Permanecer afastado do tubo quando este estiver aquecido

Quadro 6 - APR da Solda realizada de pé, na posição sobre a cabeça

Fonte: Autoria própria

Ao realizar a solda em pé, na posição sobre a cabeça, o soldador “A” também não utilizava nenhum tipo de proteção contra os fumos e gases gerados no processo. A falta de uso deste protetor ou de um sistema de exaustão local representa um risco intolerável e os trabalhos devem ser interrompidos até serem estabelecidas as medidas de controle deste risco. Além disso, o fato deste trabalhador não estar utilizando nenhum tipo de EPI contribuiu para que os valores dos índices de riscos fossem elevados.

Como este soldador realizava os trabalhos em uma escada dobrável de alumínio, foram constatados: risco de lesão por postura inadequada, risco de queda em altura, risco de choque mecânico com objetos e risco de queimaduras.

APR – Solda realizada em condições especiais (SOLDADOR "B")						
RISCOS	CAUSA	CONSEQUÊNCIAS	FREQUÊNCIA	SEVERIDADE	RISCO	RECOMENDAÇÕES
Ruído	Ruído causado pelo maçarico	Dor de cabeça, stress e perda auditiva	2	3	6	Uso de protetor auricular
Temperaturas Extremas	Exposição ao calor da chama do maçarico e do tubo aquecido	Cãibras, desidratação e à fadiga de origem térmica	4	1	4	Uso de vestimentas de raspas de couro, hidratação constante e intervalos no período de trabalho
	Exposição ao calor da incidência direta da luz do sol	Cãibras, desidratação e à fadiga de origem térmica	5	1	5	Hidratação constante e intervalos no período de trabalho
Radiação Ultravioleta	Radiação gerada pela chama do maçarico	Catarata e fotoqueratite	2	4	8	Utilizar óculos tipo "maçariqueiro"
	Radiação devido a incidência direta da luz do sol sobre a pele	Queimaduras e câncer de pele	5	4	20	Utilizar roupas e protetor solar
Radiação Infravermelha	Radiação gerada pela chama do maçarico	Queimadura na retina dos olhos	4	4	16	Utilizar óculos tipo "maçariqueiro"
Acetileno	Inalação do gás	Asfixia, dor de cabeça, sonolência, vertigem, náusea, vômito, excitação, excesso de salivação e inconsciência	2	5	10	Sempre montar o equipamento de solda seguindo o procedimento seguro de montagem. Antes do início do serviço sempre realizar a inspeção do equipamento e utilizar materiais de boa qualidade.
	Contato com a pele e olhos	Irritação e congelamento	4	2	8	Utilizar vestimentas de raspas de couro, utilizar somente equipamentos de solda em boas condições. Nunca direcionar o acetileno para partes do próprio corpo e/ou na direção de outras pessoas
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais, projeção de materiais e morte	5	5	25	Sempre estocar o cilindro em local apropriado, realizar com frequência a inspeção dos cilindros e equipamentos de solda. Sempre manter o cilindro em um local limpo, livre da presença de materiais combustíveis e devidamente isolado e sinalizado. Sempre utilizar as válvulas anti-retrocesso de chama

Quadro 7 - APR da Solda realizada em condições especiais

Fonte: Autoria própria

Oxigênio	Inalação do oxigênio puro na pressão atmosférica	Entupimento nasal, tosse, garganta inflamada, dor no peito e respiração difícil	2	2	4	Sempre verificar o equipamento de solda e nunca utilizar o oxigênio para a limpeza das vestimentas, peças e ferramentas
	Inalação do oxigênio puro em alta pressão	Danos aos pulmões e ao sistema nervoso central	1	5	5	Nunca respirar o oxigênio puro a alta pressão
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais, projeção de materiais e morte. Pode causar queimaduras por congelamento devido ao rompimento do cilindro	2	5	10	Sempre estocar o cilindro em local apropriado, realizar com frequência a inspeção dos cilindros e equipamentos de solda. Sempre manter o cilindro em um local limpo, livre da presença de materiais combustíveis e devidamente isolado e sinalizado. Verificar se o cilindro está livre de óleos e graxas
Nitrogênio	Explosão devido ao rompimento do cilindro	Queimaduras por congelamento devido ao contato com o gás e projeção de materiais	4	5	20	Manter o cilindro longe de fontes de calor e da incidência direta da luz do sol
Fumos metálicos	Inalação	Edema pulmonar, febre dos metais e pneumoconiose. Danos os rins e pulmões devido a exposição repetida e prolongada	5	5	25	Utilizar proteção respiratória contra fumos metálicos
	Contato com os olhos	Irritação com vermelhidão e lacrimejamento	4	2	8	Utilizar sempre os óculos tipo "maçariqueiro"
	Contato com a pele	Irritação com vermelhidão, dor e ressecamento	4	2	8	Utilizar vestimentas de raspas de couro e permanecer afastado da direção dos gases
Poeira	Inalação	Doenças respiratórias	3	3	9	Utilizar proteção respiratória contra poeira
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais e morte	2	5	10	Varrer o local de trabalho antes do início das operações de soldagem. Nunca realizar a solda em ambientes com poeira
Maçarico	Contato com o maçarico aquecido	Queimaduras	5	2	10	Utilizar vestimentas de raspas de couro. Quando não estiver em uso, manter o maçarico em um suporte apropriado
	Contato com a chama do maçarico	Queimaduras	2	3	6	Permanecer afastado da chama do maçarico. No momento do ajuste da chama, nunca direcionar o maçarico para partes do corpo e para outras pessoas
	Incêndio e Explosão	Queimaduras, danos materiais, projeção de materiais e morte	4	5	20	Nunca direcionar a chama na direção de materiais combustíveis
	Contato com a chama do maçarico na etapa de acendimento	Queimaduras	5	4	20	Nunca utilizar isqueiros comuns com reservatório de gás para o acendimento do maçarico. Usar apenas isqueiros que produzem faíscas e com a finalidade correta de uso. Sempre realizar um procedimento seguro para o acendimento do maçarico. Realizar a solda em locais limpos e sem a presença de materiais combustíveis

Quadro 7 - APR da Solda realizada em condições especiais

Fonte: Autoria própria

Mangueiras	Vazamento de gases	Incêndio e explosões	5	5	25	Sempre guardar a mangueira da maneira correta, nunca deixá-la exposta a intempéries e sempre realizar a inspeção do material. Nunca realizar a solda se as mangueiras possuírem fissuras
Postura inadequada	Curvatura da coluna	Lombalgias	5	4	20	Realizar pausas durante a execução dos trabalhos. Nestas pausas alternar entre caminhar e permanecer sentado. Realizar treinamentos de postura com o trabalhador
	Sobrecarga em músculos e articulações	Dores, lesão e fadiga nos músculos e articulações	5	4	20	Realizar pausas durante a execução dos trabalhos. Nestas pausas alternar entre caminhar e permanecer sentado. Realizar treinamentos de postura com o trabalhador
	Fadiga muscular	Stress e diminuição da atenção e percepção	5	2	10	Realizar pausas durante a execução dos trabalhos. Nestas pausas alternar entre caminhar e permanecer sentado
Poça de fusão	Queda de poça de fusão nas mãos e braços	Queimaduras	5	3	15	Utilizar luvas de raspas de couro e avental em raspas de couro com manga.
	Queda de poça de fusão nas pernas	Queimaduras	3	3	9	Utilizar perneiras em raspas de couro
Tubo aquecido	Contato do tubo aquecido com partes do corpo	Queimaduras	4	2	8	Utilizar vestimentas de raspas de couro, evitar se aproximar da junta durante o processo de solda e aguardar o resfriamento do material para a manipulação do mesmo.

Quadro 7 - APR da Solda realizada em condições especiais

Fonte: Autoria própria

Na execução das tarefas o soldador “B”, além de não utilizar nenhum tipo de proteção contra os fumos e gases gerados no processo, usava mangueiras em péssimas condições e um cilindro de acetileno sem a válvula anti-retrocesso de chama. Estes riscos são intoleráveis e os trabalhos devem ser interrompidos até serem estabelecidas as medidas de controle recomendadas. Além disso, o fato deste trabalhador não estar utilizando nenhum tipo de EPI e realizar os trabalhos em postura inadequada contribuiu para que os valores dos índices de riscos fossem elevados.

4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os maiores problemas encontrados nas tarefas desempenhadas pelos soldadores “A” e “B” foi a falta do uso de EPI, falta de treinamento de procedimentos de segurança e o desconhecimento dos riscos envolvidos nas atividades.

Conforme mostram os quadros 5, 6 e 7, os riscos relevantes do processo são classificados de 12 a 20. Para o controle destes riscos devem ser adotadas imediatamente as recomendações sugeridas para o controle dos riscos. Os trabalhos só podem ser executados somente com o acompanhamento e monitoramento contínuo, porém, no caso da alteração das condições, o mesmo deve ser interrompido.

Nos quadros 5, 6 e 7, os riscos moderados são classificados de 8 a 10. Para estes riscos deve ser feita uma previsão para estabelecer, em curto prazo, as recomendações sugeridas para o controle dos riscos. Já os riscos toleráveis são classificados de 4 a 6 e estes riscos não requerem ações imediatas e as medidas de controle sugeridas devem ser estabelecidas em ocasião oportuna, de acordo com a disponibilidade de recursos humanos e financeiros.

A empresa "T", após estabelecer todas as medidas de controle para os riscos classificados como intoleráveis e relevantes, deve realizar treinamentos periódicos com os soldadores, fornecer e fiscalizar o uso dos EPI's necessários no processo de solda e autorizar os serviços mediante a assinatura da permissão de trabalho. Também deve ser feitas inspeções periódicas nos equipamentos de solda e destinar na obra um local para o armazenamento correto e seguro dos cilindros.

5 CONCLUSÃO

Com base no estudo realizado neste trabalho foi possível conhecer as atividades e os riscos envolvidos no processo de solda de tubos de cobre, dentro do ambiente da construção da civil.

Através da aplicação da APR foi possível determinar o nível dos riscos e, a partir desta classificação, determinar o nível de ação para o controle destes riscos. Para cada risco identificado, foram sugeridos meios para a minimização dos riscos.

Também foram observados que além dos soldadores executarem os trabalhos sem receber uma permissão de trabalho, os mesmos não são fiscalizados pela a empresa quanto a utilização de EPI. Além disso, eles desconhecem os riscos envolvidos no processo e não utilizam um procedimento padrão para inspeção e utilização do equipamento de solda.

Conclui-se que muitos riscos inerentes a esta atividade podem ser minimizados através do treinamento dos funcionários, controle do fornecimento do EPI, inspeção periódica dos equipamentos de solda, fiscalização do uso do EPI e implantação de um procedimento seguro para a execução das atividades.

Sendo assim, destaca-se o caráter exploratório desse estudo ressaltando que o mesmo fornece informações específicas dos trabalhos executados por uma empresa em um único estabelecimento. Por esta razão não é possível utilizar este trabalho para ações genéricas, porém serve de base para que os profissionais especializados em Segurança do Trabalho possam conhecer os riscos de acidentes envolvidos nas operações de solda de tubos de cobre na construção civil.

REFERÊNCIAS

ACGIH. American Conference of Government Industrial Hygienists. **Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs®)**. Tradução: Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais ABHO®. São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12176**: Cilindros para gases – Identificação do conteúdo. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Planalto. **LEI Nº 8.213, DE 24 DE JULHO DE 1991**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L8213cons.htm> Acesso em: 31 ago. 2015a.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 4 – Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho**. Manual de Legislação Atlas, São Paulo: Atlas, 75ª Edição, 2015b.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 6 – Equipamento de proteção individual - EPI**. Manual de Legislação Atlas, São Paulo: Atlas, 75ª Edição, 2015c.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 9 – Programa de prevenção de riscos ambientais**. Manual de Legislação Atlas, São Paulo: Atlas, 75ª Edição, 2015d.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15 – Atividades e operações insalubres**. Manual de Legislação Atlas, São Paulo: Atlas, 75ª Edição, 2015e.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 – Ergonomia**. Manual de Legislação Atlas, São Paulo: Atlas, 75ª Edição, 2015f.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. Manual de Legislação Atlas, São Paulo: Atlas, 75ª Edição, 2015g.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 26 – Sinalização de segurança**. Manual de Legislação Atlas, São Paulo: Atlas, 75ª Edição, 2015h.

EMBRACO. Disponível em: <<http://www.embraco.com/DesktopModules/DownloadsAdmin/Arquivos/95042.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2015.

FARIA. M. T. Gerência de Riscos. Apostila do CEEST. UTFPR, Curitiba, 2010

GOMES, Jorge da Costa. **Saúde do trabalhador em operações de soldagem**. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v.13, nº 49, mar. 1985. Disponível em:

<<http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/rbso/RBSO%20V13%20n49.pdf>>. Acesso em: 28 de dez. 2015.

HARRIS BRASTAK. Disponível em: <http://www.harris-brastak.com.br/downloads/FISPQ_LIGAS_FOSFOROSAS_REV_13.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2015.

IIDA, Itiro. **Ergonomia Projeto e Produção**. 2. Ed. Revista e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KÖNIG, Mauri. Perdas Humanas em cifras bilionárias. Gazeta do Povo, Curitiba, 06 jul. 2015. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/especiais/acidentes-de-trabalho-no-brasil/perdas-humanas-em-cifras-bilionarias.jpp>>. Acesso em: 01 set. 2015.

LG Eletronics do Brasil LTDA. **Guia de Instalação**. São Paulo: LG, 2013. 78 p.

MAGRINI, Rui de Oliveira. **Segurança do trabalho na soldagem oxiacetilênica**. 2. ed. São Paulo: Fundacentro, 1999.

MATTOS, Ubirajara Aluizio de Oliveira et al. Higiene e Segurança do Trabalho. Rio de Janeiro: Elsevier/Abepro, 2011.

SILVA, Simone Antunes da. **Análise ergonômica do trabalho do soldador: contribuição para projeção ergonômica**. 2003. 192f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4094/000407483.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2016, 13:25.

WHITE MARTINS. Disponível em: <<http://www.proplad.ufu.br/sites/proplad.ufu.br/files/GasesEsp-Acetileno-FISPQ-4559.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2015a.

WHITE MARTINS. Disponível em: <<http://www.proplad.ufu.br/sites/proplad.ufu.br/files/GasesEsp-Oxigenio-FISPQ-4638.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2015b.

WHITE MARTINS. Disponível em: <<http://www.proplad.ufu.br/sites/proplad.ufu.br/files/GasesEsp-Nitrogenio-FISPQ-4631.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2015c.