



**SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI DR BA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SOLDAGEM**

**VERIFICAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE  
SEGURANÇA À NORMA NFPA 51B - 2009: PREVENÇÃO CONTRA  
INCÊNDIOS E EXPLOSÕES EM SERVIÇOS DE SOLDAGEM E  
CORTE**

**KLAUDE ROBERTO SANTANA DE MORAES**

**SALVADOR  
2010**

**KLAUDE ROBERTO SANTANA DE MORAES**

**VERIFICAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE  
SEGURANÇA À NORMA NFPA 51B - 2009: PREVENÇÃO CONTRA  
INCÊNDIOS E EXPLOSÕES EM SERVIÇOS DE SOLDAGEM E  
CORTE**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Soldagem da Faculdade de Tecnologia Senai Cimatec, como requisito parcial para a obtenção do certificado de Especialista em Soldagem.

Prof. Sérgio Rodrigues Barra, Dr. Eng. - Orientador

**SALVADOR  
2010**

## AGRADECIMENTOS

*Meus agradecimentos aos professores e colegas do Curso pela troca de experiências, pelo apoio e incentivo nesta jornada. À minha esposa Micheline pela paciência e compreensão durante este período.*

## RESUMO

O trabalho avalia e verifica a adequação do sistema de gerenciamento e prevenção de incêndios e explosões, durante a realização de serviços de soldagem e corte, em uma indústria química, tendo como base os requisitos definidos na norma da *National Fire Protection Association NFPA 51B – Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work*, Edição 2009. São levados em conta, aspectos referentes à adequação das práticas e procedimentos existentes, bem como a sua efetiva aplicação. Fatores humanos e de equipamentos são também analisados. Após essa verificação, procurou-se identificar as possíveis divergências relacionadas aos requisitos da norma citada, a partir das quais são feitas as recomendações a serem implementadas, tendo em vista a adequação total aos referidos requisitos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *National Fire Protection Association*, NFPA 51B, *American Welding Society*, Soldagem, Segurança.

## **ABSTRACT**

This monograph has the purpose to evaluate and verify the compliance of the safety management and fire prevention system during welding and cutting activities of one chemical company to the requirements of the National Fire Protection Association standards NFPA 51B – Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work, 2009 Edition. Practices, procedures, human and equipments factors were taken into account, by identifying the gaps to the standard requirement and reporting the necessity of improvements in order to obtain the full compliance with the NFPA 51B standard.

**Keywords:** National Fire Protection Association, NFPA 51B, American Welding Society, Fire Protection, Welding.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Elementos de um Circuito Elétrico Típico para Soldagem Pelo Processo ER	19
<b>Figura 2</b>	Região no Arco da Soldagem pelo Processo ER	20
<b>Figura 3</b>	Representação da Região no Arco na Soldagem pelo Processo MIG/MAG	22
<b>Figura 4</b>	Representação da Região no Arco na Soldagem pelo Processo TIG	26
<b>Figura 5</b>	Classificação dos Processos de Corte	29
<b>Figura 6</b>	Representação de Corte pelo Processo Oxicorte	30
<b>Figura 7</b>	Representação de um Sistema para o Processo de Corte a Plasma Típico	33
<b>Figura 8</b>	Imagem de Corte pelo Processo Plasma	35
<b>Figura 9</b>	Espectro Eletromagnético e Região Característica dos Processos de Soldagem	45
<b>Figura 10</b>	Organograma Gerência de Saúde, Segurança e Meio Ambiente	53
<b>Figura 11</b>	Matriz de Decisão para Emissão de Permissão de Trabalho para Serviços a Quente. Fonte NFPA 51B, Anexo A	59
<b>Figura 12</b>	Modelo de Permissão de Trabalho para Realização de Serviços a Quente. Fonte NFPA 51B, Anexo A	60
<b>Figura 13</b>	Exemplos de Situações onde é Necessária a Presença do Observador de Fogo. Fonte NFPA 51B Anexo A	77

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Vantagens e Limitações dos Processos de Soldagem como Meio de União	14
<b>Tabela 2</b>	Processos de Soldagem por Pressão (Deformação)	18
<b>Tabela 3</b>	Processos de Soldagem por Fusão	18
<b>Tabela 4</b>	Vantagens, Limitações e Aplicações do Processo de Soldagem a Arco Elétrico por ER	21
<b>Tabela 5</b>	Vantagens, Limitações e Aplicações do Processo de Soldagem MIG/MAG	25
<b>Tabela 6</b>	Vantagens, Limitações e Aplicações do Processo de Soldagem TIG	28
<b>Tabela 7</b>	Vantagens e Limitações dos Processos de Oxicorte Quando Comparados a Outros Processos de Separação Como o Corte a Arco Elétrico ou Separação Mecânica (serragem, guilhotinas, etc)	31
<b>Tabela 8</b>	Vantagens e Limitações dos Processos de Corte a Plasma	34
<b>Tabela 9</b>	Principais Constituintes dos Fumos de Soldagem e Gases Relacionados ao Processo Aplicado e Metal de Base	40
<b>Tabela 10</b>	Efeitos Adversos e Limites de Tolerância Relacionados a Gases e Vapores	43
<b>Tabela 11</b>	Filtros para Proteção Visual de Acordo com o Processo Aplicado	46
<b>Tabela 12</b>	Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente	48
<b>Tabela 13</b>	Níveis de Ruídos Característicos em Operações de Soldagem e Corte	48

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ACGIH</b>	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
<b>AGA</b>	<i>American Gas Assotiation</i>
<b>ANSI</b>	<i>American National Standards Institute</i>
<b>API</b>	<i>American Petroleum Institute</i>
<b>APR</b>	Análise Preliminar de Riscos
<b>ASME</b>	<i>American Society of Mechanical Engineering</i>
<b>AWS</b>	<i>American Welding Society</i>
<b>CGA</b>	<i>Compressed Gas Association</i>
<b>EPI</b>	Equipamento de Proteção Individual
<b>ER</b>	Eletrodo Revestido
<b>GMAW</b>	<i>Gas Shielded Metal Arc Welding</i>
<b>GTAW</b>	<i>Gas-shielded Tungsten Arc Welding</i>
<b>MAG</b>	<i>Metal Active Gas</i>
<b>MIG</b>	<i>Metal Inert Gas</i>
<b>MMA</b>	Manual Metal Arc
<b>NBR</b>	Norma Brasileira emitida pela ABNT
<b>NFPA</b>	National Fire Protection Association
<b>NFPA-51B</b>	Norma para Prevenção Contra Incêndios Durante Soldagem, Corte e Outros Serviços a Quente
<b>NIOSH</b>	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
<b>NR</b>	Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego
<b>OFC</b>	<i>Oxifuel Gas Cutting</i>
<b>OSHA</b>	<i>Occupational Safety and Heath Administration</i>
<b>PAC</b>	<i>Plasma Arc Cutting</i>
<b>SMAW</b>	<i>Shielded Metal Arc Welding</i>
<b>SSMA</b>	Saúde, Segurança e Meio Ambiente
<b>TIG</b>	<i>Tungsten Inert Gas</i>

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>Introdução</b>	<b>11</b>
1.1	Objetivos	12
1.2	Método de Estudo	12
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>Processos de soldagem e corte</b>	<b>13</b>
2.1	Importância dos processos de soldagem	13
2.2	Processos de soldagem	17
2.2.1	<i>Soldagem ao arco elétrico</i>	19
2.3	Processos de corte térmico	29
2.3.1	Oxicorte	29
2.3.2	Corte a plasma	32
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>Segurança em serviços de soldagem e corte</b>	<b>35</b>
3.1	Agentes químicos	38
3.2	Agentes físicos	44
3.3	Incêndios e explosões em serviços de soldagem e corte	49
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>Estudo de caso</b>	<b>52</b>
4.1	Definições da <i>National Fire Protection Association – NFPA</i>	57
4.2	Responsabilidade pelos serviços a quente	61
4.2.1	<i>Management (administração)</i>	61
4.2.2	<i>Permit authorizing individual (supervisor de permissão de trabalho para serviço a quente)</i>	69
4.2.3	<i>Hot work operator (executante do serviço a quente)</i>	70
4.2.4	<i>Fire watch (observador de fogo)</i>	70
4.2.5	<i>Contractors (contratados)</i>	72
4.2.6	<i>Mutual responsibility (responsabilidade mútua)</i>	73
4.3	Precauções para prevenção de incêndios e explosões	73
4.3.1	<i>Personal protective clothing (roupa de proteção individual)</i>	74

<b>4.3.2 Permissible areas (área onde é permitida a realização de serviços a quente)</b>	<b>74</b>
<b>4.3.3 Nonpermissible areas (áreas não liberadas para realização de serviços a quente)</b>	<b>74</b>
<b>4.3.4 Hot work permit (permissão de trabalho para serviços a quente)</b>	<b>74</b>
<b>4.3.5 Fire watch (observador de fogo)</b>	<b>76</b>
<b>4.3.6 Cylinders (cilindros de armazenagem de gases)</b>	<b>78</b>
<b>CAPÍTULO 5 Conclusões</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>87</b>

## Capítulo 1

### Introdução

A *National Fire Protection Association – NFPA* é uma associação norte-americana reconhecida internacionalmente como órgão competente na elaboração de normas técnicas, com foco no combate e prevenção de emergências com incêndios. Os códigos, normas, práticas recomendadas e guias da *NFPA*, dos quais faz parte a *NFPA 51B Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work - 2009 Edition*, são elaborados por meio de um processo consensual de desenvolvimento de normas aprovado pelo *American National Standard Institute (ANSI)*. Este processo reúne especialistas que representam diferentes pontos de vista e interesses para que obtenham opiniões sobre incêndios e segurança (*NFPA 51B, 2009*).

A norma *NFPA 51B Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work - 2009 Edition* estabelece critérios para prevenir a perda de vidas e danos à propriedade durante a execução de serviços à quente, sendo definido como serviço à quente qualquer serviço envolvendo a queima, soldagem ou qualquer atividade similar que seja capaz de iniciar incêndios ou explosões. Com base nos critérios da norma acima citada, foi realizada uma análise crítica, por meio de um processo de auditoria do sistema de gestão de segurança para controle e prevenção de incêndios e explosões durante a realização de serviços de soldagem ou corte utilizando arco elétrico (corte a plasma) ou chama oxi-gás (oxicorte) em uma indústria química, verificando a sua adequação aos requisitos definidos pela norma.

Foram levados em conta os aspectos referentes ao gerenciamento do sistema, elaboração e aplicação de procedimentos, treinamento de pessoal e confiabilidade dos equipamentos utilizados. Para efeito deste trabalho, não serão considerados os capítulos 6 (*Sole Proprietors and Individuals Operators*) e 7 (*Public Exhibitions and demonstrations*) da *NFPA 51B*, uma vez que não se aplicam ao caso em estudo.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Geral**

Realizar uma avaliação e verificação de adequação do sistema de gestão de segurança para a prevenção de incêndios e explosões em uma indústria química, durante a realização de serviços de soldagem e corte, utilizando-se como fonte de energia chama oxi-gás ou arco elétrico, aos requisitos definidos na norma da *National Fire Protection Association NFPA 51B Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work - 2009 Edition*

### **1.1.2 Específicos**

- a) Analisar o sistema de gestão elaborado pela empresa;
- b) Analisar a efetiva aplicação das políticas estabelecidas por este sistema;
- c) Identificar as possíveis divergências em relação aos requisitos das normas citadas;
- d) Recomendar ações a serem implementadas, tendo em vista a adequação total aos requisitos.

## **1.2 Método de estudo**

A estratégia de pesquisa utilizada nesta monografia é um estudo de caso por meio de uma avaliação qualitativa. Trata-se de uma investigação empírica, com pesquisa de campo utilizando-se de estudos exploratórios, com coleta de dados, observação direta e entrevistas objetivando apreender a realidade da política de gestão e a sua eficácia observada neste estudo de caso. Descreve-se aqui, de maneira simples, como foram coletadas e avaliadas as evidências deste estudo de caso. O processo de avaliação constituiu, primeiramente, em uma análise dos requisitos definidos pela norma e uma revisão bibliográfica pautada em fontes documentais pertinentes a essa temática, buscando evidências e fundamentações para o presente estudo. Em seguida, foi feita uma análise criteriosa de toda a documentação disponibilizada pela empresa.

A etapa posterior incidiu em visitas às instalações da empresa, com o intuito de validar as informações disponibilizadas, no que tange à realidade das práticas

aplicadas, bem como a verificação de evidências que comprovassem e validassem a eficácia da gestão. Neste processo, foram realizadas entrevistas com funcionários de vários níveis hierárquicos e funções. As entrevistas semi-estruturadas consistiram em perguntas e questões, com solicitação para complementação posterior por parte do entrevistado, aplicadas a partir de um roteiro simples, a fim de proporcionar mais liberdade ao entrevistador. Dessa forma, seria possível coletar informações além das inicialmente previstas no roteiro. Por fim, as divergências identificadas neste processo foram destacadas, bem como as correções necessárias, visando o aperfeiçoamento do sistema da empresa.

## **Capítulo 2**

### **Processos de soldagem e corte**

#### **2.1 Importância dos processos de soldagem**

Nos dias atuais é impossível não relacionar o desenvolvimento industrial com a aplicação de processos de soldagem. A sua aplicação como processo de união de componentes estruturais e equipamentos, dos mais variados tipos, como, por exemplo, tanques, componentes mecânicos para a indústria automobilística, trocadores de calor, reatores, tubulações, entre outros, é extremamente vasto e abrangente. Pode-se afirmar com certo grau de certeza que não existe seguimento industrial onde não seja verificada sua aplicação.

A principal vantagem dos processos de soldagem em relação a outros processos de união reside no fato de que por sua aplicação é possível obter juntas de excelente integridade estrutural e elevada eficiência. Quando executadas de maneira tecnicamente apropriada e controlada, a resistência da junta soldada se equipara ou mesmo supera a resistência do material base. Além disto, as tecnologias e materiais disponíveis possibilitam a sua aplicação como processo de união em uma grande variedade de materiais, inclusive na união de materiais diferentes (ROBERT, 2004, p.14).

Por outro lado, como qualquer outro processo de união, possui limitações. Uma primeira limitação refere-se à característica construtiva, uma junta soldada resulta em uma união permanente, tendo significativas implicações quando se

é necessário desmontar as peças unidas. Uma segunda limitação observada em muitos processos de soldagem está relacionada ao calor utilizado no processo, que quando não devidamente controlado, pode afetar a microestrutura do metal de base degradando as suas propriedades. Do mesmo modo, pode provocar distorções ou introduzir tensões residuais na junta soldada, implicando em um comprometimento de sua confiabilidade (ROBERT, 2004, p.14).

Sob o ponto de vista do fator humano, os processos de soldagem, principalmente quando executados manualmente, exigem operadores com considerável habilidade. Além disto, a capacitação técnica dos operadores é um fator preponderante para a execução das uniões. (ROBERT, 2004, p.14).

Mesmo tendo em conta estas limitações, os processos de soldagem têm sua aplicação extremamente difundida, sobretudo como meio de união de materiais metálicos. A tabela 1 apresenta um comparativo entre as vantagens e limitações relacionadas à aplicação dos processos de soldagem como meio de união.

Tabela 1 – Vantagens e Limitações dos Processos de Soldagem como Meio de União.

<b>Vantagens</b>	<b>Limitações</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas de excepcional integridade estrutural e eficiência, não folgam e não desmontam acidentalmente;</li> <li>• Grande variedade de processos de qualidade reconhecida;</li> <li>• Aplicável para muitos materiais dentro de uma classe;</li> <li>• Operação de forma manual ou automatizada;</li> <li>• Pode ser portátil, permitindo a sua execução em áreas cobertas ou externas;</li> <li>• Juntas estanques com solda contínuas;</li> <li>• Custo normalmente razoável.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impossível de desmontar sem danificar partes;</li> <li>• Calor de soldagem degrada as propriedades do metal de base;</li> <li>• Aplicação de calor de forma inadequada implica em distorções e tensões residuais;</li> <li>• Requer considerável habilidade do operador;</li> <li>• Pode ter custo elevado (juntas de maiores espessuras)</li> <li>• Investimento em equipamentos pode ser elevado (pistolas para soldagem com feixes de elétrons, câmaras de vácuo, etc).</li> </ul>

Fonte: ROBERT W. Messler, Jr. *Principals of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metalurgy*. Troy, New York, 2004, p. 15.

De acordo com Brandi (2004, p.1), denomina-se soldagem “o processo de união entre duas partes metálicas, usando uma fonte de calor, com ou sem aplicação de pressão”. A solda é o resultado deste processo. Este conceito traz uma limitação uma vez que não somente materiais metálicos podem ser soldados.

OKUMURA; TANIGUCHI (1982, p.1), afirmam que a soldagem é um processo metalúrgico de união de metais ou ligas metálicas, devendo os materiais se encontrar em seu estado fundido ou pastoso. A definição implica, portanto, dizer que a união das partes metálicas se processa mediante a utilização de energia térmica para promover a referida fusão metálica.

Neste conceito, além da limitação já citada anteriormente, verifica-se que os processos de soldagem ficam restritos aos processos por fusão. Como será discutido adiante, além dos processos por fusão, têm-se os processos de soldagem onde o mecanismo característico para a obtenção da solda é por deformação e não fusão.

Segundo a *AMERICAN WELDING SOCIETY* A3.0 (2001, p.42), “ soldagem é uma operação que visa obter a coalescência localizada produzida pelo aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem a aplicação de pressão e de metal de adição”. Já a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2008, p.2), na sua norma NBR 10663 – Qualificação de Procedimento de Soldagem pelo Eletrodo Revestido para Oleodutos e Gasodutos, define processo de soldagem como sendo “uma técnica de união ou revestimento de materiais a temperaturas adequadas, com ou sem aplicação de pressão e, com ou sem participação de metal de adição através de equipamentos específicos”.

Nesta afirmação é possível observar outra finalidade para os processos de soldagem que é aplicação de revestimentos, fator pontual quando se considera a aplicação de revestimentos objetivando aumentar a vida útil de peças e componentes de equipamentos sujeitos a severas condições de desgaste abrasivo.

Um segmento industrial em que se verifica esta aplicação, de maneira intensiva, é o de mineração. Na atividade de mineração, devido a sua própria natureza, é usual a aplicação de revestimentos resistentes ao desgaste abrasivo por

metais e minérios em partes móveis de equipamentos como transportadores helicoidais, facas trituradoras, partes de escavadoras, britadores e moinhos, misturadores, perfuratrizes, etc. Além disto, é comum a recuperação de peças e equipamentos pela utilização dos processos de soldagem, a soldagem de manutenção.

Apesar dos processos de soldagem serem vastamente aplicados, trata-se de uma tecnologia extremamente complexa que envolve diversas áreas de conhecimento como metalurgia, física aplicada, mecânica, química, entre outras. O processo para a garantia da confiabilidade de uma solda exige um extremo rigor técnico para a sua aplicação, levando-se em conta não somente os requisitos definidos para o processo em si, como também para qualificação dos profissionais que executam estas atividades, principalmente quando os procedimentos não são executados de forma automática. Para isto, existem códigos de engenharia, desenvolvidos por entidades mundialmente reconhecidas, determinando todos os critérios técnicos necessários para a realização de procedimentos de soldagem e qualificação de pessoal.

Dentre estas organizações, podemos citar:

- *American Welding Society – AWS* ([www.aws.org](http://www.aws.org));
- *American Petroleum Institute – API* ([www.api.org](http://www.api.org));
- *American National Standards Institute – ANSI* ([www.ansi.org](http://www.ansi.org)) e;
- *American Society of Mechanical Engineering – ASME* ([www.asme.org](http://www.asme.org)).

Como exemplo de códigos publicados por estas entidades é possível citar:

- *ANSI/AWS D1.1/D1.1M-2008 – Structural Welding Code - Steel*. Este código estabelece todos os requisitos de soldagem necessários para qualquer tipo de estrutura metálica soldada, considerando a aplicação de aço carbono comum ou aços de baixa liga;
- *ANSI/API 1104 – Welding in Pipelines and Related Facilities*. Este código estabelece todos os critérios para aplicação e aceitação de

soldas em tubulações de aços carbono e aços de baixa liga utilizados na compressão, bombeamento e transferência de petróleo bruto, derivados de petróleo e gases combustíveis;

- *ASME Boiler and Pressure Vessel Code – Section IX – Welding and Brazing Qualification*. Este código estabelece os requisitos técnicos necessários para a elaboração e aceitação de procedimentos de soldagem e brasagem, bem como para a qualificação de soldadores e executantes de brasagem, de forma a atender os requisitos estabelecidos no *Boiler and Pressure vessel Code* da ASME.

## 2.2 Processos de soldagem

Neste tópico serão tratados os critérios para classificação dos processos de soldagem e uma breve explicação dos processos de soldagem utilizados no estudo de caso em questão. Existem vários critérios para a classificação dos processos de soldagem. Um destes critérios consiste em agrupar os processos de soldagem com base no método predominante para se conseguir a continuidade na união (solda). Desta forma, os métodos de soldagem são agrupados em dois grupos: processos de soldagem por fusão e processos de soldagem por pressão (ou deformação). Além deste critério, pode-se, ainda, classificar os processos de soldagem de acordo com a fonte de energia utilizada para a obtenção da união. Basicamente, consideram-se três fontes de energia: química, elétrica e mecânica (ROBERT, 2004).

As fontes químicas geram calor a partir da reação exotérmica de combustão de um gás combustível utilizando ar ou oxigênio, ou por uma reação exotérmica resultante da combinação de um metal e um óxido, outro metal ou oxigênio. As fontes elétricas geram calor a partir de um arco elétrico ou arco plasma aberto entre um eletrodo e a peça a ser trabalhada, pelo aquecimento das partes a serem unidas por efeito Joule (resistência elétrica) ou por indução, bombardeamento da peças por um feixe de elétrons de alta velocidade, ou ainda, pela utilização de uma fonte eletromagnética para geração de radiação infravermelha ou microondas (energia radiante) (ROBERT, 2004).

Já as fontes mecânicas geram calor a partir da deformação plástica pela atuação de pressão ou por atrito (ROBERT, 2004, p. 14). Nas tabelas 2 e 3 estão classificados alguns processos de soldagem com base nos critérios discutidos.

Tabela 2 – Processos de Soldagem por Pressão (Deformação).

<b>Fonte de Energia</b>		
<b>Mecânica</b>	<b>Química</b>	<b>Elétrica</b>
Soldagem a frio	Soldagem a gás por pressão	Soldagem de pinos
Soldagem por fricção		Soldagem por ponto <sup>1</sup>
Soldagem por ultra-som		Soldagem por costura <sup>1</sup>
Soldagem por difusão		Soldagem de projeção <sup>1</sup>
Soldagem por explosão		Soldagem por centelhamento <sup>1</sup> Soldagem de topo por resistência <sup>1</sup>

Tabela 3 – Processos de Soldagem por Fusão.

<b>Fonte de Energia</b>		
<b>Química</b>		<b>Elétrica (energia radiante)</b>
Soldagem oxigás		Soldagem a laser
Brasagem com tocha		Soldagem com feixe de elétrons
Aluminotermia		Brasagem por infravermelho
<b>Elétrica (arco elétrico ou resistência)</b>		
<b>Arco elétrico Eletrodo não consumível</b>	<b>Arco elétrico Eletrodo consumível</b>	<b>Resistência</b>
Soldagem pelo processo TIG (GTAW)	Soldagem pelos processos MIG/ MAG (GMAW)	Soldagem por indução
Soldagem por plasma	Soldagem pelo processo eletrodo revestido (SMAW)	Soldagem por ponto <sup>1</sup>
Soldagem a arco de pinos		Soldagem por costura <sup>1</sup>
		Soldagem de projeção <sup>1</sup>
		Soldagem por centelhamento <sup>1</sup>
		Soldagem de topo por resistência <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nestes processos a solda pode ocorrer tanto por fusão como por deformação. A classificação será dada em função da predominância de um processo sobre o outro para a realização da solda. Fontes: ROBERT, W. Messler Jr. *Principals of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metalurgy*. Troy, New York, 2004 / MODENESI, Paulo J; MARQUES, Paulo Villani. Soldagem I – Introdução aos Processos de Soldagem. UFMG, 2000.

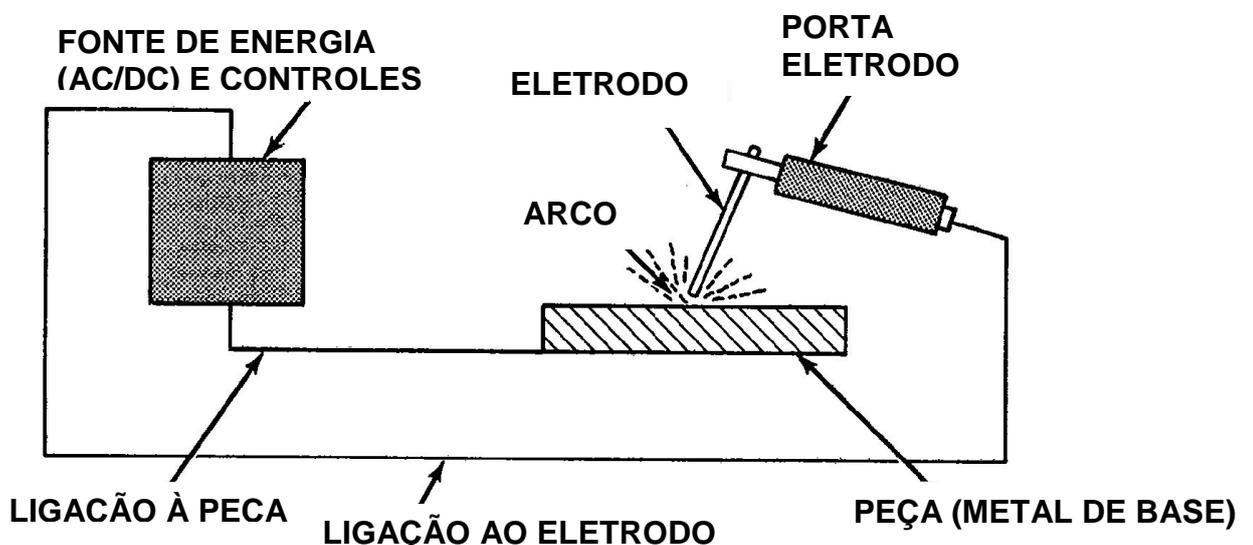
## 2.2.1 Soldagem ao arco elétrico

### a) Processo eletrodo revestido (ER)

A soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido (*shielded metal arc welding – SMAW*) é um processo pelo qual a união (coalescência) das peças é obtida pelo calor produzido por um arco elétrico mantido entre a ponta de um eletrodo especial revestido e a superfície da peça ser soldada (*AWS.Welding Handbook: Welding Process.1997, v.2, cap.2 p.44*).

O núcleo metálico (alma) do eletrodo revestido conduz a corrente elétrica do arco e fornece o metal de adição para a junta a ser soldada. O revestimento tem como funções primárias promover a estabilidade do arco elétrico e proteger o metal fundido da atmosfera na região da solda pela formação de escória e gases de proteção, que são gerados à medida que o revestimento é decomposto pela atuação do calor gerado pelo arco. A figura 1 ilustra o circuito elétrico formado durante o processo de soldagem. O circuito é composto pela fonte de soldagem, cabos de solda, o porta-eletrodo, o elemento de ligação (grampo) da peça a ser soldada, a peça a ser soldada e o eletrodo revestido. Um dos cabos de soldagem é conectado ao porta-eletrodo, enquanto o outro é conectado à peça a ser soldada (*AWS. Welding Handbook: Welding Process. 1997, v. 2, cap.2*).

Figura 1 – Elementos de um Circuito Elétrico Típico para Soldagem pelo Processo ER.

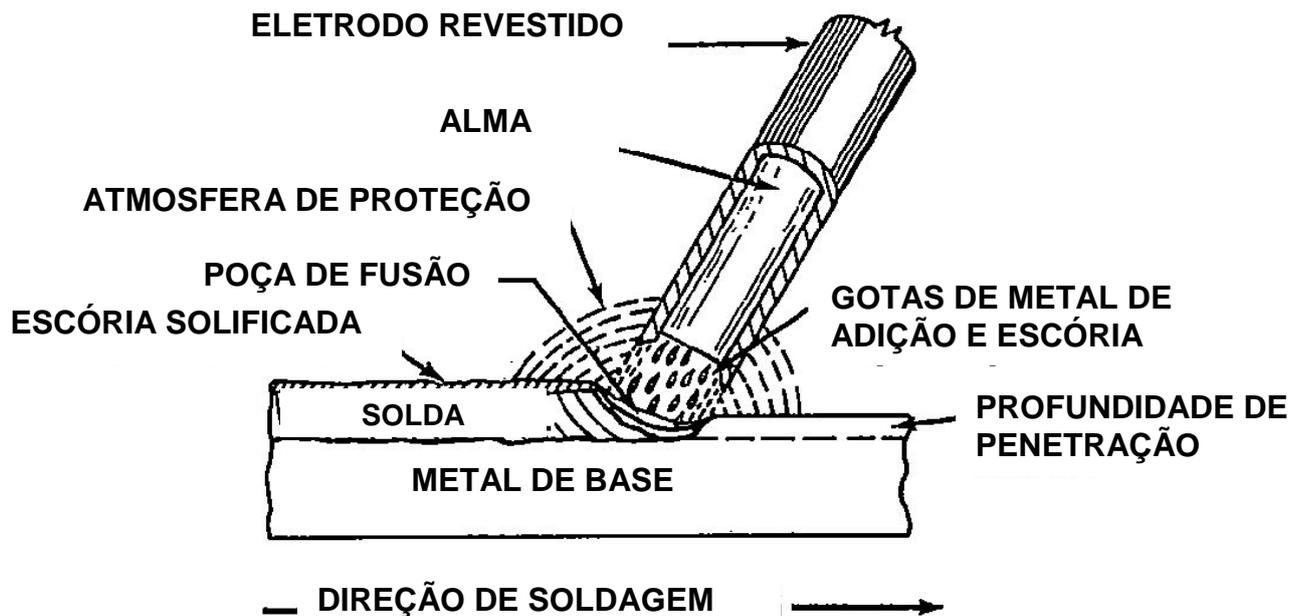


Fonte: *AWS. Welding Handbook: Welding Processes. 1997, v.2, cap. 2, p.45.*

A soldagem se inicia quando um arco elétrico é aberto entre a ponta do eletrodo revestido e a peça a ser soldada. O calor intenso gerado pelo arco elétrico funde a ponta do eletrodo revestido e a superfície da peça na região de abertura do arco. Gotas de metal fundido rapidamente se formam na ponta do eletrodo e, então, são transferidas para a poça de fusão através do fluxo do arco elétrico. A soldagem é realizada manualmente, com o soldador controlando o comprimento do arco e a poça de fusão (pela manipulação do eletrodo) e deslocando o eletrodo ao longo da junta. Quando o eletrodo é quase todo consumido, o processo é interrompido para a troca do eletrodo e remoção da escória na região onde a solda será continuada (AWS.Welding Handbook: Welding Process. 1997,v.2, cap. 2, p.45).

Na figura 2 é mostrada a representação da região do arco na soldagem com eletrodos revestidos.

Figura 2 – Região no Arco da Soldagem pelo Processo ER.



Fonte: AWS, *Welding Handbook: Welding Processes*. 1997, v.2 cap. 2, p.46.

Dependendo de sua composição, os eletrodos revestidos podem ainda desempenhar as seguintes funções:

- a) Conter elementos que previnam o crescimento de grão excessivo na solda;
- b) Conter elementos de liga para modificar as propriedades mecânicas da solda;

- c) Determinar as características elétricas do eletrodo;
- d) Formação de escória para proteger a solda do ar, aumentando as propriedades mecânicas e formato do cordão de solda (*AWS.Welding Handbook, : Welding Process. 1997, v.2, cap. 2, p. 45*).

Na tabela 4 são apresentados as vantagens, limitações e aplicações do processo eletrodo revestido.

Tabela 4 – Vantagens, Limitações e Aplicações do Processo de Soldagem a Arco Elétrico por ER.

Vantagens e Limitações	Aplicações
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamento simples, portátil e barato;</li> <li>• Não Necessita fluxos ou gases externos;</li> <li>• Pouco sensível a presença de correntes de ar (trabalho no campo);</li> <li>• Processo muito versátil em termos de materiais soldáveis;</li> <li>• Facilidade para atingir áreas de acesso restrito;</li> <li>• Aplicação difícil para materiais reativos;</li> <li>• Produtividade relativamente baixa;</li> <li>• Exige limpeza após cada passe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldagem de produção, manutenção e em montagens no campo;</li> <li>• Soldagem de aços carbono e ligados;</li> <li>• Soldagem de ferro fundido;</li> <li>• Soldagem de alumínio, níquel e suas ligas.</li> </ul>

Fonte: MODENESI , Paulo J; MARQUES, Paulo Villani. Soldagem I – Introdução aos Processos de Soldagem. UFMG, 2000, p. 12.

#### b) Processo gás-metal (**MIG/MAG**)

“A soldagem a arco gás-metal é um processo de soldagem por arco elétrico que utiliza um arco elétrico estabelecido entre um eletrodo metálico contínuo (consumível) e a superfície da peça a ser soldada” (*AWS.Welding Handbook: Welding Process. 1997, v.2 cap. 4, p.110*).

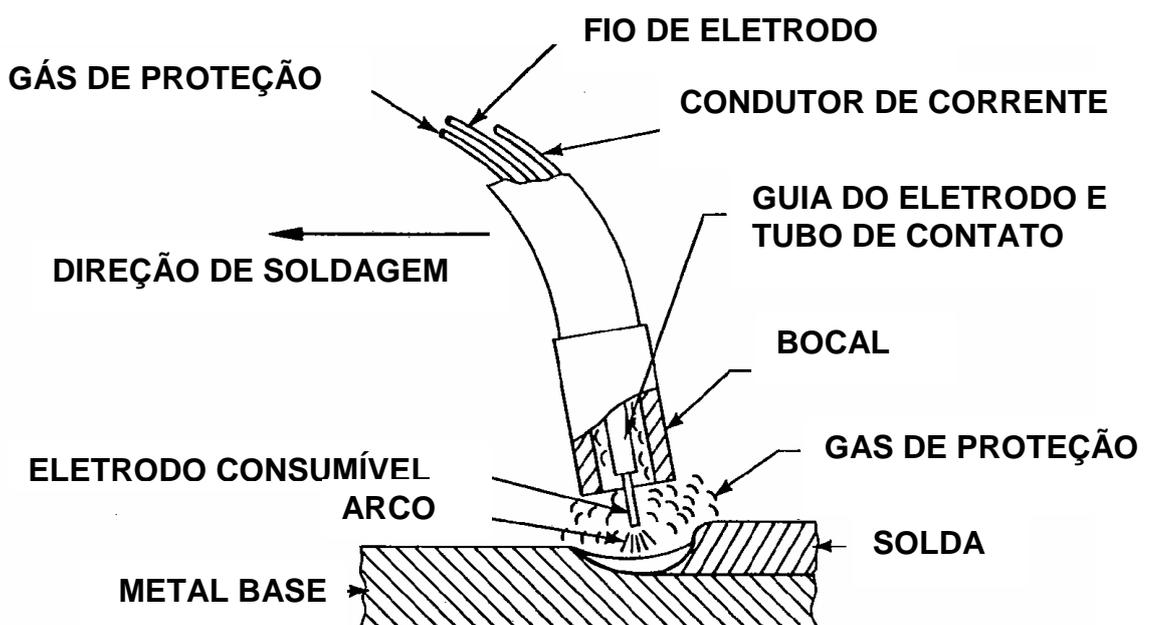
A proteção do arco e da poça de fusão é obtida pela utilização de um gás ou mistura de gases. Se este gás é inerte (argônio ou hélio), o processo também é chamado MIG (metal inerte gás). Por outro lado, se o processo utiliza um gás ativo

(CO<sub>2</sub> ou mistura de CO<sub>2</sub>/ AR/ O<sub>2</sub>), o processo é chamado MAG (metal active gás). Gases inertes puros são normalmente utilizados na soldagem de metais e ligas não ferrosas, enquanto que mistura de gases inertes com pequenas quantidades de gases ativos são aplicados, geralmente, em aços ligados. Misturas mais ricas em gases ativos ou CO<sub>2</sub> puro são utilizados na soldagem de aços carbono (MODENESI; MARQUES, 2000, p.18).

O processo pode ser operado semi-automaticamente, de forma mecanizada ou automatizada. Todos metais comercialmente importantes tais como aços carbono, aços baixa liga de alta resistência, aços inoxidáveis, alumínio, cobre, titânio e ligas de níquel podem ser soldadas em todas as posições pelo processo GMAW através da escolha apropriada do gás de proteção, eletrodo e variáveis de soldagem (AWS.1997, v.2, cap. 4).

Como variáveis de soldagem críticas para o processo temos a corrente de soldagem, polaridade, comprimento do arco (voltagem do arco), velocidade de soldagem, extensão do eletrodo (distância entre o tubo de contato da pistola de soldagem e a ponta do eletrodo), ângulo entre a pistola e a peça a ser soldada e posição de soldagem. Na figura 3 temos representação da região no arco na soldagem pelo processo MIG/MAG.

Figura 3 – Representação da Região no Arco na Soldagem pelo Processo MIG/MAG.



Após o ajuste inicial realizado pelo operador, o equipamento automaticamente atua para a manutenção das características do arco elétrico. Quando operado de maneira semi-automática, o controle da velocidade, direção e posição de soldagem ficam a cargo do soldador. Feito corretamente os ajustes, o comprimento do arco e a corrente são mantidos automaticamente. A pistola de soldagem guia o eletrodo consumível e conduz a corrente elétrica e o gás de proteção, fornecendo a energia necessária para estabilizar o arco e fundir o eletrodo. Além disto, fornece o gás para a proteção contra a atmosfera na região da solda (AWS. 1997, v.2, cap.4).

Neste processo de soldagem, mais do que em qualquer outro, a forma como o metal de adição se transfere do eletrodo para a poça de fusão pode ser controlada e determina várias de suas características operacionais. A transferência de metal de basicamente por três mecanismos: aerossol (spray), globular e curto-circuito, dependendo dos parâmetros e operacionais tais como o nível de corrente, sua polaridade, diâmetro e composição do eletrodo e a composição do gás de proteção. Uma quarta forma de transferência (pulsada) é possível com equipamentos especiais (MODENESI; MARQUES, 2000, p. 20).

Na transferência por spray, o metal de transfere como finas gotas sob a ação de forças eletromagnéticas do arco e independentemente da ação da gravidade. Esta forma de transferência ocorre na soldagem com mistura de proteção ricas em argônio e com valores elevados de corrente. Ela é muito estável e livre de respingos. Infelizmente, a necessidade de correntes elevadas torna difícil, ou impossível, a sua aplicação na soldagem fora da posição plana (a poça de fusão tende a ser muito grande e de difícil controle) ou de peça de pequena espessura (excesso de penetração) (MODENESI; MARQUES, 2000 p. 20).

A transferência globular é caracterizada pela formação, na ponta do eletrodo, de grandes gotas de metal líquido (diâmetro superior ao do eletrodo) que se transfere sob a ação da gravidade para a poça de fusão com uma baixa frequência ( $10^{-1}$  a  $10^0$  gotas/s). Com um gás de proteção a base de argônio, esta forma de transferência é observada para corrente baixa e tensão (e comprimento de arco) elevada. Na soldagem de aço com proteção de CO<sub>2</sub>, a transferência globular ocorre mesmo com valores elevados de corrente. (MODENESI, 2001, p. 27).

O seu uso no processo MIG/MAG é limitado, pois está associado a um arco instável e grande volume de respingos. Além disto, por depender da ação da força da gravidade, tem sua utilização restringida à posição plana.

A transferência por curto circuito ocorre na soldagem com um pequeno comprimento do arco (baixa tensão) e, em geral, com baixa corrente. Nesta forma de transferência, a ponta do eletrodo atinge periodicamente a poça de fusão, ocasionando um curto circuito e a extinção do arco elétrico. Com o curto circuito, a corrente eleva-se rapidamente, aquecendo o eletrodo por efeito joule e aumentando a fusão. Ao mesmo tempo, o metal fundido tende a se transferir para a poça de fusão por ação da tensão superficial e de forças de origem magnética. Com isto, o curto circuito é interrompido e o arco é restabelecido (MODENESI, 2001, p. 25).

Devido a esta característica de extinção do arco durante os curto circuitos, a quantidade de calor transferido para a peça, ou seja, sua capacidade de fusão, fica reduzida. Isto pode ocasionar falta de fusão na soldagem de peças de maior espessura. Entretanto, este mesmo aspecto torna a soldagem por curto circuito apropriada para peças de pequenas espessuras.

A transferência pulsada é conseguida com fontes especiais que impõem uma forma especial à corrente de soldagem, caracterizada por pulsos periódicos de alta corrente. Esta pulsação permite uma transferência spray com valores médios de corrente inferiores aos valores nos quais esta forma de transferência ocorre normalmente. Assim, obtêm-se as vantagens desta transferência com baixos valores de corrente o que permite a sua aplicação na soldagem de juntas de pequena espessura e, também, fora da posição plana. As maiores limitações desta forma de operação são a sua maior complexidade de operação e a necessidade de equipamentos especiais (de maior custo e mais complexos). (MODENESI; MARQUES, 2000 p. 21).

Na tabela 5 são apresentadas as vantagens, limitações e aplicações do processo MIG/MAG.

A tabela 5 - Vantagens, Limitações e Aplicações do Processo MIG/MAG.

Vantagens e Limitações	Aplicações
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo com eletrodo contínuo (comprimentos maiores de solda podem ser feitos sem a necessidade de paradas e reinícios);</li> <li>• Permite soldagem em qualquer posição;</li> <li>• Elevada taxa de deposição de metal;</li> <li>• Pode soldar diferentes ligas metálicas;</li> <li>• Exige pouca limpeza após soldagem devido à ausência de escória;</li> <li>• Equipamento relativamente caro e complexo, além de menos portátil;</li> <li>• Pode apresentar dificuldade para soldar juntas de acesso restrito devido o tamanho da pistola de soldagem e a necessidade de proximidade da peça a ser soldada;</li> <li>• Proteção do arco é sensível a correntes de ar;</li> <li>• Pode gerar elevada quantidade de respingos;</li> <li>• Altos níveis de calor radiante e intensidade de arco podem resultar em resistência dos operadores ao processo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldagem de ligas ferrosas e não ferrosas;</li> <li>• Soldagem de carrocerias e estruturas de veículos;</li> <li>• Soldagem de tubulações, etc.</li> </ul>

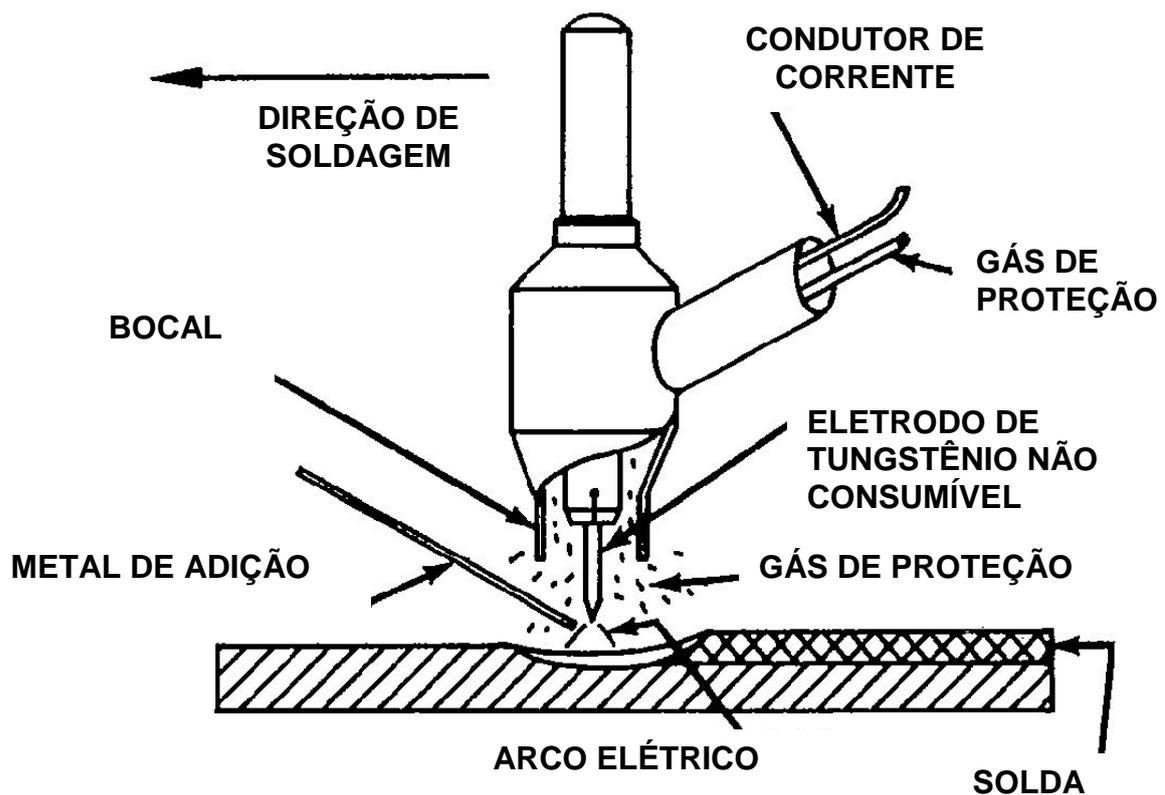
Fontes: MODENESI, Paulo J; MARQUES, Paulo Villani Soldagem I – Introdução aos Processos de Soldagem, 2000 / *AWS Welding Handbook: Welding Processes* . 1997, v.2.

### c) Processo gás-tungstênio (TIG)

O processo a arco gás tungstênio (*gas tungsten arc welding – GTAW*),

comumente conhecido como TIG (*tungsten inert gas*), está representado na figura 4, é utilizado um eletrodo de tungstênio (ou liga de tungstênio) não consumível mantido em uma tocha. O gás de proteção é alimentado através da tocha protegendo o eletrodo, a poça de fusão e o metal que está se solidificando dos contaminantes presentes na atmosfera. O arco elétrico é produzido pela passagem de corrente elétrica através do gás de proteção ionizado. O arco é estabelecido entre a ponta do eletrodo e peça a ser soldada. O calor gerado pelo arco funde o metal de base e, uma vez estabelecida a poça de fusão, a tocha é movida ao longo da peça a ser soldada, podendo ou não ser utilizado metal de adição. O gás de proteção normalmente utilizado é o argônio ou hélio, ou mistura destes gases. (*AWS. Welding Handbook: Welding Process. 1997, v.2 cap. 3*)

Figura 4 – Representação da Região no Arco na Soldagem pelo Processo TIG.



Fonte: *AWS. Welding Handbook: Welding Processes. 1997, v.2, cap.3, p. 7*

Pode ser utilizada na forma manual ou mecanizada e é considerada um dos processos de soldagem a arco de melhor controle. Permite a execução de soldas de alta qualidade e excelente acabamento, particularmente em juntas de pequena espessura (inferior a 10 mm) e, mais comumente, entre 0,2 e 0,3 mm. A soldagem GTAW é mais utilizada para aços ligados, aços inoxidáveis e ligas não ferrosas (MODENESI; MARQUES, 2000, p. 15).

O seu equipamento básico consiste de uma fonte de energia (CC e/ou CA), tocha com eletrodo de tungstênio, fonte de gás de proteção (argônio e/ ou hélio) e um sistema para a abertura do arco (normalmente um ignitor de alta frequência). Este ignitor ioniza o meio gasoso, dispensando a necessidade de tocar o eletrodo na peça para a abertura do arco. O equipamento para GTAW é mais caro e complicado do que o equipamento do que o usado em SMAW (MODENESI; MARQUES, 2000, p. 16).

As principais variáveis no processo GTAW são a tensão do arco (comprimento do arco), corrente de soldagem, velocidade de soldagem e gás de proteção. A quantidade de energia produzida pelo arco é proporcional à corrente e à tensão. A quantidade transferida por unidade de comprimento de solda é inversamente proporcional à velocidade de soldagem. Quando utilizando o hélio como gás de proteção, o arco tem maior capacidade de penetração do que utilizando o argônio. Estas variáveis interagem fortemente o que torna inviável tratá-las de maneira independente quando se está elaborando um procedimento de soldagem (AWS. *Welding Handbook: Welding Process*. 1997, v.2, cap. 3).

A tabela 6 apresenta as vantagens, limitações e aplicações do processo TIG.

Tabela 6 – Vantagens, Limitações e Aplicações do Processo de Soldagem TIG.

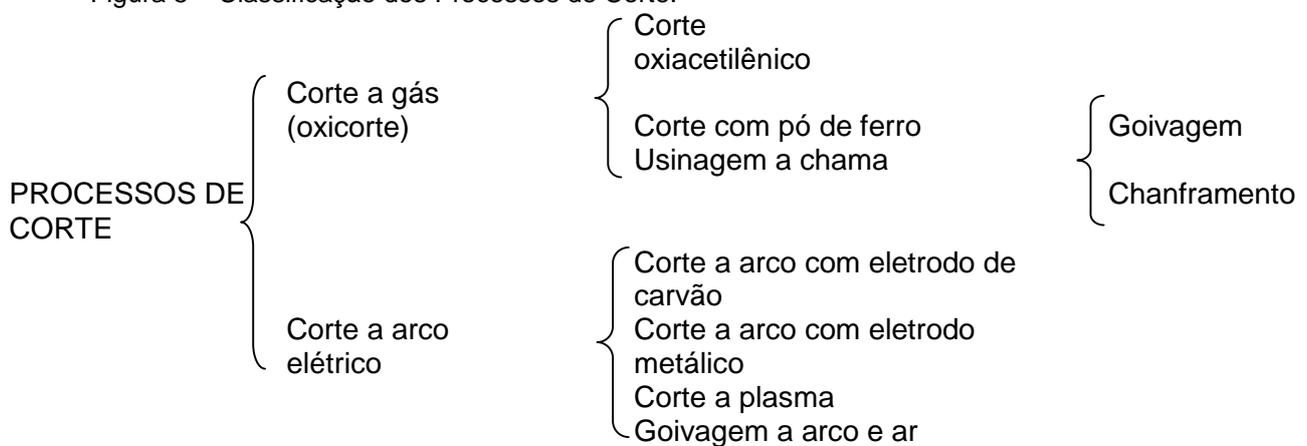
<b>Vantagens e Limitações</b>	<b>Aplicações</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente controle da peça de fusão;</li> <li>• Permite soldagem sem o uso de metal de adição;</li> <li>• Permite mecanização de automação do processo de soldagem;</li> <li>• Pode ser usado para a maioria dos metais, incluindo juntas de metais dissimilares;</li> <li>• Produz soldas de alta qualidade e excelente acabamento;</li> <li>• Gera pouco ou nenhum respingo;</li> <li>• Exige pouca ou nenhuma limpeza após soldagem;</li> <li>• Permite soldagem em qualquer posição;</li> <li>• Taxa de deposição inferior as conseguidas com processos a arco elétrico utilizando eletrodos consumíveis (baixa produtividade);</li> <li>• Requer maior habilidade e coordenação do soldador que nos processos GMAW e SMAW para soldagem manual;</li> <li>• É economicamente desvantajoso que processos a arco elétrico com eletrodo consumível para seções com espessura maior que 10 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldagem de precisão ou de elevada qualidade;</li> <li>• Soldagem de peças de pequena espessura e tubulações de pequeno diâmetro;</li> <li>• Execução do passe de raiz em tubulações;</li> <li>• Soldagem de ligas especiais e não ferrosas.</li> </ul>

Fontes: MODENESI, Paulo J; MARQUES, Paulo Villani Soldagem I – Introdução aos Processos de Soldagem, 2000 / AWS. *Welding Handbook: Welding Processes* . 1997, v.2.

## 2.3 Processos de corte térmico

Os processos de corte têm o objetivo oposto aos processos de soldagem. Por estes processos obtemos a separação em uma ou mais partes de peças e componentes. Dentro das tecnologias existentes, podemos dizer que o oxicorte e o corte por arco elétrico são os que possuem aplicação mais usual. A figura 5 apresenta a classificação dos processos de corte térmico.

Figura 5 – Classificação dos Processos de Corte.



Fonte: OKOMURA; TANIGUCHI. Engenharia de Soldagem e Aplicações Livros Técnicos e Científicos. 1982,p. 8.

### 2.3.1.Oxicorte (OFC)

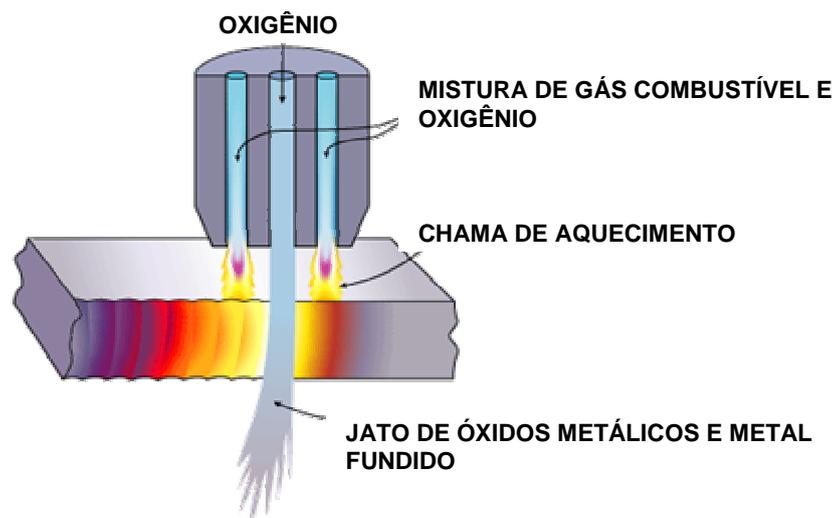
Oxicorte (*oxyfuel gas cutting – OFC*) engloba um grupo de processos de corte que utilizam reações químicas controladas para remover metal pré-aquecido por sua rápida oxidação em uma corrente de oxigênio puro. O oxicorte se inicia pelo aquecimento da peça na região a ser cortada até a sua temperatura de ignição através do uso de uma chama oxicom bustível. Esta temperatura situa-se entre 760 e 870°C (*AMERICAN SOCIETY FOR METALS*. 1993, v.6, p. 2717).

Após atingir esta temperatura, um fluxo de oxigênio puro é direcionado para esta região causando a rápida oxidação do metal aquecido, gerando grande quantidade de calor. Este calor age no sentido de manter a continuidade das reações à medida que o corte se processa. Os gases resultantes da queima e o fluxo de oxigênio pressurizado expõem óxidos metálicos fundidos e também uma quantidade de metal base fundido resultante da reação exotérmica de oxidação (*AMERICAN SOCIETY FOR METALS*. 1993, v.6).

O processo emprega um maçarico de corte com um bico específico para o fim. A função do maçarico de corte é produzir a chama de aquecimento através da mistura nas corretas proporções do gás de combustão e oxigênio para a sua queima e fornecer o fluxo concentrado de oxigênio de alta pureza para a zona de reação (AMERICAN SOCIETY FOR METALS. 1993,v.6).

Na figura 6 tem-se a representação do corte pelo processo por oxicorte.

Figura 6 – Representação de Corte pelo Processo Oxicorte.



Fonte: The Welding Institute. <<http://www.twi.co.uk/content/jk49.html>>

No caso de metais e ligas refratários à oxidação – como os aços ligados, aços refratários, ferros fundidos e não ferrosos – a reação é facilitada pela injeção de um fluxo, pó metálico, agente químico ou abrasivo ou, ainda, a mistura deles. Apesar de a reação ser fortemente exotérmica e o calor despendido aquecer as zonas vizinhas, é necessário durante o corte manter uma fonte calor para que o metal permaneça no ponto de fusão, sendo a intensidade proporcional à espessura que se deseja cortar (WAINER, 2004, p.201).

Somente aços com menos de 0,5% de carbono e que não contenham teor elevado de outros metais, tais como cromo, níquel, manganês ou silício, queimam no oxigênio. Apenas os aços ao carbono e os de baixa liga podem ser cortados com maçaricos em boas condições. O combustível

mais utilizado é o acetileno graças à alta temperatura de chama ( $3.100^{\circ}\text{C}$ ), sua disponibilidade e uma grande familiaridade dos usuários deste processo com as características de sua chama. Como gases combustíveis podemos ainda citar: propano, GLP, gás natural, nafta e hidrogênio (WAINER, 2004, p. 201).

A tabela 7 apresenta as vantagens e limitações do processo oxicorte como processo

A tabela 7 - Vantagens e Limitações do Processo Oxicorte Quando Comparados a Outros Processos de Separação Como o Corte a Arco Elétrico ou Separação Mecânica (serragem, guilhotinas, etc).

<b>Vantagens</b>	<b>Limitações</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode cortar o aço mais rapidamente que os processos mecânicos de remoção de material;</li> <li>• Pode cortar peças com formatos e espessuras difíceis de serem trabalhadas de forma econômica com processos mecânicos;</li> <li>• Equipamento básico para operação manual é de baixo custo;</li> <li>• Equipamento manual pode ser portátil e de fácil uso para trabalho no campo;</li> <li>• Direção de corte pode ser mudada rapidamente pela movimentação do maçarico e não da peça;</li> <li>• Processo pode ser usado facilmente para a abertura de chanfros de soldagem;</li> <li>• Permite o corte simultâneo de duas ou mais peças com a utilização de método e equipamentos apropriados;</li> <li>• Pode ser executado de forma manual ou mecanizada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerâncias dimensionais são mais pobres que outros processos de separação mecânicos;</li> <li>• Por ter como princípio a reação de oxidação do ferro, seu uso é limitado ao corte de aços carbono e ferro fundido;</li> <li>• O calor gerado no processo pode interferir nas propriedades metalúrgicas da peça trabalhada nas proximidades da região do corte. Aços temperáveis necessitam de operações adicionais (pré-aquecimento antes e tratamento térmico após o corte) de custo elevado para controlar microestrutura e as propriedades mecânicas;</li> <li>• Chamas de pré-aquecimento e material quente expelido representam um risco de segurança às pessoas e à instalação.</li> </ul>

Fontes: *AMERICAN SOCIETY FOR METALS*. Volume 6, 1993 / MODENESI, Paulo J; MARQUES, Paulo Villani Soldagem I – Introdução aos Processos de Soldagem, 2000.

### 3.3.2 Corte a plasma

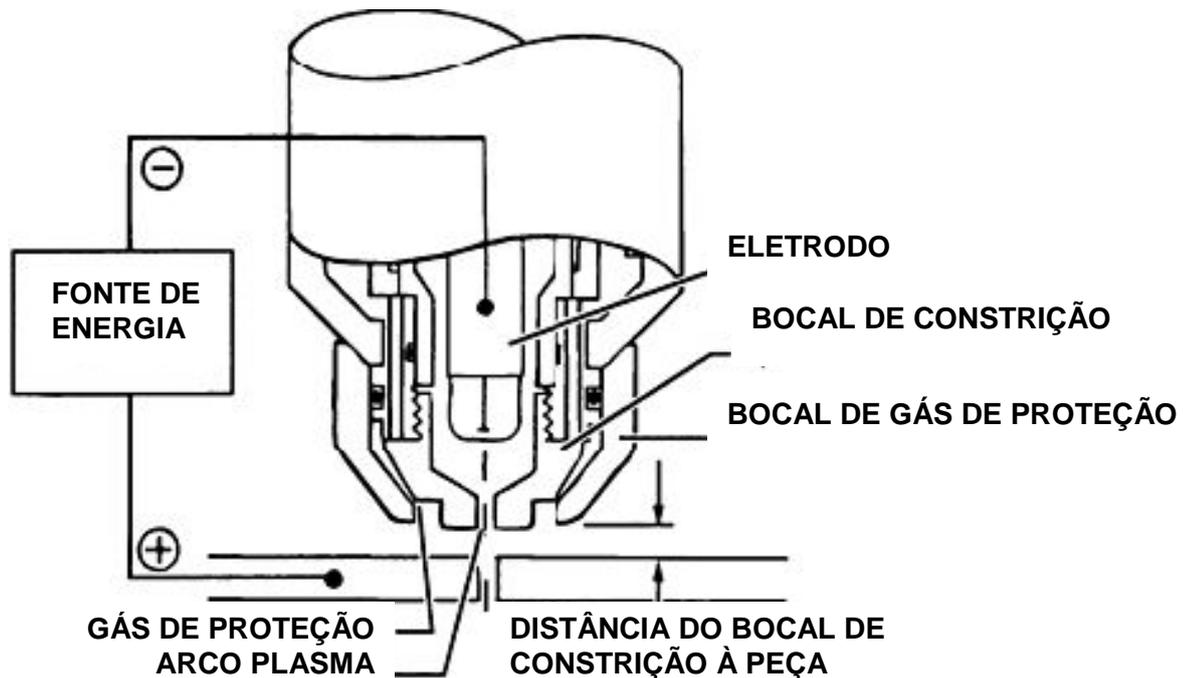
O corte a plasma (*Plasma Arc Cutting – PAC*) é um processo de corte que utiliza um arco elétrico constrito na forma de um jato de gás ionizado (eletricamente condutor) de alta velocidade para fundir e cortar o metal em uma área localizada. Este gás ionizado é denominado plasma e a remoção do material fundido se dá pela ação do jato em alta velocidade. (*AMERICAN SOCIETY FOR METALS*. 1993 v. 6, p. 2746).

O processo consiste inicialmente em provocar em uma coluna de gás, com o auxílio de um arco elétrico, o aumento de sua temperatura, o suficiente para que os impactos de entre as moléculas de gás provoquem entre si certo grau de dissociação e ionização. O gás ionizado é forçado a passar através de um orifício de parede fria e esta repentina mudança provoca um grande gradiente térmico entre o centro da coluna de gás com a periferia que está em contato com a parede de cobre, fazendo com que a densidade no centro da coluna diminua, favorecendo aos elétrons adquirirem energia suficiente para provocar a ionização de outros átomos. Este efeito eleva de maneira sensível o grau de ionização da coluna do arco e sua temperatura, possibilitando o aumento da taxa de energia transferida para a peça a ser soldada, sendo o aumento de velocidade do plasma consequência direta da constrição (RELA, 1992, p.156).

“Os arcos de plasma tipicamente operam em temperaturas entre 10.000 e 14.000<sup>0</sup> C.” (*AWS.Welding Handbook, : Welding Process*.1997, v.2, cap.15, p.482).

Na figura 7 tem-se a representação de um sistema típico para o processo de corte a plasma, identificando os principais componentes de uma tocha.

Figura 7 – Representação de um Sistema para o Processo de Corte a Plasma Típico.



Fonte: *ASM Handbook: Welding, Brazing, and Soldering*. 1993 v. 6, p.2748.

Um gás inerte é forçado por pressão a passar por um bocal de constrição na saída da tocha. Esta tocha está conectada por cabos a uma fonte de corrente direta (dc). Na tocha, uma parte do gás inerte é transformada em plasma (gás ionizado) pelo calor liberado pela descarga de um arco de alta voltagem gerado pela fonte. Este arco é criado entre o eletrodo (negativo) e o bocal de constrição (positivo) através do qual o gás flui. Quando uma pequena quantidade de corrente é imposta pela fonte a este arco de alta voltagem, é gerado um arco piloto que se projeta para fora da tocha, na forma de um jato de plasma. Este arco piloto tem por função estabelecer um caminho entre a peça a ser cortada e o arco principal, uma vez que não é possível estabelecer o contato direto entre o eletrodo e a peça, pois o mesmo se encontra no interior da tocha.

Quando o arco piloto entra em contato com a peça a ser trabalhada, que está conectada (positivo) à fonte de energia, o arco principal é iniciado e o arco piloto se extingue. Os gases utilizados para a formação do plasma incluem o nitrogênio, argônio, ar, oxigênio e misturas de nitrogênio/ hidrogênio e argônio/ hidrogênio.

Em algumas aplicações é necessária a utilização de um gás de proteção (secundário) para auxiliar o arco de plasma. O gás tem por função: auxiliar o plasma a expelir o metal fundido, favorecer um corte mais rápido e limpo, prover uma melhor refrigeração da tocha, reduzir o acúmulo de respingos de metal na saída da tocha, reduzir o arredondamento das bordas do corte, permitir uma penetração mais fácil, entre outras. Os gases utilizados como gás de proteção são os mesmos utilizados para a formação do plasma. A tabela 8 apresenta as vantagens e limitações do processo de corte por plasma.

Tabela 8 – Vantagens e Limitações dos Processos de Corte a Plasma.

<b>Vantagens</b>	<b>Limitações</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opera em um nível de energia muito maior que o oxicorte, resultando em maiores velocidades de corte (produtividade);</li> <li>• Além de maiores velocidades, possui a vantagem de iniciar o corte imediatamente, sem a necessidade de pré-aquecimento da peça. Isto tem uma importância muito grande em situações onde haja cortes interrompidos;</li> <li>• A zona termicamente afetada é menor do que no processo oxicorte;</li> <li>• Pode cortar praticamente todos os metais (ferrosos e não-ferrosos);</li> <li>• Possibilita o corte de aços carbono praticamente sem distorções devido à sua velocidade e a concentração da área na área de corte;</li> <li>• Poder realizado manualmente ou de forma mecanizada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os equipamentos tendem a ser mais caros do que os aplicados no processo de oxicorte;</li> <li>• Requer a utilização de grande quantidade de energia elétrica;</li> <li>• Quando comparados com outros meios mecânicos de corte, introduz riscos, tais como: incêndios, choques elétricos, energia radiante (raios infravermelhos, ultravioletas e luz visível), fumos e gases e níveis elevados de ruídos;</li> </ul>

Fontes: *ASM Handbook: Welding, Brazing, and Soldering*. 1993, v.6, cap 15 / MODENESI; MARQUES, 2000 / AWS. 1997, v. 2.

Na figura 8 tem-se a imagem de um corte pelo processo plasma. Nela verifica-se o formato e a maneira como o jato de plasma concentra-se em uma área reduzida, determinando suas características, entre elas a concentração de energia na região do corte, permitindo maiores velocidades e reduzindo a zona termicamente afetada.

Figura 8 – Imagem de corte pelo Processo Plasma.



Fonte <http://www.esab.com.br/br/por/Instrucao/Corte-Plasma.cfm>.

### Capítulo 3

#### Segurança em serviços de soldagem e corte

Sob a ótica da saúde do trabalhador, serviços de soldagem e corte térmico ocasionam a exposição dos trabalhadores a diversos agentes químicos e físicos que, quando não devidamente controlados e prevenidos, causam danos a sua saúde. Este dano à saúde será função da natureza do agente, sua concentração e/ou intensidade e tempo de exposição.

Dentro deste conceito, podem ocorrer efeitos na saúde dos trabalhadores devido a uma exposição crônica ou aguda. A exposição crônica caracteriza-se por

exposições contínuas, isto é, por um longo período, sob concentrações baixas. De outro modo, a exposição aguda se caracteriza pela exposição do trabalhador a altas concentrações em curtos intervalos de tempo.

No Brasil, a Norma Regulamentadora Nº 15 – NR 15 – *Atividades e Operações Insalubres* estabelece os critérios técnicos para avaliação, bem como os limites de tolerância à exposição a agentes químicos e físicos. Além desta Norma Regulamentadora, outras entidades internacionalmente reconhecidas publicam normas e códigos que estabelecem critérios para a execução de serviços de soldagem. Como exemplos, são tem-se:

- *National Institute For Occupational Safety and Health - NIOSH* ([www.cdc.gov/niosh/homepage.html](http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html)). Ligado ao *U.S. Department of Health and Human Services*, o *NiOSH* tem como função desenvolver e recomendar padrões de segurança e saúde ocupacional de forma a garantir a saúde dos trabalhadores. Especificamente para os processos de soldagem e corte térmico, tem publicado o documento *DHHS (NIOSH) Publication No 88-10 – Criteria for a Recommended Standart – Welding, Brazing, and Thermal Cutting*. Este documento avalia os riscos para a saúde dos trabalhadores envolvidos nestes processos e estabelece critérios para eliminar ou minimizar estes riscos;
- *Occupational Safety & Health Administration – OSHA* ([www.osha.gov](http://www.osha.gov)). *Orgão do U.S. Department of Labor*, a OSHA tem por função promover a segurança e saúde dos trabalhadores nos Estados Unidos da América, estabelecendo procedimentos (*Occupational Safety and Health Standards*), fiscalizando a sua aplicação, promovendo treinamentos e estabelecendo parcerias com a sociedade de forma a melhorar as condições de segurança e saúde dos trabalhadores. Os padrões estabelecidos pela OSHA têm força de lei em solo americano, assemelhando-se às Normas Regulamentadoras existentes na Legislação Brasileira.

Como exemplos de normas publicadas pela OSHA, podemos citar:

- 29CFR1910.146 – *Permitted–required Confined Spaces*. Esta norma estabelece os requisitos mínimos para a realização de atividades em espaços confinados;
- 29CFR1910.252 – *Welding, Cutting and Brazing*;
- 29CFR1910.253 – *Oxygen-fuel gas welding and cutting* ;
- 29CRF1910.254 – *Arc Welding and cutting*.

Estes três últimos procedimentos estabelecem requisitos mínimos e medidas de controle para a garantia da segurança dos trabalhadores e das instalações durante a execução de atividades envolvendo soldagem, corte térmico e brasagem, além de abordar aspectos relacionados a serviços em espaços confinados.

- *American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH* ([www.acgih.org](http://www.acgih.org)). A ACGIH é uma organização internacionalmente reconhecida na área de saúde e higiene industrial, cuja finalidade é o desenvolvimento de práticas, procedimentos e métodos de avaliação de exposição a agentes riscos físicos e químicos. Os limites de exposição a agentes de químicos estabelecidos pela ACGIH são utilizados como referência internacionalmente.
- A *American Welding Society (AWS)* também estabelece requisitos mínimos de segurança para a realização de serviços de soldagem e corte em seu código *ANSI Z49.1:2005 – Safety in Welding, Cutting, and Allied Process*. Mesmo sendo códigos publicados por entidades não brasileiras, estes documentos são vastamente aceitos no Brasil para fins de avaliação e proteção a saúde dos trabalhadores. A maioria das vezes, estes códigos são mais consistentes e completos que os códigos brasileiros existentes.

Nos capítulos seguintes será uma breve descrição dos principais agentes

químicos e físicos presentes nos trabalhos de soldagem e corte térmico e seus efeitos à saúde. Medidas de prevenção e controle para estes agentes podem ser encontradas na bibliografia citada neste trabalho.

### **3.1 Agentes químicos**

Processos de soldagem e corte térmico produzem poeiras, fumos metálicos, vapores e gases que podem causar danos à saúde dos trabalhadores. Os riscos decorrentes de agentes químicos são influenciados por método de soldagem aplicado; revestimento dos eletrodos aplicados; material de enchimento e metal base; tintas e outros revestimentos aplicados nas superfícies a serem trabalhadas.

A contaminação dos trabalhadores por estes agentes ocorre principalmente, pela sua absorção através do sistema respiratório, porém, a depender da substância, o seu contato com o corpo (pele, olhos, etc) gera efeitos danosos à saúde. Algumas substâncias são tóxicas quando inaladas, produzindo efeitos imediatos (exposição aguda) ou efeitos crônicos (exposição contínua). Elas são absorvidas pela corrente sanguínea, atingindo órgãos como o fígado ou rins. Efeitos crônicos de algumas substâncias podem ocasionar o câncer (BLUNT; BALCHIN, 2002).

Outras substâncias podem produzir sensibilização por inalação ou por contato com a pele. Substâncias que causam sensibilização por inalação podem evoluir para uma forma alérgica de asma. Casos de asma associados com isocianatos ou com fluxos de soldagem contendo colofônia (resina de pinus) são relativamente comuns. Casos de asma associados à soldagem de aços inoxidáveis também são reportados. O contato de substâncias com a pele pode evoluir para dermatites alérgicas (BLUNT; BALCHIN, 2002).

Em espaços confinados, os processos de geração de poeiras, fumos metálicos, vapores e gases se tornam críticos, uma vez que, sem ventilação apropriada, estas substâncias tendem a se apresentar em maiores concentrações. Gases de proteção, como o argônio, em função de sua densidade, podem deslocar

o oxigênio e causar morte por asfixia.

a) Fumos metálicos

Os fumos são gerados pela volatilização das substâncias fundidas com a subsequente condensação de partículas do estado gasoso. A seguir são apresentados alguns componentes metálicos que geram fumos e seus efeitos à saúde.

- Aços inoxidáveis contêm níquel e cromo que podem causar asma. Níquel e cromo VI (cromo-hexavalente) podem causar câncer. Além disto o cromo pode causar sérios problemas no sistema respiratório (seios nasais). *(NIOSH Publication No 88-110: Criteria for a Recommended Standard: Welding, Brazing, and Thermal Cutting).*
- Aços carbono contêm um certo teor de manganês. Manganês pode causar Mal de Parkinson, causando danos aos nervos. *(NIOSH Publication No 88-110: Criteria for a Recommended Standard: Welding, Brazing, and Thermal Cutting).*
- Zinco em metais galvanizados ou em tintas pode causar “febre de fumo metálico” caracterizada por náuseas, vômitos, febre, mal estar geral e mialgia (dor muscular). Pode estar associada a sintomas pulmonares como bronco-espasmos e insuficiência respiratória. *(NIOSH Publication No 88-110: Criteria for a Recommended Standard: Welding, Brazing, and Thermal Cutting.)*

A tabela 9 apresenta alguns processos de soldagem relacionados com o metal de base e a geração de fumos e gases durante a execução do processo.

Tabela 9 – Principais Constituintes dos Fumos de Soldagem e Gases Relacionados ao Processo Aplicado e Metal de Base\*.

Processo de soldagem/ corte e metal de base	Constituinte	Bário	Berílio	Cádmium	Cromo	Cobalto	Cobre	Fluoretso	Chumbo	Manganês	Níquel	Prata	Monóxido de carbono	Oxidos de nitrogênio (NOx)	Atmosfera rica em oxigênio	Ozônio
<b>Processo Soldagem Oxigás</b>																
Aços baixo carbono	1												1	1		1
Chumbo	2								3							
<b>Eletrodo revestido</b>																
Aços baixo carbono	2	(2)						1								
Aços manganês	2	(2)						1					1	1		
Aços inoxidável	2	(2)			3	(2)		1			2		1	1		1
<b>Mig/ Mag</b>																
Aços baixo carbono: gás de proteção CO2	2							1					2			1
Aços baixo carbono: gás de proteção argônio	2							1					1			1
Aços inoxidáveis	2				2						2		1			2
Aços manganês	2									2			1			1
Alumínio	2															2
Cobre	2		(3)				3									1
<b>Soldagem a arco com eletrodo tubular</b>																
Aços baixo carbono	2	(2)						1		1			1			1
<b>TIG<sup>a</sup></b>																
Aços baixo carbono	1				1											2
Aços inoxidáveis	1				1					1						2
Alumínio	1															2
Cobre	2	(3)					2									2
Níquel	2										2					2
<b>Corte e Goivagem</b>																
Oxigás - aços baixo carbono	2								2 <sup>b</sup>				1	2	2	
Plasma - aços baixo carbono	2								2 <sup>b</sup>				1	1		2
Plasma – alumínio	2													1		2
Aquecimento por chama													2	2		

\* Constituintes com limite de tolerância maiores que os níveis de poeira total inalável, como ferro e alumínio, foram omitidos.

1 quantidade significativa de fumos, porém, usualmente não excedem os limites de tolerância.

2 precauções são recomendadas tais como exaustão/ ventilação local, pois os níveis de exposição geralmente estão acima dos limites de tolerância.

3 risco potencial relacionado a quantidade com a sua toxicidade.

( ) ocorrência ocasional.

<sup>a</sup> executante do processo podem ser exposto a particulados de tório quando usinando o eletrodo.

<sup>b</sup> pintura contendo chumbo ou aços revestidos com chumbo.

Fonte: Health and Safety in Welding and Allied Processes, 5ª Edição, Jane Blunt and Nigel C. Balchin.

#### b) Tintas e resíduos

- Chumbo presente em alguns tipos de tintas pode causar envenenamento, provocando dores de cabeça, dores nas articulações e músculos, contração abdominal com dor, irritabilidade, perda de memória, anemia e danos aos rins e sistema nervoso. Poeira de chumbo pode ser transportada nas roupas e sapatos até as residências dos trabalhadores podendo causar doenças em suas famílias, especialmente crianças. (*NIOSH Publication No 88-110: Criteria for a Recommended Standard: Welding, Brazing, and Thermal Cutting*).
- Cádmio presente em algumas tintas e revestimentos pode causar problemas nos rins e câncer. (*NIOSH Publication No 88-110: Criteria for a Recommended Standard: Welding, Brazing, and Thermal Cutting*).
- Alguns tipos de revestimento ou proteção podem conter isocianatos que podem causar asma. Um tipo específico, o tolueno diisocianato (TDI), pode causar câncer. (*NIOSH Publication No 88-110: Criteria for a Recommended Standard: Welding, Brazing, and Thermal Cutting*).

#### c) Compostos Orgânicos

Tricloroetileno e tetracloroetileno são solventes comumente utilizados para desengraxe de peças metálicas. Estas substâncias podem estar presentes nas superfícies de peças recentemente limpas ou na atmosfera onde os trabalhos estão sendo executados. A radiação ultravioleta pode reagir com os vapores destes solventes e produzir uma série de gases tóxicos e irritantes, como por exemplo, o fosgênio que é um gás extremamente tóxico.

#### d) Gases

Vários gases tóxicos tais como monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, ozônio e outras substâncias resultantes da decomposição fotoquímica e pirolítica de hidrocarbonetos halogenados estão presentes ou são produzidos pelas reações químicas durante os procedimentos de soldagem e corte térmico. Gases

combustíveis tais como proprano, acetileno e hidrogênio podem ser liberados causando asfixia. Além disto, estes gases possuem baixo limite inferior de explosividade, o que contribui para o aumento do risco de incêndios e explosões.

O limite inferior de explosividade é a menor concentração de uma substância que em uma mistura com o ar resulta em uma mistura explosiva. O limite inferior de explosividade do acetileno é 2,5% em volume. Isto significa que mesmo em pequena quantidade, seu potencial explosivo é alto. O próprio oxigênio, utilizado na combustão destes gases, quando em concentrações maiores que o normal aumenta o risco de explosão, pois aumenta a inflamabilidade destes gases.

Gases de proteção tais como argônio, nitrogênio, hélio e dióxido de carbono podem deslocar o oxigênio contido no ambiente (espaço confinado) e não sendo percebidos, uma vez que estes gases não possuem cheiro ou cor, causam deficiência de oxigênio, perda de consciência e morte por asfixia.

A tabela 10 apresenta os efeitos adversos e limites de tolerância de alguns gases e vapores nos Reino Unido (UK), Estados Unidos e Brasil. Estes limites estão de acordo com a legislação de cada país. No caso do Brasil, estão de acordo com a Norma Regulamentadora N° 15 – NR 15 – Atividades e Operações Insalubres.

Tabela 10 – Efeitos Adversos e Limites de Tolerância Relacionados a Gases e Vapores.

SUBSTÂNCIAS	FONTES USUAIS	POSSÍVEIS EFEITOS ADVERSOS	LIMITES DE EXPOSIÇÃO (UK) (ppm)	LIMITES DE EXPOSIÇÃO (EUA) (ppm)	LIMITES DE EXPOSIÇÃO (NR-15) (ppm)
<b>Argônio, Hélio</b>	Gases de proteção	Asfixiante	---	---	*
<b>Dióxido de carbono</b>	Gases de proteção, queima de combustíveis	Asfixiante	5000	5000	3900
<b>Monóxido de carbono</b>	Queima parcial de combustíveis, de composição de produtos	Bloqueia a absorção do oxigênio na Hemoglobina	30 (Longa duração) 200 (15 mim)	50	39
<b>Oxidos de nitrogênio (NOx) principalmente NO2</b>	Ação da tocha de soldagem ( chama) nos gases presentes no ar	Edema Pulmonar, Respiração curta, Tosse, etc	3 (longa duração) 5 (15 mim)	5 ( C ) <sup>c</sup>	4 (NO2)
<b>Oxigênio</b>	Liberção acidental	Incêndios	---	---	---
<b>Ozônio</b>	Ação dos raios Ultravioletas na região da solda	Irritante em excesso causa edema pulmonar, danoso aos pulmões se exposto a longos períodos	0.2 (15 minutos)	0.1	0.08
<b>Fosgênio</b>	Ação do arco elétrico em desengraxantes clorados	Altamente tóxico produz hidrogênio e cloretos nos pulmões	0.02 (8 horas) 0.06 (15 minutos)	0.1	0.08
<b>Tricloroetileno</b>	Desengraxantes	Média toxicidade, dores de cabeça, sonolência. Fatal se exposto a longos períodos	100 <sup>a</sup>	100 <sup>b</sup> 200 (C) <sup>c</sup>	48

\* Gases asfixiantes simples de acordo com a NR-15. Para esta condição, a concentração mínima de oxigênio deverá ser de 18% em volume.  
Limites de tolerância da NR-15 para uma jornada semanal de 48 horas.  
Limites de tolerância do Reúno Unido e Estados Unidos são para a média ponderada de oito horas de exposição, exceto onde indicado.

<sup>a</sup> exposição deve ser reduzida tanto quanto praticamente possível, não podendo exceder estes valores.

<sup>b</sup> substâncias que possuem valores de exposição que não devem ser excedidas em nenhum momento da jornada de trabalho.

<sup>c</sup> (C) valor que não pode ser ultrapassado em nenhum momento da jornada de trabalho.

Fontes: Health and Safety in Welding and Allied Processes, 5ª Edição, Jane Blunt and Nigel C. Balchin/ Norma Regulamentadora Nº 15 – Atividades e Operações Insalubres.

### 3.2 Agentes físicos

#### a) Radiações não-ionizantes

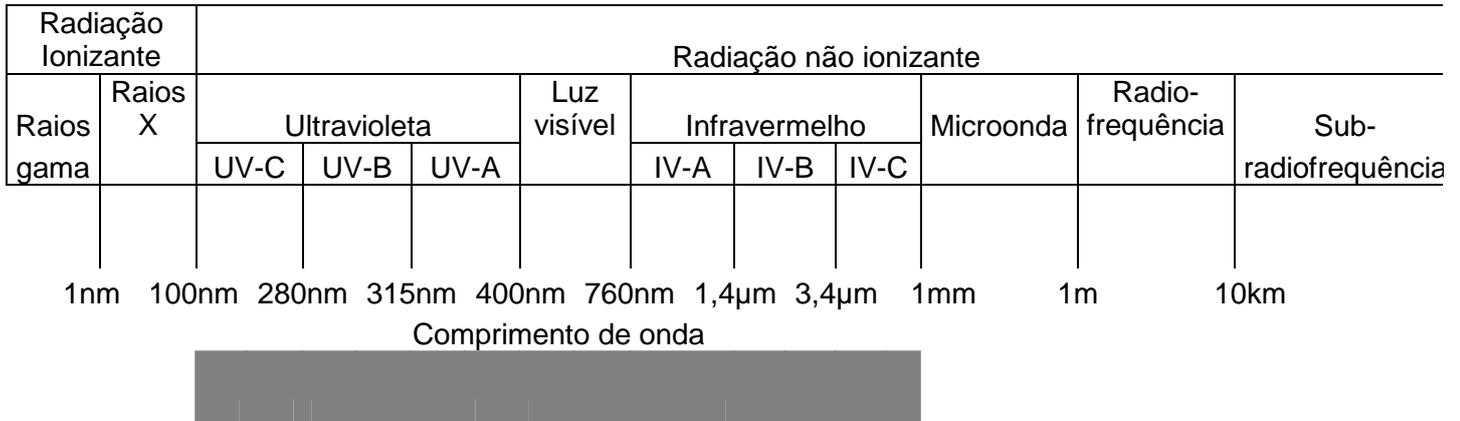
Radiações não-ionizantes são definidas como aquelas que possuem energia capaz de excitar átomos ou elétrons, mas não em quantidade suficiente para remover elétrons de seus orbitais. Os processos de soldagem e corte térmico geram radiações não-ionizantes sob a forma de raios infravermelhos e raios ultravioletas. A exposição desprotegida e sem controle a estes raios causa danos à pele e à visão não somente aos operadores dos processos, como também a pessoas que se situem próximos a área onde é realizada a atividade.

Exposições aos raios ultravioletas durante os processos de soldagem a arco resultam em ceratoconjutivite aguda, clarão dos soldadores, ou ceratite actínica. Este processo inflamatório afeta a parte mais externa dos olhos (córnea, conjuntiva, íris) causando visão embaçada, lacrimejamento, queimaduras doloridas e dor de cabeça. Estes sintomas normalmente aparecem entre quatro e doze horas após o início das atividades e permanecem por mais de dois dias (*NIOSH Publication N. 88-110: Criteria for a Recommended Standard: Welding, Brazing, and Thermal Cutting*).

De maneira similar, exposição aos raios infravermelhos podem provocar danos térmicos na córnea e humor aquoso e está associado e está relacionado com o surgimento de catarata. As radiações visíveis (luz visível) emitidas durante o processo de soldagem podem penetrar nos olhos e ser absorvida pela retina e pela coróide (camada abaixo da retina) causando danos. Exposição da pele aos raios ultravioletas e infravermelhos também causa dermatites. A exposição aos raios ultravioletas pode resultar em queimaduras da pele semelhantes a queimaduras de exposição aos raios solares (*NIOSH Publication N. 88-110: Criteria for a Recommended Standard: Welding, Brazing, and Thermal Cutting*).

A figura 9 apresenta o espectro eletromagnético, identificando a faixa de emissões características dos processos de soldagem e corte. Embora seja ressaltada uma faixa de frequência na faixa de radiações não-ionizantes, é verificada a emissão de raios X (radiação ionizante) durante a aplicação do processo de soldagem por feixe de elétrons.

Figura 9 – Espectro Eletromagnético e Região Característica dos Processos de Soldagem.



Região do espectro característico dos processos de soldagem<sup>a</sup>

Fontes: adaptado de Health and Safety in Welding and Allied Processes, 5<sup>o</sup> Edição, Jane Blunt and Nigel C. Balchin/ TLV's e BEI's Baseados na Documentação dos Limites de Exposição Ocupacional (TLV's) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição, Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais.

A tabela 11 relaciona os processos de soldagem com os filtros apropriados a serem aplicados nas máscaras de soldagem com o intuito de evitar danos aos olhos dos operadores do processo. Do mesmo modo, observadores devem utilizar proteção adequada. Quando executado em áreas em que haja circulação de pessoas ou próximos a outras frentes de trabalho é necessária a instalação de barreiras adequadas (cortinas de proteção) de forma a evitar a exposição de pessoas que trabalhem ou circulem próximo a área de soldagem.

Tabela 11 – Filtros para Proteção Visual de Acordo com o Processo Aplicado.

<b>Processo</b>	<b>Diâmetro do eletrodo (mm)</b>	<b>Corrente do arco (amperes)</b>	<b>Filtro Mínimo</b>	<b>Filtro Recomendando</b>
<b>Eletrodo revestido</b>	< 2.4	< 60	7	-
	2.4 - 4.0	60 - 160	8	10
	4.0 - 6.4	160 - 250	10	12
	> 6.4	250 - 550	11	14
<b>MIG/MAG</b>		< 60	7	-
		60 - 160	10	11
		160 - 250	10	12
		250 - 500	10	14
<b>TIG</b>		< 50	8	10
		50 - 150	8	12
		150 - 500	10	14
<b>Corte a plasma</b>		< 20	4	4
		20 - 40	5	5
		40 - 60	6	6
		60 - 80	8	8
		80 - 300	8	9
		300 - 400	9	12
		400 - 800	10	14
	Espessura da chapa (mm)			Filtro recomendando
<b>Soldagem oxigás</b>				
	<b>Leve</b>	< 3		4 ou 5
	<b>Médio</b>	3 - 13		5 ou 6
<b>Pesado</b>	> 13		6 ou 8	
<b>Oxicorte</b>				
	<b>Leve</b>	< 25		3 ou 4
	<b>Médio</b>	25 - 150		4 ou 5
<b>Pesado</b>	> 150		5 ou 6	

Fonte: ANSI/AWS Z49.1:2005: Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes.

### b) Campos eletromagnéticos

A corrente elétrica circulando em um condutor provoca o aparecimento de campos eletromagnéticos. A corrente elétrica utilizada nos processos de soldagem ou corte criam campos eletromagnéticos em torno dos cabos de solda e dos equipamentos.

Além disto, certas máquinas de soldar geram e usam, para abrir o arco ou durante toda a operação de soldagem, faiscamento do tipo “ruído branco” conhecido como “alta frequência”. Conseqüentemente, pessoas portadoras de marca-passo devem consultar um médico antes de adentrar uma área de soldagem ou corte: campos elétricos e magnéticos ou as irradiações podem interferir no funcionamento do marca-passo.

### c) Ruído

Embora altos níveis de ruído possam ocorrer em vários processos de soldagem e corte térmico, eles estão mais associados ao corte a plasma do que em outros processos. No processo de corte a plasma, o ruído é causado pela passagem de gás quente através do bocal de constrição em velocidades supersônicas. Exposição ao ruído além dos limites de tolerâncias e sem a devida proteção pode ocasionar perda auditiva temporária ou definitiva, a depender da intensidade e duração do ruído.

A tabela 12 indica os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente definidos na Norma Regulamentadora Nº 15 – Atividades e Operações Insalubres. A tabela apresenta o tempo máximo permitido em função da intensidade do ruído ao qual o trabalhador está submetido. Ainda de acordo com esta norma regulamentadora, não é permitida a exposição ruído de intensidade superior a 115 dB sem proteção apropriada.

Tabela 12 – Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente.

<b>Nível de Ruído – dB (A)</b>	<b>Máxima Exposição Diária Permissível</b>	<b>Nível de Ruído - dB (A)</b>	<b>Máxima Exposição Diária Permissível</b>
85	8 horas	98	1 hora e 15 minutos
86	7 horas	100	1 hora
87	6 horas	102	45 minutos
88	5 horas	104	35 minutos
89	4 horas e 30 minutos	105	30 minutos
90	4 horas	106	25 minutos
91	3 horas e 30 minutos	108	20 minutos
92	3 horas	110	15 minutos
93	2 horas e 40 minutos	112	10 minutos
94	2 horas e 15 minutos	114	8 minutos
95	2 horas	115	7 minutos
96	1 hora e 45 minutos		

Fonte: Norma Regulamentadora Nº 15 – Atividades e Operações Insalubres.

Na tabela 13 encontram-se os níveis de ruídos gerados durante a aplicação de alguns processos de soldagem e corte.

Tabela 13 – Níveis de Ruídos Característicos em Operações de Soldagem e Corte.

<b>Processo de Soldagem ou Corte</b>	<b>Nível de Ruído (dB)</b>
Oxiacetilênico	< 70
Eletrodo revestido	62 – 82
MiG/MAG	70 – 82
Arame Tubular	50 – 86
TIG	50 – 60
Plasma	95 – 115

Fonte: adaptado de Práticas de Segurança na Soldagem a Arco Elétrico, R. Paranhos, Revista Soldagem e Materiais, Outubro/ Dezembro, 1992, p. 31.

#### d) Eletricidade

Choques elétricos em processos ao arco elétrico e soldagem por resistência é um risco comum e podem ser suficientes para paralisar o sistema respiratório ou causar fibrilação ventricular e morte. Este risco é crítico quando os equipamentos utilizados não possuem as práticas de manutenção apropriadas ou quando a resistência através do soldador é diminuída devido a sua transpiração ou quando trabalhando apoiado sobre superfícies molhadas.

#### e) Outros Riscos Físicos

Devido a grande quantidade de energia térmica presente nos processos de soldagem e corte, é usual que as parte trabalhadas resultarem em superfícies aquecidas. Desta forma, verifica-se o risco de queimaduras térmicas por contato com superfícies quentes. Adicionalmente, existem casos de danos ao sistema auditivo ocasionados por contato dos respingos de solda ou metal fundido com o aparelho auditivo.

Por outro lado, é freqüente realização de atividades em pisos ou posições em diferentes níveis de altura onde há o risco de queda. Medidas de proteção tais como a utilização correta de equipamentos de proteção contra queda ou a instalação de plataformas devidamente dimensionadas durante a realização dos trabalhos são necessárias.

Embora não seja especificamente um risco físico, as condições e situações durante a realização dos trabalhos podem implicar em condições ergonomicamente inadequadas para os trabalhadores, ocasionando efeitos no sistema músculo-esquelético.

### **3.3 Incêndios e explosões em serviços de soldagem e corte**

Além dos agentes químicos e físicos descritos anteriormente, os trabalhadores, também, estão expostos aos riscos de incêndios e explosões que podem ocasionar sérios ferimentos e/ou mortes.

Somados a este aspecto, os danos à propriedade decorrentes destes eventos geralmente são de grandes proporções e, em algumas situações, ocasionam paradas prolongadas de plantas industriais, implicando em prejuízos financeiros de grandes valores devido a lucros cessantes e custos para a recuperação de instalações danificadas.

Como descrito anteriormente, os processos de corte e soldagem utilizando arco elétrico ou chamas oxi-gás são parte integrante do mundo industrial e, por isto, a prevenção destes tipos de incidentes torna-se fator fundamental para a preservação da saúde e mesmo da vida de trabalhadores. A prevenção também é um fator fundamental para a manutenção da viabilidade econômica das empresas, já que, a ocorrência de eventos desta natureza podem gerar efeitos econômicos e sociais que inviabilizem a existência do negócio.

De acordo com a *National Fire Protection Association: 51B, 2009*, indica que apesar de serem processos comumente utilizados, freqüentemente, todas as partes envolvidas na aplicação destes processos (quem executa, contrata ou supervisiona a sua aplicação) não possuem o pleno entendimento que o uso impróprio destas tecnologias podem resultar em sérios danos à propriedade e perdas de vidas devido a incêndios e explosões.

Nos Estados Unidos, a *NFPA* aponta que aproximadamente 6% dos incêndios em indústrias e parte dos incêndios em propriedades não industriais têm sido causadas por processos de corte ou soldagem, principalmente com equipamentos portáteis em áreas não projetadas ou não aprovadas para este tipo de atividade. As atividades de corte e certos tipos de soldagem ao arco elétrico produzem literalmente milhares de fontes de ignição em forma de centelhas ou respingos de metal fundido. Do mesmo modo, arcos elétricos, as chamas dos processos oxi-gás e partes aquecidas também funcionam como fontes de ignição (*NFPA 51B, 2009*).

A maioria dos incêndios nos quais estão envolvidos corte e soldagem é causada por respingos de metal fundido. Estes respingos são projetados horizontalmente a distâncias de até 11 metros, incendiando todos os tipos de

materiais combustíveis. Além disto, respingos também podem cair através de rachaduras, furos em tubulações ou outras pequenas aberturas em pisos ou divisórias iniciando incêndios que atingem grandes proporções antes de serem notados (NFPA 51B, 2009).

Arcos elétricos ou as chamas do processo oxi-gás, por si só, raramente tem sido causas de incêndios, exceto onde o calor produzido superaquece combustíveis nas vizinhanças das áreas em que estão sendo aplicados ou quando são utilizados em recipientes que possuíam combustível em seu interior, porém não foram devidamente limpos e descontaminados. Neste último caso, geralmente ocorre uma explosão (NFPA 51B, 2009).

O calor proveniente do metal sendo cortado ou soldado causa incêndios em situações onde é possível que respingos ou fagulhas atinjam e permaneçam em contato com materiais combustíveis. Incêndios e explosões também ocorrem em situações em que o calor é transmitido para a atmosfera explosiva do seu interior de recipientes através de sua superfície metálica (NFPA 51B, 2009).

Assim sendo, é extremamente necessário que os empreendimentos industriais possuam um sistema de gerenciamento adequado para a prevenção de incêndios e explosões durante a realização de serviços de soldagem e corte térmico de forma a garantir a saúde e integridade dos trabalhadores e a manutenção a viabilidade econômica e social do empreendimento.

## Capítulo 4

### Estudo de caso

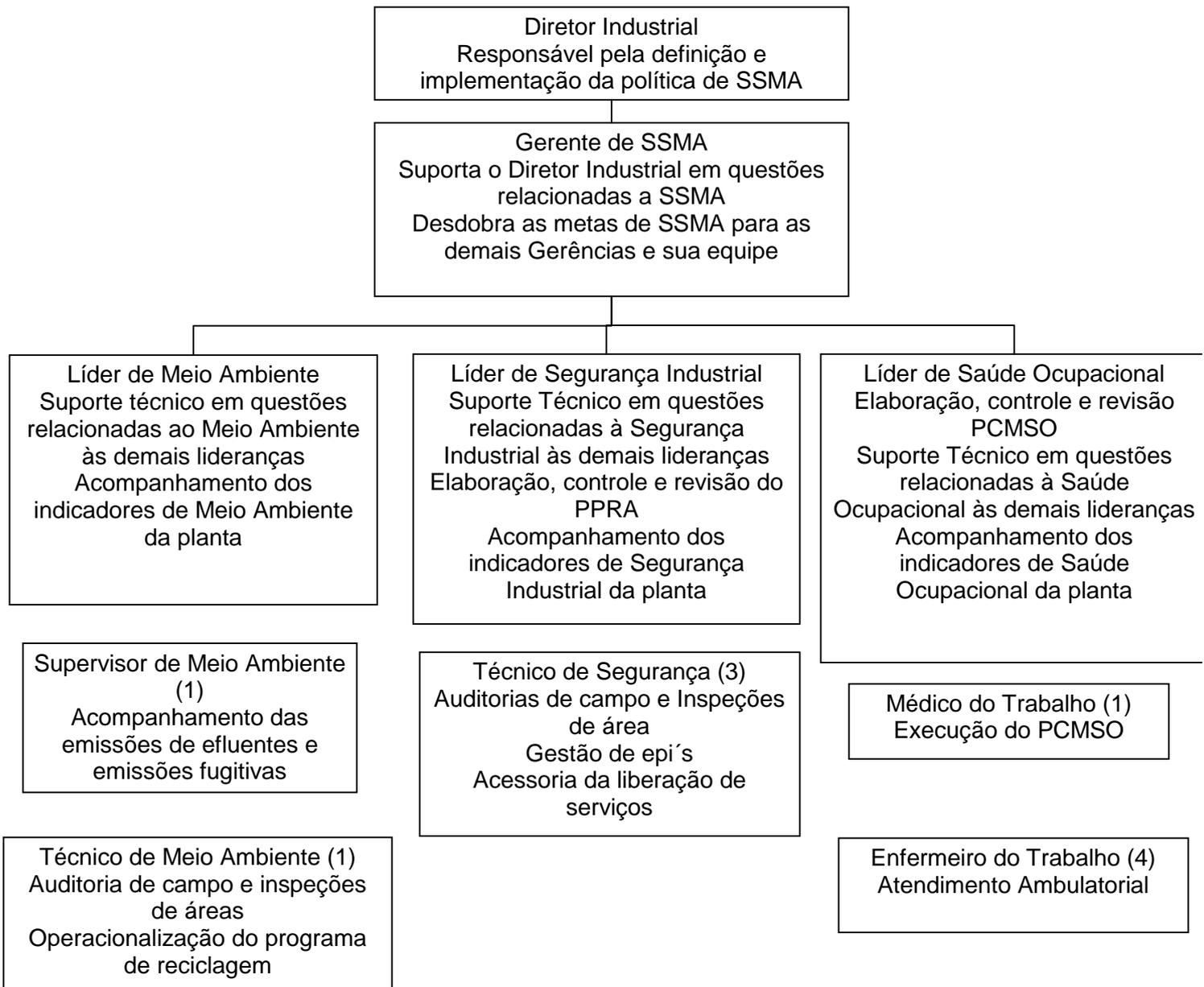
A empresa em questão faz parte de um grupo multinacional que tem como foco a atuação no segmento de química inorgânica. Além da planta instalada no Brasil, objeto deste estudo de caso, o grupo possui fábricas nos Estados Unidos, França, Inglaterra, Austrália e Arábia Saudita.

A empresa possui um Sistema de Gestão de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA) implementado a partir das diretrizes estabelecidas por sua Direção Corporativa que são desdobradas por suas filiais ao redor do mundo.

Pelo seu histórico de origem e desenvolvimento, verificamos uma grande influência no seu Sistema de Gestão de Segurança, Saúde e Meio Ambiente dos requisitos e práticas estabelecidos por organizações dos Estados Unidos, principalmente a OSHA.

Na figura 10 tem-se o organograma referente à estrutura organizacional de SSMA da planta. A Gerência de SSMA fica subordinada diretamente ao Diretor Industrial, tendo a função de suporte ao Diretor, que é o principal responsável pela implantação das políticas de SSMA e seus resultados.

Figura 10 – Organograma Gerência de Saúde, Segurança e Meio Ambiente.



Desta forma, verifica-se que a estrutura organizacional de SSMA possui a função de consultoria e suporte, sendo que o resultado de SSMA da planta é responsabilidade de linha das demais gerências (Gerência de Manutenção, Gerência de Produção e Gerência de Tecnologia e Projetos). Esta estrutura vai ao encontro das tendências verificadas em empresas industriais de ponta ao redor do mundo nas quais são verificados os melhores desempenhos em SSMA.

As atividades de manutenção estão centralizadas na Gerência de Manutenção. Subordinadas ao Departamento de Manutenção existem quatro divisões: de Planejamento, Contratos e Confiabilidade, de Elétrica e Instrumentação e duas Divisões de Manutenção Mecânica, sendo que estas últimas divisões são responsáveis pela coordenação de execução das atividades de caldeiraria, soldagem e mecânica nas áreas industriais e de oficinas.

A empresa possui em seu quadro próprio apenas um soldador que realiza atividades na Oficina Central Mecânica. Isto representa um pequeno percentual do volume de serviços de soldagem e caldeiraria (incluindo-se aqui serviços de oxi-corte e outros serviços a quente tais como lixamento e esmerilhamento).

Para a realização dos serviços de caldeiraria e soldagem a empresa tem por política a terceirização destas atividades com empresas especializadas. A empresa contratada mantém um quadro de funcionários permanentes para a execução destas atividades na planta. Além disto, quando é realizado algum trabalho de maior volume, é aberto um processo para a contratação externa na qual a empresa residente pode participar.

O Departamento Técnico é responsável pela implementação de projetos de investimentos de capital. Do mesmo modo, para atividades em que seja necessária a realização de serviços de soldagem e caldeiraria, são feitas contratações de empresas especializadas. Desta forma, estes departamentos são responsáveis pela totalidade dos serviços de soldagem e caldeiraria realizados, sendo que grande parte é realizada por empresas contratadas.

Os serviços de soldagem e caldeiraria são realizados em oficinas de manutenção e, também, nas áreas industriais. As atividades de oficinas são realizadas na Oficina Central Mecânica, serviços de pequeno porte e na Oficina de Caldeiraria e Soldagem, onde a empresa contratada residente fica instalada e onde é concentrada quase a totalidade de serviços de soldagem e caldeiraria realizados em oficina.

Dentro das áreas industriais é realizado um grande volume de atividades,

sobretudo de reparos em tanques, tubulações, silos e trocadores de calor. Também, são realizadas atividades de montagem de equipamentos e tubulações quando da execução de projetos de investimento.

De imediato identifica-se a diversidade de locais e situações para a realização de atividades de soldagem e caldeiraria o que implica em uma variação de cenários que devem ser avaliados quando da execução de atividades no intuito de prevenir a ocorrência de incêndios e explosões. Os procedimentos disponibilizados pela empresa para análise e avaliação do seu sistema de gestão foram os seguintes:

- BA/NS011 Permissão para Trabalho. Estabelece um processo formal e sistemático para assegurar que todo trabalho seja executado de forma segura, preservando a integridade do pessoal, dos equipamentos, do meio ambiente, da comunidade e continuidade operacional. Este procedimento contempla os formulários necessários e aspectos envolvidos na liberação de serviços a serem realizados;
- BA/NS015 Trabalho a Quente. Documento que estabelece critérios a serem observados durante a realização de trabalhos a quente com o intuito de prevenção de acidentes e incidentes durante a realização de serviços a quente;
- BA/I.77.P.005 Realização de Serviços e Trânsito em Áreas Classificadas. Documento que descreve os cuidados e precauções necessárias para a realização de serviços em áreas classificadas da empresa;
- BA/P.63.M.380 Segurança em Serviços de Soldagem. Documento que estabelece diretrizes básicas de segurança específicas para os serviços de soldagem;
- BA/NS044 Cilindros de Gases Industriais. Documento que estabelece critérios de mínimos de segurança a serem adotados nas operações de recebimento, armazenagem, transporte e utilização de cilindros

contendo gás comprimido;

- BA/NS037 Armazenamento e Manuseio de Materiais Combustíveis e Inflamáveis. Documento que estabelece critérios para armazenagem e manuseio de materiais combustíveis e inflamáveis;
- BA/NS014 Entrada em Espaço Confinado. Documento que estabelece critérios e procedimentos específicos para a entrada em espaços confinados;
- BA/NS042 Acesso de Contratadas. Documento que estabelece todo o processo de liberação de acesso de empresas contratadas para a realização de serviços dentro das instalações da planta;
- BA/NS024: Travamento, Etiquetagem e Verificação (Bloqueio de Energias). Documento que estabelece critérios mínimos para o bloqueio e travamento de equipamentos para a sua liberação para realização de serviços de manutenção, incluindo bloqueio de energia química, mecânica, térmica, hidráulica, pneumática, etc);
- BA/NS012 Segurança de Empresas Contratadas. Documento que estabelece normas básicas de segurança industrial a serem seguidas por todas as empresas contratadas e subcontratadas para torná-las aptas para realização de serviços dentro das instalações da empresa.

Além destes procedimentos, também foram verificados os procedimentos elaborados pela empresa contratada residente, verificando sua conformidade com os procedimentos elaborados pela empresa contratante e os requisitos estabelecidos na NFPA 51B.

#### 4.1 Definições da *National Fire Protection Association – NFPA*

Neste tópico serão apresentadas e discutidas algumas definições utilizadas pela norma *NFPA 51B*.

*Designated Areas* são locais especificamente projetados ou aprovados para a realização de serviços a quente tais como uma oficina de manutenção ou um local situado a uma distância segura de outras instalações, com uma construção feita de material não combustível ou resistente ao fogo e que, principalmente, seja livre de materiais combustíveis ou inflamáveis. Uma vez considerados apropriados, não é necessário nenhum tipo de aprovação especial para a liberação destas atividades nestes locais. Neste trabalho, adota-se a tradução como sendo área designada para serviços a quente.

*Permit-Required Areas* são áreas que, para serem consideradas seguras para a realização de serviços a quente, é necessário se remover ou proteger combustíveis contra fontes de ignição. Nestas áreas devem ser adotadas medidas de controle e segurança, além de se obter uma permissão (de acordo com a *NFPA 51B, permit*) específica para este fim, emitida por um profissional autorizado para isto (de acordo com a *NFPA 51B, permit authorizing Individual*).

Serviços de reparo de manutenção a serem realizados em um vaso de pressão ou caldeira de geração vapor dentro de uma planta industrial, onde não é viável a remoção do equipamento para que o serviço seja realizado em uma área designada para serviço a quente são exemplos destas situações.

*Permit Authorizing Individual (PAI)* é o profissional designado pela administração com autoridade para liberação de execução de serviços a quente. Como tradução adota-se, neste trabalho, o termo supervisor de permissão de trabalho para serviço a quente.

*Hot Work Permit*, traduzido neste trabalho como permissão de trabalho para serviço a quente, é um documento emitido pelo emissor de permissão de trabalho para serviço a quente, aprovando e liberando a realização de tais atividades em

áreas não designadas para serviços a quente.

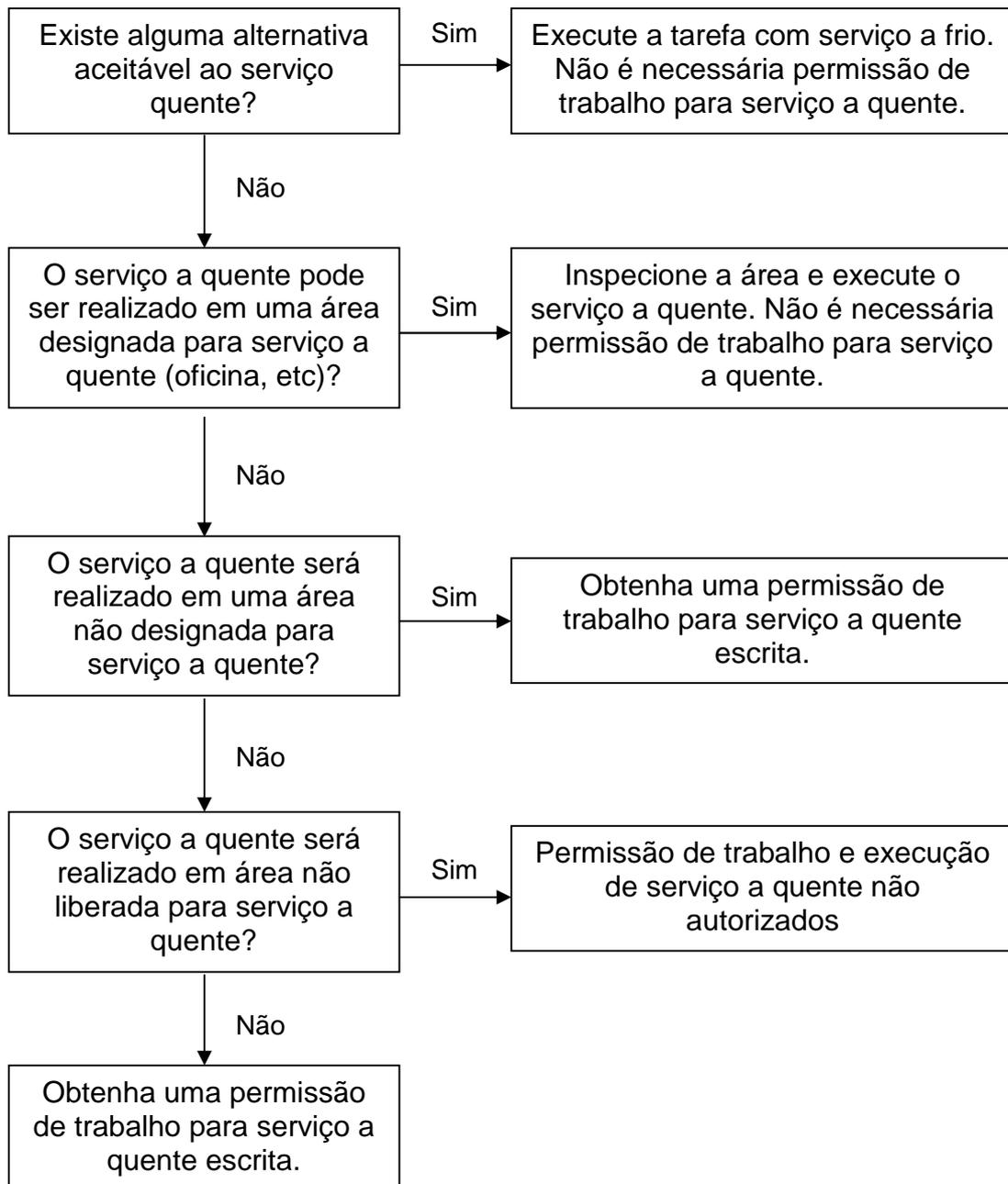
Neste documento são verificadas todas as salvaguardas necessárias para a realização das atividades de serviços a quente, de forma a garantir que os riscos de incêndios ou explosões tenham sido eliminados.

*Nonpermissible Áreas*, traduzido neste trabalho como áreas não liberadas para a realização de serviços a quente, são como a própria definição indica, áreas onde não é permitida a realização de serviços a quente sob nenhuma hipótese. São locais onde existem atmosferas explosivas de qualquer natureza ou equipamentos que possuem resíduos de produtos inflamáveis e que não foram propriamente limpos.

A figura 11 mostra a matriz de decisão de permissão para serviços a quente proposto pela *NFPA 51B*. Ela pode ser utilizada como um guia para determinar se uma permissão de trabalho para serviço a quente é necessária. Além disto, ela estabelece uma hierarquia de decisão que busca priorizar, sempre que possível, a utilização de técnicas de união a frio de forma a eliminar os riscos de incêndios e explosões associados ao serviço a quente.

Quando esta alternativa não é viável, deve-se buscar realizar a atividade nas áreas designadas. Persistindo a impossibilidade, deve-se abrir uma permissão para serviço a quente, ou cancelar a sua execução, caso se trate de uma área onde não é permitida a realização de serviço a quente.

Figura 11 – Matriz de Decisão para Emissão de Permissão de Trabalho para Serviços a Quente.



Fonte *NFPA 51B*, Anexo A.

A figura 12 mostra um modelo de permissão trabalho para serviço a quente proposta pela *NFPA 51B*. Na figura constam os campos com as medidas de salvaguarda a serem observadas, além dos campos de identificação do emissor de permissão de trabalho para serviço a quente e do executante.

Figura 12 – Modelo de Permissão de Trabalho para Realização de Serviços a Quente.

# HOT WORK PERMIT

Seek an alternative/safer method if possible!

Before initiating hot work, ensure precautions are in place as required by NFPA 51B and ANSI Z49.1.  
Make sure an appropriate fire extinguisher is readily available.

This Hot Work Permit is required for any operation involving open flame or producing heat and/or sparks. This work includes, but is not limited to, welding, brazing, cutting, grinding, soldering, thawing pipe, torch-applied roofing, or chemical welding.

Date _____	Hot work by <input type="checkbox"/> employee <input type="checkbox"/> contractor
Location/Building and floor _____	Name (print) and signature of person doing hot work _____
Work to be done _____	I verify that the above location has been examined, the precautions marked on the checklist below have been taken, and permission is granted for this work.
Time started _____ Time completed _____	
THIS PERMIT IS GOOD FOR ONE DAY ONLY	
Name (print) and signature of permit-authorizing individual (PAI) _____	

- Available sprinklers, hose streams, and extinguishers are in service and operable.
- Hot work equipment is in good working condition in accordance with manufacturer's specifications.
- Special permission obtained to conduct hot work on metal vessels or piping lined with rubber or plastic.

#### Requirements within 35 ft (11 m) of hot work

- Flammable liquid, dust, lint, and oily deposits removed.
- Explosive atmosphere in area eliminated.
- Floors swept clean and trash removed.
- Combustible floors wet down or covered with damp sand or fire-resistive/noncombustible materials or equivalent.
- Personnel protected from electrical shock when floors are wet.
- Other combustible storage material removed or covered with listed or approved materials (welding pads, blankets, or curtains; fire-resistive tarpaulins), metal shields, or noncombustible materials.
- All wall and floor openings covered.
- Ducts and conveyors that might carry sparks to distant combustible material covered, protected, or shut down.

#### Requirements for hot work on walls, ceilings, or roofs

- Construction is noncombustible and without combustible coverings or insulation.
- Combustible material on other side of walls, ceilings, or roofs is moved away.

#### Requirements for hot work on enclosed equipment

- Enclosed equipment is cleaned of all combustibles.
- Containers are purged of flammable liquid/vapor.
- Pressurized vessels, piping, and equipment removed from service, isolated, and vented.

#### Requirements for hot work fire watch and fire monitoring

- Fire watch is provided during and for a minimum of 30 min. after hot work, including any break activity.
- Fire watch is provided with suitable extinguishers and, where practical, a charged small hose.
- Fire watch is trained in use of equipment and in sounding alarm.
- Fire watch can be required in adjoining areas, above and below.
- Yes  No Per the PAI/fire watch, monitoring of hot work area has been extended beyond the 30 min.

## 4.2 Responsabilidade pelos serviços a quente

Neste item do trabalho serão tratados especificamente os requisitos definidos no capítulo 4 da *NFPA 51B – 2009 (Responsibility for Hot Work)*. Este capítulo da norma *NFPA 51B* estabelece as responsabilidades de todos os agentes envolvidos na realização de serviços a quente, estando inclusos soldagem e corte térmico. Neste caso, os agentes envolvidos são: administração do empreendimento onde é realizado o trabalho (item 4.1 *Management*), supervisor de permissão de trabalho para serviço a quente (4.2 *Permit Authorizing Individual – PAI*), executante do serviço a quente (4.3 *Hot Work Operator*), observador de fogo (4.4 *Fire Watch*) e contratados (4.5 *Contractors*).

Além das responsabilidades individuais, a norma estabelece o conceito de responsabilidade mútua em seu item 4.6 (*Mutual Responsibility*). Este conceito estabelece que todos os agentes são mutuamente responsáveis pela segurança durante a realização de serviços a quente. Isto visa reforçar a importância da interação destes agentes durante a realização das atividades com o intuito de garantir a segurança durante a realização de serviços a quente.

Cada tópico avaliado será discutido na ordem verificada na norma *NFPA 51B*, incluindo seus subitens de forma a possibilitar um melhor entendimento e acompanhamento deste trabalho. As inconsistências e oportunidades de melhoria verificadas serão citadas bem como a recomendação para a sua adequação.

### 4.2.1. *Management* (administração)

Consideradas as premissas estabelecidas no capítulo 2 deste trabalho e verificando-se a política e o organograma da empresa, identifica-se que a empresa estabelece que a segurança dentro da planta é responsabilidade de linha. Assim sendo, a responsabilidade pela garantia da segurança durante a execução de qualquer atividade, estando neste conceito inclusos os serviços a quente, inicia-se no nível de chão de fábrica com operadores e os executantes dos serviços, passando por suas supervisões, gerências até chegar-se ao nível de Diretoria. Desta forma, verifica-se o atendimento ao requisito estabelecido pela *NFPA 51B*.

Analisando os procedimentos BA/NS015: Trabalho a Quente em seu item 2.3 constata-se que a empresa não emprega a classificação de áreas conforme a *NFPA 51B* estabelece. Entretanto, verificando-se o conteúdo, é possível inferir que ela estabelece como áreas designadas para serviços a quente as oficinas de manutenção. As demais áreas são consideradas como áreas onde é necessária a emissão de permissão de trabalho para serviço a quente.

Este procedimento não identifica áreas onde não seja permitida a realização de serviços a quente, embora tenha sido verificada durante visita ao campo que não é permitido a realização de serviços a quente na área de estocagem de enxofre e em sua proximidade. Além disto, o conceito aplicado em seu item 3.11 Áreas Presumidas como Áreas Livres do Risco de Incêndio, não condiz com o conceito da *NFPA 51B*, tratando-se apenas de algumas salvaguardas necessárias para a realização de serviços a quente.

Por outro lado, em seu procedimento BA/I. 77. P.005: Realização de Serviços e Trânsitos em Áreas Classificadas, a empresa identifica as áreas classificadas e estabelece cuidados e medidas de controle adicionais.

Assim sendo, para considerarmos o atendimento total ao estabelecido pela *NFPA 51B*, é recomendado que:

I. Seja revisado o procedimento BA/NS015: Trabalho a Quente, incluindo os conceitos de áreas estabelecidos pela *NFPA 51B*, considerando a matriz de decisão para serviços a quente mostrada na figura 9, identificando claramente os três tipos de áreas.

II. Que seja revisado o procedimento BA/NS015: Trabalho a Quente incluindo a área de estocagem de enxofre sólido e até a uma distância de 11(onze) metros do seu limite de armazenamento como sendo área onde não é permitida a realização de serviços a quente.

III. Embora não esteja relacionado diretamente com o escopo deste trabalho, recomenda-se a realização de um estudo de aplicabilidade da norma *NFPA 655 – Standard for Prevention of Sulfur Fires and*

*Explosions* em sua instalação para produção de ácido sulfúrico.

A empresa estabelece no procedimento BA/NS015: Trabalho a Quente, item 3.1 Responsabilidades que a emissão de permissão de trabalho deverá conter as assinaturas do Operador Líder, do Operador da Área e do Líder dos Executantes. Desta forma, não deixa claro quem é o supervisor de permissão de trabalho para serviço a quente.

Na prática foi verificado que a responsabilidade final para a verificação do cenário onde irá ser realizado o serviço e as condições de segurança, incluindo-se a medição de explosividade e de concentração de oxigênio, em situações de espaço confinado, é dos Operadores Líderes. Neste caso, os Operadores Líderes possuem treinamento e capacitação para estas atividades.

O procedimento BA/I. 77. P.005: Realização de Serviços e Trânsitos em Áreas Classificadas, item 3.4 determina que para a realização de serviços em áreas classificadas é necessária a presença obrigatória do Técnico de segurança ou Operador Líder. Na prática, também foi verificado que os Técnicos de Segurança tem autoridade para efetuar a liberação de serviços a quente, ou seja, acabam atuando como supervisores de emissão de permissão de trabalho para serviços a quente.

Para que haja uma adequação ao que estabelece a *NFPA 51B*, é recomendado que:

IV. Seja revisado o procedimento BA/NS015: Trabalho a Quente, estabelecendo claramente os supervisores de emissão de permissão de trabalho para serviços a quente e suas atribuições com base na *NFPA 51B* em seu item 4.2, entre elas:

- a) Considerar em sua avaliação não somente os equipamentos de proteção individual (EPI's) inerentes ao serviço a quente, como também qualquer outro EPI necessário para outros agentes presentes no ambiente;
- b) Determinar e considerar em sua avaliação todos os materiais inflamáveis, processos ou outro potencial de risco de

incêndio que estão presentes ou que podem estar presentes no local em que será realizado o trabalho;

c) Garantir a proteção de materiais combustíveis contra possíveis fontes de ignição, considerando um método alternativo de trabalho em substituição ao serviço a quente, mantendo os possíveis produtos combustíveis a uma distância segura ou protegidos contra possíveis fontes de ignição ou programando o serviço para um período onde estes produtos não estejam presentes na atmosfera.

Para equipamentos de soldagem e corte ao arco elétrico, foi verificado no procedimento interno BA/P.63. M.380: Segurança em Serviços de Soldagem em seu item 3.3 Responsabilidades, que os Supervisores de Manutenção são responsáveis por garantir que os equipamentos de soldagem sejam mantidos em boas condições de operação. Ele também estabelece que o Supervisor de Manutenção da Oficina Central e Ferramentaria como o responsável pelo controle de todos os equipamentos de soldagem (item 3.3.4) e que a Divisão de Elétrica e Instrumentação como sendo responsável pela elaboração e revisão do plano de aferição/manutenção de equipamentos de soldagem, bem como sua execução (item 3.3.5.1 e 3.3.5.2).

Além disto, no procedimento BA/NS044: Cilindros de Gases Industriais em seu item 3.5 Uso de Cilindros de Gases Industriais no Sistema de Corte, Soldagem ou Aquecimento, estabelece que os sistemas de corte, soldagem ou aquecimento que utilizam gases comprimidos devem ser inspecionados periodicamente conforme formulário BA/F/NS044/001, especificando uma frequência mensal para a execução desta inspeção.

Apesar dos procedimentos existentes acima, não foi evidenciado que estas rotinas estejam sendo executadas e seus registros arquivados em relação aos equipamentos de propriedade da empresa analisada, embora na prática, foi constatado que os operadores fazem algumas inspeções mas não de maneira sistemática. Assim sendo, para que haja o atendimento ao que determina norma *NFPA 51B*, no que tange aos equipamentos de propriedade da empresa, é

recomendado que:

V. Sejam implementadas rotinas de manutenção e inspeção nos equipamentos próprios conforme definidos nos procedimentos BA/NS044: Cilindros de Gases Industriais em seu item 3.5 Uso de Cilindros de Gases Industriais no Sistema de Corte, Soldagem ou Aquecimento e procedimento BA/P.63. M.380: Segurança em Serviços de Soldagem em seu item 3.3.

VI. Seja revisado o procedimento BA/NS044, indicando a responsabilidade pela execução das inspeções conforme definido no procedimento BA/P.63. M.380.

VII. Seja revisado o procedimento BA/P.63.M.380, fazendo referência ao procedimento BA/NS044.

VIII. Seja implementada sistemática para identificação de equipamentos que não estejam em condições de uso, de forma a evitar o uso inadvertido. Esta identificação pode ser por meio de etiqueta específica ou outro meio apropriado.

Com relação aos equipamentos de propriedade da contratada, foi verificada a existência de um *check list* (lista de verificação) de inspeção de máquina de soldagem ao arco elétrico e um *check list* para inspeção de conjuntos maçaricos para soldagem e corte oxiacetileno. O *check list* para máquinas de soldagem por arco elétrico é realizado a cada 30 dias por um eletricista qualificado para a função, enquanto o *check list* para os sistemas oxiacetileno são realizados pelo operador sempre antes de iniciar o seu uso. Os registros destas inspeções são arquivados pela própria contratada.

As máquinas de soldagem por arco elétrico possuem etiquetas que indicam a sua situação de inspeção, bem como o prazo da próxima inspeção, sendo uma fonte de informação importante para o operador.

Não foi evidenciada a existência de um plano de inspeção específico para

cilindros de gases de proteção utilizados em soldagem, como por exemplo, o argônio. Também, o *check list* para conjuntos de oxiacetileno não consta um item para a inspeção dos manômetros, sendo necessária a sua inclusão. Na visita ao campo foi verificada a existência de um manômetro de baixa pressão (após a saída da válvula reguladora de pressão) em um sistema disponível para uso que, embora o sistema estivesse despressurizado, fornecia a indicação de pressão. Ou seja, uma indicação “falsa” de pressão.

Como recomendações para o atendimento do requisito na norma *NFPA 51B*, é necessário que:

IX. Seja elaborado e implementado o *check list* de inspeção para sistemas de gases de proteção utilizados em processos de soldagem.

X. Do mesmo modo que para equipamentos da própria empresa, a contratada deverá implementar sistemática para identificação de equipamentos que não estejam em condições adequadas de operação, de forma a evitar o seu uso inadvertidamente. Esta identificação pode ser por meio de etiqueta específica ou outro meio apropriado.

Não foi evidenciado que a empresa possui um procedimento estabelecendo os critérios ou especificações técnicas mínimas aceitáveis para os equipamentos de soldagem e corte a serem utilizados dentro na planta, de forma a garantir a padronização, qualidade e confiabilidade dos equipamentos empregados. Estes critérios devem ter como base normas técnicas de entidades nacionalmente (ABNT) ou internacionalmente reconhecidas (AGA, CGA, API, NFPA, ANSI, entre outros). Estes critérios devem ser obedecidos tanto para a aquisição de equipamentos próprios quando para os equipamentos a serem empregados por empresas contratadas. Desta forma, para que haja conformidade em relação ao estabelecido pela *NFPA 51B* é necessário que:

XI. Sejam estabelecidos critérios técnicos mínimos para a aquisição de equipamentos a serem empregados nos procedimentos de soldagem e corte. Estes critérios devem ter como base normas técnicas de entidades nacionalmente (ABNT) ou internacionalmente reconhecidas (AGA, CGA, API, NFPA, ANSI, entre outros).

A empresa possui um plano de treinamento em segurança para todos os seus empregados. Este treinamento é obrigatório para todos, havendo uma verificação de retenção de conhecimento através de uma avaliação escrita ao final do treinamento. Sua duração é de oito horas e a frequência estabelecida é anual, podendo ser diminuída em função de algum evento extraordinário, como a revisão de grande parte do conteúdo das normas.

As normas abordadas neste treinamento chamado de “Treinamento de Normas Críticas para a Vida” são:

- BA/NS011: Permissão para Trabalho;
- BA/NS015: Trabalho a quente;
- BA/NS014: Entrada em Espaço Confinado;
- BA/NS024: Travamento, Etiquetagem e Verificação (Bloqueio de Energias);
- BA/NS007: Serviço em Altura;
- BA/NS046: Trabalho de Escavação;
- BA/NS001: Uso e Fornecimento de Epi's;
- BA/NS041: Intervenções em Linhas e Equipamentos de Processos.

Além disto, para novos funcionários é ministrado um treinamento básico de segurança com duração de quatro horas onde são apresentados conceitos gerais de segurança e são tratados os riscos específicos da planta.

Entretanto, apesar de serem relevantes para a garantia da segurança durante a execução de serviços de soldagem e corte os procedimentos BA/P.63. M.380: Segurança em Serviços de Soldagem e BA/I. 77. P.005: Realização de Serviços e Trânsitos em Áreas Classificadas não fazem parte do programa de treinamento citado acima, ficando a cargo das áreas interessadas fazerem os treinamentos nestes procedimentos.

Considerando a relevâncias destes procedimentos, é recomendado que:

XII. Seja revisado o programa de treinamento, incluindo os

procedimentos *BA/P.63.M.380: Segurança em Serviços de Soldagem e BA/I.77.P.005: Realização de Serviços e Trânsitos em Áreas Classificadas.*

XIII. Sejam incluídas referências às normas *ANSI Z49.1:2005 Safety in Welding, Cutting and Allied Processes* e *NFPA 51B Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work 2009 Edition* no procedimento BA/P.63.M.380. Isto tem como objetivo fornecer aos usuários da norma fontes de referências para possíveis consultas, melhorando o seu conhecimento.

Com relação a empresas contratadas, os critérios para acesso e treinamento de funcionários estão definidos nos procedimentos BA/NA041: Acesso de Empresas Contratadas e BA/NS0012 Segurança para Empresas Contratadas.

O procedimento BA/NA041 em seu item 3.3.2.2.1 – Treinamento de Segurança estabelece um treinamento de segurança de oito horas para que empregados de empresas contratadas tenham acesso à planta para realização de serviços de soldagem e corte.

Este treinamento é composto de uma primeira parte com duração de quatro horas onde são apresentados os requisitos básicos de segurança e aspectos específicos de segurança da planta industrial. A outra parte do treinamento contempla as chamadas “Normas Críticas para a Vida”, conforme apresentado anteriormente. Ao final do treinamento, é feita uma avaliação de retenção de conhecimento com aproveitamento mínimo necessário de oitenta e cinco por cento. Caso não tenha o aproveitamento mínimo necessário, o profissional poderá realizar novo treinamento. Não tendo sucesso neste segundo treinamento, este profissional deverá aguardar por um prazo mínimo de seis meses para novo treinamento. A frequência deste treinamento é anual.

Embora a qualidade do programa e da entidade que ministra este treinamento serem reconhecidas, ele não contempla os procedimentos BA/P.63.M.380: Segurança em Serviços de Soldagem e BA/I.77.P.005: Realização de Serviços e

Trânsitos em Áreas Classificadas em seu programa. Assim sendo, para que tenhamos um atendimento completo aos requisitos estabelecidos pela *NFPA 51B*, é recomendado que:

XIV. Seja revisado o programa de treinamento para empresas contratadas que realizam serviços de soldagem e corte térmico, incluindo os procedimentos BA/P.63.M.380: Segurança em Serviços de Soldagem e BA/I.77.P.005: Realização de Serviços e Trânsitos em Áreas Classificadas. Isto fará com que todos os empregados e os responsáveis das empresas contratadas tenham ciência dos requisitos mínimos exigidos pela empresa para a realização destas atividades.

Vale ressaltar como ponto positivo o fato de a empresa contratada residente possuir procedimentos próprios de segurança para soldagem e corte oxiacetilênico e soldagem e corte por arco elétrico, mantendo registros de treinamento de seus funcionários nestes procedimentos.

#### **4.2.2 Permit authorizing individual (supervisor de permissão de trabalho para serviço a quente)**

Conforme já tratado no tópico 2.2.1 Management (Administração), é necessário a revisão do procedimento *BA/NS015* de forma especificar de maneira clara qual função será o supervisor de permissão de trabalho para serviços a quente e suas atribuições conforme definido na *NFPA 51B*.

Embora esta função não esteja claramente explicitada, foi verificado que durante a abertura de permissão de trabalhos para serviços a quente, vários cuidados e requisitos de prevenção são observados pelo setor de operação, tendo em vista que a maioria das permissões de trabalho é emitida por este setor.

Também verifica-se que no procedimento *BA/NS011*: Permissão de Trabalho outros aspectos de segurança são abordados. Entretanto, não consta nos procedimentos da companhia a exigência definida no item 4.2.7 da *NFPA 51B* que estabelece a necessidade de quando não for necessária a presença do observador do serviço a quente, o supervisor de permissão de trabalho para serviço a quente deve fazer uma inspeção no local de realização do serviço meia hora após a sua

conclusão.

Assim sendo, para que haja o atendimento a este requisito da norma é necessário que:

XV. Seja revisado procedimento BA/NS015, incluindo a necessidade de inspeção da área de trabalho meia hora após a conclusão do serviço quando não for necessária a presença do observador de fogo. Isto tem por objetivo identificar e combater possíveis focos de incêndios após a concluída das atividades.

#### **4.2.3 *Hot work operator* (executante do serviço a quente)**

As responsabilidades dos executantes do serviço a quente definidas nos procedimentos BA/P.63.M.380: Segurança em Serviços de Soldagem e BA/NS015: Trabalho a Quente no item 3.7 atendem ao que é definido pela norma. Entre estas responsabilidades podemos citar:

- a) Obter a permissão de trabalho para serviço a quente antes de iniciar a atividade;
- b) Inspecionar seus equipamentos, verificando se estão em condições adequadas para o uso e, caso não estejam, não utilizá-los, e impedir o seu uso;
- c) Interromper o trabalho caso observe algum risco durante a realização da atividade.

#### **4.2.4 *Fire watch* (observador de fogo)**

Como a própria denominação indica, o observador de fogo tem como responsabilidade fazer a observação do local e das áreas vizinhas de onde é realizado o serviço a quente com o intuito de identificar princípios ou focos de incêndio, fazendo, se possível o combate inicial, ou ativando o sistema de emergência da instalação. O observador de fogo normalmente observa áreas que não estão dentro do campo de visão do executante do serviço a quente tais como pisos situados em diferentes níveis, lado oposto de uma parede ou divisória.

Do mesmo modo, o local de realização do trabalho deve ser monitorado após ser concluído o serviço e o executante ter deixado a área. Este é um aspecto importante uma vez que muitas das situações de ocorrência de incêndios, a detecção acontece algum tempo depois, às vezes alguns minutos, quando o incêndio já tomou grande proporção. Vale ressaltar que dependendo das circunstâncias poderão ser necessários mais de um observador de fogo.

A norma *NFPA 51 B* item 4.4 estabelece que o observador de fogo, entre outros requisitos, deve:

- a) Ser treinado e entender os riscos envolvidos do local onde é realizado o trabalho e os riscos específicos da atividade em execução;
- b) Garantir que as condições de segurança sejam mantidas durante a execução do serviço;
- c) Possuir autoridade para parar a execução da atividade se alguma condição que possa influenciar na segurança do trabalho seja verificada;
- d) Ter disponível e pronto para uso extintor de incêndio e ser treinados em seu uso;
- e) Estar familiarizado com o local de trabalho e ter entendimento de como acionar o sistema de emergência do local de trabalho.

Verificando o que a empresa estabelece em seu procedimento *BA/NS015: Trabalho a Quente* em seu item 3.6, observa-se que as atribuições ali descritas estão em acordo ao que estabelece a norma *NFPA 51B*. Entretanto, como já apontado anteriormente (recomendações XII e XIV), é necessário que seja revisado o programa de treinamento em segurança para os funcionários próprios e de empresas contratadas, incluindo os procedimentos de segurança em soldagem e áreas classificadas.

Além disto, não foi evidenciada a existência de um programa de treinamento formal sobre manuseio e utilização de extintores de incêndio para todas as pessoas que atuam como observador de fogo. Isto é muito importante para que haja sempre

que necessário e possível um combate imediato a qualquer princípio ou pequeno foco de incêndio de forma a evitar a sua propagação.

Desta forma, para que haja o completo atendimento ao requisito da norma, torna-se necessário que:

XVI. Seja implementado o programa de treinamento para manuseio e utilização de extintores de incêndio para todos funcionários próprios e contratados que desempenhem a função de observador de fogo.

#### **4.2.5. Contractors (contratados)**

De acordo com este item da *NFPA 51B*, antes de iniciar qualquer atividade de serviço a quente, as empresas contratadas, juntamente com seus clientes, devem discutir o planejamento das atividades de maneira criteriosa, contemplando os processos a serem utilizados e os riscos envolvidos na execução destas atividades.

A empresa em análise estabelece esta rotina em seu procedimento BA/NS042: Acesso de Contratadas. Neste procedimento, além dos treinamentos de segurança já discutidos no item 2.2.1 deste trabalho, a empresa determina a necessidade de elaboração de uma análise preliminar de risco (APR) para a realização de qualquer serviço, considerando os serviços de soldagem e corte térmico como grupo de risco três (maior grau de risco de acordo com os critérios definidos nos procedimentos da companhia). A APR é uma ferramenta de prevenção a acidentes muito difundida de eficácia reconhecida quando aplicada corretamente.

Para a sua elaboração, um grupo multidisciplinar, contemplando representantes da empresa contrata e da empresa contratante (manutenção, operação e segurança) faz um levantamento de todos os riscos envolvidos na execução das atividades, seu grau de risco (baixo, médio e alto) e as medidas de prevenção e controle a serem adotadas, sendo utilizado o formulário padrão mostrado no anexo F. Após a sua elaboração, o grupo que elaborou faz a validação da APR através de assinatura individual e todo o grupo executor é treinado nesta APR e o registro de treinamento é arquivado até a conclusão total do serviço.

#### **4.2.6 Mutual responsibility (responsabilidade mútua)**

A norma estabelece que os agentes envolvidos, administração, contratados, supervisor de emissão de permissão de trabalho para serviço a quente, o observador de fogo e executantes do serviço a quente, devem reconhecer sua responsabilidade mútua pela segurança.

Dentro deste entendimento, é fundamental que todos os agentes se sintam responsáveis pela execução do serviço, do início até a sua conclusão, e não somente nos aspectos que são de sua responsabilidade imediata. A responsabilidade não é somente do profissional que emiti a permissão para o trabalho a quente ou do executante. A responsabilidade é do grupo. Tendo em vista os procedimentos de gestão analisados e já discutidos neste trabalho, verifica-se o atendimento a este requisito da norma.

#### **4.3 Precauções para a prevenção de incêndios e explosões**

Nesta parte do trabalho será avaliado o capítulo 5 da *NFPA 51B (Chapter 5 Fire Prevention Precautions)*. Como o próprio título do capítulo sugere, serão tratados aspectos práticos e ações de segurança de prevenção de incidentes. O capítulo da referida norma está dividido em cinco partes: 5.1 *Personal Protective Clothing* (roupa de proteção individual), 5.2. *Permissible Areas* (áreas onde é permitida a realização de serviços a quente), 5.3 *Nonpermissible Areas* (áreas não liberadas para a realização de serviços a quente), 5.4 *Hot Work Permit* (permissão de trabalho para serviço a quente), 5.5 *Fire Watch* (observador de fogo), 5.6 *Hot Tapping* (trepanação) e 5.6 *Cylinders* (cilindros de armazenagem de gases).

O item 5.6 *Hot Tapping* (trepanação) não será avaliado, pois este tipo de tecnologia não é aplicado pela empresa. A trepanação é técnica de perfurar vasos ou tubulações em suas condições de operação, sem a necessidade de interrupção dos fluxos, bloqueios ou paradas de equipamentos. Embora tenha sua prática difundida, esta técnica requer a utilização de equipes especializadas na sua execução.

A organização deste capítulo será a mesma adotada no 2.2 Responsabilidades pelos Serviços a Quente.

#### **4.3.1 *Personal protective clothing* (roupa de proteção individual)**

A NFPA estabelece que as roupas proteção individual devem ser selecionadas de modo a resistir aos agentes presentes durante a realização de serviços a quentes tais como: centelhas, fagulhas, pedaços de metal fundido e choques elétricos.

A empresa estabelece em seu procedimento BA/NS001 Uso e Fornecimento de EPI os requisitos mínimos a serem seguidos na seleção e utilização de equipamentos de proteção individual. No item 3.4.6 Solda/ Combustão ele trata dos aspectos específicos dos serviços de soldagem e corte. Desta maneira, é verificado o atendimento a este requisito da *NFPA 51B*.

**4.3.2 Permissible areas (áreas onde é permitida a realização de serviços a quente).**

Este item já foi avaliado e discutido nos tópicos 2.2 Definições da *National Fire Protection Association – NFPA* e 2.3 Responsabilidades pelos Serviços a Quente.

**4.3.3 *Nonpermissible areas* (áreas não liberadas para a realização de serviços a quente).**

Este item já foi avaliado e discutido nos tópicos 2.2 Definições da *National Fire Protection Association – NFPA* e 2.3 Responsabilidades pelos Serviços a Quente.

**4.3.4 *Hot work permit* (permissão de trabalho para serviço a quente).**

Para a emissão de permissão de trabalho a empresa adota dois formulários específicos para a avaliação e adoção de medidas de controle e prevenção. O primeiro formulário BA/F/NS11/001, versão 4 (Anexo B) é utilizado para todo e

qualquer serviço realizado na área industrial e trata aspectos de segurança de uma maneira geral. Identifica os riscos envolvidos nas atividades e trata de alguns aspectos voltados para a prevenção e combate à incêndios.

Antes do início da execução das atividades, todos os envolvidos no trabalho (executantes e emissores) reúnem-se para discutir o serviço a ser executado e medidas de controle a serem implementadas, preenchendo o formulário e ao final, assinando para a efetiva liberação da execução. Efetivamente, o serviço poderá ser iniciado somente após a adoção das medidas de segurança definidas durante a elaboração desta permissão de trabalho.

Especificamente para serviços a quente, além desta permissão de trabalho, é obrigatória a emissão de uma permissão de trabalho complementar conforme formulário BA/F/NS011/002, versão 5 (Anexo D). Neste formulário estão contempladas as medidas de segurança específicas para os serviços a quente, além de aspectos voltados para bloqueio de energias e serviços em espaços confinados.

Considerando as medidas de segurança contempladas nestes formulários de permissão de trabalho e os e o conteúdo dos procedimentos BA/NS011: Permissão para Trabalho, BA/NS015: Trabalho a Quente e BA/P.63.M.380: Segurança em Serviços de Soldagem, verifica-se que há o atendimento em boa medida aos requisitos estabelecidos no item 5.4 da *NFPA 51B*. Porém, é necessário que no formulário específico para serviços a quente conste um item de verificação das condições dos equipamentos a serem utilizados de forma a garantir a sua condição de uso.

Com relação às proteções anti-chamas a serem utilizadas para proteger ou isolar equipamentos ou materiais combustíveis de fontes de ignição, não foi verificado a existência de requisitos técnicos de resistência mínimos a serem obedecidos com intuito de garantir uma efetiva proteção. Analisando estes aspectos, para que seja cumprido o que a *NFPA 51B* estabelece, recomenda-se que:

XVII. Seja incluso no formulário de permissão de trabalho complementar para serviço a quente BA/F/NS011/002, versão 5, um item para verificação das condições dos equipamentos a serem

utilizados nos serviços de soldagem e corte térmico;

XVIII. Sejam estabelecidos requisitos técnicos mínimos exigidos para lonas de proteção contra chama. Pode-se adotar como referência a norma *ANSI/FM 4950 Evaluating Welding Pads, Welding Blankets and Welding Curtains for Hot Work Operations*.

Os aspectos de segurança a serem observados em ambientes protegidos por sistemas de sprinkles não foram contemplados pois estes sistemas não são aplicados na unidade industrial avaliada.

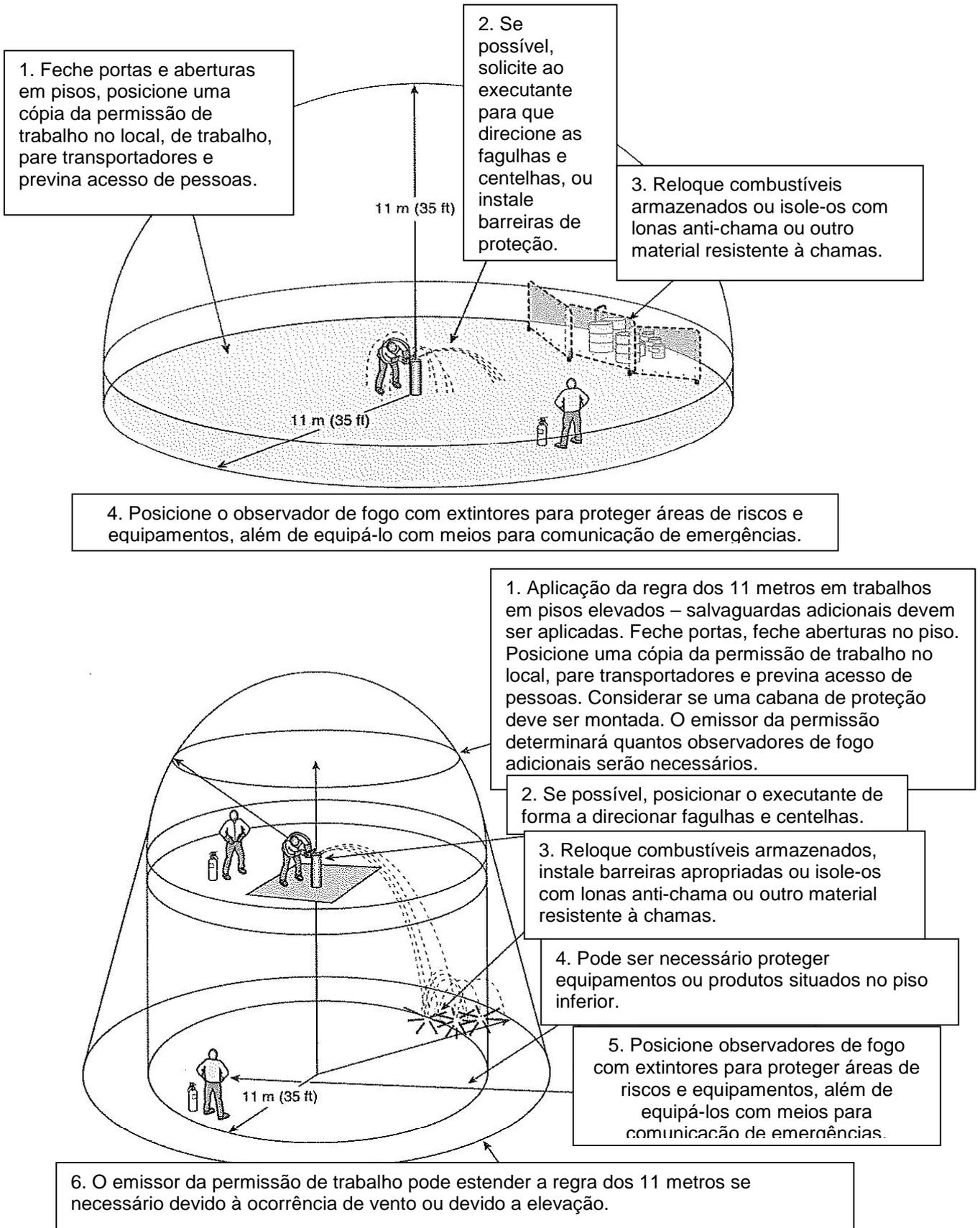
#### **4.3.5. Fire watch (observador de fogo)**

A *NFPA 51B* estabelece que será necessária a presença do observador de fogo sempre que o serviço a quente for ser realizado em uma área onde haja a possibilidade de se iniciar pequenos focos de incêndio ou quando existir uma das condições abaixo:

- a) Existência de material combustível em estruturas ou recipientes situados a uma distância inferior a 11 metros do ponto onde será realizado o serviço;
- b) Existência de material combustível a uma distância superior a 11 metros do ponto de serviço, porém que entrem facilmente em ignição quando em contato com centelhas ou fagulhas;
- c) Aberturas em paredes ou pisos onde seja possível a exposição de matérias combustível dentro de um raio de 11 metros em áreas próximas, incluindo espaços remotos (escondidos) de paredes ou pisos;
- d) Existência de materiais combustíveis em áreas próximas ao lado oposto de paredes, divisórias ou coberturas.

Além disto, ela estabelece a necessidade de o observador de segurança permanecer pelo menos meia hora após a conclusão das atividades de forma a identificar e combater pequenos princípios de incêndio, caso ocorram.

Figura 13 Exemplos de Situações Onde é Necessária a Presença do Observador de Fogo.



Na figura 13 são apresentadas algumas situações onde é necessária a presença de observador de fogo.

Na primeira situação os riscos contemplados estão situados no mesmo nível onde é realizado o trabalho, sendo necessária a presença de um observador de fogo e a instalação de barreiras para a proteção de materiais combustíveis, dentro do que estabelece a regra dos 11 metros. Na segunda situação, devido à possibilidade de propagação de fontes de ignição além do nível onde se realiza a atividade, é necessária a presença de um segundo observador de fogo situado no outro nível.

Analisando o procedimento BA/NS015: Trabalho a Quente em seus itens 3.6.1 e 3.9, verifica-se que estes aspectos estão contemplados no sistema de gestão da empresa. Desta forma, há o atendimento a estes requisitos da norma.

#### **4.3.6. Cylinders (cilindros de armazenagem de gases)**

A *NFPA 51B* estabelece que o uso e armazenagem de cilindros utilizados nos processos de soldagem e corte, devem seguir os critérios estabelecidos no seu código *NFPA 55, Standard for the Storage, Use and Handling of Compressed gases and Cryogenics Fluids in Portable and Stationary Containers, Cylinders, and Tanks*.

Além dos critérios estabelecidos na *NFPA 55*, devido à natureza do caso em estudo, cujo foco é específico para processos de soldagem e corte, e tendo em vista as características do ambiente onde estes processos são aplicados, serão, também, adotadas neste trabalho as recomendações existentes na norma *ANSI/AWS Z49.1:2005 Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes*, em seu item *10.8 Compressed and Oxyfuel Gas Cylinders (Containers)* e no documento *Safety and Health Fact Sheet No 30 – Cylinders: Safety Storage, Handling, and Use* da AWS.

Em todas as operações de soldagem e corte realizadas na empresa, são utilizados conjuntos individuais simples composto por um cilindro de gás combustível (normalmente o acetileno) e um cilindro de oxigênio (realização de oxicorte), cilindro individual de gás de proteção (soldagem TIG e MIG/MAG) e cilindro de oxigênio (corte a plasma). Desta forma, não existe nenhuma estação centralizada de armazenamento e distribuição de gases.

Os cilindros de gases que não estão em uso são armazenados em duas áreas distintas. Os cilindros de propriedade da empresa são armazenados no almoxarifado central, enquanto que os cilindros de propriedade da empresa contratada (que possui maior número) são armazenados em um container aberto, porém com cobertura contra intempéries, próximo à entrada da oficina de caldeiraria da contratada.

A empresa define em seu procedimento BA/NS044: Cilindros de Gases Industriais os requisitos mínimos a serem adotados nas operações de recebimento, armazenagem, transporte e utilização de cilindros contendo gases comprimidos.

Também em seu procedimento BA/P.63.M.380: Segurança em Serviços de Soldagem, no item 3.4.2.3 Cilindros de Gás, são encontrados requisitos de segurança para a operação com cilindros.

Comparando os requisitos estabelecidos nestes dois procedimentos e a situação de armazenamento de cilindros de gases observada em campo com os requisitos estabelecidos nas normas *NFPA 55*, *ANSI/AWS Z49.1:2005* e *Safety and Health Fact Sheet No 30*, verifica-se que os requisitos de segurança estabelecidos pela empresa atendem parcialmente aos requisitos definidos nestas normas.

Nas duas situações de armazenamento de cilindros não é obedecida a recomendação da distância mínima de 6,1 metros que deve haver entre cilindros de combustível e oxidante (oxigênio) estabelecido em norma.

Além disto, o container de armazenamento de cilindros da empresa contratada está localizado próximo à entrada da sua oficina o que, em uma situação de emergência, pode dificultar a saída das pessoas que nela estejam.

Um outro ponto a ser observado é que não existe uma sistemática para a identificação de cilindros que esteja vazios ou danificados de maneira a possibilitar a rápida identificação de sua situação.

Com relação à utilização dos cilindros de acetileno, a norma *ANSI/AWS*

Z49.1:2005 estabelece que os cilindros não devem ser descarregados a uma pressão maior que 103 kPa (pressão absoluta de 206 kPa). Isto tem por objetivo evitar o uso inseguro do acetileno devido a sua liberação de forma abrupta. Esta consideração não é observada em nenhum dos procedimentos da empresa.

Vale citar que no caso em estudo, o padrão para a identificação de cilindros de gases comprimidos leva em conta a norma NBR 12176 Identificação de gases em Cilindros da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Um outro aspecto é que, apesar de sua importância, os procedimentos da empresa BA/NS044 e BA/P.63.M.380 não fazem parte do programa de treinamento formal em segurança dos funcionários da empresa o que dificulta a implementação e controle dos requisitos estabelecidos. A necessidade de treinamento do procedimento *BA/P 63.M.380* já foi apontado anteriormente neste trabalho, do mesmo modo que a necessidade de implementação das rotinas de inspeção de cilindros (recomendações V e XII).

Com relação à empresa contratada que realiza serviços de soldagem e caldeiraria, não foi evidenciada a existência de um procedimento específico para armazenagem, manuseio e uso de cilindros de gases a alta de pressão. Também foi verificado que o procedimento BA/NS044 não faz parte do programa de treinamento de segurança para acesso de empresas contratadas.

Desta forma, para que haja efetivamente o cumprimento aos requisitos estabelecidos pelas normas é necessário que as seguintes recomendações sejam implementadas pela empresa:

XIX. Modificar áreas de armazenagem de cilindros da própria empresa e da empresa contratada de forma a obedecer à distância mínima de 6,1 metros de separação entre os cilindros de gás combustível e os cilindros de oxigênio;

XX. Relocar o container de armazenamento de cilindros da empresa das proximidades da entrada da oficina para outro local de forma a evitar o risco de dificuldade de saída de pessoas em uma situação de

emergência;

XXI. Estabelecer sistemática de identificação de cilindros vazios ou danificados de forma a permitir a rápida identificação de sua situação;

XXII. Incluir em seu procedimento BA/P.63.M.380: Segurança em Serviços de Soldagem, no item 3.4.2.3 Cilindros de Gás, a consideração que cilindros de acetileno não devem ser descarregados a uma pressão maior que 103 kPa (pressão absoluta de 206 kPa);

XXIII. Incluir no programa de treinamento para os funcionários da empresa o treinamento no procedimento BA/NS044: Cilindros de Gases Industriais.

XXIV. Incluir no programa de treinamento para acesso de funcionários de empresas contratadas que realizam serviços de caldeiraria e soldagem o treinamento no procedimento BA/NS044: Cilindros de Gases Industriais;

XXV. Estabelecer sistemática de controle para que as empresas contratadas cumpram os requisitos de segurança estabelecidos nos procedimentos BA/NS044: Cilindros de Gases Industriais e BA/P.63.M.380: Segurança em Serviços de Soldagem, no item 3.4.2.3 Cilindros de Gás.

## Capítulo 5

### Conclusões

Considerando a avaliação realizada, tendo como base a norma *NFPA 51B Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work Edition 2009*, verifica-se que o sistema de gestão de segurança da empresa, no que tange a prevenção de incêndios e explosões durante a realização de serviços de soldagem e corte por chama oxi-combustível ou por arco elétrico, encontra-se parcialmente em acordo aos requisitos estabelecidos na referida norma.

Não foi identificada a ausência de algum requisito crítico que pudesse comprometer de forma significativa a adequação do sistema de gestão aos requisitos da norma. Entretanto, verifica-se a necessidade da implementação de ações já estabelecidas nos procedimentos da empresa para a garantia da confiabilidade dos equipamentos empregados nos processos de soldagem e corte, tanto no que se refere a as rotinas de manutenção e inspeção, quanto a requisitos técnicos a serem seguidos na aquisição de equipamentos e acessórios.

No que tange ao aspecto humano, é necessária a revisão do programa de treinamento de segurança, incluindo e enfatizando os procedimentos e práticas já estabelecidas pela empresa em relação à segurança durante a execução de serviços de soldagem e corte.

Além disto, é necessária a adoção de alguns conceitos estabelecidos na *NFPA 51B*.

Vale ressaltar que a gestão é fator fundamental para a manutenção da disciplina operacional que se traduz no respeito e cumprimento de procedimentos e práticas já estabelecidas. Como destaque positivo, cita-se o processo de controle para acesso de empresas contratadas estabelecido pela empresa que tem um foco e abrangência muito forte em relação a aspectos de segurança.

Como temática para trabalhos de pesquisas futuros sugere-se uma pesquisa comparativa entre os requisitos estabelecidos na *NFPA 51B* com normas e legislações brasileiras referentes à prevenção contra incêndios e explosões, tendo como objetivo a identificação de possíveis divergências e lacunas de conteúdo.

Uma outra possibilidade de pesquisa seria um estudo de caso para a verificação da adequação da norma *NFPA 51: Standard for The Design and Installation of Oxygen-Fuel Gas Systems for Welding, Cutting, and Allied Processes* em uma planta industrial com o intuito de verificar a adequação desta planta aos requisitos estabelecidos nesta norma.

## Referências

AMERICA WELDING SOCIETY. **Safety and Health Fact Sheet No 30: Cylinders: Safety Storage, handling, and Use.** Disponível em: <<http://files.aws.org/technical/facts/FACT-30.pdf>>. Acesso em Junho de 2009.

AMERICA WELDING SOCIETY. **Safety and Health Fact Sheets.** Disponível em: <<http://www.aws.org/w/a/technical/facts/index.html?id=FMSUXdE6>>. Acesso em Maio de 2009.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE/ AMERICAN WELDING SOCIETY. **ANSI/AWS Z49.1:2005: Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes.** Disponível em: <[http://www.aws.org/w/a/survey/standard.html?survey\\_start=z49\\_reqpdf](http://www.aws.org/w/a/survey/standard.html?survey_start=z49_reqpdf)>. Acesso em Março de 2009.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE/ FM GLOBAL. **ANSI/FM 4950: American National Standard for Evaluating Welding Pads, Welding Blankets and Welding Curtains for Hot Work Operations.** Disponível em: <<http://www.fmglobal.com/assets/pdf/fmapprovals/4950ansi.pdf>>. Acesso em Abril de 2009.

AMERICAN SOCIETY FOR METALS. **Metals Handbook: welding, brazing, and soldering. Metals Park: ASM. USA ,1993.**

AMERICAN WELDING SOCIETY. **AWS A3.0:2001: Standard Welding Terms and Definitions.** Miami, 2001.

AMERICAN WELDING SOCIETY. **Welding Handbook.** USA, v.2, 8º ed, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENISTAS OCUPACIONAIS. **TLV's e BEI's Baseados na Documentação dos Limites de Exposição Ocupacional (TLV's) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição.** Brasil, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10663: Qualificação de Procedimentos de Soldagem pelo Processo Eletrodo Revestido para Oleodutos e gasodutos.** Brasil, Abril 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12274: Inspeção em Cilindros de Aço, Sem Costura, para Gases.** Brasil, Maio de 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14250: Reguladores de Pressão para Cilindros de Gases Usados em Solda, Corte e Processos Afins – Requisitos e Métodos de Ensaio.** Brasil, Dezembro 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8221: Equipamento de Proteção Individual – Capacete de Segurança para Uso na Indústria – Especificações e Métodos de Ensaio.** Brasil, Julho 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9378: Equipamento Elétrico para Soldagem a Arco: Fontes de Energia de Corrente Constante e Fontes de Energia de Tensão Constante.** Brasil, Junho 1986.

BANCROFT, Kris. **Plasma Arc Cutting hazards**. Occupational Health and Safety. Disponível em <[http://ohsonline.com/Articles/2003/03/Plasma-Arc-Cutting-Hazards.aspx?sc\\_lang=en&Page=1](http://ohsonline.com/Articles/2003/03/Plasma-Arc-Cutting-Hazards.aspx?sc_lang=en&Page=1)>. Acesso em julho 2009.

BLUNT, Jane; BALCHIN, Nigel C. **Health and Safety in Welding and Allied Process**, Cambridge (UK) e Flórida (USA). Woodhead Publishing Limited (UK) and CRC Press LLC (USA). United States of America, 5º Ed. 2002.

BRANDI, S.D.; MELLO, F.D; WAINER, E. (coord.). **Soldagem: Processos e Metalurgia**. São Paulo:Edgar Blücher, 2004.

COMPRESSED GAS ASSOCIATION, INC. **SB-8-2009 Safety Bulletin: Use of Oxy-fuel Gas Welding and Cutting Apparatus**. United States of America, 2009.

ESAB SOLDAGEM E CORTE – BRASIL. **Processos de Soldagem**. Disponível em <<http://www.esab.com.br/br/por/Instrucao/Processos.cfm>>. Acessado em Março de 2009.

FM GLOBAL. **Property Loss Prevention Data Sheet 10-3: Hot Work Management**. Disponível em <<http://www.fmglobal.com/fmglobalregistration/Vshared/FMDS1003.pdf>>. Acessado em Maio de 2009.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE SOLDAGEM. **Apostilas do Curso de Inspetor de Soldagem**. Rio de Janeiro, 2004.

ROBERT W. Messler, Jr. **Principals of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metalurgy**. Troy, New York, 2004

KHOURI, M.; MONTEIRO, M. P. **Sistemas de Proteção Contra Fumos de Soldagem. Soldagem & Materiais**. Brasil, 1992.

MANZ, A. F. **Living With Arc Welding Spatter**. Occupational Health and Safety. Disponível em:<[http://ohsonline.com/Articles/2009/03/01/Living-with-Arc-Welding-Spatter.aspx?sc\\_lang=en&Page=1](http://ohsonline.com/Articles/2009/03/01/Living-with-Arc-Welding-Spatter.aspx?sc_lang=en&Page=1)>. Acesso Julho 2009.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR 15 : Atividades e Operações Insalubres**. Disponível em <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_15.asp](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.asp)>. Acesso em Maio de 2009.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Disponível em <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_18.asp](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_18.asp)>. Acesso em Maio 2009.

MODENESI, Paulo J. **Introdução a Física do Arco**. Belo Horizonte: EE-UFGM, 2001.

MODENESI, Paulo J; MARQUES, Paulo Villani. **Introdução aos Processos de Soldagem**. Belo Horizonte: EE-UFGM, 2000.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 51B: Standard for Fire Prevention During Welding , Cutting, and Other Hot Work**. United States of America, 2009.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 51: Standard for The Design and Installation of Oxygen-Fuel Gas Systems for Welding, Cutting, and Allied Processes**. United States of America, 2007.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 55: Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code**. United States of America, 2010.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 655: Standard for Prevention of Sulfur Fire and Explosions**. United States of America, 2001.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. DHHS (NIOSH) **Publication No 88-110: Criteria for a Recommended Standard: Welding, Brazing, and Thermal Cutting**. Disponível em <<http://www.cdc.gov/niosh/88-110.html>>. Acesso em Maio 2009.

OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION. **29CFR1910.146 Occupational Safety and Health Standard: Permit Required Confined Spaces**. Disponível em <[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9797](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9797)>. Acesso em Maio 2009.

OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION. **29CFR1910.252 Occupational Safety and Health Standard: Welding, Cutting, and Brazing**. Disponível em <[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9853](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9853)>. Acesso em Maio 2009.

OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION. **29CFR1910.253 Occupational Safety and Health Standard: Oxygen-Fuel Gas Welding and Cutting**. Disponível em <[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9854](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9854)>. Acesso em Maio de 2009.

OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION. **29CFR1910.254 Occupational Safety and Health Standard: Arc Welding and Cutting**. <[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9855](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9855)>. Acesso em Maio 2009.

OKOMURA, T; TANIGUCHI, C. **Engenharia de Soldagem e Aplicações**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1982.

PARANHOS, R. **Práticas de Segurança na Soldagem a Arco Elétrico. Soldagem & Materiais**. Brasil, Outubro/ Dezembro, 1992.

PETRÓLEO BRASILEIRO S/A. **Norma N-2346: Segurança nos Trabalhos de Soldagem e Corte**. Brasil, Janeiro 2000.

RELA, Paulo Roberto. **Soldagem: Processos e Metalurgia**, Capítulo 2f – Processo de Soldagem com Plasma, Brasil, 1992.

SOMMERS, Tom; GARDNER, Bill. **12 Tips for Improving Welding Safety**. Occupational Health and Safety, v. 77, n. 10, p. 60 – 62, Outubro 2008.

TANNER, RUSS. **Controlling Hot Work Fire Hazards**. Occupational Health and Safety. Disponível em <[http://ohsonline.com/Articles/2009/04/01/Controlling-Hot-Work-Fire-Hazards.aspx?sc\\_lang=en&Page=1](http://ohsonline.com/Articles/2009/04/01/Controlling-Hot-Work-Fire-Hazards.aspx?sc_lang=en&Page=1)>. Acesso em Julho 2009.

THE LINCOL ELETTRIC CO. **The Procedure Handbook of Arc Welding**. 12ª Edição. Cleveland: The Lincol Electric Company, United States of America 1973.

WAINER, Emílio. **Soldagem: Processos e Metalurgia**, capítulo 3b, pág 201, Editora Edgard, 2004.

WEISSMAN, BARRY R. **Hot Work Done Right**. Occupational Health and Safety, v. 77, n. 12, p. 35 – 37, Dezembro 2008.

## ANEXO A.

Procedimento para Emissão de Permissão de Trabalho.

*Procedure: Permissão para Trabalho - PT*

<b>Reference</b> BA/NS011	<b>Status</b> <i>Authorised</i>	<b>Version</b> 8	<b>Owner</b>
------------------------------	------------------------------------	---------------------	--------------

<b>Type</b>	<b>Sub-Type</b>
-------------	-----------------

## 1 - OBJETIVO

Esta norma visa estabelecer um processo formal e sistemático para assegurar que todo trabalho seja executado de forma segura, preservando a integridade do pessoal, dos equipamentos, do meio ambiente, da comunidade e a continuidade operacional.

## 2 - CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma aplica-se a todos os empregados da empresa e prestadores de serviço que executam trabalhos de manutenção, montagem, desmontagem, construção, inspeção ou reparo de equipamentos, sistemas ou instalações.

## 3 - DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

### 3.1 DEFINIÇÕES:

**3.1.1 - Permissão para Trabalho - PT** - Autorização, dada por escrito, para execução dos trabalhos conforme previsto no item 1-Objetivo desta Norma.

**3.1.2 - Representante da área:** Uma pessoa da operação que tenha sido designada pela Chefia da área para preparar a área para o trabalho a ser executado e se certificar que a área tenha sido propriamente preparada.

**3.1.3 - Gestor do Contrato:** Representante da Cristal Global-BA a qual é delegada a responsabilidade em fazer a interface entre a empresa Contratada e o trabalho a ser executado.

### **3.2 DISPOSIÇÕES GERAIS:**

3.2.1 - A permissão para trabalho é uma autorização escrita, para execução de qualquer serviço que ofereça riscos, a ser realizado nas áreas ou em equipamentos conforme o item 2.

3.2.2 - Nenhum serviço poderá ser realizado sem que o executante obtenha antes do início das atividades a necessária autorização (PT) do responsável pela área/ equipamento.

3.2.3 - Toda e qualquer providência que se torne necessária para garantir a segurança na execução do trabalho, será introduzida pelo responsável da área, em complementação às demais medidas contidas nesta norma.

3.2.4 - As permissões para trabalho só serão emitidas pelos empregados credenciados que operam ou detêm todo o conhecimento de onde será realizado o trabalho, e é de responsabilidade do executante, seguir as instruções contidas na permissão de trabalho - PT. Será facultado aos cargos de Operadores Líderes ou substitutos, autorizar a PT em qualquer área da fábrica, resguardando-se os princípios básicos de segurança e realização de análise de risco no local do trabalho.

3.2.5 - As Permissões para Trabalhos somente serão emitidas por empregados da empresa.

3.2.6 - Serviços envolvendo Espaços Confinados, Travamento, Etiquetagem e Verificação (Bloqueios de Energias) e trabalho a quente, serão obrigatórias as emissões da Permissão de Trabalho e os complementos correspondentes.

3.2.7 - Nas áreas classificadas (áreas sujeitas a ocorrência de atmosfera explosiva), há restrições severas para o desenvolvimento de qualquer trabalho envolvendo eletricidade. Nessa situação fica impedida a realização de qualquer tarefa com a instalação elétrica energizada (pesquisa ou localização de defeitos, abertura de caixas, invólucros, medições ou simulações elétricas).

### **3.3 - NÍVEIS DE AUTORIDADES DOS EMITENTES DA PT**

3.3.1 - Entrada em espaços confinados (vasos, tanques, equipamentos, etc), em conformidade com a BA/NS014 “Entrada em espaço confinado”.

Emitente da PT: Supervisor de entrada.

Participação obrigatória: Pessoa treinada no uso de equipamento de monitoração ou técnico de segurança.

3.3.2 - Serviços envolvendo radiações ionizantes.

Emitente da PT: Operador Líder.

Participação obrigatória: Técnico de Segurança ou Supervisor de Radioproteção (mandatório quando envolver manuseio de fonte radioativa).

3.3.3 - Serviços em subestações e CCM`s incluindo termografia em equipamentos elétricos.

Emitente da PT: Técnico em Elétrica/Instrumentação

Participação obrigatória: Operador da área ou Engenheiro Eletricista.

NOTA: Ficam autorizados a emitir Permissão para Trabalho, substitutos autorizados ou de nível hierárquico igual ou superior, desde que estejam com suas credenciais de emissão de PT no prazo de validade e realizado os treinamentos necessários e correspondentes.

### **3.4 - CREDENCIAMENTO**

3.4.1 - Os empregados da empresa que necessitarem credenciamento, deverão comparecer ao treinamento. Os candidatos deverão possuir conhecimento das Normas Críticas para Manutenção da Vida e serem aprovados em avaliação teórica sobre emissão de Permissão para Trabalho. O empregado que obtiver 80% de aproveitamento será credenciado. Caso o empregado não atinja 80% de aproveitamento na avaliação, o mesmo não poderá prestar nova avaliação dentro de um período de um mês.

3.4.2 - O credenciamento dos empregados, será emitido pela DISEG, e terá validade de 02 anos. Após este prazo, será realizado um credenciamento através de aplicação de avaliação a qual o empregado terá de obter um aproveitamento de

100%. A área de treinamento, assim como a DISEG, manterá registro disponível do pessoal credenciado a emitir PT.

NOTA: Exceto para equipe da DISEG.

3.4.3 – Nos casos do não cumprimento desta Norma, o credenciado a emitir PT terá suspensão pela DISEG sua credencial por um período de 06 (seis) meses. Após este prazo, será realizado treinamento e avaliação com o referido empregado.

### **3.5 - TAREFA ESPECIAL (PERIGOSA) NÃO LISTADA NESTA NORMA**

Ocorrendo, tarefas especiais e perigosas e ou situações não listadas nesta norma poderá ser autorizada pelo Gerente da área e preposto da DISEG (Técnico / Eng.º de Segurança), após analisados os riscos e adotadas medidas de controle.

### **3.6 - SERVIÇOS ROTINEIROS COM RISCOS DE ACIDENTES**

Deverão ser analisados pelas chefias das respectivas áreas e procedimentos escritos específicos deverão ser implementados.

### **3.7 - EMISSÃO DA PT**

3.7.1 - A emissão de uma PT requer as medidas abaixo, cujo cumprimento é de responsabilidade do Emitente e do Executante.

#### **a - Verificação prévia do local de trabalho**

Antes de emitir uma permissão para trabalho, o Emitente e o Executante, obrigatoriamente inspecionarão o equipamento e as áreas envolvidas, atentando-se ainda pela interferência de equipamentos e áreas vizinhas, que possam criar situações de risco, mesmo não sendo objeto do serviço. Deverão ser aplicadas todas as providências cabíveis para garantir condições seguras de trabalho.

#### **b - Validade da permissão para trabalho:**

A permissão para trabalho terá validade por 16 horas ou dois turnos consecutivos (o que ocorrer primeiro), desde que não haja mudança da equipe executante ou do emitente.

#### **c – Casos de renovação da permissão para trabalho:**

Quem revalida a PT deve fazê-lo no local do serviço de forma a não impossibilitar o prosseguimento dos trabalhos do pessoal executante.

I – Caso haja mudança do emitente, caberá ao seu substituto, efetuar uma nova avaliação no local de realização do serviço, podendo renová-la por mais um turno de 08 horas.

NOTA: Caso o substituto encontre situações ou cenários diferentes das iniciais, poderá optar pela abertura de uma nova PT.

II - Caso haja mudança da equipe integral de executantes, deverá ser emitida nova PT.

III - Caso haja mudança de apenas alguns dos membros da equipe executante, este deverá assinar no campo apropriado da PT.

IV – Caso haja inclusão de novos executantes, este deverá assinar no campo apropriado da PT.

#### d - Disponibilidade da permissão para trabalho, APR e FISPQ

A PT deverá ficar protegida pelo invólucro plástico, padronizado pela empresa, em local VISÍVEL e DISPONÍVEL, durante a realização do serviço, para consulta dos envolvidos ou para auditorias. Deverão ser anexados as APR's - Análises preliminares de Risco (com as listas dos treinamentos dos envolvidos) e FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico) sempre que previsto e necessário.

#### e - Interrupção dos Serviços

Qualquer pessoa poderá paralisar um serviço, desde que comprove ao emitente ou ao executante do serviço, o descumprimento às determinações da Permissão para Trabalho, e/ou identifique algum risco grave e iminente, devendo então, convocá-lo imediatamente ao local, informando-o as razões que o levou a tomar tal decisão, e solicitando reavaliação total do serviço.

Durante a realização de serviços, os mesmos poderão ser auditados por qualquer empregado que, constatando faltas graves interromperá imediatamente o serviço e comunicará o supervisor envolvido ou o Gestor de contrato, conforme for o caso.

f - Cancelamento da permissão para trabalho

I - Serviços em andamento deverão ser imediatamente interrompidos sempre que ocorrer uma emergência no local.

II - Os serviços interrompidos que não tiverem condições de continuidade, deverão ter as PT's canceladas e recolhidas.

III – Se o cancelamento for em função de uma situação crítica, recomenda-se que seja investigado.

g- Rasuras/alterações

As Permissões para Trabalho apresentando rasuras e/ou alterações no seu preenchimento não terão validade.

h - Preenchimento da Permissão para Trabalho

I - A Permissão para Trabalho (PT) deverá ser específica para um determinado trabalho, restringindo-o a uma área ou um equipamento. Inclusive quando mais de uma disciplina estiver envolvida.

II - A “Permissão para Trabalho - PT” e seus complementos, serão emitidos em formulários únicos e próprios conforme BA/F/NS011/001 - Permissão para Trabalho, BA/F/NS011/002 - Travamento Etiquetagem e Verificação, Espaço Confinado e Trabalho a Quente, em 3 (três) vias, sendo, a primeira via ficará exposta no local da realização do serviço, a segunda via ficará disponível na sala de controle ou com o responsável da área até a conclusão do serviço e a terceira ficará com o executante. O emitente encaminhará à DISEG, até o 5º dia útil de cada mês, a primeira via da PT de seus complementos realizados no mês anterior para fins de controle.

III - É proibido incluir numa só PT, mais de um tipo de trabalho ou a execução de um mesmo serviço por equipes diferentes, ainda que realizados num mesmo equipamento ou área. Para trabalhos independentes tem que ser exigida Permissão para Trabalho Independente.

IV - A emissão de uma Permissão para Trabalho, em branco, sem a definição do trabalho a ser executado, sem a delimitação exata do local ou sem a prévia inspeção no local, constituirá FALTA GRAVE.

NOTA: Por força dessa importância, é que toda a emissão de permissão para trabalho, deve ser antecedida de uma série de medidas preventivas, cuja observância é imprescindível para garantir a segurança do trabalho.

### **3.8 - NA EXECUÇÃO DO TRABALHO**

3.8.1 - Segurança individual - Além da obrigação de cada empregado em observar os procedimentos para evitar acidentes, a segurança dos executantes de um trabalho, é responsabilidade do seu Supervisor ou Técnico Operacional imediato, que fará cumprir todos os requisitos necessários, indicados na Permissão para Trabalho, bem como as Normas de Segurança vigentes.

#### **3.8.2 - Acompanhamento do trabalho**

a - O emitente da PT ou empregado por ele designado deverá acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos, com a finalidade de orientar e ao mesmo tempo, observar as restrições e/ou recomendações constantes da "PT".

b - Deverão ser aplicados todos os recursos técnicos e procedimentos de segurança, visando a neutralização dos riscos.

c - Nos casos onde surgirem riscos excepcionais, o executante e o técnico de segurança deverão ser acionados, para avaliar melhor a situação, e tomar decisões, em conjunto, com os responsáveis e/ou especialistas envolvidos.

d - Ao executante caberá providências para que a PT e seu complemento permaneçam expostos no local da realização do serviço.

3.8.3 - Cancelamento - Na hipótese de não atendimento dos requisitos ou recomendações constantes na PT ou quando ocorrer na área onde se executará os

trabalhos, uma situação anormal que apresente riscos, o emitente, seu representante no acompanhamento, Técnico de Segurança, ou mesmo o executante do trabalho, deverá suspender a execução dos trabalhos e recolher a PT, até posterior decisão.

3.8.4 - O credenciamento poderá ser suspenso e/ou cancelado quando o emitente e/ou responsável após a liberação da PT, cometer alguma falha grave que comprometa a segurança das pessoas e/ou da instalação.

3.8.5 - A suspensão deverá ser efetuada pela Supervisão e/ou pela DISEG, após avaliação.

### **3.9 - TÉRMINO DO TRABALHO - BAIXA DA PT**

Ao término do trabalho, o executante deverá comparecer à presença do emitente da PT, a fim de efetuar a quitação, obedecendo a seguinte sistemática:

3.9.1 - o emitente e o executante preencherão os campos existentes na PT, e assinarão a baixa da Permissão para Trabalho;

3.9.2 - a 3ª via, ficará com o Executante;

3.9.3 - a 2ª via, ficará com o Emitente;

3.9.4 - a 1ª via será encaminhada pelo emitente à DISEG até o 5º dia útil de cada mês; e

3.9.5 - a DISEG manterá arquivado os formulários de PT's recebidas por 02 (dois) meses. Após este prazo a DISEG encaminhará as PT's ao arquivo central.

OBS.: Permissão para Trabalho complementar de Espaço Confinado deve ficar no arquivo Central pelo prazo mínimo de 5 anos.

### **3.10 - NORMAS ADICIONAIS**

3.10.1 - Trabalhos a quente conforme BA/NS015;

3.10.2 - Entrada em espaço confinado conforme BA/NS014;

3.10.3 - Travamento Etiquetagem e Verificação (Bloqueio de Energias) conforme BA/NS024.

### **3.11 - PARADAS DE UNIDADES/ÁREAS**

#### **3.11.1 - PREPARO DOS EQUIPAMENTOS**

a - Em unidades paradas para manutenção geral, deve-se fazer o isolamento e travamento, etiquetagem e verificação prévio da unidade, por meio de flanges cegos e a purga dos vapores, líquidos inflamáveis, tóxicos e corrosivos, nela contidos, de forma garantir a segurança dos empregados, da instalação e meio ambiente.

b - Deverão ser realizadas inspeções de segurança durante o desenvolvimento dos trabalhos com vista ao fiel cumprimentos dos padrões de segurança requerido.

3.11.2 - EXECUÇÃO DO TRABALHO - A responsabilidade pela segurança de todos os elementos envolvidos nos trabalhos de parada, será de cada um, individualmente, e dos SUPERVISORES e/ou LÍDERES das equipes de trabalho.

3.11.3 - SITUAÇÃO ANORMAL DURANTE O DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS - Na hipótese desta ocorrência, oferecendo riscos de acidentes, os trabalhos deverão ser interrompidos, o que será de imediato comunicado à PRODUÇÃO e/ou MANUTENÇÃO para às devidas providências.

3.11.4 - Nas paradas gerais, pode-se optar pela elaboração de Análise de Risco detalhado para tarefas/atividades em substituição a emissão das Permissões para trabalho.

As respectivas análises de riscos deverão ser realizadas pelas áreas responsáveis.



## Anexo C

Procedimento para Trabalho a Quente.

**Procedure:** Trabalho a Quente



Reference	Status	Version	Owner
<b>BA/NS015</b>	<b>Authorised</b>	<b>3</b>	



Type	Sub-Type
------	----------

### 1 - OBJETIVO

Prevenção de fogo e explosão na Planta Bahia através do atendimento de requerimentos mínimos, os quais tem a intenção de assegurar que os empregados empresa ou Contratados estejam protegidos dos riscos associados com atividades com trabalho a quente.

### 2 - CAMPO DE APLICAÇÃO

2.1 Esta Norma aplica-se a todas as atividades que produzem chama, calor ou faísca na planta Bahia. Exemplos de trabalhos que requerem permissão para trabalho a quente incluem soldagem, furadeira, uso de maçarico, lixadeira, martelo pneumático ou outros equipamentos que possam produzir faíscas ou aquecimento, ou possibilidade de transmitir calor por condução, convecção ou radiação. O trabalho a quente irá requerer o preenchimento de permissão.

2.2 Esta norma aplica-se a todos os empregados da empresa e Contratados.

2.3 Esta norma não aplica-se nos limites das oficinas de manutenção, queimadores do laboratório ou atividades consideradas rotineiras no processo da área, desde que materiais combustíveis ou inflamáveis não estejam dispostos nas imediações.

### **3 - DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO**

#### **3.1 - REFERENCIA**

Procedure SHE Standard 214 - Hot Work Standard

#### **3.2 - PERMISSÃO PARA TRABALHO A QUENTE**

##### **3.2.1 - Requisitos Gerais:**

3.2.1.1 - Formulários de permissão de trabalho devem ser adquiridos no almoxarifado, sendo que a permissão para trabalho a quente é um formulário (BA/F/NS015/001).

3.2.1.2 - A permissão de trabalho a quente irá documentar os passos da prevenção da ocorrência de fogo tomadas preventivamente antes de executar o trabalho a quente.

3.2.1.3 - Avaliar os riscos e perigos para determinar as medidas de controle.

3.2.1.4 - A Permissão de Trabalho a Quente estará anexada a PT geral.

3.2.1.5 - As monitorações atmosféricas devem ser registradas.

3.2.1.6 - Avaliar a necessidade de observador de fogo e se requerido, deverá constar seu nome e assinatura.

3.2.1.7 - Especificar os EPIs necessários para desenvolver a atividade.

3.2.1.8 - Cancelar a permissão e paralisar o trabalho quando o alarme de emergência foi relacionado a vazamento de gás, combustível ou inflamável.

3.2.1.9 - Encaminhar 1ª via da PT para a DISEG.

### **3.3 - ESTABELECENDO O TRABALHO A QUENTE:**

3.3.1 - A permissão para trabalho a quente será emitida para todos os trabalhos a quente conduzidos fora da área das oficinas de manutenção.

3.3.2 - Quando possível, o trabalho a quente deverá ser conduzido ou mudado para área livre de materiais combustíveis.

3.3.3 - Equipamentos que tenham contato com combustíveis ou inflamáveis ou produtos perigosos (corrosivos por ex.) devem ser descontaminados previamente.

3.3.4 - Trabalho a quente que produza fagulha ou faísca, bem como serviços de solda e esmerilhamento será permitida apenas nas áreas protegida de incêndio.

3.3.5 - Se o equipamento a ser soldado ou cortado não puder ser removido, e se o risco de incêndio da vizinhança não puder ser eliminado, proteções e cabanas anti-chama deverão ser instaladas para conter as fagulhas e faíscas.

3.3.6 - Se o instrumento de medição indicar a presença de inflamáveis ou gases combustíveis em alguma concentração, ou se a concentração de oxigênio é maior que 22,5% a PT não será emitida.

3.3.7 - O monitoramento de inflamáveis e combustíveis deverá ser conduzido com uma freqüência suficiente para assegurar a realização da atividade de forma segura. Qualquer reinício deverá ser seguido de nova monitoração.

### **3.4 - RESPONSABILIDADES**

3.4.1 - A emissão da permissão de trabalho a quente irá requerer três assinaturas apenas quando houver necessidade da medição de explosividade com conseqüente participação do operador líder. As demais situações que não necessitem a medição e/ou participação do operador líder as assinaturas do dono da área (operação) e executantes (contratada ou Cristal Global) são suficientes.

3.4.1.1 - Operador líder, operador de área e líder dos executantes. Este último podendo ser empregado da Contratada.

3.4.1.2 - Todos os emitentes, que assinam a liberação da permissão, deverão ter treinamento em Permissão para Trabalho, onde esta incluído o trabalho a quente.

3.4.1.3 - Todos os participantes devem assegurar que todas as condições estão adequadas para executar o trabalho a quente e aprovam assinando o documento para o trabalho então se iniciar.

#### 3.4.2 - Manutenção

3.4.2.1 - Assegurar que os empregados que executaram o trabalho a quente:

- a) Tenham todas as ferramentas e equipamentos necessários.
- b) Tenham pessoal treinado e qualificado para realizar e avaliar o serviço.
- c) Estejam treinados em como agir em caso de emergência.

3.4.2.2 - Estabelecer um observador de fogo, quando necessário.

### **3.5 - ÁREA DE OPERAÇÃO**

3.5.1 - Avaliar as tarefas, ferramentas e equipamentos para atender esta norma e adequada aplicação das seções previstas na permissão de trabalho a quente.

3.5.2 - Se um observador de fogo for requerido, seu nome deve constar na permissão para trabalho.

3.5.3 - Os empregados executantes da tarefa devem ser envolvidos na avaliação dos riscos.

3.5.4 - Coordenar as atividades e operações quando mais de um grupo de trabalho estiver próximo ao trabalho a quente, verificando as interferências entre uma atividade e outra.

3.5.5 - Emitir a Permissão de Trabalho a Quente.

3.5.6 - Cancelar a permissão se uma condição de risco aparecer ou houver uma emergência na área onde a tarefa iria ser conduzida.

3.5.7 - Parar a tarefa se o observador de fogo deixar o local ou não estiver o tempo todo da execução da tarefa a quente.

3.5.8 - Assegurar que após ter sido completado o serviço e dado baixa na permissão de trabalho a quente, a cópia seja enviada a DISEG.

3.5.9 - Assegurar que a área esta propriamente preparada para a execução da tarefa, incluindo verificação específica da permissão de trabalho a quente.

3.5.10 - Comunicar todos os risco da área ou equipamento como parte do "Show Me", "Mostre-me", do processo da Permissão de Trabalho.

3.5.11 - Verificar que todas as condições requeridas na Permissão de Trabalho a Quente estão sendo atendidas.

3.5.12 - Nas áreas de redução, tratamento ácido, peptização, calcinação, "spray-driers", secagem de minério e caldeiras, deve ter obrigatoriamente a participação do operador líder ou técnico de segurança.

### **3.6 - OBSERVADOR DE FOGO**

3.6.1 - Assegurar que as condições iniciais encontradas e que permitem a execução da tarefa sejam mantidas. O Observador de fogo deve permanecer no local, observando, no mínimo meia hora depois de ter sido completado o trabalho a quente, para detectar e extinguir um possível princípio de incêndio no local.

3.6.2 - Deve ter equipamento de extinção do fogo disponível, ser treinado e pronto para uso.

3.6.3 - Parar a tarefa se tiver que deixar o local na execução da tarefa a quente.

3.6.4 - Parar a tarefa se o alarme de emergência soar, se condições inseguras se desenvolverem ou as condições iniciais não forem mantidas. O pessoal da operação deve notificar o executante se alguma destas condições ocorrer.

### **3.7 - EXECUTANTE OU EQUIPE DO TRABALHO A QUENTE**

3.7.1 - Inspecionar o local de trabalho, a permissão, equipamentos e se condições inseguras forem encontradas, e comunicar o pessoal da área de operação.

3.7.2 - Manter-se alerta aos potenciais de risco e comunicação contínua com o observador de fogo, quando aplicável.

3.7.3 - Utilizar os EPIs seguindo os critérios estabelecidos na NS 001 – Uso e Fornecimento de EPIs.

3.7.4 - Se o objeto que irá requerer o trabalho a quente não pode ser removido, se todos os riscos não podem ser removidos, então proteções deverão ser utilizadas (mantas, cortinas de água, parada de processo, mangueira estendida, barreira física, etc.,) para confinar a fonte quente, fagulha ou similar, e proteger o risco de fogo irremovível.

3.7.5 - Assegurar que todas as condições requeridas na permissão de trabalho a quente são mantidas.

3.7.6 - Atender as instruções do observador de fogo para interromper o serviço.

3.7.7 - Limpar a área quando completar o trabalho.

### **3.8 - DISEG**

3.8.1 - Auditar o preenchimento da permissão complementar de trabalho a quente.

3.8.2 - Manter em arquivo a cópia de permissão para trabalho a quente pelo prazo de 3 meses.

3.8.3 - Avaliar o atendimento a esta norma anualmente.

3.8.4 - Assegurar equipamentos de medição em conformidade.

3.8.5 - Atender consultas sobre permissões de trabalho a quente quando requerido.

### **3.9 - REQUERIMENTOS PARA OBSERVADOR DE FOGO**

3.9.1 - Um observador de fogo deverá ser providenciado onde alguma destas condições existam:

3.9.1.1 - Presença de material combustível próximo, 11 metros, do ponto da tarefa.

3.9.1.2 - Presença de material combustível de fácil ignição por fagulha ou centelha, a mais de 11 metros do ponto da tarefa.

3.9.1.3 - Nas atividades de solda e corte onde pode ser desenvolvido pequenos focos de incêndio.

3.9.1.4 - Materiais combustíveis expostos através de parede divisória ou pisos abertos.

3.9.1.5 - Materiais combustíveis no lado oposto a repartições metálicas, paredes ou teto que estão próximos e que podem se incendiar por condução, convecção ou irradiação.

### **3.10 - TRABALHO A QUENTE EM ESPAÇO CONFINADO**

3.10.1 - Todo trabalho a quente em espaço confinado requer permissão de trabalho complementar – Espaço Confinado

3.10.2 - Quando trabalhos de soldagem forem suspensos por um período de tempo, durante o almoço ou parada em tempos similares, a máquina de solda deverá ser desconectada da energia elétrica e os cabos desconectados.

3.10.3 - Quando trabalhos de oxi-acetileno forem suspensos por um período de tempo, durante o almoço ou parada em tempos similares, a caneta e as mangueiras deverão ser removidas ou desconectadas do cilindro de gás.

3.10.4 - Precauções deverão ser implementadas que assegurem que materiais combustíveis potenciais dentro do espaço confinado, como polímeros residuais, desingripantes inflamáveis, materiais de embalagem, e outros, estão protegidos das atividades a quente.

3.10.5 - Alcançar Limite Inferior de Explosividade igual a 0%.

3.10.6 - Quando da necessidade de executar trabalho a quente deverá ser utilizado ventilação forçada ou exaustão.

3.10.7 - Precauções devem ser implementadas e irão requerer ventilação adequada e/ou proteção respiratória no espaço confinado quando risco potencial a respiração resultar da atividade. Estes riscos podem incluir e não se limitam: poeira

e particulados, vapores e fumos resultantes de solda e corte, ou gases inertes usados no processo de soldagem.

### **3.11 - ÁREAS PRESUMIDAS COMO ÁREAS LIVRES DO RISCO DE INCÊNDIO**

3.11.1 - Quando todos os combustíveis ou inflamáveis possíveis de retirada tenham sido movidos para uma distância segura do ponto de operação do corte ou solda.

3.11.2 - Quando a relocação do material for impraticável os combustíveis devem ser protegidos escudados (enclausurados) com mantas anti-chamas, chapas metálicas, etc.

3.11.3 - As frestas (aberturas) nos pisos devem ser tapadas / protegidas para impedir que faíscas caiam no piso inferior.

3.11.4 - Umedecer partes combustíveis que não possam ser removidas nem cobertas com mantas anti - chamas ou superfície protetoras.

3.11.5 - Áreas classificadas nunca serão consideradas livres de incêndio.

### **3.12 - TREINAMENTO**

3.12.1 - Todos os empregados serão treinados anualmente na norma de trabalho a quente, incluindo as respectivas responsabilidades, procedimentos, tarefa do observador e requerimentos gerais.

3.12.2 - Os empregados envolvidos em trabalho a quente serão treinados se a auditoria indicar que a norma não está sendo seguida ou se a norma for modificada.

3.12.3 - A responsabilidade pelo treinamento é da linha gerencial, com cada departamento definindo as necessidades de treinamento para seu pessoal e informando a área de treinamento.

### **3.13 - AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS A QUENTE**

3.13.1 - Periodicamente deverá ser avaliada a condução das atividades do trabalho a quente, auditoria, para assegurar que os requerimentos estão corretos e sendo seguidos. Para tanto o formulário de avaliação deverá ser preenchido. Quaisquer desvios sistemáticos deverão fazer parte do plano de ação.

## ANEXO D.

## Formulário para Emissão de PT Complementar.

PERMISSÃO PARA TRABALHO (PT) - COMPLEMENTO "ENTRADA EM ESPAÇO CONFINADO, TRAVAMENTO – Bloqueio de Energias e TRABALHO A QUENTE". BA/F/NS011/002 Versão 5					
DATA:		SISTEMA/EQUIP./TAG:		Nº OS/SS/OCORRÊNCIA:	
				ÁREA DO SERVIÇO:	
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS DE SEGURANÇA ADOTADAS (CHECK LIST)</b>					
ESPAÇO CONFINADO <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO APLICÁVEL					
<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>EMITENTE/EXECUTANTE</b>		<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
		Observador contínuo?			
		Utilizar analisador contínuo de oxigênio?			
		Meios de acesso adequados e evidenciados?			
		Necessária comunicação a OBE?			
		Há iluminação adequada?			
		Equipamento de resgate disponível?			
		Haverá utilização de produtos químicos durante o serviço? Anexar FISPQ			
		Observador de ventilação presente? Consta na PT?			
<b>TRAVAMENTO ETIQUETAGEM E VERIFICAÇÃO (Bloqueio de Energias) <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO APLICÁVEL</b>					
<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>EMITENTE/EXECUTANTE</b>		<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
		Travamento Simples?			
		Travamento de sistema? Múltiplos pontos de isolamento?			
		Trava de grupo foi aplicada?			
		A energia foi isolada fisicamente no campo: desconexão, retirado fusível etc.			
		Verificação contínua do isolamento se houver risco de reenergização?			
		Válvulas automáticas, se existirem, estão travadas e inoperantes por bloqueio físico?			
<b>TRABALHO À QUENTE <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO APLICÁVEL</b>					
<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>EMITENTE/EXECUTANTE</b>		<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
		Risco de acúmulo de gases inflamáveis/combustíveis nas canaletas e espaços			
		Combustível deve ser removido?			
		Existe risco de transferência de calor, condução, convecção, radiação?			
		Existe intercomunicação com locais contendo materiais combustíveis / inflamáveis?			
		Cobrir local de risco com manta anti-chama?			
		Observador de fogo presente? Consta na PT?			
		Resfriar equipamento / Umidificar Área?			
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:				Avaliação freqüente:	
				Explos. ____% ( : )h Explos. ____% ( : )h	
				Explos. ____% ( : )h Explos. ____% ( : )h	
				Explos. ____% ( : )h Explos. ____% ( : )h	
				Explos. ____% ( : )h Explos. ____% ( : )h	
				Explos. ____% ( : )h Explos. ____% ( : )h	
<b>ANALISAMOS E CONTROLAMOS EM CONJUNTO OS RISCOS ENVOLVIDOS</b>					
EMITENTE CREDENCIADO		EXECUTANTE		RESP. MEDIÇÕES	
_____ ASSINATURA/MATRÍCULA		_____ ASSINATURA/MATRÍCULA		_____ ASSINATURA/MATRÍCULA	
<b>RENOVAÇÃO DO COMPLEMENTO DA PT POR MAIS UM TURNO DE 08 HORAS</b>					
EMITENTE CREDENCIADO		EXECUTANTE		RESP. MEDIÇÕES	
_____ ASSINATURA/MATRÍCULA		_____ ASSINATURA/MATRÍCULA		_____ ASSINATURA/MATRÍCULA	

ANEXO E.

PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA PARA SERVIÇOS DE SOLDAGEM E CORTE.

**Procedure:** Segurança em Serviços de Soldagem



Reference	Status	Version	Owner
BA/P.63.M.380	Authorised	2	



Type	Sub-Type
------	----------

## 1 - DESCRIÇÃO

**1.1 - O que** - Estabelecer diretrizes básicas de segurança para serviços de soldagem.

**1.2 - Por que** - Evitar acidentes com pessoas e instalações preservando a integridade física dos empregados, do meio ambiente e ativos industriais.

**1.3 - Quem** - Empregados da empresa e Contratadas que executam serviços de soldagem.

**1.4 - Quando** - Durante a execução de serviços de soldagem.

**1.5 - Onde** - No site da empresa (Área Industrial e Oficinas).

## 2 - RECURSOS MATERIAIS NECESSÁRIOS

Não aplicável

## 3 - AÇÕES DESENVOLVIDAS

### 3.1 - DEFINIÇÕES

3.1.1 - Serviços de soldagem: para o âmbito deste documento consideram-se os serviços envolvendo os processos de soldagem, corte e goivagem ao arco elétrico e seus equipamentos relacionados. Estão considerados os

seguintes processos: goivagem com grafite, goivagem com plasma, corte com máquina a plasma, soldagem ao arco submerso, soldagem com arame tubular, Soldagem com eletrodo revestido, Soldagem MIG/MAG, Soldagem TIG, corte a gás (oxi-acetilênico), soldagem a gás (oxi-acetilênico).

3.1.2 - Soldagem por Eletrodo Revestido - Processo de soldagem a arco elétrico estabelecido entre a ponta de um eletrodo revestido consumível e a superfície do metal da peça a ser soldada.

3.1.3 - Soldagem TIG – Processo de soldagem a arco elétrico que utiliza um eletrodo não consumível de tungstênio sob uma proteção gasosa de gás inerte.

3.1.4 - Soldagem MIG - Processo de soldagem a arco elétrico com eletrodo consumível sob proteção gasosa, que utiliza como eletrodo um arame maciço e como proteção gasosa um gás inerte.

3.1.5 - Soldagem MAG - Processo de soldagem a arco elétrico com eletrodo consumível sob proteção gasosa, que utiliza como eletrodo um arame maciço e como proteção gasosa um gás ativo.

3.1.6 - Soldagem a Gás – Conjunto de processos de soldagem por fusão nos quais o aquecimento é produzido pela chama resultante de uma mistura entre um gás combustível e oxigênio.

3.1.7 - Goivagem – processo de corte utilizando eletrodo de grafite. Processo que utiliza uma tocha especial juntamente com ar comprimido para expulsão do metal líquido proveniente da poça de fusão obtida pelo arco elétrico formado entre o eletrodo e a peça a ser cortada.

3.1.8 - Corte a Plasma – processo e corte com uso de tocha mecanizada com alta amperagem e gás de proteção da zona de corte e dos componentes.

3.1.9 - Máquina de solda: Retificador de corrente utilizado especificamente para serviços de soldagem.

## **3.2 - OBRIGAÇÕES LEGAIS**

3.2.1 - Cumprir rigorosamente as normas de Segurança e Medicina do Trabalho vigentes, conforme Lei Nº 6514, de 22/12/77 e Portaria 3.214 de 08/06/78.

3.2.2 - Deverão ser seguidas as determinações referentes a Operações de soldagem e corte a quente da NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.

## **3.3 - RESPONSABILIDADES**

3.3.1 - **Contratada** - Será obrigação da contratada e subcontrada atender a todas as exigências e recomendações estabelecidos por este procedimento.

### **3.3.2 - Gestor/Responsável de contratadas:**

3.3.2.1 - Assegurar que os funcionários de contratadas conheçam este documento e fazer cumprir os requisitos e recomendações estabelecidos.

3.3.2.2 - Auditar as atividades de funcionários de contratadas/ subcontratadas para verificar o cumprimento deste procedimento.

### **3.3.3 - Supervisor de manutenção:**

3.3.3.1 - Assegurar que os funcionários sob sua liderança e que executam serviços de soldagem tenham conhecimento dos requisitos e recomendações deste procedimento.

3.3.3.2 - Manusear e manter os equipamentos sob sua guarda em boas condições de conservação.

3.3.3.3 - Informar ao responsável pelo ferramentaria sobre irregularidades nos equipamentos de soldagem para que sejam providenciadas as correções necessárias.

### **3.3.4 - Supervisor de Oficina Central/Ferramentaria:**

3.3.4.1 - Assegurar que os funcionários sob sua liderança e que executam serviços de soldagem tenham conhecimento dos requisitos e recomendações deste procedimento.

3.3.4.2 - Manusear e manter os equipamentos sob sua guarda em boas condições de conservação.

3.3.4.3 - Providenciar os reparos das irregularidades encontradas nos equipamentos de soldagem.

3.3.4.4 - Manter cadastro atualizado no MAC de todos os equipamentos de soldagem e controle de requisição.

### **3.3.5 - Divisão de Elétrica:**

3.3.5.1 - Elaborar e revisar documento para aferição/manutenção de equipamentos de soldagem.

3.3.5.2 - Efetuar aferição periódica de acordo com o plano de preventiva de máquinas de solda/corte.

## **3.4 - DISPOSIÇÕES GERAIS**

Antes de se iniciar qualquer serviço de soldagem fora dos locais destinados para este fim (oficinas), a exemplo de área industrial, ruas próximas à área industrial, diques, etc., deve ser verificada a presença de atmosfera inflamável e/ou explosiva através de medidores específicos para este fim.

Caso estas medições indiquem a presença de inflamáveis ou gases combustíveis em alguma concentração, ou se a concentração de oxigênio for maior que 22,5% não haverá a liberação para trabalho, não devendo ser emitida a PT até que estas condições sejam seguras.

Antes de iniciar um trabalho a quente (solda ou corte) em equipamento/tubulação em sistema que contenha ácido ou solução ácida (licores em geral), após a drenagem do mesmo, deve ser medida a explosividade. No caso de tubulação deve ser feito um corte a frio na tubulação para permitir a introdução do sensor para a medição de explosividade e o trabalho só deverá ser efetuado se o

resultado de explosividade for de 0% (Zero). Os ácidos reagem com o metal formando hidrogênio (processo de corrosão) que pode ficar aprisionado em partes do equipamento/tubulação.

### 3.4.1 - Segurança relativa ao local de trabalho.

#### 3.4.1.1 - Incêndios e explosões

O calor produzido por arcos elétricos e as suas irradiações, por escórias quentes e por faíscas podem ser causas de incêndios ou explosões.

a) A área de soldagem ou corte deve ser equipada com sistema adequado de combate a incêndio e o pessoal de supervisão de área, operação ou manutenção do equipamento envolvido deve ser treinado no combate a incêndios.

b) Todo executante de serviços de soldagem deve estar familiarizado com as medidas de prevenção e proteção contra incêndios.

c) Garantir a segurança da área de trabalho - sempre que possível, trabalhar em locais especialmente previstos para soldagem ou corte ao arco elétrico.

d) Eliminar possíveis causas de incêndios - locais onde se realizam serviços de solda ou corte não devem conter líquidos inflamáveis (gasolina, tintas, solventes etc), sólidos combustíveis (papel, materiais de embalagem, madeira etc) ou gases inflamáveis (oxigênio, acetileno, hidrogênio etc).

e) Instalar barreiras contra fogos e respingos - quando as operações de soldagem ou corte não podem ser efetuadas em locais específicos e especialmente organizados, instalar biombos metálicos ou proteções não inflamáveis ou combustíveis para evitar que o calor, as fagulhas, os respingos ou as escórias possam atingir materiais inflamáveis.

f) Tomar cuidado com fendas e rachaduras - fagulhas, escórias e respingos podem "voar" sobre longas distâncias. Eles podem provocar incêndios em locais não visíveis ao soldador. Procurar buracos ou rachaduras no piso, fendas em torno de tubulações e quaisquer aberturas que possam conter e ocultar algum material combustível.

g) Instalar equipamentos de combate a incêndio - extintores apropriados, baldes de areia e outros dispositivos anti-incêndio devem ficar nas proximidades imediatas à área de soldagem ou corte. Sua especificação depende da quantidade e do tipo dos materiais combustíveis que possam se encontrar no local de trabalho

h) De acordo com as condições do local de trabalho, avaliar a necessidade da presença de um observador de fogo em conformidade com a BA/NS015. Durante a execução de serviços de solda ou corte, os soldadores podem não se dar conta da existência de algum incêndio pois além da atenção exigida pelo próprio trabalho, eles ficam isolados do ambiente pela sua máscara de soldagem e os seus diversos equipamentos de proteção individual.

i) Antes de se iniciar uma operação de soldagem ou corte em local fora da oficina este deve ser inspecionado e liberado por pessoa habilitada para a devida autorização de uso.

j) Apagar ou remover fagulhas ou pedaços de metal quente que mais tarde possam provocar algum incêndio.

k) Solicitar liberação formal para autorização de execução de “serviço a quente”.

l) Nunca soldar, cortar ou realizar qualquer operação a quente numa peça que não tenha sido adequadamente limpa, evitando-se aquecimento de substâncias que porventura depositadas possam produzir vapores inflamáveis ou tóxicos.

m) Autorização para trabalhos em ambientes confinados necessitam de autorização específica.

n) Não soldar, cortar ou goivar em ambientes confinados ou que não tenham sido devidamente esvaziados e limpos internamente.

o) Proceder à inspeção da área de trabalho após ter-se completado a soldagem ou o corte.

### 3.4.2.2 - Ventilação

a) O local de trabalho deve possuir ventilação adequada de forma a eliminar os gases, vapores e fumos usados e gerados pelos processos de soldagem e corte e que podem ser prejudiciais à saúde dos trabalhadores.

b) Substâncias potencialmente nocivas podem existir em certos fluxos, revestimentos e metais de adição ou podem ser liberadas durante a soldagem ou o corte. Em muitos casos, a ventilação natural é suficiente, mas certas aplicações podem requerer uma ventilação forçada, cabines com coifas de exaustão, filtros de respiração ou máscaras com suprimento individual de ar. O tipo e a importância da ventilação dependem de cada aplicação específica, do tamanho do local de trabalho, do número de trabalhadores presentes e da natureza dos materiais trabalhados e de adição.

c) A soldagem ou o corte em áreas confinadas requer procedimentos específicos de ventilação e trabalho, com o uso eventual de capacetes ou máscaras especiais.

d) Remover toda e qualquer pintura ou revestimento de zinco de uma peça antes de soldá-la ou cortá-la. O tipo e a quantidade de fumos e gases dependem do processo, do equipamento e dos consumíveis usados. Uma posição de soldagem pode reduzir a exposição do soldador aos fumos.

e) Locais tais como poços, tanques, sótãos etc, devem ser considerados como ambientes confinados e requer liberação específica para este serviço.

f) Não soldar ou cortar peças sujas ou contaminadas por alguma substância desconhecida. O soldador deve sempre manter a cabeça fora da área de ocorrência dos fumos ou vapores gerados por um arco elétrico de forma a não respirá-los.

g) É proibido soldar perto de desengraxadores a vapor ou de peças que acabem de ser desengraxadas. A decomposição dos hidrocarbonetos clorados usados neste tipo de desengraxador pelo calor ou a irradiação do arco elétrico pode gerar fosgênio, um gás altamente tóxico, ou outros gases nocivos.

h) Metais tais como o aço galvanizado, aço inoxidável, cobre, ou que contenham zinco, chumbo, berílio ou cádmio não devem ser soldados ou cortados sem que se disponha de uma ventilação forçada eficiente. Nunca se deve inalar os vapores produzidos por estes materiais.

i) Alguma irritação nos olhos, no nariz ou na garganta durante a soldagem ou o corte pode ser indício de uma contaminação do local de trabalho e de uma ventilação inadequada. O trabalho deve ser interrompido, as condições do ambiente devem ser analisadas e as providências necessárias para melhorar a ventilação do local devem ser tomadas.

#### 3.4.2.3 - Cilindros de gás

a) Os cilindros de gases devem ser adequadamente manuseados em soldagem ou corte, evitando-se danos na válvula de fechamento e a liberação repentina do gás contido com riscos de ferimento ou morte.

b) Observar as características físicas e químicas dos gases usados e seguir rigorosamente as regras de segurança específicas indicadas pelo fornecedor

c) Somente usar gases reconhecidamente adequados ao processo de soldagem ou corte e à aplicação previstos.

d) Usar somente um regulador de pressão específico para o gás usado e de capacidade apropriada para este. Nunca usar adaptadores de rosca entre um cilindro e o regulador de pressão.

e) Conservar as mangueiras e conexões de gás em boas condições de trabalho. Estes componentes devem estar livres de vazamentos.

f) Os cilindros de gás devem ser mantidos na posição vertical. Devem ser firmemente fixados no carrinho de transporte, nos suportes ou encostos por meio de correia ou de corrente isolada eletricamente. Um exemplo pode ser visto no Anexo 1.

g) As mangueiras devem possuir mecanismos contra o retrocesso das chamas na saída do cilindro e chegada do maçarico.

h) É proibido usar um cilindro de gás, mesmo que vazio, para abrir um arco elétrico.

i) É proibido conservar cilindros ou equipamento relativo a gases de proteção em áreas confinadas.

j) É proibido instalar um cilindro de gás de forma que ele possa, mesmo que acidentalmente, se tornar parte de um circuito elétrico.

k) Quando não estiverem em uso, cilindros de gás devem permanecer com sua válvula fechada, mesmo que estejam vazios. Devem sempre ser guardados com o seu capacete parafusado.

l) O seu deslocamento ou transporte deve ser feito por meio de carrinhos apropriados, na posição vertical e deve-se evitar que cilindros se choquem.

m) Sempre manter cilindros de gás distantes de chamas e de fontes de faíscas ou de calor (fornos, etc).

n) Ao abrir a válvula do cilindro, manter o rosto afastado do regulador de pressão/vazão.

### 3.4.3 - Segurança relativa ao pessoal.

Segurança na operação e manutenção de equipamento elétrico: a máquina de solda é um retificador de corrente e por isso, é considerado um equipamento elétrico. É fundamental conhecer os riscos para se evitar acidentes

#### 3.4.3.1 - Choques elétricos

a) Choques elétricos podem ser fatais e devem ser evitados. Instalações elétricas defeituosas, aterramento ineficiente assim como operação ou manutenção incorretas de um equipamento elétrico são fontes comuns de choque elétricos.

b) É proibido tocar em partes eletricamente "vivas". A rede de alimentação elétrica, o cabo de entrada e os cabos de soldagem (se insuficientemente isolados), o porta-eletrodo, a pistola ou a tocha de soldar, os terminais de saída da máquina e

a própria peça a ser soldada (se não adequadamente aterrada) são consideradas partes eletricamente "vivas".

c) Instalar o equipamento de acordo com as instruções do Manual específico fornecido pelo fabricante.

d) Usar sempre cabos elétricos de bitola adequada às aplicações previstas e com a isolação em perfeito estado. Para o circuito de soldagem, respeitar a polaridade exigida pelo processo ou a aplicação.

e) Aterrar os equipamentos e seus acessórios a um ponto seguro de aterramento.

f) Efetuar a ligação da estrutura das máquinas a um ponto seguro de aterramento mais próximo possível do local de trabalho.

g) Garantir bons contatos elétricos na peça soldada e nos terminais de saída da máquina. Os terminais de saída, em particular aquele ao qual a peça soldada estiver ligada, devem ser mantidos em bom estado, sem partes quebradas ou isolação trincada.

h) Nunca fazer contatos elétricos através de superfícies pintadas, notadamente na peça a ser soldada.

i) Assegurar-se de que todas as conexões elétricas estão bem apertadas, limpas e secas. Conexões elétricas defeituosas podem aquecer e, eventualmente, derreter. Elas podem ainda ser a causa de más soldas e provocar arcos ou faíscas perigosas. Não se deve permitir que água, graxa ou sujeira se acumule em plugues, soquetes, terminais ou elementos de um circuito elétrico.

j) Não se deve permanecer entre os dois cabos eletrodo e obra e sim, sempre manter ambos do mesmo lado do corpo. Os dois cabos de soldagem (eletrodo e obra) devem correr juntos e, sempre que possível, amarrados um ao outro.

k) Manter o local de trabalho limpo e seco, pois a umidade e a água são condutores de eletricidade.

l) Manter os cabos de soldagem e de alimentação do equipamento tão longe quanto possível do corpo.

m) Nunca se deve enrolar cabos de soldagem em torno do corpo.

n) Usar roupa e equipamentos de proteção individual adequados, em bom estado, limpos e secos.

o) Ao soldar ou cortar, não usar quaisquer adornos, acessórios ou objetos corporais metálicos.

p) O soldador ou operador de uma máquina de soldar ou cortar deve trabalhar em cima de um estrado ou plataforma isolante.

q) Manter sempre o local de soldagem ou corte, os equipamentos e a roupa de trabalho secos.

r) Eliminar de imediato todo e qualquer vazamento de água.

s) Não deixar que mangueiras encostem em peças metálicas.

t) Não ultrapassar os limites de pressão da água indicados nos Manuais de Instruções.

u) Para soldar, cortar ou goivar, retirar anéis, relógios, colares e outros itens metálicos. Contatos acidentais de tais objetos com algum circuito elétrico podem aquecê-los, derretê-los e provocar choques elétricos.

#### 3.4.3.2 - Campos elétricos magnéticos

A corrente elétrica que circula num condutor provoca o aparecimento de campos elétricos e magnéticos. As correntes elétricas utilizadas em soldagem, corte ou goivagem criam tais campos em torno dos cabos de solda e dos equipamentos. Ademais certas máquinas de soldar geram e usam, para abrir o arco ou durante toda a operação de soldagem, um faiscamento do tipo "ruído branco" conhecido como "alta frequência". Conseqüentemente, pessoas portadoras de e marca-passo devem consultar um médico antes de adentrar uma área de soldagem

ou corte: os campos elétricos e magnéticos ou as irradiações podem interferir no funcionamento do marca-passo.

a) Para minimizar os efeitos dos campos gerados pela corrente elétrica de soldagem e corte deverão ser providenciados:

- não permanecer entre os dois cabos e obra. Manter os cabos do mesmo lado do corpo;

- amarrar os dois cabos (eletrodo e obra) para que os dois permaneçam juntos lado a lado;

- conectar o cabo de solda tão perto quanto possível da junta da peça a ser soldada, evitando-se a circulação de corrente por rolamentos, circuitos elétricos não projetados para esta finalidade ou instrumentos.

- evitar abertura de arco elétrico indesejável em locais não previstos quando erradamente se utiliza das estruturas metálicas para conduzir um dos pólos da máquina de solda.

- manter os cabos de soldagem e de alimentação do equipamento tão longe quanto possível do corpo;

- não enrolar os cabos de soldagem no corpo;

#### 3.4.4 - Segurança relativa aos equipamentos.

a) Sempre instalar e operar uma máquina de soldar ou cortar de acordo com as orientações contidas no Manual de Instruções.

b) Operar os equipamentos estritamente dentro das características anunciadas pelo fabricante.

c) Nunca usar uma máquina de soldar ou cortar com parte do seu gabinete removida ou mesmo aberta.

d) Além da proteção ao pessoal de operação e manutenção, o aterramento constitui uma proteção fundamental dos equipamentos. Nunca sobrecarregá-los.

e) Os fios condutores dos equipamentos, as pinças ou os alicates de soldagem devem ser mantidos longe de locais com óleo, graxa ou umidade, e devem ser deixados em descanso sobre superfícies isolantes

f) Além de tal situação ser potencialmente perigosa para o soldador ou operador, a falta de refrigeração pode resultar em danos a componentes internos.

### **3.5 - REGRAS DE SEGURANÇA**

Os arcos elétricos de soldagem ou corte emitem raios ultravioletas e infravermelhos. Exposições de longa duração podem provocar queimaduras graves e dolorosas da pele e danos permanentes na vista. Essas queimaduras são semelhantes às decorrentes da exposição ao sol, porém muito mais rapidamente e com maior intensidade. Os operadores, e em particular aqueles sensíveis à exposição ao sol podem sofrer queimaduras na pele após breve exposição a um arco elétrico.

Da mesma forma, respingos de solda e as fagulhas são também outras fontes de queimaduras.

#### **3.5.1 - Proteção pessoal**

a) Evitar exposições prolongadas aos arcos elétricos de soldagem ou corte.

b) Usar máscara de solda com vidro ou dispositivo de opacidade adequado ao processo e à aplicação prevista.

c) Usar a proteção adequada para opacidade de acordo com o processo e corrente utilizada, mostrado na tabela mostrada no Anexo 2. Usar uma proteção mais elevada para que se veja a zona do arco, reduzindo o nível de proteção para que se tenha uma visão adequada sem problemas para os olhos.

d) Usar protetor facial, além da proteção contra radiação indicada no item anterior. Verificar a conformidade com a BA/NS001. Durante a soldagem, goivagem ou corte, quando se remove a escória de um cordão de solda ou quando se

esmerilha alguma peça, partículas metálicas, respingos e fagulhas podem atingir os olhos sob ângulos quaisquer de incidência.

e) Qualquer pessoa dentro de uma área de soldagem ou corte, ou num raio de 20 m, deve estar adequadamente protegida. A irradiação de um arco elétrico tem grande alcance e partículas metálicas e respingos podem voar sobre distâncias relativamente grandes.

f) Nos processos semi-automáticos ou automáticos, pontas de arame podem ferir gravemente. Usar os óculos de segurança inclusive por baixo da máscara de soldar ou de qualquer protetor facial. A irradiação de um arco elétrico tem grande alcance e partículas metálicas e respingos podem voar sobre distâncias relativamente grandes.

g) Não deixar nenhuma área de pele descoberta.

h) Usar roupa protetora resistente ao calor, além de: gorro, jaqueta, avental, luvas e perneiras.

i) Usar calçado de cano longo e estreito.

j) Usar calças sem bainha. Bainhas podem reter fagulhas e respingos.

k) Sempre usar roupa limpa, inclusive de proteção.

l) Manter os bolsos, mangas e colarinhos abotoados.

m) Não arregaçar as mangas da camisa ou do avental.

n) Roupa de algodão ou similares constitui uma proteção inadequada, pois além de ser inflamável, ela pode se deteriorar em função da exposição às radiações dos arcos elétricos.

o) Não usar sapatos baixos e folgados nos quais respingos e fagulhas podem penetrar.

p) As pernas das calças devem descer por cima das botas ou dos sapatos para evitar a entrada de respingos.

q) Fagulhas e respingos podem penetrar por tais aberturas e queimar pelos e/ou pele. Os bolsos não devem conter objetos ou produtos combustíveis tais como fósforos ou isqueiros.

r) Usar protetores de ouvido. Certas operações de soldagem, corte ou goivagem produzem ruídos de intensidade elevada e, eventualmente, longa duração. Protetores de ouvido adequados, além de protegerem contra estes ruídos excessivos, impedem que respingos e fagulhas entrem nos ouvidos.

s) Usar proteção respiratória adequada em caso de não haver sistema de exaustão dos fumos provenientes da queima dos consumíveis de solda.

### 3.5.2 - Proteção dos equipamentos.

a) Sempre que possível ligar uma máquina de soldar ou cortar à sua linha de alimentação através de uma chave de parede.

b) Colocar uma etiqueta de aviso na chave geral para evitar que ela venha a ser usada

c) Esta chave deve ter fusíveis ou disjuntor de capacidade adequada e pode ser trancada

d) Instalar um plugue na extremidade do cabo de entrada da máquina. Caso seja necessário fazer manutenção da máquina no local de trabalho

e) Fazer isolamento adequado à corrente usada no dispositivo de manuseio de eletrodos para evitar formação de arco elétrico ou choques.

## **3.6 - RECOMENDAÇÕES DE PRONTO SOCORRO E EMERGÊNCIA**

Acionar a OBE caso haja necessidade de pronto socorro.

## **4 - RESULTADOS ESPERADOS**

Serviços realizados com sucesso, sem quaisquer acidentes a pessoas, ativos industriais e meio ambiente.

## 5 - DESVIOS

Não deverá haver condições em desacordo com o que estabelece este documento. Situações que por ventura sejam solicitadas e não estiverem conforme este documento, devem ser aprovados pelo Gerente de Manutenção.

## 6 - CONSEQUÊNCIAS DAS NÃO CONFORMIDADES

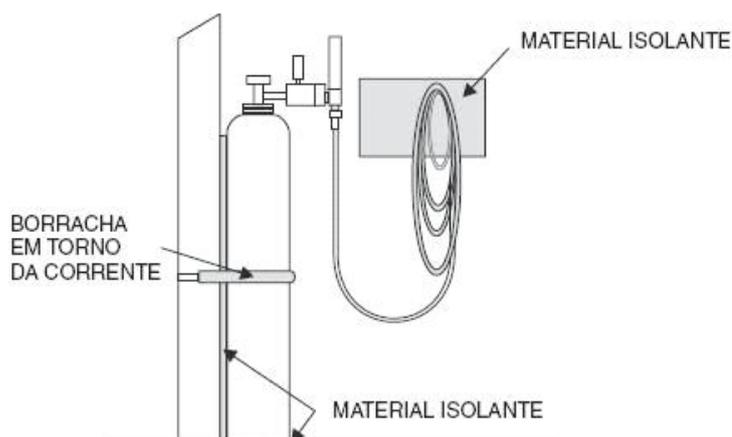
Podem haver lesões a pessoas, danos à propriedade ou meio ambiente, caso as condições estabelecidas neste documento não sejam seguidas.

## 7 - EMERGÊNCIAS

**Não aplicável.**

## 8 – ANEXOS

Anexo 1



Anexo 2

Processo	Corrente	Opacidade
Goivagem a arco	até 500 A	12
	de 500 até 1.000 A	14
Plasmacorte	até 300 A	9
	de 300 até 400 A	12
	de 400 até 800 A	14
Soldagem a plasma	até 100 A	10
	de 100 até 400 A	12
	de 400 até 800 A	14
Soldagem com eletrodo revestido	até 160 A (até 4 mm)	10
	de 160 até 250 A (de 4 a 6 mm)	12
	de 250 A até 550 A (acima de 6 mm)	14
Soldagem MIG/MAG	de 60 até 160 A	11
	de 160 A até 250 A	12
	de 250 A até 500 A	14
Soldagem TIG	até 50 A	10
	de 50 até 150 A	12
	de 150 até 500 A	14

9 - ( ) CT. Com Treinamento ( X ) ST. Sem Terinamento

