

HELOIZE MORAES CARDOSO

ADEQUAÇÃO DE LOCAIS DE ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS
INFLAMÁVEIS EM INDÚSTRIA DE RELAMINAÇÃO DE AÇO

São Paulo
2012

HELOIZE MORAES CARDOSO

ADEQUAÇÃO DE LOCAIS DE ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS
INFLAMÁVEIS EM INDÚSTRIA DE RELAMINAÇÃO DE AÇO

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Especialista
em Engenharia de Segurança do
Trabalho

São Paulo

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Cardoso, Heloize Moraes

Adequação de locais de armazenamento de produtos inflamáveis em indústria de relaminação de aço / H.M. Cardoso. -- São Paulo, 2012.

85 p.

Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1. Produtos (Armazenagem) 2. Aço 3. Segurança do trabalho I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II. t.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me deram a base para que eu pudesse sustentar os meus estudos, fornecendo o apoio necessário para que meus sonhos se realizassem; à minha irmã e ao meu namorado pelas palavras de incentivo, compreensão e carinho; e aos meus colegas e professores pelo aprendizado ao longo desses dois anos de convivência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por não ter apenas me concedido a vida, mas por ter me mostrado os caminhos corretos a seguir;

Aos meus familiares que sempre se fizeram presentes, principalmente nos momentos estressantes que vivenciei ao longo do curso;

Ao colega e amigo Marco von Rautenfeld, pelo incentivo na escolha do curso de pós-graduação em Segurança do Trabalho;

À empresa avaliada, por possibilitar a realização do presente estudo e divulgação deste;

Aos colegas Marcelo Ferreira Lucas, pela oportunidade de desenvolver este estudo, André Luiz do Santos e Edson Umbelino Costa, pelo suporte técnico e fornecimento dos documentos que foram a base da atual pesquisa;

A Dra. Renata Stellin pela orientação e dedicação na realização desta monografia;

Aos professores do curso de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pelos ensinamentos, em especial ao professor Dr. Ricardo Metzner, por utilizar uma didática única em suas aulas, contribuindo com a escolha do tema desta monografia; e

Aos colegas do Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica (PECE-POLI), Diego Souza, Nayara Carvalho, Priscilla Mendes, Rodrigo Freitas, Thaiza Marques e Valaci Silva, que estiveram ao meu lado, aprendendo comigo como ser um Engenheiro de Segurança do Trabalho.

*A mente que se abre a uma nova idéia jamais
voltará ao seu tamanho original.*

Albert Einstein

RESUMO

A questão de segurança do trabalho é cada vez mais reconhecida e cobrada pela sociedade e pelos órgãos do governo. Empresas que não estão adequadas aos requisitos legais devem buscar atender as especificações com intuito de oferecer um ambiente de trabalho seguro, reduzir a possibilidade de ocorrência de passivos trabalhistas, bem como estar de acordo com a legislação. O presente trabalho forneceu subsídios para a adequação dos locais de armazenamento de produtos químicos inflamáveis em indústria metalúrgica. A história nos mostra a ocorrência de diversos acidentes envolvendo produtos químicos inflamáveis, o que sustenta a necessidade de se atentar os processos que os utilizam. Foram avaliados os processos produtivos da organização estudada, bem como foram propostas adequações, as quais foram realizadas em sua maioria, conforme prioridade estipulada pela empresa, estando as demais sugestões de adequação acompanhadas conforme plano de ação da empresa.

Palavras-chave: produtos. inflamáveis. armazenamento.

ABSTRACT

The safety subjects into work has been recognized and demanded for the society and the government organisms. Companies that haven't been in conformity with the legal requisites must try to consider the specifications in order to offer a safe environment labor, decrease the possibility of an accident, as well, attend the low. This paper claimed to support the improvements at inflammable chemistry products storage inside a metallurgic factory. The history has shown us the incidence of several kinds of accidents that occurred because of inflammable chemistry products, this fact emphasizes that they should be controlled. In this paper, the assemble line was studied, and adjusts were suggested, the majority was accomplished, as the priority that was chosen by the company studied, and the others suggested actions has been followed into the management program of the company.

Key-words: products. inflammable. storage.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Teorias sobre a formação do fogo	17
Figura 2 –	Comparação das classificações por ponto de fulgor	21
Figura 3 –	Ilustração de área classificada conforme as Zonas existentes	29
Figura 4 –	Simbologia referente às especificações dos equipamentos elétricos que poderão ser utilizados em áreas classificadas	33
Figura 5 –	Diamante de Hommel	39
Figura 6 –	Fluxograma da metodologia utilizada	43
Figura 7 –	Fluxograma do processo de produção da Empresa A	47
Figura 8 –	Planta baixa, simplificada, da Empresa A, com destaque para as áreas de armazenamento de produtos químicos	51
Figura 9 –	Armazenamento de cilindros	52
Figura 10 –	Portão de entrada da primeira divisão da Baia de armazenamento de inflamáveis	53
Figura 11 –	Portão de entrada da segunda divisão da Baia de Armazenamento de inflamáveis	53
Figura 12 –	Estoque de cilindros de GLP	54
Figura 13 –	Terceira de divisão da Baia de Armazenamento de produtos inflamáveis	54
Figura 14 –	Armazenamento de óleo diesel e ácido sulfúrico	55
Figura 15 –	Canaleta de contenção de produtos químicos obstruída	58
Figura 16 –	Suporte de madeira para sustentação de reservatório de óleo diesel	59
Figura 17 –	Bacia de contenção de ácido sulfúrico com absorção de produto químico na alvenaria	60

Figura 18 – Planta baixa da área de armazenamento de óleo diesel (situação irregular)	61
Figura 19 – Troca dos equipamentos elétricos em área de armazenamento de produtos inflamáveis	64
Figura 20 – Separação dos produtos armazenados conforme tabela de incompatibilidade	65
Figura 21 – Adequação das canaletas na área de armazenamento de produtos inflamáveis	66
Figura 22 – Suporte de aço para reservatório de óleo diesel	67
Figura 23 – Área de contenção revestida com material resistente aos possíveis vazamentos dos produtos armazenados	67
Figura 24 – Planta baixa da área de armazenamento de óleo diesel (situação adequada)	69
Figura 25 – Construção de mureta para separar as bacias de contenção	70
Figura 26 – Barra de cobre para aterramento dos equipamentos de descarga de óleo diesel	70
Figura 27 – Instalação de SPDA, estando este interligado com o sistema dos demais edifícios	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação da temperatura máxima de superfície para equipamentos elétricos	30
Tabela 2 – Resultado da classificação das áreas	63

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ATEX	<i>Atmosphères Explosives</i>
BLEVE	<i>Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion</i>
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FISPQ	Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IEC	International Electrotechnical Commission
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
NBR	Norma Brasileira Registrada
NR	Norma Regulamentadora
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Advisory Services</i>
SIRENA	Sistema de Referência em Análises e Prevenção de Acidentes de Trabalho
SPDA	Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas
UVCE	<i>Unconfined Vapour Cloud Explosion</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVO	13
1.2	JUSTIFICATIVA	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	ACIDENTES E ATENDIMENTO À LEGISLAÇÃO	14
2.2	FORMAÇÃO DO FOGO	16
2.3	CARACTERÍSTICAS DE PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS	19
2.4	CLASSIFICAÇÃO DE LÍQUIDOS COMBUSTÍVEIS E INFLAMÁVEIS	20
2.5	PROTEÇÃO GENÉRICA CONTRA O FOGO	22
2.6	PARTICULARIDADES DE SEGURANÇA EM PROCESSOS QUE UTILIZAM PRODUTOS INFLAMÁVEIS	25
2.6.1	Atmosfera explosiva	25
2.6.2	Descargas Atmosféricas	34
2.6.3	Correto armazenamento de produtos inflamáveis	36
2.6.4	Exposição do colaborador ao produto químico	40
3	MATERIAIS E MÉTODOS	42
3.1	METODOLOGIA	42
3.2	ESTUDO DE CASO	42
3.2.1	Escolha da empresa a ser estudada	42
3.2.2	Avaliação do processo produtivo	45
3.2.3	Armazenamento de produtos inflamáveis	50
4	RESULTADOS	52
4.1	VERIFICAÇÃO DOS LOCAIS SIGNIFICATIVOS	52
4.2	ADEQUAÇÕES PROPOSTAS	56
4.2.1	Baia de armazenamento de produtos inflamáveis	58
4.2.2	Armazenamento de óleo diesel	54

4.3	ADEQUAÇÕES REALIZADAS	62
4.3.1	Baia de armazenamento de produtos inflamáveis	65
4.3.2	Armazenamento de óleo diesel	66
5	DISCUSSÃO	72
6	CONCLUSÕES	74
	REFERÊNCIAS	75
	ANEXOS	81

1 INTRODUÇÃO

O uso indevido de substâncias químicas pode causar acidentes, doenças e até mesmo a morte, envolvendo ainda incêndios e explosões, representando danos à saúde dos trabalhadores, e ainda, custos adicionais para as empresas, como perda de material, equipamentos e a danificação em instalações (FUNDACENTRO, 2007).

A utilização de produtos inflamáveis muitas vezes é necessária em processos industriais, sem ser possível a sua substituição por produtos alternativos, com características diferenciadas, que ofereçam condições mais seguras de trabalho.

Devido aos diferentes tipos de aplicações e processos produtivos, indústrias que utilizam produtos inflamáveis necessitam possuir controles e procedimentos para que estes sejam corretamente manuseados e armazenados, bem como estruturas adequadas ao seu processamento.

Oferecer um ambiente de trabalho seguro, reduzir a possibilidade de ocorrência de passivos trabalhistas, evitar ou minimizar os riscos relacionados ao manuseio ou armazenamento de produtos químicos, bem como estar de acordo com a legislação, contribuíram para que a empresa estudada realizasse a adequação de seus processos. Sendo essas atividades motivadas, também, pela implementação e manutenção da certificação da norma *Occupational Health and Safety Advisory Services* (OHSAS) 18.001: Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (2007), a qual visa à melhoria contínua de um Sistema de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho.

1.1 OBJETIVO

O presente estudo busca oferecer subsídios para a realização de adequações em áreas de armazenamento de produtos inflamáveis em empresa metalúrgica, em específico do segmento de relaminação de aço, visando garantir o atendimento aos requisitos legais aplicáveis no âmbito de segurança do trabalho e meio ambiente, destacando os postos que devem ser atendidos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Foi escolhido o tema com intuito de aplicar os tópicos estudados ao longo do curso de pós-graduação em Segurança do Trabalho, os quais estavam relacionados ao armazenamento e utilização de produtos químicos inflamáveis, bem como seus requisitos legais aplicáveis. Possibilitando a avaliação de oportunidades de melhoria ao processo produtivo de determinada Organização, contribuindo, desta forma, com o amadurecimento da empresa estudada e do aluno em questão.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ACIDENTES E ATENDIMENTO À LEGISLAÇÃO

Acidentes causados pela exposição de agentes químicos e biológicos ocuparam o terceiro lugar em 2010, no Brasil, com relação ao número de acidentados envolvidos (180 pessoas), conforme análise do Sistema de Referência em Análises e Prevenção de Acidentes de Trabalho (SIRENA, 2011). Estando em primeiro lugar acidentes relacionados à exposição de forças mecânicas inanimadas (1.014 pessoas), seguido por quedas em altura (582 pessoas).

Antigamente, a falta de regulamentações por parte de organismos governamentais e o não comprometimento, ou o não conhecimento das obrigações, por parte de indústrias em relação à prevenção de acidentes em processos que utilizam ou armazenam produtos químicos, contribuiu com drásticos acidentes, como:

- Flixborough, Inglaterra (1974)

Três meses antes da ocorrência do acidente, foi verificada uma rachadura no reator 5 da empresa, sendo assim, foi definido que este seria removido e seria instalada uma passagem secundária que conectaria os reatores 4 e 6. A tubulação havia sido mal instalada e não havia especificação técnica relacionada ao duto mencionado. Provavelmente, por um aumento na pressão dos tanques, o duto se rompeu, liberando aproximadamente 40 toneladas de ciclohexano na atmosfera. Ao encontrar uma fonte de ignição, ocorreu a explosão, ocasionando a morte de 18 pessoas da sala de controle, além de outros 28 mortos e 89 feridos (SUTTON, 2012)

- Vila Socó, Santos (1984)

Morte de moradores e prejuízos materiais após incêndio decorrente de vazamentos nos dutos que conduziam produtos inflamáveis de uma refinaria de petróleo próxima à comunidade, a qual foi construída praticamente sobre estes (VALLE, 2003).

- Guadalajara, México (1992)

Infiltração de produtos inflamáveis no sistema de esgoto da cidade provocou uma sucessão de explosões subterrâneas e a conseqüente abertura de uma cratera com quase dois quilômetros de extensão, acarretando a morte de mais de duzentas pessoas e a destruição de vinte e cinco quarteirões da cidade (VALLE, 2003).

Os acidentes descritos, entre outros ocorridos antigamente, contribuíram com a criação de requisitos legais para a prevenção de incêndio de maneira global. No Brasil, esses requisitos são elaborados por diferentes esferas, em âmbito federal, estadual e municipal, prevalecendo, sempre, a condição mais rigorosa (PEREIRA, 2009).

A variedade dos requisitos legais existentes no Brasil torna difícil, porém necessária, a avaliação e implementação das especificações descritas em leis, decretos, normas técnicas, entre outros (PEREIRA, 2009).

Infelizmente, muitas indústrias foram construídas numa época anterior as datas destas exigências ou ampliaram rapidamente, não possuindo estrutura técnica para avaliação destas, sendo aplicável a adaptação dos processos produtivos.

Em se tratando de produtos químicos inflamáveis, estas adequações demandam investimento, visto que é necessário fornecimento de iluminação segura, proteção contra descargas atmosféricas, contenção para possíveis vazamentos, entre outras adequações que evitem a exposição do produto às substâncias incompatíveis (JAGLBAUER, 2007), sendo uma das atividades necessárias o conhecimento da formação do fogo para que seja previsto o seu impedimento, evitando futuros acidentes.

2.2 FORMAÇÃO DO FOGO

Um dos fatores de risco relacionado ao manuseio e armazenamento de produtos combustíveis e inflamáveis está associado à existência dos elementos que contribuem com a reação de combustão ou explosão.

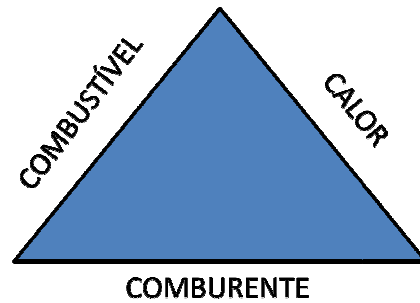
Segundo Batista (1999), explosão é toda combustão, queima de determinado produto, que ocorre de forma rápida, atingindo altas temperaturas; sendo caracterizada por violenta dilatação dos gases que, por sua vez, podem exercer pressão intensa nos objetos ou pessoas que estejam próximos.

A expansão dos gases pode ser (RIBEIRO, 2004) mecânica, como, por exemplo, a ruptura repentina de um vaso pressurizado com gás não reativo; ou química, devido ao resultado de uma reação química.

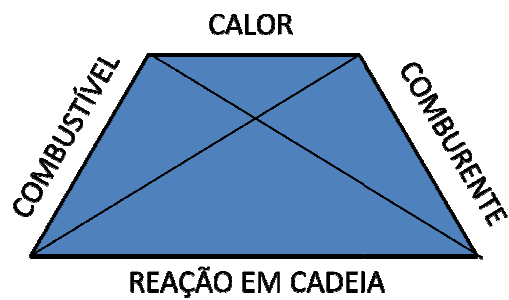
Para que ocorram essas reações é necessária a ocorrência do fenômeno fogo. Existem três teorias que descrevem como este ocorre, conforme Figura 1, sendo estas: triângulo do fogo, tetraedro do fogo e ciclo de vida do fogo (FIRE, 2009).

TEORIAS SOBRE A FORMAÇÃO DO FOGO

Triângulo do fogo



Quadrilátero do fogo



Ciclo do fogo

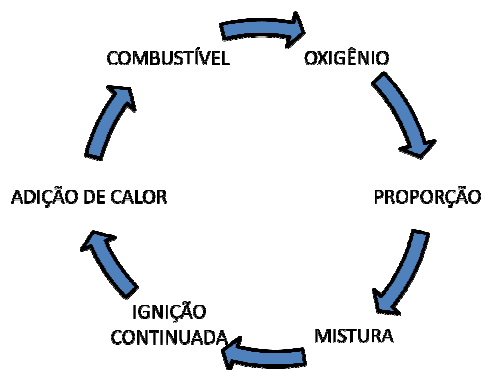


Figura 1 – Teorias sobre a formação do fogo
Fonte: adaptado de Fire (2009) e Batista (1999)

A segunda teoria é aceita como a mais explicativa (FIRE, 2009), demonstrando como elementos que compõe o fenômeno (KELLER, 2008):

- a) combustível: atmosfera inflamável composta por gases, vapores, névoas ou pós;
- b) comburente: oxigênio presente no ar;
- c) calor: fonte de ignição de energia suficiente ou elevação de temperatura; e
- d) reação em cadeia: sequência de reações provocadas após a reação inicial, conferindo a propagação do fogo.

Vários fatores interferem para que o fogo continue a consumir o material combustível, como: estado da matéria (sólido, líquido ou gás), massa específica, superfície específica, calor específico, calor latente de evaporação, ponto de fulgor, ponto de ignição, mistura inflamável (explosiva), quantidade de calor, composição química, quantidade de oxigênio disponível, umidade, entre outros. Explicando, assim, a diferença no comportamento dos materiais durante a combustão (SEITO et al, 2008).

Alguns materiais se queimam mais rapidamente do que outros. Segundo Ribeiro (2004), em geral, o grau de inflamabilidade depende da facilidade com que a substância se transforma em gás, demandando maior atenção aos produtos inflamáveis líquidos e gasosos.

Comentando em específico sobre substâncias líquidas, quando estas são expostas a um determinado nível de energia (calor ou radiação) sofrem um processo de decomposição térmica (pirólise), desenvolvendo produtos gasosos. O encontro destes gases com o oxigênio presente no ar garante a formação de uma mistura inflamável, ou mistura explosiva, a qual na presença de uma fonte de energia ativante (faísca, chama ou centelha) se inflama (SEITO et al, 2008).

2.3 CARACTERÍSTICAS DE PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS

Muitos acidentes podem ser atenuados ou evitados quando as características dos produtos químicos utilizados são previamente estudadas nas etapas de implementações de processos produtivos, bem como consultadas de maneira simplificada em casos de emergência aos usuários dessas substâncias, sendo possível realizar ações compatíveis.

É possível verificar as características de determinado produto por meio da consulta à sua Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). Documento realizado e fornecido pelo fabricante do produto químico, sendo este normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), conforme Norma Brasileira Registrada (NBR) 14725: Ficha de Informações de Segurança de Produtos químicos – FISPQ (2001).

Segundo Bevigliero; Possebon e Spinelli (2010), algumas propriedades dos produtos químicos devem ser de conhecimento dos gestores relacionados aos departamentos de saúde e segurança das organizações, com intuito de prever possíveis infortuno, sendo essas:

- a) Densidade de vapor em relação ao ar: por meio desta característica é possível verificar o posicionamento do vapor emanado pela substância. Substâncias com densidade menor do que a densidade do ar tendem a subir e substâncias mais densas ficam nas partes baixas do ambiente, elevando o risco de explosão.
- b) Ponto de fulgor: temperatura mínima na qual o líquido produz vapores em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável (dentro da faixa de inflamabilidade). O ponto de fulgor é uma das mais importantes propriedades de segurança, pois serve para classificar os líquidos inflamáveis e combustíveis.

2.4 CLASSIFICAÇÃO DE LÍQUIDOS COMBUSTÍVEIS E INFLAMÁVEIS

Em indústrias que lidam com produtos químicos, a maior fonte de risco de incêndio e explosão está associada aos líquidos e gases inflamáveis, além da toxicidade inerente a alguns produtos que poderão causar danos aos trabalhadores e à comunidade vizinha (BEVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2010).

Conforme a Instrução Técnica nº 03/2004 do Corpo de Bombeiros (Polícia Militar do Estado de São Paulo), é definido como líquido inflamável todo líquido que possui ponto de fulgor inferior a 37,8 °C, também conhecido como Líquido Classe I, subdividindo-se em:

- a) Classe IA: líquido com ponto de fulgor abaixo de 22,8 °C e ponto de ebulição abaixo de 37,8 °C;
- b) Classe IB: líquido com ponto de fulgor abaixo de 22,8 °C e ponto de ebulição igual ou acima de 37,8 °C; e
- c) Classe IC: líquido com ponto de fulgor igual ou acima de 22,8 °C e ponto de ebulição abaixo de 37,8 °C.

A mesma instrução define, também, líquido combustível, sendo este o líquido que possui ponto de fulgor igual ou superior a 37,8 °C, classificado como segue:

- a) Líquido Classe II: líquidos que possuem ponto de fulgor igual ou superior a 37,8 °C e inferior a 60 °C;
- b) Líquido Classe IIIA: líquidos que possuem ponto de fulgor igual ou superior a 60 °C e inferior a 93,4 °C; e
- c) Líquido Classe IIIB: líquidos que possuem ponto de fulgor igual ou superior a 93,4 °C.

Com relação à Norma Regulamentadora (NR) 20: Líquidos Combustíveis e Inflamáveis (2011), líquido combustível é todo aquele que possuir ponto de fulgor igual ou superior a 70 °C e inferior a 93,3 °C, e líquido inflamável aquele com ponto de fulgor inferior a 70 °C, sendo subdividido em Líquido Combustível de Classe I, ao possuir ponto de fulgor abaixo de 37,7 °C e Líquido Combustível de Classe II ao possuir ponto de fulgor acima de 37,7 °C.

A Figura 2 ilustra a classificação dos líquidos conforme requisitos acima mencionados.

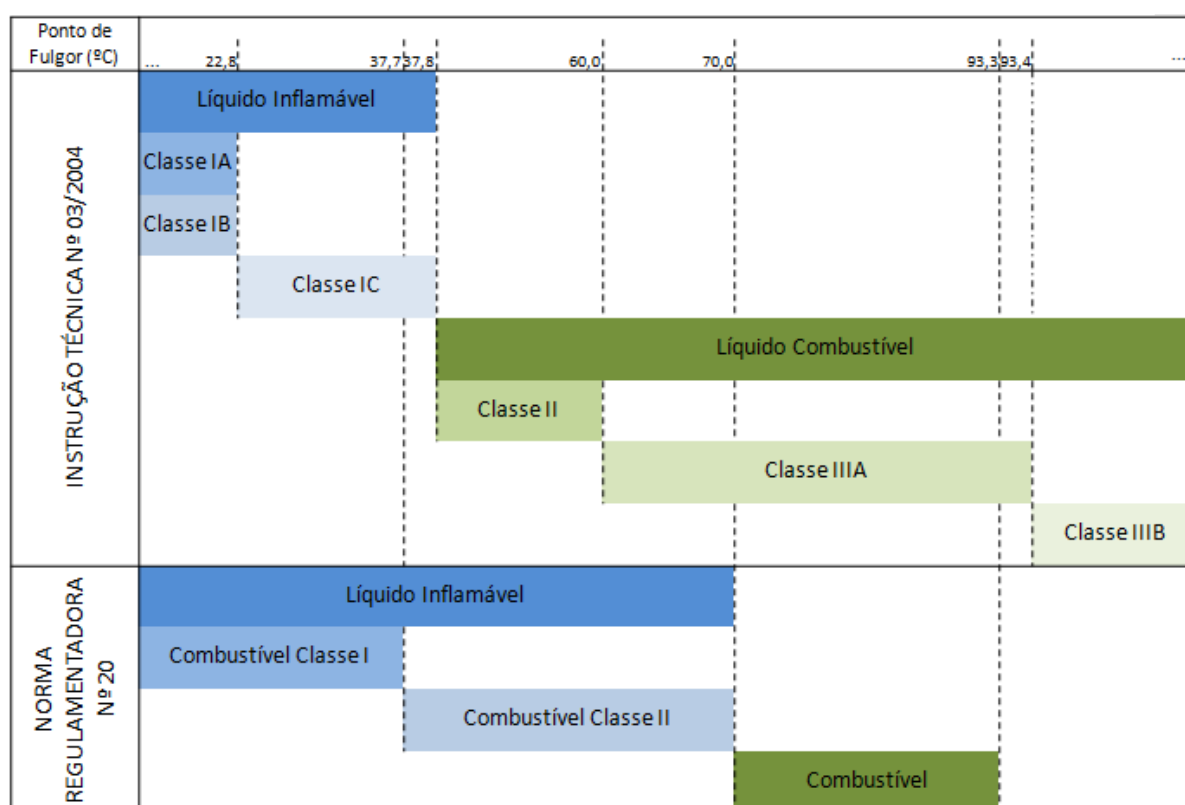


Figura 2 – Comparação das classificações por ponto de fulgor
Fonte: arquivo pessoal

2.5 PROTEÇÃO GENÉRICA CONTRA O FOGO

O fenômeno fogo tem sua criticidade elevada quando ocorrido em locais que possuem estoque significativo de materiais combustíveis ou inflamáveis, potencializando o efeito da reação, por este motivo, torna-se aplicável adoção de medidas que visem à preservação das pessoas, do patrimônio e do meio ambiente. Telmo (2007) menciona que devem ser tomadas medidas de proteção contra o fogo cada vez que for projetada e construída uma edificação, sendo este sistema bem elaborado e integrado com outros elementos arquitetônicos.

Para evitar a formação do fogo ou extingui-lo, é necessária a quebra da cadeia de eventos que está relacionada com a sua geração (SCHRAM; BENEDETTI; EARLEY, 2009), ou seja, basta eliminar a influência de um de seus elementos.

Segundo Ono (2007), as medidas de proteção contra incêndios em edificações podem ser classificadas em medidas de proteção passiva ou ativa.

Proteção passiva é o conjunto de medidas contra incêndio incorporadas à construção do edifício, como compartimentação horizontal e vertical, saídas de emergência, escolha do tipo de material de acabamento e revestimento, controle de fumaça e separação entre edificações (SILVA; VARGAS; ONO, 2010). São medidas realizadas na fase de projeto da edificação, com objetivo de evitar a exposição dos ocupantes e da própria edificação ao fogo (TELMO, 2007).

Proteção ativa envolve os sistemas que complementam a proteção passiva, sendo estes utilizados apenas quando da ocorrência de incêndio, dependendo de acionamento manual ou automático, como equipamentos de detecção e alarme de incêndio; de combate ao fogo (hidrantes e extintores); e para orientação de abandono do local (SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

Berto¹ apud Ono (2007), descreve oito elementos que englobam as medidas de prevenção e proteção contra incêndio, relacionando-os às etapas de crescimento do fogo:

- a) precaução contra o início do incêndio: prevenir ou controlar eventuais fontes de ignição e sua interação com materiais combustíveis;
- b) limitação do crescimento do incêndio: medidas de proteção que dificultem o crescimento do foco do incêndio;
- c) extinção inicial do incêndio: medidas de proteção que facilitem a extinção do foco do incêndio, de forma que ele não se generalize pelo ambiente;
- d) limitação da propagação do incêndio: medidas de proteção que visam a impedir o incêndio e propague além do ambiente de origem;
- e) evacuação segura do edifício: assegurar a fuga dos usuários do edifício, de forma rápida e segura;
- f) precaução contra a propagação: dificultar a propagação do incêndio para outros edifícios próximos ao de origem do fogo;
- g) precaução contra o colapso estrutural: impedir a ruína parcial ou total da edificação atingida; e
- h) rapidez, eficiência e segurança das operações: garantir intervenções externas para o combate ao incêndio e o resgate de eventuais vítimas.

Segundo Berto² apud Aves (2005), a segurança contra incêndio deve ser levada em consideração durante todas as etapas desenvolvidas no processo produtivo e na

¹ BERTO, A. F. Medidas de proteção contra incêndio: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios. 1991. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

² BERTO, A. F. Gestão da segurança contra incêndio em edificações. In: Questões Atuais de segurança contra incêndio. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1998. (Apostila).

utilização do edifício. Neste contexto, devem-se envidar esforços para o atendimento dos requisitos legais existentes.

A legislação tende a avançar e exigir, cada vez mais, o acompanhamento por parte dos profissionais da área de segurança, visto que o Brasil passou de um país rural para uma sociedade urbana, industrial e de serviços em um curto espaço de tempo, gerando o aumento dos riscos de incêndio entre tantos possíveis (SEITO, 2008).

Na esfera federal, devem ser atendidas as Normas Regulamentadoras, em específico sobre o assunto, a NR 23: Proteção contra incêndios (1978), a qual aborda sobre a proteção contra incêndio em ambientes de trabalho; dimensões mínimas de segurança para abandono da edificação; meios de detecção e combate inicial do incêndio; além de determinar a realização periódica de exercícios de combate e abandono do local de trabalho.

Para o Estado de São Paulo, é necessário estar em conformidade com o Decreto Estadual nº 46.076, de 31 de agosto de 2001, que institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco. Sendo aplicável às empresas, também, a implementação das exigências presentes nas Instruções Técnicas estabelecidas pelo Corpo de Bombeiros, organismo que executa a gestão pública de prevenção contra incêndio (PEREIRA, 2009).

Diante das diferenças significativas na estrutura de processos industriais que envolvem a utilização ou o armazenamento de produtos inflamáveis, são evidenciadas diferentes probabilidades de existirem atmosferas potencialmente explosivas (SCHRAM; BENEDETTI; EARLEY, 2009), sendo recomendada a utilização de medidas de prevenção e proteção específicas aos possíveis riscos existentes nestes ambientes.

2.6 PARTICULARIDADES DE SEGURANÇA EM PROCESSOS QUE UTILIZAM PRODUTOS INFLAMÁVEIS

É necessário o atendimento de requisitos legais específicos relacionados à prevenção dos possíveis riscos inerentes ao processo produtivo, no caso do presente trabalho, com relação à utilização e ao armazenamento de produtos inflamáveis.

A revisão da literatura destaca a legislação que está relacionada aos perigos gerados no processo, podendo a ocorrência destes estar correlacionada à presença de atmosfera explosiva, envolvendo incidentes relacionados à falta de adequação das instalações elétricas; devido à descarga atmosférica; armazenamento incorreto dos produtos inflamáveis e a exposição do colaborador aos produtos mencionados sem a utilização dos devidos Equipamentos de Proteção Individual (EPI). As particularidades de cada item são descritas abaixo.

2.6.1 Atmosfera explosiva

Atmosfera explosiva, segundo a NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade (2004), é a mistura de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, nevoa, poeira ou fibras, com o ar, sob condições atmosféricas, na qual após a ignição, a combustão se propaga.

A área na qual a atmosfera explosiva esta presente ou é provável a sua ocorrência, é definida como área classificada (NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade, 2004), demandando precauções especiais para a construção, instalação e utilização de equipamento elétrico.

No que diz respeito às instalações elétricas, existem diferentes probabilidades da potencial formação de uma atmosfera explosiva. Por razões econômicas,

deve se caracterizar as áreas com risco, com a intenção de oferecer dispositivos adequados para essas situações (GROH, 2004).

Segundo SCHRAM, BENEDETTI e EARLEY (2009), a regra fundamental sobre o tipo primário de proteção a este tipo de situação é prevenir a existência da mistura de gases combustíveis, isso é possível por meio de ventilação natural ou artificial, ou ainda por meio da introdução de gases inertes.

A segunda regra está associada à proteção contra a explosão, evitando o contato da atmosfera inflamável com a fonte de ignição, sendo esta medida possível enclausurando equipamentos elétricos com substâncias a prova de chamas (SCHRAM; BENEDETTI; EARLEY, 2009).

Deve-se dar especial atenção, também, às superfícies quentes de equipamentos, pois estes podem iniciar uma reação química se a superfície exceder certa temperatura limite, o que dependerá do tipo de material, área e geometria dos equipamentos (SCHRAM; BENEDETTI; EARLEY, 2009).

Os tipos de proteção irão depender fortemente do tipo de risco de explosão que a instalação oferece. O modo mais comum de classificar diferentes áreas de um processo industrial é conforme a probabilidade de existência de atmosferas explosivas, sendo estas divididas de acordo com as substâncias envolvidas. (SCHRAM; BENEDETTI; EARLEY, 2009).

As áreas são classificadas em classe, grupo e zona conforme o conjunto de normas da *International Electrotechnical Commission* (IEC), estando estas registradas no Brasil como ABNT NBR IEC 60079. No entanto elas não fornecem a “receita do bolo” para esta determinação, conforme Rangel Júnior (2007), pois cada caso merece um tratamento único, visto que até mesmo a topografia da região exerce influência sobre o estudo.

Referente à primeira maneira de realizar a classificação, a Classe da área está relacionada com o estado físico da substância inflamável, sendo esta dividida em (GALGANO, 2010):

Classe I: locais nos quais são verificadas a existência de gases ou vapores com a presença de gás atmosférico (oxigênio) em quantidade capaz de produzir uma mistura explosiva e inflamável;

Classe II: locais nos quais o perigo está relacionado à presença de poeira combustível; e

Classe III: locais nos quais estão presentes fibras e partículas sólidas.

A revisão da literatura está limitada à classificação de atmosfera explosiva proveniente de gases, vapores e líquidos voláteis inflamáveis, não sendo comentado sobre as demais classes, pois conforme Galgano (2010), na presença dos três estados descritos, apenas a aplicação da classe mais crítica pode ser considerada.

Referente à classificação em grupos, este é uma subdivisão da classe, estando relacionado à natureza química da substância inflamável, sendo esta classificação necessária para a especificação dos equipamentos elétricos (GALGANO, 2010).

De maneira geral, dentro da Classe I são evidenciados dois grupos (Grupo I e Grupo II), sendo estes segregados conforme a atividade desenvolvida (GALGANO, 2010):

Grupo I: instalações subterrâneas nas quais possa existir a presença de metano.

Grupo II: demais atividades, sendo este subdivido, de acordo com o grau de severidade explosiva dos gases existentes, em Grupo IIA (presença característica do gás propano), Grupo IIB (presença característica do gás etileno) e Grupo IIC (presença característica dos gases hidrogênio e acetileno).

Conforme Galgano (2010), estão enquadrados, de maneira geral, no Grupo II, produtos como hidrocarbonetos e solventes, vernizes.

A última classificação está relacionada à Zona, a qual está relacionada à probabilidade da presença da atmosfera explosiva, sendo estas (ABNT NBR IEC 60079-10-1: Atmosferas explosivas. Parte 10-1: classificação de áreas – atmosferas explosivas de gás, 2009):

Zona 0: área na qual a atmosfera explosiva está continuamente presente, presente por longos períodos ou frequentemente;

Zona 1: área na qual a atmosfera explosiva pode ocorrer ocasionalmente em condições normais de operação; e

Zona 2: área na qual a atmosfera explosiva não é prevista ocorrer em condições normais de operação, mas se ocorrer, será por curto período.

A Figura 3 ilustra como é visualizado um determinado projeto de tanque de armazenamento de líquido inflamável com a classificação conforme as Zonas existentes.

Na maioria dos locais nos quais produtos inflamáveis são utilizados e armazenados é difícil assegurar que jamais irá ocorrer a presença de uma atmosfera explosiva. Podendo ser difícil, também, assegurar que os equipamentos jamais se constituirão em fontes de ignição. No entanto, nos locais com alta probabilidade de ocorrência da atmosfera explosiva, a confiabilidade é obtida pelo uso de equipamentos que tenham baixa probabilidade de se tornarem uma fonte de ignição (ABNT NBR IEC 60079-10-1: Atmosferas explosivas. Parte 10-1: classificação de áreas – atmosferas explosivas de gás, 2009).

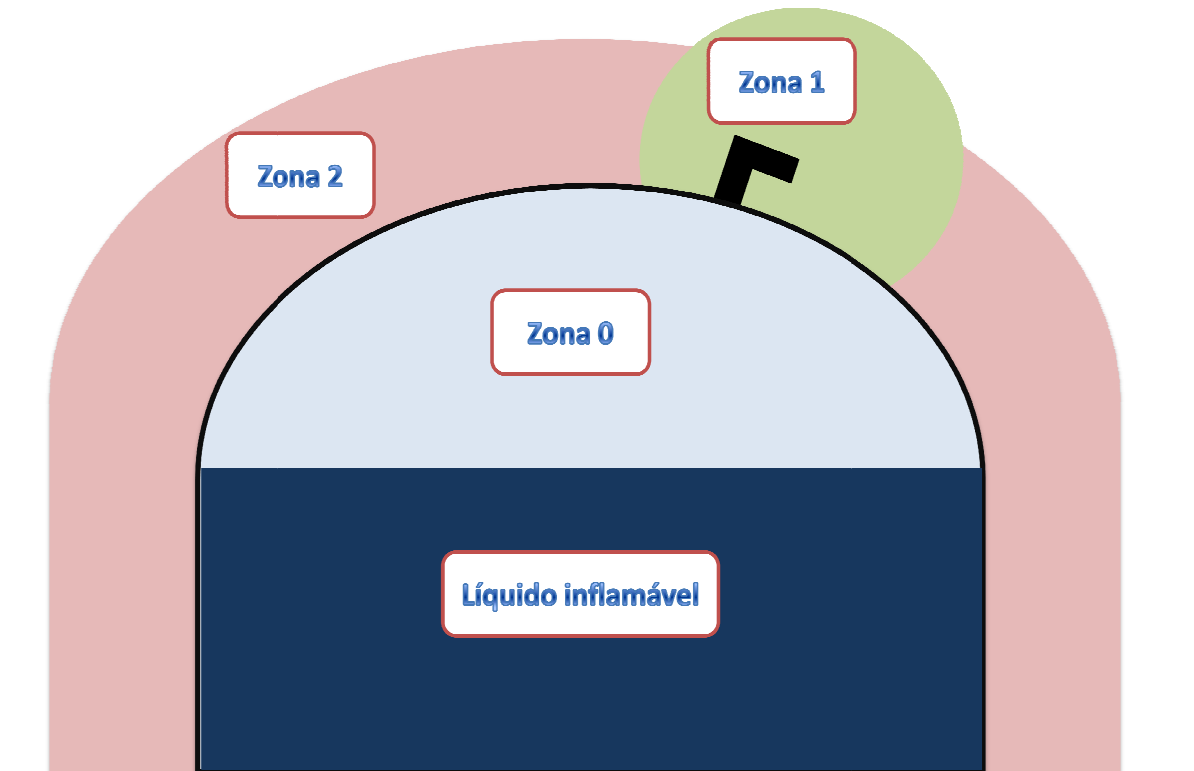


Figura 3 – Ilustração de área classificada conforme as Zonas existentes
Fonte: arquivo pessoal

É complementado pela norma ABNT NBR IEC 60079-10-1: Atmosferas explosivas. Parte 10-1: classificação de áreas – atmosferas explosivas de gás (2009), que quando houver baixa probabilidade de ocorrência de uma atmosfera explosiva, os equipamentos utilizados podem ser construídos com base em normas menos rigorosas.

A elaboração de um plano de classificação de áreas é uma importante etapa no projeto de instalações elétricas para indústrias que processam produtos inflamáveis, no entanto, não é possível a sua elaboração por meio da simples observação de um desenho de projeto, sendo necessária uma análise mais detalhada, envolvendo estudo das probabilidades de ocorrência da atmosfera explosiva (RANGEL JÚNIOR, 2002).

Devido ao fato da delimitação das zonas envolver cálculos específicos, muitas vezes, este tipo de trabalho é terceirizado para empresas que utilizam softwares especializados na simulação da propagação de gases por meio de

métodos matemáticos, contribuindo para a maior percepção dos riscos envolvidos na instalação (RANGEL JÚNIOR, 2002).

Para garantir que os equipamentos elétricos existentes nas áreas sejam uma potencial fonte de ignição, foi necessário o desenvolvimento de técnicas de proteção de modo que a fabricação destes equipamentos, sua montagem e manutenção fossem feitos segundo critérios definidos em normas técnicas, garantindo um nível de segurança aceitável para as instalações (KELLER, 2008).

É importante a escolha correta do tipo do equipamento, pois estes podem constituir uma fonte de ignição pelo centelhamento normal, como na abertura e fechamento de contatos, como devido à temperatura elevada atingida durante a sua operação normal ou em possíveis falhas (SILVA, 2009).

Superfícies quentes podem causar ignição, para prevenir este risco, a norma ABNT NBR IEC 60079-0: Atmosferas explosivas. Parte 0: equipamentos – requisitos gerais (2008) determina classes conforme a temperatura máxima superficial que um determinado equipamento pode alcançar. A Tabela 1 descreve apenas as faixas de temperatura para equipamentos que estarão expostos à atmosfera prevista no Grupo II (foco do trabalho).

Tabela 1 – Classificação da temperatura máxima de superfície para equipamentos elétricos

Classe de temperatura	Máxima temperatura da superfície (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

Fonte: ABNT NBR IEC 60079-0: Atmosferas explosivas. Parte 0: equipamentos – requisitos gerais (2008)

Para cada tipo de proteção é atribuída uma simbologia, cujo termo se refere exclusivamente aos equipamentos adequados para aplicação em uma determinada atmosfera explosiva (KELLER, 2008).

Além das especificações já comentadas anteriormente (Classe, Grupo, Zona e temperatura da superfície do equipamento), os equipamentos elétricos ainda precisam apresentar, conforme Galgano (2010), o grau de proteção contra a entrada de um agente externo e contra a entrada de água; a faixa de temperatura do ambiente externo; bem como com o método de proteção deste equipamento.

Keller (2008) menciona que o método de proteção dos equipamentos elétricos está associado ao tipo de proteção dada ao equipamento, como por exemplo, a prova de explosão.

Conforme a ABNT NBR IEC 60079-14: Atmosferas explosivas. Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas (2009), os equipamentos elétricos para aplicação em Zonas 0 ou 1 devem ter certificado de conformidade, conforme definido na Portaria INMETRO nº 164/91. Já os equipamentos que serão utilizados na Zona 2, somente deverão ter certificado de conformidade os que estiverem enquadrados aos tipos de proteção definidos na ABNT NBR 9518: Instalações elétricas em atmosferas explosivas (1995). Devendo ainda, todos os equipamentos elétricos certificados por laboratório credenciado, serem marcados conforme a norma mencionada.

A Figura 4 sintetiza a simbologia aplicável aos equipamentos conforme as especificações acima comentadas.

Além da simbologia utilizada nos equipamentos que serão utilizados nas áreas classificadas, é aplicável, também a identificação da área em si. Conforme Rangel Júnior (2007), não é prático consultar diversos desenhos no local de trabalho, sendo recomendada a adoção de uma sinalização que forneça informações relevantes para os profissionais que executarão atividades na área classificada.

Não há uma diretriz para a realização desta identificação, atualmente, cada empresa pode adotar sua convenção de cor, o que poderá prejudicar a percepção dos trabalhadores terceirizados, os quais possuem alta rotatividade (RANGEL JÚNIOR, 2007).

A diretriz europeia 99/92/EC (2000), conhecida como *Atmosphères Explosives* (ATEX) 137, define como responsabilidade dos empregadores a sinalização das áreas por meio da colocação de placas com um triângulo de fundo amarelo e contorno preto com as letras “Ex” nos acessos das áreas classificadas (RANGEL JÚNIOR, 2007).

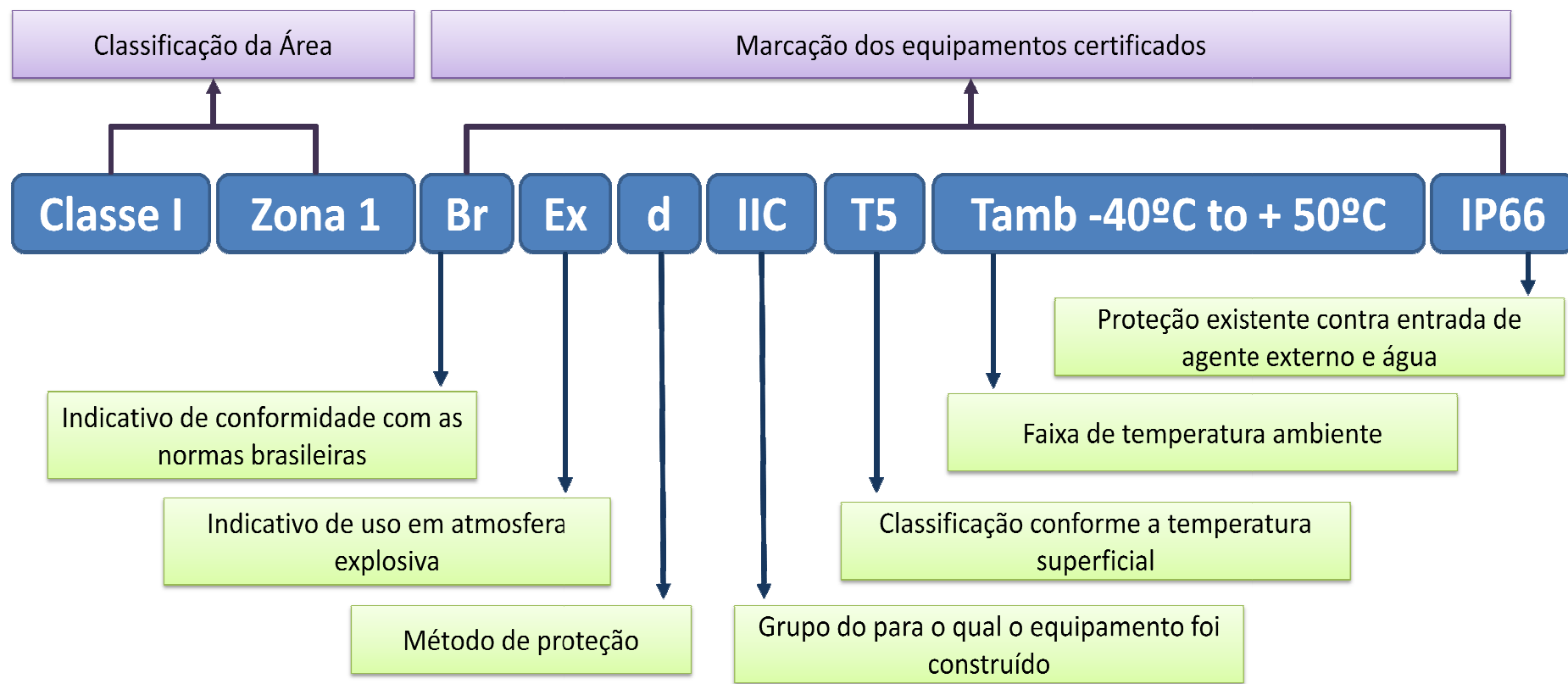


Figura 4 – Simbologia referente às especificações dos equipamentos elétricos que poderão ser utilizados em áreas classificadas

Fonte: adaptado de Galgano, 2010

A segurança na área classificada não será garantida apenas com a colocação das placas, conforme comentado anteriormente, é necessária a adequação dos equipamentos elétricos existentes, bem como o treinamento dos envolvidos. Conforme a NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade (2004), é de responsabilidade do contratante manter os trabalhadores informados sobre os riscos que estão expostos, instruindo-os sobre os perigos inerentes às atividades desempenhadas.

A NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade (2004) descreve ainda a necessidade de permissão de trabalho para entrada em áreas classificadas. Como medida preventiva é aplicável que a organização controle a entrada dos colaboradores, de maneira análoga à permissão para espaços confinados (CAMPOS, 2010).

2.6.2 Descargas Atmosféricas

Conforme a ABNT NBR 5419: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas (2001), descarga atmosférica é toda descarga elétrica, de origem atmosférica, entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, consistindo em um ou mais impulsos de vários quiloampère.

A descarga atmosférica, popularmente conhecida como raio, é um fenômeno natural que sempre impôs temor ao homem, tanto pelo ruído do trovão quanto pelos incêndios e destruição que pode causar (GUILHERME, 2008).

Simplificadamente, o acúmulo de uma grande quantidade de cargas na nuvem induz no solo a mesma quantidade de cargas, porém de polaridade oposta, que estabelecem assim, uma diferença de potencial entre a nuvem e o solo, ocasionando aparecimento de um intenso campo elétrico (JIMENEZ, 2010).

A descarga atmosférica ocorre o campo elétrico consegue romper a isolação do ar entre essas duas superfícies carregadas eletricamente com polaridades

opostas, abrindo um caminho para a passagem de uma elevada corrente em reduzido espaço de tempo (PEREIRA, 2010).

Melo³ apud Alves (2005) menciona que incêndios podem ser iniciados em função de algum fenômeno termoelétrico gerado pela descarga atmosférica que venha a atingir uma edificação, sendo o Brasil um dos países com maior índice de ocorrência de descargas atmosféricas no mundo.

Os Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) são dispositivos que consistem em hastes ou malhas metálicas, instaladas no ponto mais elevado da edificação, ligados a terra por meio de condutores também metálicos (SECRETARIA DA EDUCAÇÃO, 2009). Estes não evitam a queda de raios, no entanto, quando dimensionados corretamente, tem como função captar e conduzir a energia elétrica originada e dissipá-la com segurança (ALVES, 2005), reduzindo, assim, os efeitos na área protegida.

É descrito na NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade (2004) sobre a necessidade de que os circuitos e instalações elétricas disponham de SPDA. Este sistema e outras instalações elétricas devem ser construídos, montados, operados, reformados, ampliados, reparados, inspecionados e supervisionados por profissionais autorizados, conforme 10.4.1 da norma mencionada, visando garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

Além das descargas atmosféricas, conforme o item 10.9.3 da NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade (2004), os processos ou equipamentos susceptíveis de gerar ou acumular eletricidade estática também devem dispor de proteção específica e dispositivos de descarga elétrica, sendo estes instalados conforme avaliação do profissional responsável.

Para os estabelecimentos que possuem Prontuário de Instalação Elétrica, é necessário que este apresente a documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas elétricas atmosféricas e aterramentos

³ MELO, E. A. L. Curso de instalações prediais de proteção contra incêndio. FINATEC. Brasília, DF, 1999.

elétricos, conforme item 10.2.4 da NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade (2004).

Após a instalação do SPDA, é aplicável que este seja testado de acordo com o que prescreve a ABNT NBR 5419: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas (2001), a fim de que se possa confirmar sua eficiência, conforme descrito na Instrução Técnica nº 41/2011 do Corpo de Bombeiros (Polícia Militar do Estado de São Paulo).

2.6.3 Correto armazenamento de produtos inflamáveis

Nos processos em que são realizadas atividades relacionadas ao armazenamento e utilização de produtos químicos inflamáveis é necessário que sejam estudados os aspectos inerentes à segurança, saúde e meio ambiente, visto que estes produtos podem causar acidentes pequenos, como também podem contribuir com a ocorrência de fenômenos como BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*) e UVCE (*Unconfined Vapour Cloud Explosion*).

BLEVE é a expansão explosiva do vapor de um líquido em ebulição, o fenômeno ocorre com o armazenamento de líquido ou gás liquefeito em um tanque (podendo este ser ou não uma substância inflamável). Caso a substância armazenada esteja acima da temperatura de seu ponto de ebulição por algum aquecimento externo, ao ocorrer um choque mecânico ou rachadura deste tanque, o conteúdo será instantaneamente liberado, formando uma nuvem explosiva (bola de fogo), devido à vaporização extremamente rápida da substância. A explosão é suficiente para causar desde queimaduras na pele, à morte de milhares de pessoas (INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, 1993).

UVCE é a expansão explosiva de nuvem de vapor não confinada. Este fenômeno ocorre quando uma quantidade de material volátil e inflamável é

rapidamente dispersada na atmosfera, formando uma nuvem de vapor. Se esta nuvem é exposta a uma fonte de ignição, ocorrerá a explosão (FULLWOOD, 2000).

Conforme Campos, Tavares e Lima (2010), para o armazenamento seguro de substâncias químicas, de modo geral, é recomendado que seja dada especial atenção ao item 7 existente na FISPQ emitida pelo fabricante, com intuito de avaliar como deverá ser realizado o seu correto manuseio e armazenamento.

Referente ao local de armazenamento, Campos, Tavares e Lima (2010) descrevem algumas características importantes, como:

- a) ventilação adequada, de maneira a evitar concentração perigosa de vapores do produto;
- b) saídas de emergência;
- c) sistema de prevenção de combate a incêndio eficiente;
- d) controle de temperatura e umidade, quando aplicável; e
- e) manter tambores, bombonas e barris fechados e em altura adequada.

Campos, Tavares e Lima (2010) ressaltam que nos locais de armazenamento dos produtos químicos deve-se levar em conta a possível incompatibilidade existente entre estes, pois ainda que estejam juntos provisoriamente, podem reagir de forma violenta, ocasionando explosões, incêndios, entre outros acidentes. Esta informação pode ser obtida por meio de tabelas de incompatibilidade existentes nos catálogos dos produtos químicos utilizados ou pela consulta ao item 10 da FISPQ, referente à estabilidade e reatividade do produto.

Referente ao armazenamento de produtos inflamáveis que são fracionados, é aplicável a utilização de bombas manuais para a extração da substância

líquida, de modo a evitar uma possível fonte de ignição ao utilizar equipamentos elétricos.

A Instrução Técnica nº 27/2004 do Corpo de Bombeiros (Polícia Militar do Estado de São Paulo) estabelece as diretrizes para o armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis no Estado de São Paulo. Por meio desta é possível avaliar o correto armazenamento do produto, especificações de distância e tipo de materiais que devem ser utilizados no local.

De forma similar à Instrução Técnica nº 27/2004 do Corpo de Bombeiros (Polícia Militar do Estado de São Paulo), é necessária, também a avaliação da NR 20: Líquidos Combustíveis e Inflamáveis (2011), sendo necessária a consulta de ambas para a garantia do atendimento ao requisito legal, devendo ser levada em conta a situação mais restritiva no que diz respeito à distância mínima entre tanques e até as vias públicas.

Para o armazenamento correto dos produtos, a Instrução Técnica nº 27/2004 do Corpo de Bombeiros (Polícia Militar do Estado de São Paulo) descreve, também, os quesitos necessários para o acúmulo do produto em bacias de contenção, devendo esta, de maneira geral:

- a) ser adjacente no mínimo a duas vias diferentes, sendo essas pavimentadas ou estabilizadas, tendo largura estabelecida de acordo com o volume armazenado;
- b) não possuir construção diferente de tanque e suas tubulações no seu interior; e
- c) não possuir em uma mesma bacia de contenção, tanques que contenham produtos aquecidos, sujeitos a ebulição turbilhonar ou óleos combustíveis.
- d) capacidade volumétrica adequada à quantidade e ao tipo de tanque utilizado.

Com relação à identificação dos tipos de produtos armazenados, Campos, Tavares e Lima (2010), sugerem a utilização do Sistema de Identificação de Riscos, criado pela *National Fire Protection Association* (NFPA), o qual está sendo difundido no Brasil para a indicação simplificada dos riscos que determinada substância pode oferecer.

Por meio do símbolo chamado Diamante de Hommel (conforme Figura 5) é quantificado e qualificado os riscos que o produto químico pode oferece em relação à (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010):

- a) saúde (feito da substância no organismo);
- b) fogo (tendência da substância a queimar);
- c) reatividade (potencial da substância para explodir ou reagir violentamente com ar, água ou outras substâncias); e
- d) informações especiais (espaço para o fabricante do produto incluir informações específicas sobre o produto químico em questão).

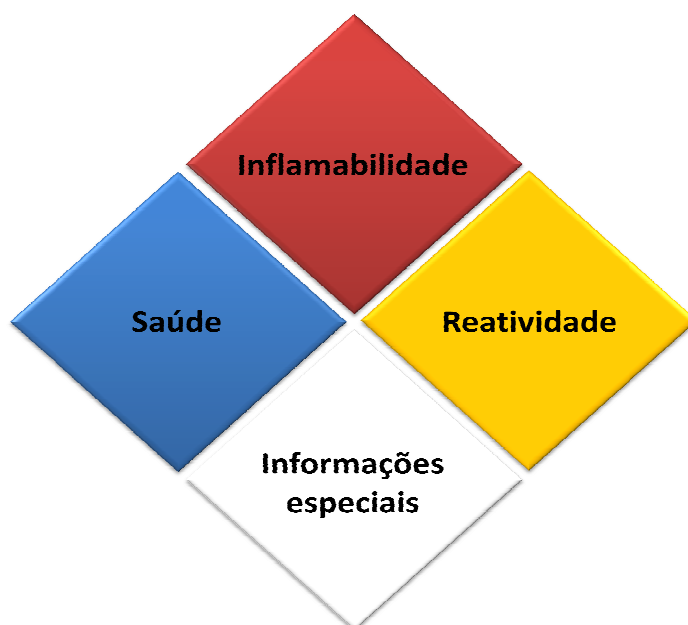


Figura 5 – Diamante de Hommel
Fonte: adaptado de Campos, Tavares e Lima (2010)

A quantificação do risco é realizada pela determinação de níveis de risco, os quais são informados nos losangos aplicáveis ao risco em questão (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010). Os níveis podem variar de 0 (não perigoso) a 4 (extremamente perigoso).

2.6.4 Exposição do colaborador ao produto químico

Em processos de armazenamento e utilização de produtos inflamáveis o trabalhador está exposto aos agentes químicos inerentes às etapas produtivas, sendo aplicável a utilização de EPI para sua proteção, evitando danos à saúde causados, normalmente, por contato ou inalação do produto.

Na visão moderna de prevenção, os EPI são vistos como uma solução que deve ser adotada somente quando não existam outras alternativas (ARAÚJO, 2003), por este motivo, devem-se garantir todas as formas de prevenção e proteção descritas anteriormente, permanecendo como proteção final a utilização de EPI.

A utilização de EPI é preconizada pela NR 6: Equipamento de Proteção Individual: EPI (2010), a qual define como EPI todo o dispositivo de uso individual, destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador. Esta estabelece como obrigatória a entrega gratuita do equipamento de proteção, por parte da empresa, aos seus colaboradores, bem como estabelece que este deve cumprir a determinação do empregador sobre o seu uso adequado.

Em relação ao armazenamento de produtos inflamáveis é necessária a avaliação do perigo e definição dos EPI adequados ao tipo de agente químico que o colaborador está exposto, bem como a sua concentração. De acordo com Campos, Tavares e Lima (2010), é necessário, também o treinamento do trabalhador para que este verifique na FISPQ o item 8, referente ao controle de

exposição e proteção individual, seguindo as recomendações específicas para cada tipo de produto.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 METODOLOGIA

A metodologia associada ao trabalho desenvolvido foi realizada em parceria com a empresa avaliada, a qual forneceu as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

O trabalho consiste em um estudo de caso realizado na Empresa A, a qual não terá sua razão social ou nome fantasia divulgados, para preservar a integridade da empresa, bem como para que seja garantida a liberdade de expressão da autora.

A metodologia para o desenvolvimento do estudo de caso atendeu aos itens descritos no fluxograma expresso na Figura 6. As etapas envolvidas serão comentadas a seguir.

3.2 ESTUDO DE CASO

3.2.1 Escolha da empresa a ser estudada

Nesta etapa foi aplicável a procura de empresas que desejassem colaborar com o estudo desenvolvido. Sendo solicitada a contribuição para empresas localizadas na região do Grande ABCD (região metropolitana de São Paulo, que compreende as cidades de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Diadema).

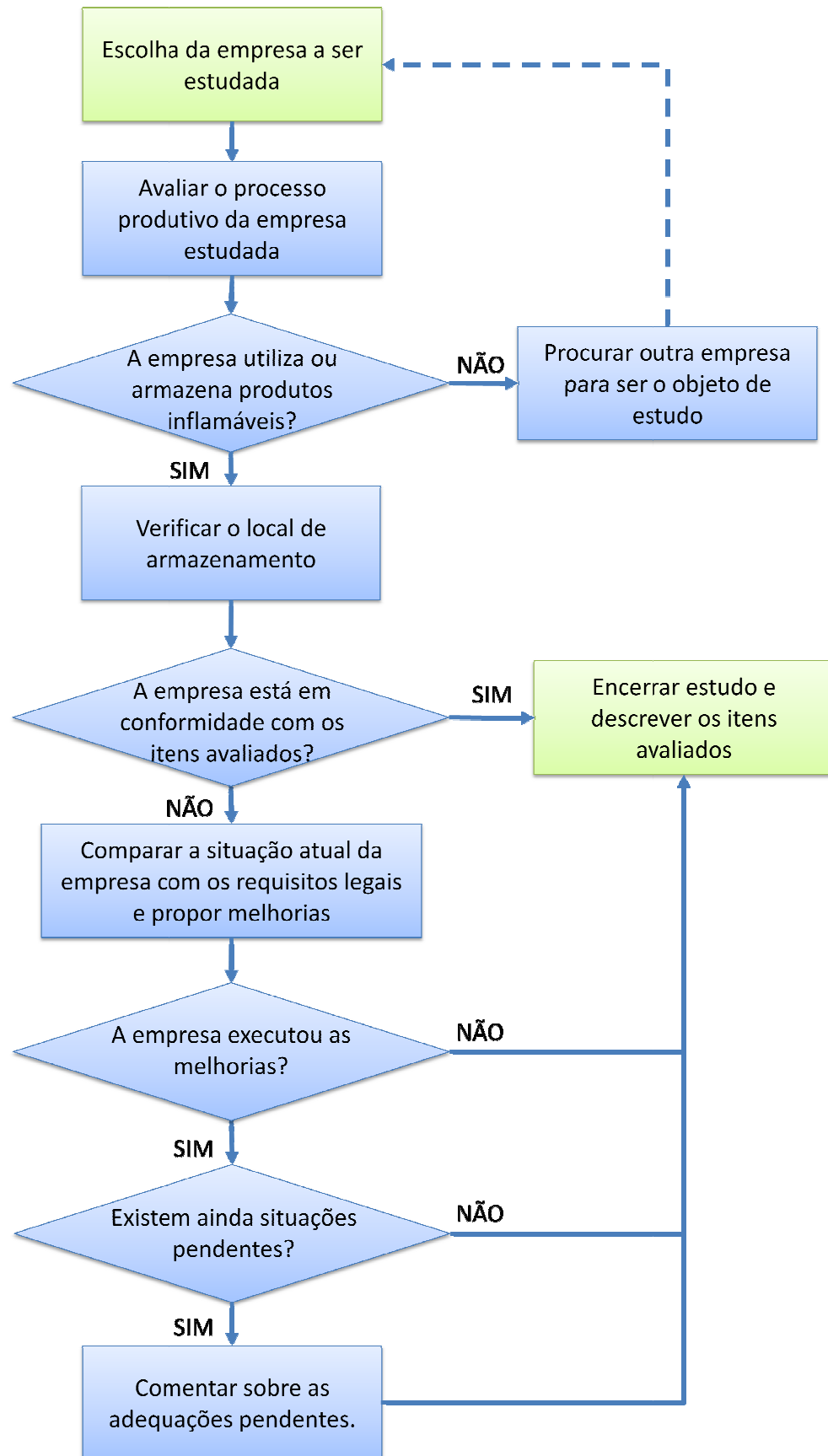


Figura 6 – Fluxograma da metodologia utilizada
Fonte: arquivo pessoal

A solicitação foi realizada a quatro empresas, nomeadas de Empresa A (localizada em Diadema), Empresa B (localizada em São Bernardo do Campo), Empresa C e Empresa D (ambas localizadas em Santo André). No entanto, a única empresa que demonstrou interesse foi a Empresa A, a qual justificou o seu interesse em receber a verificação dos seus processos por possuir certificações de acordo com normas de qualidade, meio ambiente, saúde e segurança do trabalho, e promover a melhoria contínua destes.

A empresa estudada faz parte do segmento de relaminação a frio de tiras de aço carbono, ocupando área total de aproximadamente 78.000 m², sendo 40% desta considerada como área construída.

A organização emprega cerca de 480 colaboradores, possuindo como clientes as indústrias de produtos eletroeletrônicos, materiais para escritório, rolamentos, correntes, eletrodomésticos, ferragens, e, principalmente, autopeças.

Segundo Bresciani Filho et al (1991), laminação é um processo que consiste na deformação de uma peça metálica pela passagem através de dois cilindros rotatórios, de superfícies lisas ou contornadas. A força de atrito entre a peça e os cilindros provoca a deformação da peça metálica, a qual tem sua espessura diminuída.

Para a obtenção de produtos laminados, as principais etapas são:

- a) preparação do material inicial para a laminação;
- b) aquecimento do material inicial;
- c) laminação a quente;
- d) decapagem;
- e) laminação a frio; e

f) acabamento.

Conforme informações fornecidas pela Empresa A, as atividades da organização se iniciam a partir do processo de decapagem, visto que as etapas anteriores são realizadas em usinas siderúrgicas, fornecedoras das bobinas de aço laminadas a quente, sendo esta a matéria prima da organização em estudo.

3.2.2 Avaliação do processo produtivo

Foram realizadas visitas técnicas à Empresa A, possibilitando o conhecimento do seu processo de produção, ilustrado de acordo com a Figura 7. Conforme informações fornecidas por esta e conforme verificado no local, o processo de produção é iniciado no setor de Decapagem, processo que visa remover, por meio de banhos ácidos, os óxidos de ferro provenientes do processo de laminação a quente que se encontram na superfície da chapa metálica.

No primeiro processo, é utilizado ácido clorídrico para a remoção dos óxidos de ferro depositados no material. Além da utilização deste produto químico, são necessários produtos que auxiliam na proteção da chapa, nomeados de “óleos protetivos”, bem como produtos para análises laboratoriais (verificação da concentração dos banhos ácidos) e para o tratamento do efluente gerado no processo, como hidróxido de cálcio.

Após a remoção da oxidação existente, é necessária a adequação da largura da bobina aos próximos equipamentos, sendo assim esta passa por um corte longitudinal, processo ocorrido na etapa Corte.

Com a largura adequada, a bobina é encaminhada aos Laminadores para a realização da Laminação de Desbaste, sendo este um processo de

conformação que consiste na passagem da chapa de aço entre dois cilindros que giram a mesma velocidade periférica e em sentidos opostos.

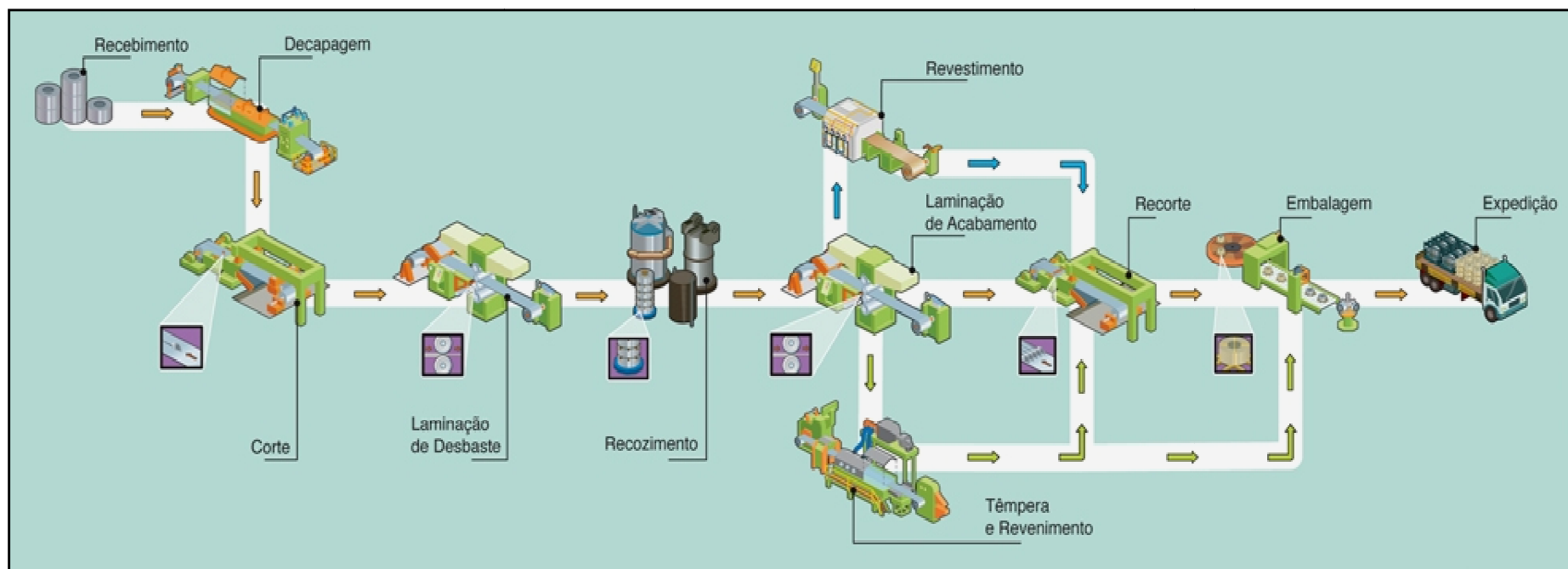


Figura 7 – Fluxograma do processo de produção da Empresa A
 Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

A redução da espessura no processo de Laminação de Desbaste é seguida de um ciclo de Recozimento, sendo este um processo de tratamento térmico utilizado para restituir as propriedades mecânicas do aço.

Após o Recozimento, torna-se aplicável a passagem do material novamente nos equipamentos de laminação, no caso para a etapa de Laminação de Acabamento, a qual irá determinar a planicidade da tira e as características mecânicas de resistência do aço.

Nas etapas de Corte, Laminação de Desbaste, Recozimento e Laminação de Acabamento, são utilizados produtos químicos para a lubrificação de peças, condicionamento da água de resfriamento dos equipamentos, limpeza e higienização de maquinário e ferramentas.

A organização possui processos paralelos como Revestimento e Têmpera. O primeiro mencionado consiste em recobrir a superfície com uma camada metálica mais resistente, conferindo proteção contra corrosão, processo denominado de galvanoplastia. Nesta atividade são utilizados diversos produtos químicos para a formulação dos banhos galvânicos, envolvendo compostos de zinco, níquel, cobre e cromo; bem como substâncias ácidas, alcalinas sem cianeto e alcalinas com cianeto em larga escala. O setor possui, também, laboratório para realização de análises laboratoriais, possuindo diversos produtos de padrão analítico; e estação de tratamento de efluentes, com a utilização de produtos para neutralização, acidificação e precipitação de metais.

No caso do segundo processo paralelo mencionado, denominado Têmpera, a chapa de aço passa por fornos com temperaturas elevadas, recebendo resfriamento rápido, garantindo o aumento da resistência mecânica. Neste processo são utilizados produtos químicos para o condicionamento da água de resfriamento dos equipamentos, e em específico, é utilizada liga fundida de chumbo e bismuto para possibilitar a redução das temperaturas do material, sem danificá-lo ou oferecer possibilidade de corrosão.

Por fim, após passar pelos processos que conferem propriedades mecânicas e visuais desejadas, bem como por um dos processos paralelos (ou nenhum, conforme especificação do cliente da Empresa A), o material é encaminhado para a etapa de Recorte, a qual define a largura final do produto e o tamanho do rolo, e, posteriormente, este é embalado e encaminhado ao cliente.

Nas últimas duas etapas mencionadas, a utilização do produto químico é realizada para identificação do material embalado, bem como para limpeza de sua superfície ou proteção final.

Existem setores que contribuem com a operação da empresa, sem fazer parte do seu processo produtivo, como Administração, Manutenção e Almoxarifado de Materiais. Na atividade administrativa, são utilizados produtos químicos, em pequenos volumes e em pontos separados, para a limpeza e higienização de ambientes.

O setor de Manutenção utiliza diversos produtos à base óleo, para a lubrificação de equipamentos, bem como produtos para limpeza de peças e superfícies.

Sob responsabilidade do departamento de Manutenção, são mantidos dois geradores elétricos, para que estes possam ser utilizados em casos de falta de energia. Os equipamentos são abastecidos por óleo diesel, sendo o seu armazenamento afastado dos demais prédios da organização.

Referente ao departamento de Almoxarifado de Materiais, é de responsabilidade deste o recebimento e armazenamento de insumos e materiais auxiliares para a produção. Em se tratando de produtos químicos, o armazenamento destes é realizado no local denominado Baías de Armazenamento, sendo este o estoque dos produtos utilizados em laboratórios, na manutenção e em algumas áreas produtivas.

3.2.3 Armazenamento de produtos inflamáveis

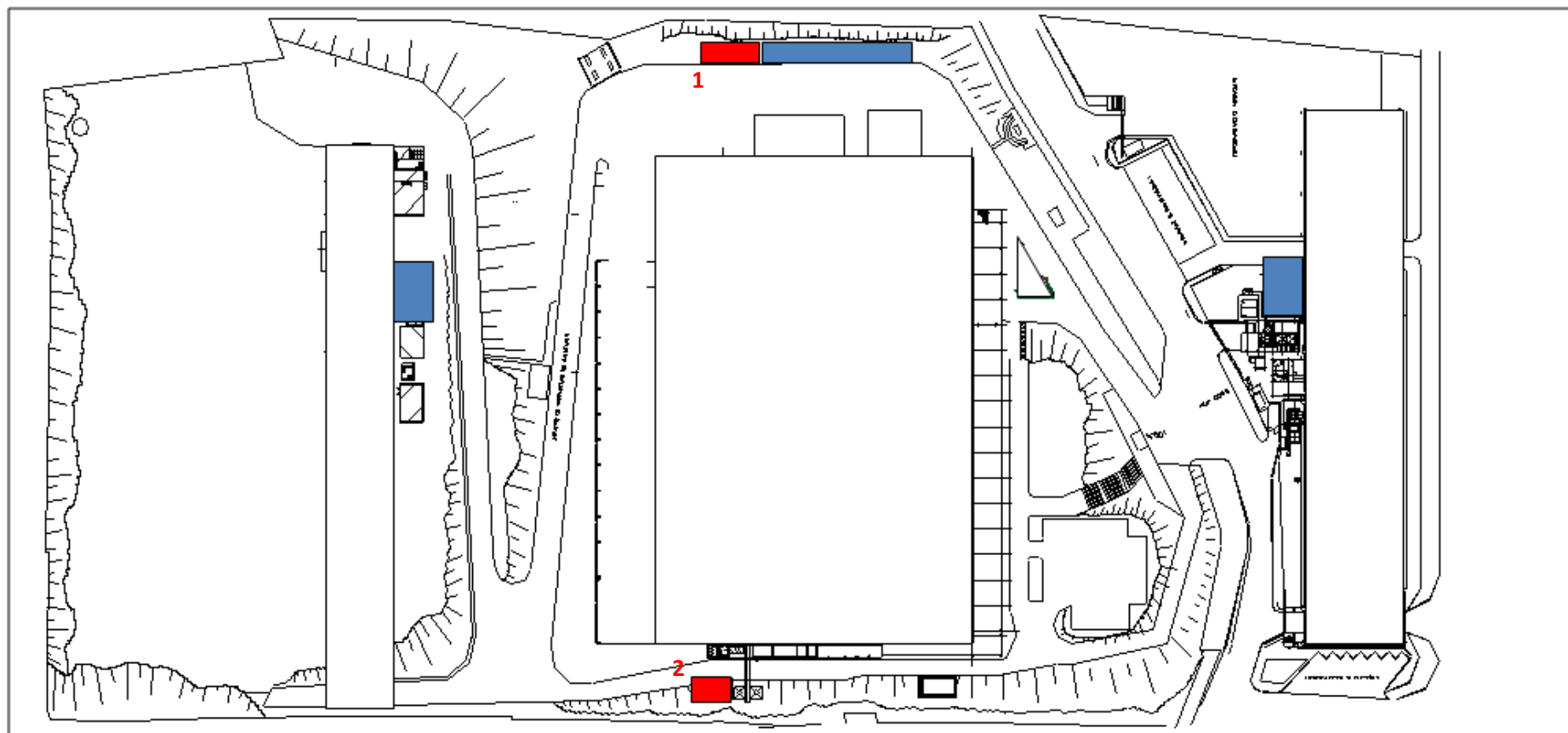
Conforme anteriormente descrito nos processos da Empresa A, são utilizados produtos químicos em quase todas as etapas produtivas da empresa, constando no setor de Revestimento e nas Baías de Armazenamento a maior variedade destes.

Alguns departamentos possuem local de armazenagem próximo à linha de produção, como é o caso do Revestimento e da Decapagem, para os demais setores, o estoque é mantido nas Baías de Armazenamento.

A Figura 8 apresenta a planta baixa, simplificada, da organização estudada, sendo destacadas as áreas de armazenamento de produtos químicos. Nos locais destacados em azul são mantidos os produtos químicos com característica, em sua grande maioria, não-inflamável. Já as áreas destacadas em vermelho apresentam o estoque de produtos, em sua grande maioria, inflamáveis.

Referente aos locais de armazenamento dos produtos inflamáveis, na área identificada com o número 1, é localizada a Baía de Armazenamento que estoca os produtos inflamáveis dos setores produtivos e dos laboratórios, esta é composta por três divisões. Na área de número 2 localiza-se o estoque de óleo diesel utilizado no abastecimento dos geradores.

Dando continuidade ao fluxograma proposto na metodologia do presente trabalho, a próxima etapa está vinculada à verificação da conformidade do armazenamento de produtos inflamáveis com os requisitos legais aplicáveis, assunto que será abordado no item 4 (resultados).



Legenda:

- Local de armazenamento de produtos, em sua maioria, não-inflamáveis
- Local de armazenamento de produtos, em sua maioria, inflamáveis

Figura 8 – Planta baixa, simplificada, da Empresa A, com destaque para as áreas de armazenamento de produtos químicos
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

4 RESULTADOS

4.1 VERIFICAÇÃO DOS LOCAIS SIGNIFICATIVOS

Após a avaliação do processo produtivo da empresa estudada, foi realizada a verificação e o registro fotográfico dos locais considerados como significativos, sendo estes os locais de armazenamento de produtos inflamáveis.

O local identificado como número 1, Baia de Armazenamento de produtos inflamáveis, possuía em sua primeira divisão cilindros de acetileno e oxigênio estocados em conjunto, conforme Figura 9 e 10.



Figura 9 – Armazenamento de cilindros
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A



Figura 10 – Portão de entrada da primeira divisão da Baia de Armazenamento de inflamáveis

Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

Na segunda divisão, são armazenados cilindros de GLP, conforme pode ser verificado nas Figuras 11 e 12.



Figura 11 – Portão de entrada da segunda divisão da Baia de Armazenamento de inflamáveis.

Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A



Figura 12 – Estoque de cilindros de GLP
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

A terceira e última divisão estoca materiais diversos, como óleos lubrificantes, solventes orgânicos, alcoóis, acetona, querosene, conforme Figura 13. A listagem completa dos produtos químicos armazenados pode ser verificada conforme Anexo A - Listagem de produtos químicos armazenados nas Baías de Armazenamento.



Figura 13 – Terceira de divisão da Baía de Armazenamento de produtos inflamáveis
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

Na área de número 2 localiza-se o estoque de óleo diesel utilizado no abastecimento dos geradores, composto por um tanque superficial com capacidade de 10 m³ e um reservatório de 0,5 m³. No mesmo local, em uma bacia de contenção diferenciada, é armazenado ácido sulfúrico utilizado no condicionamento da água de resfriamento, estando este mantido em um reservatório de 1,05 m³, conforme Figura 14. Ainda há intenção de ser colocado outro reservatório na área descrita, no caso, para armazenamento de hipoclorito de sódio.



Figura 14 – Armazenamento de óleo diesel e ácido sulfúrico
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

4.2 ADEQUAÇÕES PROPOSTAS

Foram avaliados os dois locais conforme requisitos legais mencionados na revisão da literatura apresentada, sendo verificadas as necessidades de adequação gerais, como:

- a) contratar empresa terceira para a classificação da área para que seja realizado o enquadramento da atmosfera em questão, proporcionando a adequação dos equipamentos elétricos existentes no local;
- b) realização de projeto das instalações elétricas conforme especificação dos locais classificados;
- c) implementação de procedimentos específicos para trabalhos em áreas classificadas, bem como sobre o sistema de sinalização adotado;
- d) implementação de planos de emergência diretamente relacionados ao risco de explosão em áreas classificadas;
- e) apesar dos extintores estarem adequados, conforme a NR 23: Proteção contra incêndios (1978), é aplicável a remoção de objetos que podem obstruir o seu acesso;
- f) devido ao fato da empresa estudada possuir certificação de seu Sistema de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho, conforme a norma OHSAS 18.001: Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (2007), é necessária a Inclusão das áreas classificadas na listagem de perigos e riscos;
- g) após a definição do tipo de sinalização a ser adequada, implementar a sinalização nas áreas classificadas;

- h) fornecer treinamento aos colaboradores que trabalham na Manutenção, conforme NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade (2004), para que estes atendam as especificações técnicas ao realizar manutenções nas áreas classificadas; e
- i) fornecer treinamento aos colaboradores que realizam atividades diretamente relacionadas à utilização e armazenamento de produtos químicos inflamáveis, bem como enfatizar a utilização de EPI e reforçar as informações referente às situações de emergência.

Os itens específicos de cada local avaliado serão mencionados nos próximos subitens.

4.2.1 Baia de armazenamento de produtos inflamáveis

A baia de armazenamento de produtos inflamáveis, além das adequações gerais descritas acima, necessitou de adequações específicas, de acordo com o tipo de armazenamento realizado no local (estoque de diversos produtos fracionados):

- a) avaliar a incompatibilidade de produtos químicos, conforme Anexo B – Tabela de Incompatibilidade de Produtos Químicos, e realizar a separação dos produtos químicos conforme classificação indicada neste documento. Como por exemplo, evitar o armazenamento de materiais oxidantes com materiais inflamáveis, como cilindros de oxigênio com cilindros de gás acetileno;
- b) avaliar as placas mantidas no local e verificar se é possível a eliminação de algumas, visando simplificar a informação descrita no local (assegurando que as informações aplicáveis serão mantidas);

- c) remover materiais não pertinentes ao estoque em questão, como recipientes para o descarte de resíduos da coleta seletiva realizada na empresa; e
- d) remover madeiras existentes nas canaletas de contenção para sustentar os cilindros e trocá-las por grades resistentes, as quais permitirão a passagem do produto químico caso ocorram vazamentos (Figura 15).



Foto 15 – Caneleta de contenção de produtos químicos obstruída
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

4.2.2 Armazenamento de óleo diesel

Referente ao armazenamento de óleo diesel, além das condições gerais apontadas acima, mostrou-se ser aplicável a realização de atividades específicas para a adequação do armazenamento de volumes significativos.

a) remover objetos, como mangueiras, cabos elétricos e tubulações, existentes dentro da bacia de contenção, bem como trocar o suporte de madeira do reservatório de óleo diesel (Figura 16) por suporte mais resistente ao fogo e que não absorva o produto químico armazenado, em caso de acidentes;



Figura 16 – Suporte de madeira para sustentação de reservatório de óleo diesel

Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

b) eliminar rachaduras e aberturas existentes nas paredes do dique, bem como revesti-lo com material resistente, para que este seja uma bacia de acumulo do produto, não permitindo a sua passagem e escape ao meio ambiente, conforme ilustrado na Figura 17;



Figura 17 – Bacia de contenção de ácido sulfúrico com absorção de produto químico na alvenaria

Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

- c) Identificar o tanque de armazenamento de óleo diesel, por meio de placa informativa ou utilizando Diamante de Hommel, bem como aplicar esta identificação ao armazenamento de ácido sulfúrico e hipoclorito de sódio;
- d) adequar a capacidade da bacia de contenção à Instrução Técnica nº 27/2004 do Corpo de Bombeiros (Polícia Militar do Estado de São Paulo). Conforme requisito legal, esta deve possuir o volume dos tanques de óleo diesel mais 10% da capacidade destes, totalizando 11,55 m³, no entanto o volume atual da bacia de contenção disponível para a acumulo do produto químico é de 7,74 m³, conforme Figura 18;
- e) aproveitar as adequações realizadas na bacia de contenção do óleo diesel e modificar, também, a bacia de contenção do ácido sulfúrico, a qual não garante a contenção do produto em caso de respingo, podendo este atingir e danificar o tanque de óleo diesel (Figura 18); e
- f) realizar aterramento e instalar SPDA na área de armazenamento de diesel, os quais não haviam sido realizados até o momento na área estudada.

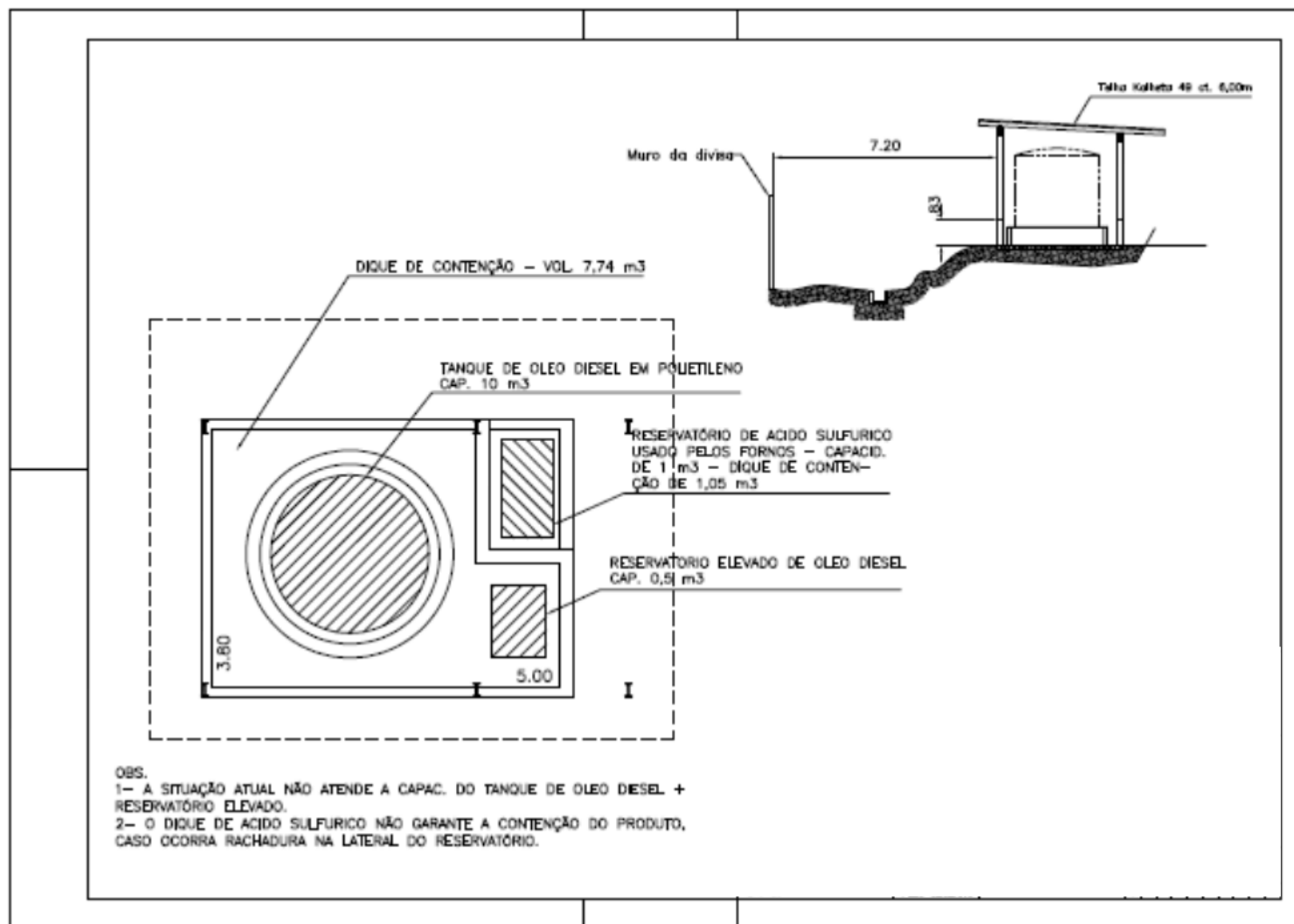


Figura 18 – Planta baixa da área de armazenamento de óleo diesel (situação irregular)

Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

4.3 ADEQUAÇÕES REALIZADAS

Foram realizadas as adequações propostas de maneira geral, conforme atividades relacionadas abaixo:

- a) contratada empresa terceira para a classificação da baia de armazenamento de produtos inflamáveis e do armazenamento de óleo diesel. A classificação pode ser verificada conforme Tabela 2.
- b) Com base na classificação das áreas, foram realizadas as adequações nas instalações elétricas apenas da baia de armazenamento de produtos inflamáveis, conforme Tabela 2. Não foi necessária a adequação do local de armazenamento de óleo diesel neste quesito, pois nesta área não são utilizados equipamentos elétricos.

Tabela 2 – Resultado da classificação das áreas

LOCAL	CLASSIFICAÇÃO	PRODUTO	COMPONENTES ELÉTRICOS ESPECIFICADOS
Armazenamento de óleo diesel	O local foi classificado como Grupo IIA, apresentando baixa probabilidade de presença da mistura inflamável devido à contribuição da ventilação natural, sendo considerada como uma situação provável da ocorrência da mistura o carregamento do tanque de óleo diesel.	Óleo diesel	Zona 1, BR EPL Gb Grupo IIA T4 Tamb -20 °C to +40 °C IP22
			Zona 2, BR EPL Gc Grupo IIA T4 Tamb -20° C to +40° C IP22
Baia de armazenamento de produtos inflamáveis	Classificadas como Grupo IIA e Grupo IIC, com baixa probabilidade de presença de mistura inflamável devido à contribuição da ventilação natural, que reduz a probabilidade da presença da mistura inflamável no local de armazenamento, bem como, devido à emissão da mistura inflamável ocorrer em maior proporção com o rompimento do cilindro de GLP ou acetileno, situação anormal de operação.	GLP	Zona 2, BR EPL Gc Grupo IIA T2 Tamb -20° C to +40° C IP22
		Acetileno	Zona 2, BR EPL Gc Grupo IIA T3 Tamb -20° C to +40° C IP22
		Querosene e thinner	Zona 2, BR EPL Gc Grupo IIA T3 Tamb -20° C to +40° C IP22
		Álcool etílico e isopropílico e outros líquidos fracionados	Zona 2, BR EPL Gc Grupo IIA T2 Tamb -20° C to +40° C IP22

Fonte: informações fornecidas pela Empresa A

A Figura 19 apresenta um exemplo das modificações realizadas na parte elétrica da edificação, como a mudança de interruptores normais (ao lado esquerdo da Figura 19) por interruptor específico para a área classificada (ao lado direito da Figura 19), sendo estes de acordo com a norma ABNT NBR 5598: Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP – Requisitos (2009).



Figura 19 – Troca dos equipamentos elétricos em área de armazenamento de produtos inflamáveis

Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

- c) liberado o acesso aos extintores de incêndio, não sendo constatada obstrução destes nas avaliações recentes realizadas;
- d) incluído na listagem de perigos e riscos da empresa, as atividades relacionadas à existência das áreas classificadas, como armazenamento de produtos químicos e realização de manutenção;
- e) realizado treinamento com os colaboradores do setor de Manutenção referente à NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade (2004), bem como referente aos perigos relacionados à realização de atividades em áreas classificadas; e

f) ministrado curso sobre produtos químicos inflamáveis aos colaboradores que os manuseiam, sendo comentado sobre incompatibilidade, EPI aplicáveis e atividades a serem realizadas em caso de emergência.

Referente às adequações específicas, são descritas abaixo as atividades implementadas conforme local de armazenamento.

4.3.1 Baia de armazenamento de produtos inflamáveis

Foi realizada a seguinte atividade específica no local estudado:

a) reavaliado o armazenamento de produtos químicos conforme tabela de incompatibilidade proposta, sendo realizado treinamento com os colaboradores do Almoxarifado para a correta segregação do produto químico desde o momento do seu recebimento até possíveis alterações no estoque.

Conforme Figura 20, foram separados os cilindros de oxigênio dos cilindros de oxigênio.



Figura 20 – Separação dos produtos armazenados conforme tabela de incompatibilidade
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

- b) removidas as madeiras existentes nas canaletas de contenção da baia de armazenamento de produtos inflamáveis, conforme Figura 21.



Figura 21 – Adequação das canaletas na área de armazenamento de produtos inflamáveis

Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

4.3.2 Armazenamento de óleo diesel

Referente ao armazenamento de óleo diesel, foram realizadas as seguintes atividades:

- a) removidos os materiais armazenados dentro da bacia de contenção, trocada mangueira flexível por tubulações fixas, bem como foi trocado o suporte do reservatório de óleo diesel (Figura 22);



Figura 22 – Suporte de aço para reservatório de óleo diesel
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

b) as rachaduras e aberturas existentes no dique de contenção foram eliminadas, sendo realizado revestimento interno em fibra de vidro, evitando a percolação do óleo diesel entre o revestimento simples e alvenaria, conforme Figura 23;



Figura 23 – Área de contenção revestida com material resistente aos possíveis vazamentos dos produtos armazenados
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

c) com relação à adequação da capacidade do tanque, foram realizadas modificações contemplando a futura inclusão de um novo produto a ser armazenado no mesmo ambiente, porém em bacia de contenção diferenciada. Além do armazenamento de óleo diesel (tanque superficial de 10 m^3 e reservatório elevado de $0,5 \text{ m}^3$) e de ácido sulfúrico ($1,05 \text{ m}^3$), seria necessária a inclusão de hipoclorito de sódio (1 m^3) para utilização no condicionamento da água das torres de resfriamento.

Devido ao espaço limitado para a ampliação da bacia de contenção, foi trocado o tanque superficial de 10 m^3 por um de capacidade menor, no caso, se 5 m^3 . Com a utilização de um tanque superficial menor, o volume total de óleo diesel armazenado passou a ser de $5,5 \text{ m}^3$ (levando em consideração o reservatório elevado). A capacidade adequada deveria ser maior do que $6,05 \text{ m}^3$, possuindo após a alteração $8,60 \text{ m}^3$, sendo este valor adequado à nova situação, conforme Figura 24.

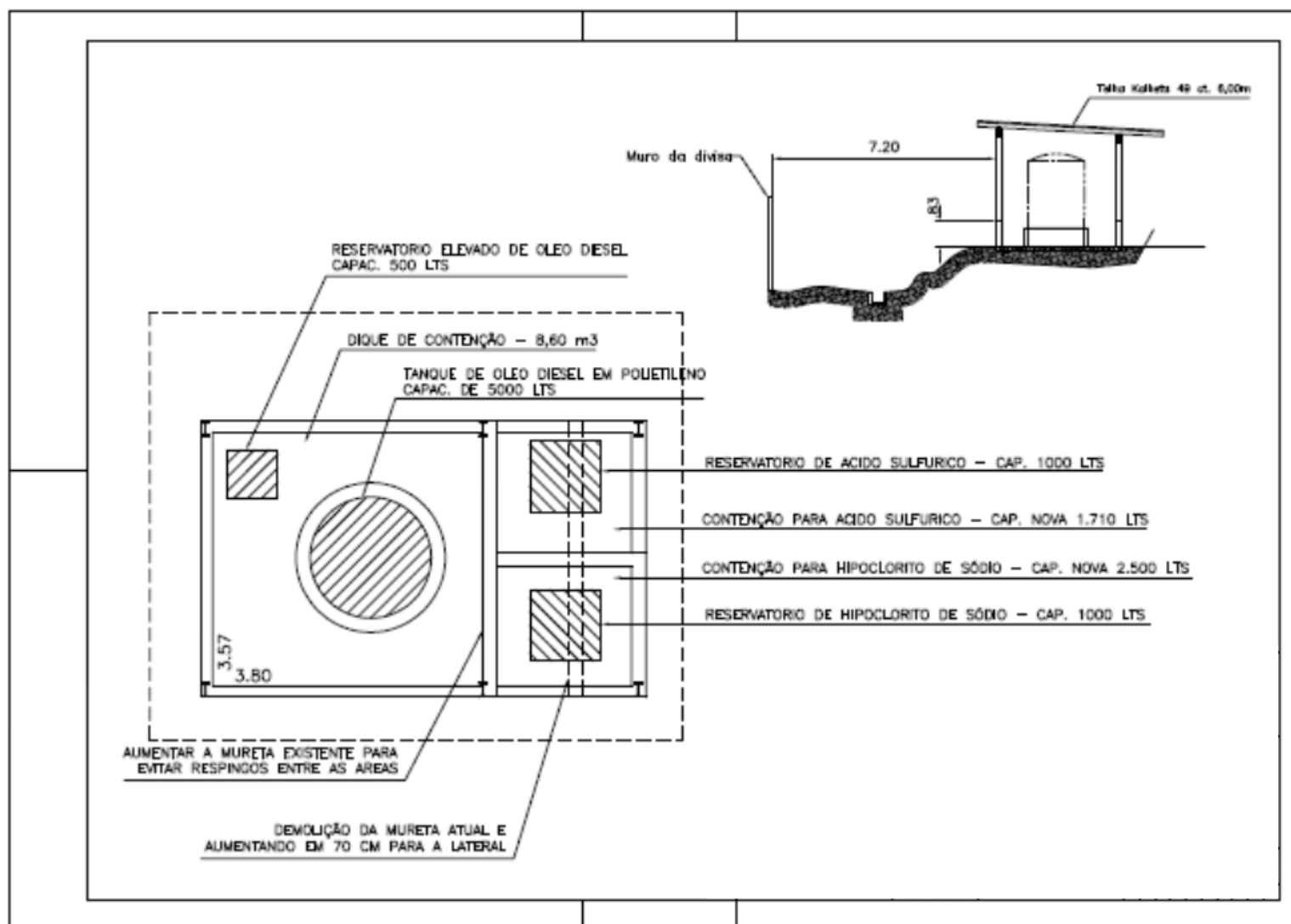


Figura 24 – Planta baixa da área de armazenamento de óleo diesel (situação adequada)
 Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

d) realizada a segregação das bacias de contenção, sendo elevada a mureta de separação em 1,2 m, bem como ampliada a mureta próxima ao armazenamento de ácido sulfúrico para evitar os respingos e garantir um área compatível à contenção deste e do novo produto armazenado (hipoclorito de sódio), conforme Figura 25;



Figura 25 – Construção de mureta para separar as bacias de contenção
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

e) realizado o aterramento e a ligação do SPDA com o sistema existente, conforme Figuras 26 e 27.



Figura 26 – Barra de cobre para aterramento dos equipamentos de descarga de óleo diesel
Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A



Figura 27 – Instalação de SPDA, estando este interligado com o sistema dos demais edifícios

Fonte: ilustração fornecida pela Empresa A

5 DISCUSSÃO

Conforme adequações sugeridas e ações realizadas, algumas atividades permaneceram pendentes, como:

- a) implementação de procedimentos específicos para trabalhos em áreas classificadas, bem como sobre o sistema de sinalização adotado;
- b) implementação de planos de emergência diretamente relacionados ao risco de explosão em áreas classificadas;
- c) após a definição do tipo de sinalização a ser adequada, implementar a sinalização nas áreas classificadas;
- d) avaliar a sinalização mantidas na baia de armazenamento de produtos inflamáveis, para que seja possível reduzir o número de placas existentes no local, assegurando a transmissão da informação;
- e) remover materiais não pertinentes ao estoque de produtos inflamáveis na baia de armazenamento evitando o acúmulo de componentes que possam aumentar a carga combustível do local; e
- f) após as melhorias realizadas no armazenamento de óleo diesel, não foram realizadas as adequações aplicáveis ao posicionamento dos extintores, bem como a sinalização dos produtos químicos armazenados utilizando Diamante de Hommel, estando estas atividades pendentes.

As melhorias não realizadas foram mantidas em um plano de ação controlado pela Empresa A, estando estas atividades com prazo controlado conforme as prioridades definidas pela empresa.

De maneira contínua, é aplicável que a empresa estudada busque atualizar a documentação relacionada às áreas classificadas periodicamente, pois situações adversas podem surgir em decorrência de modificações no sistema produtivo ou na estrutura física dos ambientes estudados.

Situações similares podem ser evidenciadas em outras empresas, conforme ocorrido na empresa estudada. Considerando o fato que a Organização ampliou-se rapidamente, não possuindo oportunidade de verificar, com antecedência, os projetos das futuras instalações, ou por não possuir grupo qualificado para a realização desta análise crítica, tornando-se necessárias adequações posteriores dos processos e dos edifícios para que sejam atendidos os requisitos legais e reduzidas as probabilidades de acidentes.

Cabe comentar, também, sobre o segmento da empresa avaliada. Muitas empresas químicas e petroquímicas tendem a se preocupar mais com as áreas classificadas, e empresas de outros segmentos, como no caso da empresa estudada, do ramo metalúrgico, não associam a verificação como algo necessário, no entanto, por meio do trabalho foi possível realizar a classificação das áreas, mostrando que as verificações devem ser realizadas, independente do ramo da organização.

Foi necessária, ao longo do trabalho, a colaboração dos profissionais da empresa de diversas áreas, sendo recomendável, às demais empresas que queiram realizar as adequações em suas estruturas, que criem uma equipe multidisciplinar, envolvendo áreas de segurança do trabalho, meio ambiente, manutenção elétrica e civil.

6 CONCLUSÕES

Ao oferecer um ambiente de trabalho seguro, reduzir a possibilidade de ocorrência de passivos trabalhistas, evitar ou minimizar os riscos relacionados ao manuseio ou armazenamento de produtos químicos, bem como estar de acordo com a legislação, contribuem para a satisfação do empregado, como do empregador.

A empresa estudada proporcionou essas melhorias ao realizar a adequação de seus processos, sendo esta atividade motivada, também, pela implementação e manutenção da certificação conforme a norma OHSAS 18.001: Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (2007), a qual objetiva a melhoria contínua do sistema de gestão de saúde e segurança do trabalho.

Por meio da metodologia proposta foi possível avaliar os locais de armazenamento de produtos inflamáveis e propor adequações conforme os requisitos legais aplicáveis.

Nem todas as adequações propostas foram realizadas, no entanto, as de maior criticidade, conforme definido pela empresa, foram implementadas e as qualificadas como menos prioritárias constam no plano de ações da organização.

É possível concluir que é importante e necessária a realização de análise crítica, antes da implementação de projetos, por uma equipe multidisciplinar, a qual irá verificar, em cada área de atuação dos envolvidos, os itens necessários a serem atendidos, contribuindo com a maturidade da empresa.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. B. C. G. **Incêndio em edificações: a questão do escape em prédios altos em Brasília (DF)**. 2005. Monografia (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília. Brasília, 2005.

ARAÚJO, A. K. **Avaliação dos riscos ambientais da divisão de produtos do Laboratório Central de Saúde Pública Do Ceará: LACEN/CE**. 2003. Monografia (Especialização em Alimentos e Saúde Pública) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2001. 32 p.

_____. **NBR 5598**: Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP – Requisitos. Rio de Janeiro, 2009. 8 p.

_____. **NBR 9518**: Instalações elétricas em atmosferas explosivas. Rio de Janeiro, 1995. 13 p.

_____. **NBR 14619**: Transporte terrestre de produtos perigosos - Incompatibilidade química. Rio de Janeiro, 2009. 8 p.

_____. **NBR 14725**: Ficha de Informações de Segurança de Produtos químicos – FISPQ. Rio de Janeiro, 2001. 14 p.

_____. **NBR IEC 60079-0**: Atmosferas explosivas. Parte 0: equipamentos – requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008. 86 p.

_____. **NBR IEC 60079-10-1**: Atmosferas explosivas. Parte 10-1: classificação de áreas – atmosferas explosivas de gás. Rio de Janeiro, 2009. 63 p.

_____. **NBR IEC 60079-14: Atmosferas explosivas. Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas.** Rio de Janeiro, 2009. 82 p.

BATISTA, C. J. A. **Manual de prevenção e combate a incêndios.** São Paulo: SENAC, 1999.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 06: Equipamento de Proteção Individual: EPI.** Brasília, 2010.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade.** Brasília, 2004.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 20: Líquidos Combustíveis e Inflamáveis.** Brasília, 2011.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 23: Proteção contra incêndios.** Brasília, 1978.

BRESCIANI FILHO, E.; ZAVAGLIA, C. A. C.; BUTTON, S. T.; GOMES, E.; NERY, F. A. C. **Confirmação plástica dos metais.** Campinas: Unicamp, 1991.

BREVIGLIERO, E.; POSSEBON, J.; SPINELLI, R. **Higiene Ocupacional: Agentes biológicos, químicos e físicos.** 5. ed. São Paulo: SENAC, 2010.

CAMPOS, A.; TAVARES, J. C.; LIMA, V. **Prevenção e controle de risco em máquinas, equipamentos e instalações.** 4. ed. São Paulo: SENAC, 2010.

CAMPOS, A. A. M. **CIPA: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes: uma nova abordagem.** 16. ed. São Paulo: SENAC, 2010.

FIRE, F.L. **The common sense approach to hazardous materials.** 3. ed. Oklahoma: Fire Engineering, 2009.

FULLWOOD, R. R. **Probabilistic safety assessment in chemical and nuclear industries**. Massachusetts: Butterworth-Heinemann, 2000.

FUNDACENTRO. **Avaliação Qualitativa de Riscos Químicos: Princípios Básicos para Controle das Substâncias Nocivas à Saúde em Fundições**. São Paulo, 2007.

GALGANO, F. **Classificação de Áreas: Risco de Incêndio e Explosão**. São Paulo: [s.n], 2010. (Relatório Técnico).

GROH, H. **Explosion Protection**. Great Britain: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004.

GUILHERME, A. P. **A Equalização de potenciais de instalações metálicas, massas, sistemas elétricos de potência e de sinais e o sistema de proteção contra descargas atmosféricas**. 2008. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão de Emergências) – Universidade do Vale de Itajaí. São José, 2008.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. **Major hazard control: a practical manual**. 3. ed. Geneva, 1993.

JAGLBAUER, V. **Contribuição à melhora das condições ambientais de trabalho através do aprimoramento da iluminação em galpões e pátios cobertos na indústria mineral**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

JIMENEZ, C. M. A. **Sobretensões devido a uma descarga atmosférica em subestação típica de 500 kV**. 2010. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

KELLER, J. **Instalação de CFTV em Área Classificada**. 2008. Monografia (Graduação em Engenharia de Telecomunicações) – Universidade do Contestado. Canoinhas, 2008.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES. **OHSAS 18.001: Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho.** São Paulo, 2007.

ONO, R. **Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97 – 113, 2007.

PEREIRA, A. G. **Prevenção de incêndios nas edificações e áreas de risco.** Revista Engenharia, São Paulo, n. 593, p. 94 – 99, 2009.

PEREIRA, R. C. **Sistema de monitoramento de descargas atmosféricas implantado no centro de controle da COELCE como ferramenta de apoio às áreas de engenharia, manutenção e operação.** 2010. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010.

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO – Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica nº 03/2004: Terminologia de Segurança contra Incêndio.** São Paulo, 2004.

_____. **Instrução Técnica nº 27/2004: Armazenagem de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis.** São Paulo, 2011.

_____. **Instrução Técnica nº 41/2011: Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão.** São Paulo, 2011.

RANGEL JÚNIOR, E. **Nova filosofia para classificação de áreas: o uso de IEC 60079-10.** Revista Controle e Instrumentação, São Paulo, n. 75, 2002.

RANGEL JÚNIOR, E. **Sinalização para áreas classificadas.** Revista Eletricidade Moderna, São Paulo, n. 405, 2007. p.192.

RIBEIRO, M. A. **Instalações Elétricas em Áreas Classificadas**. 5. ed. Salvador, 2004. Disponível em:
<<http://dc130.4shared.com/doc/w-UHIMmH/preview.html>>. Acesso em: 23 ago. 2011.

SÃO PAULO (ESTADO). **Decreto Estadual nº 46.076**, de 31 de agosto de 2001. Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco para os fins da Lei nº 684, de 30 de setembro de 1975 e estabelece outras providências. São Paulo, 2001.

SCHRAM, P.; BENEDETTI, R.; EARLEY M. W. **Electrical Installations in Hazardous Locations**. 3. ed. Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers, 2009.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Manual de orientação para manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas nas escolas: para-raios**. São Paulo, 2009.

SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SILVA, A. L. O. **Avaliação das instalações elétricas e de instrumentação em um processo de manufatura com etanol**. 2009. Monografia (Especialização em Engenharia de Instrumentação) – Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

SILVA, V. P.; VARGAS, M. R.; ONO, R. **Manual de construção em aço: Prevenção contra incêndio no projeto de arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2010.

SIRENA. **Boletim SIRENA**: Análise de Acidentes de Trabalho, n. 2, 2011. Disponível em:
<www.sinait.org.br/.../notcf8034b471f01a641b37cd73a041ac69.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2012.

SUTTON, I. S. **Offshore Safety Management:** Implementing a SEMS program. 1. ed. Great Britain: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2012.

TELMO, B. **Instalações hidráulicas de combate a incêndio nas edificações.** 3. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2007.

UNIÃO EUROPÉIA. *European Parliament and of the council of European Union.* **Directive 99/92/EC.** Bruxelas, 2000.

VALLE, C. E. **Meio ambiente:** acidentes, lições, soluções. São Paulo: SENAC, 2003.

ANEXOS

Anexo A – Listagem de produtos químicos armazenados nas Baías de Armazenamento

PRODUTO ARMAZENADO	CARACTEÍSTICA	
Acetileno gás AA	2.1	GÁS INFLAMÁVEL
Acetona P.A.	3	LÍQUIDO INFLAMÁVEL
Ácido Clorídrico	8	CORROSIVO
Ácido nítrico P.A.	8	CORROSIVO
Ácido sulfúrico P.A.	8	CORROSIVO
Adesivo para junta de motores	---- ⁴	----
Álcool Comum	3	INFLAMÁVEL
Álcool etílico P.A.	3	INFLAMÁVEL
Aquamicro 5011 D3	3	INFLAMÁVEL
Bicarbonato de sódio P.A.	NC ⁵	NC
Cloreto de Sódio	NC	NC
Cloreto de Sódio para análise de salt spray	----	----
Cola Cascola	3	INFLAMÁVEL
Cola para PVC	3	INFLAMÁVEL
Contatimatic	2.1	GÁS INFLAMÁVEL
Dairoll BMX - 4 (EMULSÃO)	NC	NC
Dairoll H 46 MC	3	INFLAMÁVEL
Dairoll M5	3	INFLAMÁVEL
Dairoll PA-100	NC	NC
Dairoll R10Z	3	INFLAMÁVEL
Desengraxante HT 15 (Verzani)	NC	NC
Ecoform PL 20A	NC	NC
EDTA sal dissódico	NC	NOCIVO
Éter Etílico	3	INFLAMÁVEL

continua

⁴ Características não verificadas pela Empresa A, pois a empresa ainda não analisou a FISPQ do produto químicos.

⁵ Informação não consta na FISPQ do produto químico.

PRODUTO ARMAZENADO	CARACTERÍSTICA	
Etilenoglicol P.A.	NC	NC
Expancit	2.1	GÁS INFLAMÁVEL
Fluido de freios DOT3	NC	NC
Fluido Refrigerante LUDUCT	----	----
Gasolina	3	NOCIVO
GLP	2.1	INFLAMÁVEL
Graxa (preparado lubrificante)	NC	NC
Graxa Litio Bissulfeto molibdênio e grafite	----	----
Graxa LT OO Blue Tribotec	----	----
Graxa LTG- Falk	----	----
Graxa Lubrificante Molykote	NC	NC
Greensave Life 20	NC	NC
GW GEAR SP 220 Óleo Lubrificante	NC	NC
GW MAX 150	NC	NC
GW SUPER SFX -SAE 20W 40	9	DIVERSOS
Heptano	3	INFLAMÁVEL
Hexano	3	INFLAMÁVEL
Hidróxido de amônio P.A.	8	CORROSIVO
Hidróxido de Potássio (solução alcoólica)	8	CORROSIVO
Hidróxido de Sódio (solução)	8	CORROSIVO
Hill 204	NC	NC
Hydro drive HP46	9	DIVERSOS
Hydro drive HP68	9	DIVERSOS
Iodo	6.1	SUBSTÂNCIA TÓXICA
Isopropanol	3	INFLAMÁVEL
Kurifloc PA 329	NC	NC
Kuriflock PN-171	NC	NC
Kurilex L-109	5.1	OXIDANTE
Kurita OXM - 626	8	CORROSIVO
Kurita OXM-604	8	CORROSIVO
Kurizet A-413	8	CORROSIVO
Kurizet A-593	8	CORROSIVO
Kurizet A-653	8	CORROSIVO

continuação

PRODUTO ARMAZENADO	CARACTERÍSTICA	
Kurizet L-107	5.1	OXIDANTE
Kurizet S-112	8	CORROSIVO
Kurizet T - 227	NC	NC
Kurizet T-228	NC	NC
Kurizet T-233	8	CORROSIVO
Lubrax GMA 1 e 2 EP/ Lith EP (BR)	NC	NC
Lubrax Lith EP (BR)	NC	NC
Lubrax MG1 Multi (BR)	NC	NC
Lubrificante Especial	----	----
Manitol P.A.	NC	NC
Metilisobutilcetona	3	INFLAMÁVEL
Nitrato de Prata	5.1	OXIDANTE
Nitrogênio gás	2.2	ASFIXIANTE
Óleo Diesel	3	INFLAMÁVEL
Óleo Hidráulico Eureka 10	NC	NC
Óleo Hidráulico para Freio	----	----
Óleo Hidráulico Ultra coolant	----	----
Óleo Lubrificante 150 PS	----	----
Óleo Lubrificante ISSO VG 320	----	----
Óleo Lubrificante Vactra-4 Renep	----	----
Óleo Mineral	NC	NC
Óleo Protetivo Parco Prot 167	3	INFLAMÁVEL
Oxigênio	2.2	ASFIXIANTE
Padrão de Condutividade	NC	NC
Pasta Mineral Antiengripante com MOS2	NC	NC
Permanganato de potássio	5.1	OXIDANTE
Persulfato de amônio P.A.	5.1	OXIDANTE
Produto para Limpeza de Motor	----	----
Querosene	3	INFLAMÁVEL
Renolin B 40	NC	NC
Renolin Compound 106	NC	NC
Renolin MR 15	NC	NC
Renolin MR 20	NC	NC

continuação

PRODUTO ARMAZENADO	CARACTERÍSTICA	
Solução Clorídrica	8	CORROSIVO
Solução de EDTA 0,1 M	NC	NC
Solução Tampão pH 4,0	NC	NC
Solução Tampão pH 7,0	NC	NC
Spray limpa contato Contamatic	----	----
Spray penetrante VR 55	----	----
Spray removedor	----	----
Spray revelador D 70	----	----
Sulfato de sódio	NC	NC
Thiner	3	INFLAMÁVEL
Tinta para traçagem azul	3	INFLAMÁVEL
Tintas Geral	3	INFLAMÁVEL
Tolueno	3	INFLAMÁVEL
Towerclean OSR	NC	NC
Towerclean OSSR	8	CORROSIVO
Towerclean S-252	8	CORROSIVO
Turfa (material absorvente orgânico)	NC	NC
Vaselina	NC	NC
Vedador de borda para Fita	3	INFLAMÁVEL
WD 40 Aerosol	3	INFLAMÁVEL
WD 40 liquido	3	INFLAMÁVEL
Pasta de Silicone	----	----

conclusão

Fonte: informações fornecidas pela Empresa A

Anexo B – Tabela de Incompatibilidade de Produtos Químicos

CLASSE DE RISCO	LÍQUIDO INFLAMÁVEL	SÓLIDO INFLAMÁVEL	COMBUSTÃO ESPONTÂNEA	PERIGOSO QUANDO MOLHADO	OXIDANTE	PERÓXIDO ORGÂNICO	TÓXICO	CORROSIVO: ÁCIDOS	CORROSIVO: BASES (ÁLCALIS)	SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS DIVERSAS
LÍQUIDO INFLAMÁVEL	C	I	I	I	I	I	D	C	C	C
SÓLIDO INFLAMÁVEL	I	B	B	B	I	I	B ou D	I	I	B
COMBUSTÃO ESPONTÂNEA	I	B	C	C	I	I	D	I	I	C
PERIGOSO QUANDO MOLHADO	I	B	C	C	I	I	D	I	I	C
OXIDANTE	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I
PERÓXIDO ORGÂNICO	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I
TÓXICO	D	B ou D	D	D	I	I	C	D	D	C
CORROSIVO: ÁCIDOS	C	I	I	I	I	I	D	C	I	C
CORROSIVO: BASES (ÁLCALIS)	C	I	I	I	I	I	D	I	C	C
SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS DIVERSAS	C	B	C	C	I	I	C	C	C	C

Legenda:

I

Incompatível

C

Compatível

B

Incompatível apenas para os produtos Sólidos Inflamáveis com os seguintes números da ONU (3221, 3222, 3231 e 3232)

D

Incompatível apenas para os produtos Tóxicos do grupo de embalagem I

Fonte: adaptado de ABNT NBR 14.619