

ANA MARIA SAITTA MEHLER

**LEVANTAMENTO DOS RISCOS E PREVENÇÃO CONTRA
INCÊNDIO EM EDIFICAÇÃO INDUSTRIAL DE PEQUENO PORTE**

**São Paulo
2011**

ANA MARIA SAITTA MEHLER

**LEVANTAMENTO DOS RISCOS E PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO
EM EDIFICAÇÃO INDUSTRIAL DE PEQUENO PORTE**

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

**São Paulo
2011**

FICHA CATALOGRÁFICA

Mehler, Ana Maria Saitta

**Levantamento de riscos e prevenção contra incêndio em
edificação industrial de pequeno porte / A.M.S. Mehler.**

-- São Paulo, 2011.-

67 p.

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

**1. Segurança do trabalho 2. Incêndio (Proteção) I. Universi-
dade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação
Continuada em Engenharia II. t.**

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu marido (*in memoriam*),
sendo-lhe eternamente grata por sua compreensão e
paciência pelos dois anos em que me dediquei ao curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força recebida, através dos amigos para que eu pudesse chegar ao final, agradeço a Maria Renata Machado Stellin, por todo seu apoio, orientação e amizade, transmitindo-me constante estímulo e confiança.

Ao meu filho Ricardo por confiar e me apoiar para que eu completasse o curso que sempre me foi tão importante. Agradeço também a todos que de alguma forma contribuíram para a execução desse trabalho.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é um apanhado geral sobre as várias faces que o fogo pode assumir, quando não se prevê situações de risco que podem surgir dentro de um contexto produtivo. O estudo visa o diagnóstico da situação atual de risco e prevenção de incêndio em uma empresa do ramo eletro-eletrônico, apresentando-se propostas para uma situação mais segura, onde estão envolvidos aspectos de segurança da edificação, dos produtos químicos utilizados no processo produtivo, na conscientização e no treinamento das pessoas. A justificativa para o tema baseia-se que mesmo sendo uma empresa de pequeno porte, a relevância e os cuidados devem ser os mesmos que uma grande empresa possui, e que o efetivo controle dos riscos de incêndio, preserva vidas, empregos, bens materiais e o meio ambiente. Para atingir o objetivo desejado, foram feitas pesquisas em livros e informes técnicos da área, depois algumas visitas e fotos foram feitas, onde várias dúvidas foram esclarecidas a respeito dos diversos departamentos, do fluxograma do processo, dos riscos dos produtos utilizados e suas incompatibilidades. Para dar continuidade ao trabalho, foram necessárias mais pesquisas envolvendo normas técnicas e a legislação vigente. O resultado desse trabalho, foi a possibilidade de uma visão clara dos riscos de incêndio que a empresa representava naquele momento em foi feito o fechamento do diagnóstico. Após a fase de diagnóstico foram feitas propostas para solucionar os problemas encontrados, naquele momento, porque a empresa é um organismo vivo, e como tal, está em constante mudança. Ao término do trabalho concluiu-se que muito tinha que ser feito em termos de prevenção de incêndio, tais como, armazenamento e utilização adequada de produtos químicos, separação dos riscos visando a redução da possibilidade de fogo generalizado, fazer uma revisão geral na parte elétrica, incluindo a instalação de SPDA, entre outros itens necessários, possibilitando com isso maior segurança.

Palavras chave: indústria, incêndio, riscos, controle e prevenção.

ABSTRACT

The goal of this work is to give an overview about the several faces that the fire can assume when we do not anticipate risk situations that can arise within a production context. Even if the focus is a small business, relevance and care must be the same. The effective control of fire risks, preserve lives, jobs, possessions and the environment. The study aims at diagnosing the current situation of risk and prevention of fire, in a small business of electronic industry, presenting proposals for a safer situation, where building safety aspects are involved, chemical products used in the production process, awareness raising and training of the people. The rationale for the theme is based on even being a small business, the importance and care must be the same as a large company has, and that effective control of fire risks, preserve lives, jobs, goods and materials environment. To achieve the desired goal, research was done in books and technical reports from the area after a few visits and photos were taken, where several questions were informed about the various departments, the flowchart of the process, the risks of the products used and their incompatibility, to continue the work, we need more research involving technical standards and current legislation. The result of this work, the possibility of a clear view of fire risk that the company stood at that time was made in closing the diagnosis. After the diagnostic phase were proposed to solve the problems at that time because the company is a living organism, and as such is constantly changing. Upon completion of the work concluded that much had to be done in terms of fire prevention, such as proper use and storage of chemicals, separation of risks in order to reduce the possibility of widespread fire, do a general review on the electric including the installation of lightning protection systems, among other necessary items, allowing it greater safety. Keywords: industry, fire hazards, control and prevention. Keywords: industry, fire, risk, control and prevention.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Departamentos do pavimento térreo	26
Figura 2 – Departamentos do jirau e mezanino	27
Figura 3 - Sala de documentação e plotagem	29
Figura 4 - Arquivo da documentação	30
Figura 5 - Teste elétrico	31
Figura 6 - Furação CNC	32
Figura 7 - Guilhotina para corte das chapas laminadas e material auxiliar	33
Figura 8 - Cozinha.....	35
Figura 9 - Refeitório.....	35
Figura 10 - Prensa do Multicamadas com cilindro de óleo térmico	37
Figura 11 - Linha de douração	39
Figura 12 - Linha de revelação, utilizada após laminação e exposição do filme.....	40
Figura 13 - Sala de impressão serigráfica.....	41
Figura 14 - Linha galvânica parcial.....	43
Figura 15 - Máquina de deposição de cobre	44
Figura 16 - Bombonas de produtos químicos corrosivos	45
Figura 17 - Laboratório químico	46
Figura 18 - Prédio geminado ao atual, para futura ampliação da área instalada da empresa.....	47
Figura 19 - Botijão de gás 13 Kg armazenado em local impróprio.....	51
Figura 20 - Botijão de gás utilizado de maneira imprópria, no interior do edifício	51
Figura 21 - Visualização próxima e a distância do acúmulo de pó sobre a cobertura dos setores	53

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo	11
1.2	Justificativa	12
2.	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	Características Gerais Sobre o Fogo	13
2.2	Combustão.....	13
2.3	Pirólise	13
2.4	Explosões	14
2.5	Transferência de calor	15
2.6	Condução ou contato.....	15
2.7	Convecção	15
2.8	Radiação térmica ou irradiação	15
2.9	Riscos e cuidados com líquidos inflamáveis e combustíveis	16
2.9.1.	Inflamáveis e combustíveis	16
2.9.2.	Classificação NR-20	17
2.10	Outros produtos que apresentam risco de incêndio	18
2.11	Fatores que influenciam um incêndio	18
2.12	Instalações elétricas como parte da segurança contra incêndios.....	19
2.13	Medidas de proteção e segurança contra incêndio	21
2.13.1.	Medidas de proteção passiva	21
2.13.2.	Medidas de proteção ativa.....	22
2.13.3.	Brigada de incêndio	22
2.14	Classificação da Edificação	23
2.14.1.	Quanto à ocupação	23
2.14.2.	Quanto à altura	23
2.14.3.	Quanto à área.....	23
2.14.4.	Quanto à carga de incêndio.....	24
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1	Estudo de caso	25
3.2	Departamentos estudados.....	25
3.3	Departamentos com baixo risco de incêndio	27
3.3.1.	Administração	27

3.3.2.	Documentação e plotagem	28
3.3.3.	Arquivo morto da documentação	30
3.3.4.	Controle de Qualidade	30
3.3.5.	Furação.....	32
3.3.6.	Corte e estoque de chapas.....	33
3.3.7.	Expedição	34
3.3.8.	Vestiários feminino e masculino	34
3.3.9.	Refeitório, copa e cozinha	35
3.3.10.	ETE	36
3.4	Departamentos com maior risco de incêndio.....	37
3.4.1.	Multicamada (prensagem)	37
3.4.2.	Politriz e vinco.....	38
3.4.3.	Douração	38
3.4.4.	Fotoresiste	39
3.4.5.	Serigrafia	40
3.4.6.	Galvanoplastia	42
3.4.7.	Laboratório químico	45
3.4.8.	Oficina.....	46
3.5	A Edificação	47
3.5.1.	Área dos prédios e tipo da edificação.....	47
3.5.2.	Classificação do prédio.....	48
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
4.1	Riscos de início e propagação de fogo, detectados na edificação	49
4.2	Sistema de proteção ao fogo existente.....	49
4.3	Armazenamento de produtos químicos	50
4.4	propostas	50
5.	CONCLUSÃO.....	54
	Referências	56

1. INTRODUÇÃO

Para uma ação efetiva de controle sobre a prevenção do fogo em uma indústria, seja ela de pequeno porte ou não, faz-se necessário o conhecimento físico e químico do fogo, seu comportamento sobre os materiais que compõem a estrutura e acabamento da edificação, e ainda o conhecimento dos riscos que envolvem os produtos utilizados nos diferentes processos que transformam a matéria-prima em produto acabado.

Outros aspectos de prevenção que também merecem cuidados especiais são: a energia elétrica, estática, descargas atmosféricas, armazenagem adequada de inflamáveis e combustíveis, manutenção regular de máquinas / equipamentos, manutenção predial e dos sistemas de prevenção contra incêndio.

Deve-se observar o treinamento dos colaboradores envolvidos em situações que podem provocar incêndios, por motivo de desconhecimento de determinados riscos, ou ainda por excesso de confiança devido a larga experiência e tempo que o trabalhador exerce determinada função. O treinamento para formação e manutenção de brigada de incêndio é um item de extrema importância para a prevenção de incêndios.

Também é importante o conhecimento sobre a aplicação da Legislação e das Normas Técnicas que discorrem sobre a prevenção de incêndios, e a correta aplicação dos materiais e técnicas sobre a proteção passiva e ativa disponíveis no mercado atual, dessa forma auxiliando na importante missão de manter as indústrias protegidas contra os riscos de fogo a que estão submetidas diariamente.

1.1 OBJETIVO

Pretende-se dar uma visão geral sobre a importância do tema “Prevenção de Incêndio na Indústria” baseada nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e na legislação do Estado de São Paulo (46.076/01). Em especial, focando a empresa de pequeno porte.

1.2 JUSTIFICATIVA

Procurar entender o papel das pequenas empresas no cenário industrial, trazendo à tona as dificuldades que as mesmas enfrentam, para ao mesmo tempo ser competitiva, sem perder a consciência do seu papel prevencionista.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS SOBRE O FOGO

Para se obter um melhor entendimento sobre os riscos que envolvem a inter-relação entre os diversos fatores que compõem uma determinada situação propícia a um incêndio, torna-se necessário pelo menos, uma visão básica sobre as características do fogo, suas causas e efeitos. Podemos lembrar algumas características sobre o fogo, e o que ele pode produzir quando está fora de controle.

2.2 COMBUSTÃO

Interpretando o texto de (Brentano, 2007), para que haja a ocorrência do fogo é necessário que em determinado momento e circunstância tenhamos juntos os três elementos essenciais do triângulo de fogo (combustível, comburente e fonte de calor). Com a transferência de calor através do material, o fogo se propaga ocorrendo a reação química em cadeia (combustão), o que torna a queima autossustentável, completando assim o quadrado do fogo (combustível, comburente, fonte de calor e reação química em cadeia).

Os produtos resultantes da combustão podem ser os mais variáveis, dependendo dos materiais envolvidos no processo de queima, gerando: vapores, fumaça e gases tóxicos (monóxido de carbono, dióxido de carbono, amônia, gás sulfídrico, gás cianídrico, gás clorídrico, óxidos de nitrogênio, entre outros).

2.3 PIRÓLISE

Pirólise é a transformação química com decomposição térmica do material sólido combustível sem formação de chamas:

- com temperatura de 200º C - produção de vapor d'água, dióxido de carbono e ácidos acético e fórmico;
- de 200º C a 280º C – ausência de vapor d'água, pouca quantidade de monóxido de carbono, reação ainda absorve calor;

- de 280º C a 500º C – a reação passa a liberar calor, gases inflamáveis e partículas, carbonização dos materiais;
- acima de 500º C – os combustíveis sólidos são decompostos , quimicamente com maior velocidade.

2.4 EXPLOSÕES

Segundo (Brentano, 2007), a explosão é o alívio instantâneo de gases em alta pressão com a consequente dissipação de energia na forma de ondas de choque. É um fenômeno que pode ocorrer por processo físico, físico-químico ou reação química. Vários são os fenômenos de reações químicas que provocam liberação de muito fogo e calor, como os descritos abaixo:

- *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* (BLEVE) – explosão de gás ou vapor em expansão proveniente de um líquido ou gás liquefeito inflamável, confinado num tanque acima de seu ponto de ebulação à pressão atmosférica normal que, vazando expande-se rapidamente, formando uma nuvem que, encontrando uma fonte de calor entra em ignição e gera uma bola de fogo, com intensa radiação de calor;
- *Backdraft* – explosão química devida à combustão incompleta em decorrência de pouca ventilação do ambiente, gerando densa fumaça escura com produtos parciais em combustão e partículas de carbono ainda não queimadas e acúmulo de gases inflamáveis sob alta pressão e temperatura, que recebendo oxigenação através de alguma abertura, produzirão deflagração instantânea com chamas intensas e ondas de choque em todas as direções;
- *Flashover* – inflamação generalizada de propagação rápida que devido à capa de gás aquecido que se forma junto ao teto durante a fase de crescimento do fogo, irradia calor para os materiais combustíveis localizados longe da origem do fogo, aquecendo-os e produzindo a pirólise e ignição dos gases, deixando toda a área envolvida em chamas simultaneamente.

2.5 TRANSFERÊNCIA DE CALOR

A transferência de calor em um incêndio pode ocorrer de três formas: por condução ou contato, por convecção, por radiação térmica ou irradiação.

2.6 CONDUÇÃO OU CONTATO

Transferência de calor de molécula a molécula, pela vibração mais vigorosa. As moléculas se chocam com as vizinhas, transferindo assim a energia térmica através do material sólido.

A transferência de calor nas edificações em caso de incêndio dá-se através do contato direto das labaredas com os demais ambientes do mesmo pavimento, ou no piso superior, ou ainda com os prédios vizinhos, passando pelas janelas, cobertura das edificações ou ainda pelas aberturas internas (*shafts*).

Uma outra de forma de transferência de fogo é a condução do calor através do meio físico aquecido pelas chamas, tais como paredes e lajes, provocando início de fogo em espaços que estavam separados do local do incêndio.

2.7 CONVEÇÃO

Transferência de calor e fogo pelo movimento ascendente de massas de gases, ar, vapores, fumaça, devido à expansão dos mesmos provocando movimento circulante de baixo para cima, levando o calor e o fogo para as camadas mais altas.

Nesses casos, caso haja vento, ele pode acelerar a combustão (oxigenação), transportando fagulhas que podem ocasionar novos princípios de incêndios próximos ao local.

2.8 RADIAÇÃO TÉRMICA OU IRRADIAÇÃO

Transmissão de calor por ondas de energia térmica (raios infravermelhos), gerados por um corpo aquecido.

2.9 RISCOS E CUIDADOS COM LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS

Os líquidos são classificados de acordo com suas características de evaporação como inflamáveis e combustíveis. Através dessas características pode-se determinar o Ponto de Fulgor (*Flash Point*), o Ponto de Combustão e os cuidados que devem ser dispensados a cada respectiva categoria. A definição e classificação de cada um são dadas pelas Normas NR 20 (Líquidos Combustíveis e Inflamáveis), NBR 7505 (Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis), NFPA 30 (*Flammable and Combustible Liquids Code*) .

2.9.1. Inflamáveis e combustíveis

Segundo (Jordão, 2002), quando a temperatura ambiente é suficientemente alta, o líquido desenvolve uma grande quantidade de vapores por evaporação, que é capaz de formar uma mistura inflamável acima da superfície do líquido. Essa temperatura de ignição é chamada de Ponto de Fulgor, que é a menor temperatura na qual um líquido libera vapor em quantidade tal que torne a mistura inflamável, porém, insuficiente para que a combustão se mantenha.

Durante o processo de evaporação de um líquido inflamável, a concentração acima de sua superfície passa por diferentes níveis de concentração. Quando a concentração da mistura é baixa, ela ainda não é inflamável, e é chamada de Mistura Pobre. Sob certas condições, com a mínima concentração dessa mistura, e com a temperatura atingindo o Ponto de Fulgor os vapores se inflamam, determinando o chamado “Limite Inferior de Inflamabilidade”, e a temperatura associada a essa situação chamada de “Ponto Inferior de Inflamabilidade”.

Ainda segundo (Jordão, 2002), se a concentração continuar se elevando pelo acréscimo da temperatura, a alta porcentagem de gases e vapores em relação à baixa quantidade de oxigênio, caso haja uma eventual ignição, a chama não consegue se propagar pelo meio. Essa concentração é chamada de Mistura Rica e determina o “Limite Superior de Inflamabilidade”, e a temperatura a ela associada é o “Ponto Superior de Inflamabilidade”.

Entre os dois limites, “Limite Inferior de Inflamabilidade” e “Limite Superior de Inflamabilidade”, está a “Faixa de Inflamabilidade”, que geralmente é expressa em 20º C e à pressão de 1 bar. As substâncias que possuem faixa ampla de inflamabilidade, são as que apresentam maior risco, devido ao maior tempo que permanecem com a mistura inflamável.

2.9.2. Classificação NR-20

A NR-20 que trata da disposição, armazenamento e cuidados referentes aos combustíveis líquidos e inflamáveis, classifica-os como:

- Líquidos inflamáveis - fica definido "líquido inflamável" como todo aquele que possua ponto de fulgor inferior a 70ºC (setenta graus centígrados) e pressão de vapor que não exceda 2,8 kg/cm² absoluta a 37,7ºC. Quando o líquido inflamável tem o ponto de fulgor abaixo de 37,7ºC, ele se classifica como líquido combustível de classe I;
- Quando o líquido inflamável tem o ponto de fulgor superior a 37,7ºC e inferior a 70ºC, ele se classifica como líquido combustível da classe II;
- Líquidos combustíveis - fica definido "líquido combustível" como todo aquele que possua ponto de fulgor igual ou superior a 70ºC (setenta graus centígrados) e inferior a 93,3ºC (noventa e três graus e três décimos de graus centígrados). O líquido combustível definido neste item é considerado líquido combustível da Classe III.

2.10 OUTROS PRODUTOS QUE APRESENTAM RISCO DE INCÊNDIO

Além dos vapores e gases dos líquidos inflamáveis e combustíveis, outros produtos podem gerar calor e provocar incêndios, tais como: sólidos inflamáveis, plásticos e filmes, agentes oxidantes, alguns ácidos e corrosivos.

De acordo com (Oliveira, 1975), os incêndios em materiais inflamáveis diferem em relação aos sólidos, líquidos e gases. Os incêndios em sólidos propagam-se vagarosamente, os incêndios em líquidos são relativamente rápidos, enquanto que os incêndios em gases, vapores e pós têm propagação tão rápida que geralmente parecem explosões.

Ainda conforme (Oliveira, 1975), os agentes oxidantes também fornecem um alto risco para incêndios e explosões, quando armazenados junto com líquidos de baixo ponto de fulgor, ou ainda com materiais levemente inflamáveis. O risco ocorre porque os agentes oxidantes são fontes de oxigênio, um dos componentes necessários ao incêndio, sendo que, alguns desses oxidantes necessitam de uma fonte de calor antes de libertarem quantidade excessiva de oxigênio, outros liberam oxigênio suficiente para uma ignição mesmo à temperatura ambiente. Alguns oxidantes: oxigênio puro, ácido nítrico, peróxidos, clorados, percloratos, outros.

Continuando a exposição de (Oliveira, 1975), outra situação que não pode ser esquecida é que produtos químicos combustíveis, em contato com o calor, farão com que se incendeiem, aumentando os fumos, e pequenas explosões poderão espalhar nuvens de poeiras inflamáveis que, por sua vez, poderão causar explosões maiores do que aquela original.

2.11 FATORES QUE INFLUENCIAM UM INCÊNDIO

De acordo com (Seito, 2008), os incêndios são sempre diferentes, e são vários os fatores que contribuem para seu inicio e desenvolvimento, conforme descrito abaixo:

- forma geométrica e dimensões da sala ou local;

- superfície específica dos materiais combustíveis envolvidos;
- distribuição dos materiais combustíveis no local;
- quantidade de material combustível incorporado ou temporário;
- características de queima dos materiais envolvidos;
- local do início do incêndio no ambiente;
- condições climáticas (temperatura e umidade relativa);
- aberturas de ventilação do ambiente;
- aberturas entre ambientes para a propagação do incêndio;
- projeto arquitetônico do ambiente e ou edifício;
- medidas de prevenção de incêndio existentes;
- medidas de proteção contra incêndio instaladas.

Ainda conforme (Seito, 2008), o incêndio tem início em sua maioria, bem pequeno. O crescimento dependerá do primeiro item ignizado, das características do comportamento ao fogo dos materiais na proximidade do foco do incêndio e de sua distribuição no ambiente. Na primeira fase, o pequeno foco tem crescimento lento de 5 a 25 minutos, até a ignição, quando se inicia a segunda fase caracterizada pelas chamas que crescem aquecendo o ambiente. Quando a temperatura atinge 600º C, todo o ambiente é tomado por gases e vapores combustíveis derivados da pirólise dos combustíveis sólidos. Caso haja líquidos combustíveis, seus vapores contribuirão para a inflamação generalizada (*flashover*), com grandes labaredas. Na terceira fase acontece a diminuição gradual da temperatura do ambiente e das chamas.

2.12 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS COMO PARTE DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

A perfeita adequação às Normas de Segurança em Eletricidade tem estreita ligação com a prevenção sobre os riscos de incêndio em uma indústria, principalmente em uma planta que tenha maquinário com elevado consumo de energia e produtos químicos que são utilizados em diversos setores da empresa. No caso de consumo de energia superior a 75 KW, a entrada dá-se em alta tensão ligada à cabine

primária de medição, seguindo as instruções da NBR 14039 (Instalações Elétricas de Média Tensão de 1 KV a 36,2 KV).

Cuidados necessários para se evitar riscos de fogo provenientes de sobrecarga elétrica, curto-circuito e energia estática:

- Operar com a rede elétrica bem dimensionada, evitando sobrecargas e aquecimento do sistema (carga instalada e demanda);
- Manter toda a fiação organizada dentro das Normas Específicas, em eletrodutos, dutos, calhas ou canaletas (condutos fechados ou abertos), bandejas ou leito de cabos (condutos abertos), molduras, rodapés e alizares;
- Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - SPDA (pararaios), de acordo com as Normas atualizadas;
- Manter sempre aterrados máquinas e equipamentos em barramento adequado às Normas de Segurança Elétrica;
- Observar se existem fios desencapados que possam provocar curtos-circuitos;
- Identificar todas as tomadas evitando que se conectem à máquinas e equipamentos erroneamente;
- Inspecionar periodicamente os sistemas de ventilação e os filtros de admissão de ar dos aparelhos, evitando superaquecimento;
- Efetuar manutenção periódica nos sistemas, máquinas e equipamentos observando a NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade);
- Não manusear produtos corrosivos ou voláteis próximos aos instrumentos eletrônicos.

2.13 MEDIDAS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

As medidas de proteção e prevenção ao fogo, mais do que cumprir legislação e Normas Técnicas, são uma obrigação moral e responsável em relação às pessoas que irão ocupar os ambientes, seja para com a população que trabalha no local ou para com a população flutuante. As medidas de proteção englobam uma série de atitudes e instalações prediais, inclusive a proteção passiva e ativa incorporadas na edificação.

2.13.1. Medidas de proteção passiva

As medidas de proteção passiva ou preventiva constituem itens de extrema importância quando se fala de prevenção dos riscos de início e propagação de incêndio. Essas medidas são tomadas quando se elabora o projeto arquitetônico e são incorporadas ao sistema construtivo, reagindo e evitando que o foco de incêndio se propague.

Quando acontece um início de incêndio, o objetivo da proteção passiva é minimizar ou conter o alastramento do fogo nos recintos mais próximos do local em chamas, evitando o risco de incêndio em toda a edificação. A seguir, alguns exemplos de proteção passiva:

- afastamento entre edificações;
- segurança estrutural do edifício;
- compartimentação horizontal e vertical;
- revestimentos e acabamentos da edificação com materiais de difícil propagação de fogo, inclusive utilização de materiais retardantes à chamas (pintura intumescente para proteção de estruturas metálicas e proteção de cabeamento, manta e massa fibro-cerâmica para fechamento de *shafts*, etc.);
- sistema de proteção de descargas atmosféricas;
- saídas de emergência, rota de fuga e sinalização;
- acesso de viatura próxima da edificação.

2.13.2. Medidas de proteção ativa

As medidas de proteção ativa de combate ao fogo são aquelas que entram em ação quando acionadas automaticamente ou manualmente, e que junto com a proteção passiva tornam os sistemas mais eficazes. São exemplos de proteção ativa:

- iluminação de emergência;
- detecção e alarme de incêndio;
- extintores de incêndio;
- hidrantes e mangotinhos;
- sprinklers;
- sistema de controle de fumaça;
- sistema fixo de gases limpos.

2.13.3. Brigada de incêndio

Considerada como proteção preventiva e ativa contra incêndio, a brigada tem como função, ações de prevenção e ações de emergência, conforme itens 5.5.1 e 5.5.2 da Instrução Técnica 17/2004 do Corpo de Bombeiros de São Paulo.

Ações de prevenção:

- avaliação dos riscos existentes;
- inspeção geral dos equipamentos de combate a incêndio;
- inspeção geral das rotas de fuga;
- elaboração de relatório das irregularidades encontradas;
- encaminhamento do relatório aos setores competentes;
- orientação à população fixa e flutuante;
- exercícios simulados.

Ações de emergência:

- identificação da situação;
- alarme/abandono de área;
- acionamento do Corpo de Bombeiros e/ou ajuda externa;

- corte de energia;
- primeiros socorros;
- combate ao princípio de incêndio;
- recepção e orientação ao Corpo de Bombeiros;
- preenchimento do formulário de registro de trabalho dos bombeiros;
- encaminhamento do formulário ao Corpo de Bombeiros para atualização de dados estatísticos.

2.14 CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A classificação da edificação de acordo com Decreto Estadual 46.076/2001-SP é feita quanto à sua ocupação, altura, área e carga incêndio.

2.14.1. Quanto à ocupação

De acordo com essa classificação calcula-se a população fixa e circulante que a edificação comporta, definindo os espaços, as necessidades e larguras mínimas de saídas de emergência.

2.14.2. Quanto à altura

Dependendo a altura da edificação, as exigências quanto às medidas, os equipamentos de prevenção ao fogo e rota de fuga diferem.

2.14.3. Quanto à área

As edificações são divididas em dois grupos, segundo o Decreto Estadual 46.076/2001 e a NBR 9.077/2001 (Saída de Emergência em Edifícios), as com área inferior ou igual a 750m² ou com área superior a 750 m². Também existem divergências em relação ao cálculo das áreas, se levarmos em consideração outras normas ou legislações nos diferentes Estados da Federação.

2.14.4. Quanto à carga de incêndio

A carga térmica ou carga de fogo é a soma das energias caloríficas liberadas num incêndio, pela combustão completa dos materiais combustíveis que compõem o espaço, inclusive revestimentos de paredes, divisórias, pisos e tetos. De acordo com o Decreto Estadual 46.076/2001 e a NBR 14.276/2006 (Programa de Brigada de Incêndio), a carga pode ser classificada em risco Baixo, Médio e Alto.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ESTUDO DE CASO

Realizado em uma empresa de pequeno porte, fabricante de produtos eletro-eletrônicos, localizada no Estado de São Paulo, com quarenta e sete funcionários, composta por diversos departamentos, uns com pouco risco de incêndio, outros com um risco maior, devido a utilização de produtos químicos (inflamáveis, corrosivos e oxidantes).

Fez-se uma análise da planta, listando os riscos de incêndio detectados nas instalações elétricas, nos processos, na utilização das máquinas, nos equipamentos e ações de prevenção e combate ao fogo, saídas e luz de emergência, distribuição dos espaços, compartimentação horizontal/vertical, entre outros itens.

Montou-se um fluxograma do processo produtivo e uma listagem completa dos produtos químicos utilizados nos diversos processos, fazendo uma análise em relação aos riscos individuais de cada produto, e também dos riscos de fogo que eles poderiam apresentar se reagissem quando em contato uns com os outros. Utilizou-se para esse levantamento, as FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos) de cada produto.

Os produtos inflamáveis representam poucos itens e em pouca quantidade, o que pode ocorrer é o risco de reação química na estocagem e utilização entre esses produtos inflamáveis e os oxidantes existentes. Há também um grande número de itens de produtos corrosivos no processo, que são utilizados em alguns dos setores da empresa.

3.2 DEPARTAMENTOS ESTUDADOS

A separação dos departamentos a seguir, não obedece à distribuição física dos setores no interior da planta, foi feita somente para facilitar o descritivo dos produtos

químicos nos setores que os utilizam, dividindo-os em baixo risco, e setores com risco um pouco maior de incêndio.

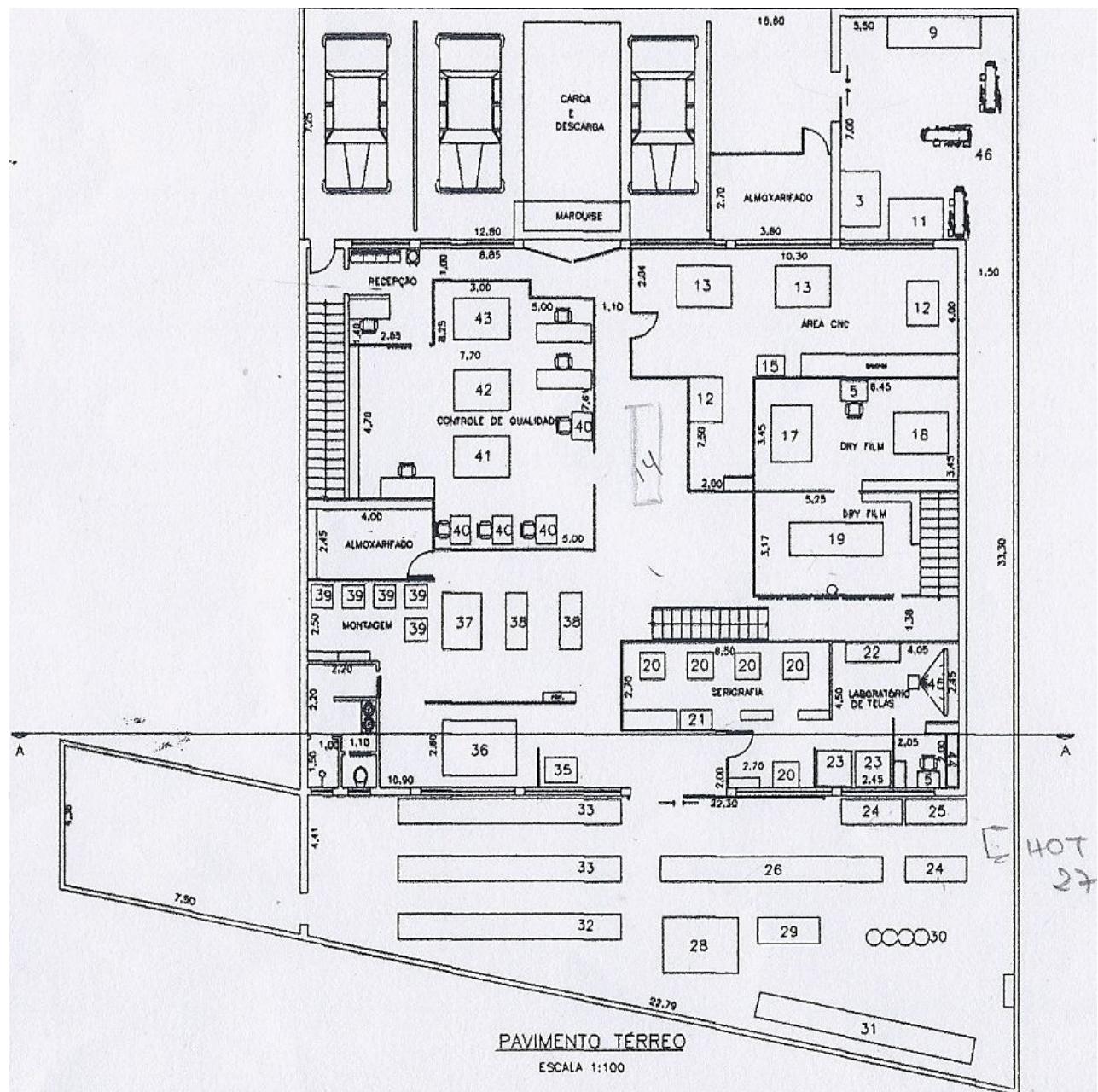


Figura 1 - Departamentos do pavimento térreo
Fonte – arquivo pessoal

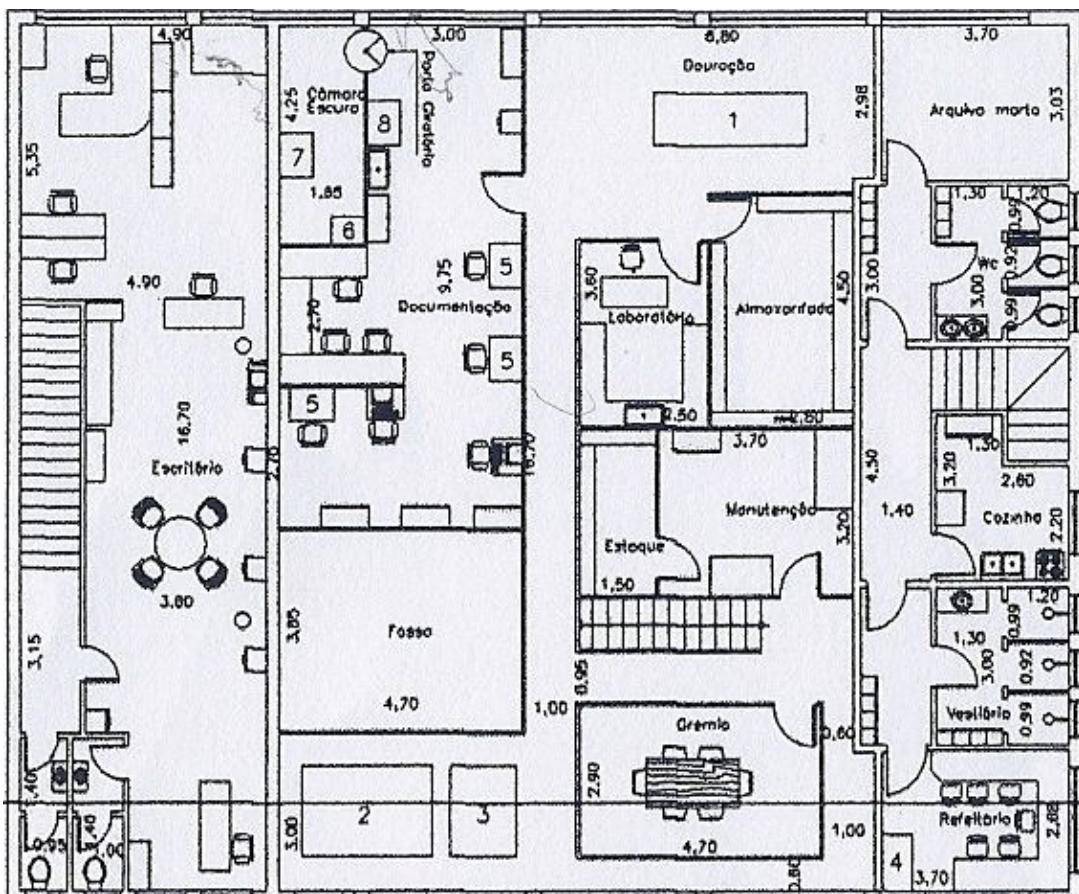


Figura 2 – Departamentos do jirau e mezanino
Fonte – arquivo pessoal

3.3 DEPARTAMENTOS COM BAIXO RISCO DE INCÊNDIO

Estamos considerando os departamentos que não utilizam produtos inflamáveis, oxidantes, e corrosivos, em seus processos produtivos ou como material auxiliar. No entanto, ressaltamos que, a proximidade entre os setores com baixo e alto riscos de incêndio, devido à falta de espaço, acaba igualando os perigos existentes entre todos os departamentos.

3.3.1. Administração

Na administração encontram-se os departamentos: pessoal, vendas, compras, contas a pagar, contas a receber e gerência. Ocupação - seis pessoas com assento fixo, mais três flutuantes.

- Tipo de construção - sala, com área de 40m², localizada no primeiro pavimento, piso laje com revestimento cerâmico, paredes laterais em alvenaria, teto em laje, janelas de armação metálica e vidro, ventilação natural e artificial (ar condicionado), iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios - mesas em madeira, cadeiras estofadas, armários em madeira, arquivos metálicos, micro computadores, impressora, fax, telefones, máquina de calcular, máquina de escrever, copiadora de papel, utensílios para escritório;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – não;
- Fiação embutida em canaletas - a maior parte sim;
- Equipamento de proteção ao fogo – dois extintores de incêndio (AP 10 litros/ CO2 6 kg);
- Saída de emergência – não há nesta área, somente a escada de uso freqüente.

3.3.2. Documentação e plotagem

Recebe a documentação via meio eletrônico, analisa o conteúdo, prepara a ordem de produção identificando as necessidades para a confecção do circuito. No sistema CAD/CAM geram-se os arquivos eletrônicos e através de plotagem os filmes originais (prata), que passam por um processo de revelação e depois fixação, permanecendo no arquivo da empresa. Outro conjunto de filmes (diao), após plotagem, passam por outro tipo de revelação e acompanham as placas durante todo o processo produtivo. Ocupação - quatro pessoas.



Figura 3 - Sala de documentação e plotagem
Fonte: arquivo pessoal

- Tipo de construção - sala, com área de 24m², mezanino em estrutura e piso metálicos, paredes laterais em divisórias de madeira, teto em estrutura metálica revestida com isopor, ventilação natural e artificial (ar condicionado), iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios - máquina Reveladora Multiline, mesa de luz , arquivo metálico, câmara escura, micro computador, telefone;
- Produtos utilizados no local - Diazo (filme de poliéster) / Revelador do diazo hidróxido de amônio (amoníaco) / Filme prata / Revelador / Fixador;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – não;
- Fiação embutida em canaletas - a maior parte sim;
- Equipamento de proteção ao fogo – dois extintores de incêndio (AP 10 litros / PQS 4 kg);
- Saída de emergência – não há nesta área.

3.3.3. Arquivo morto da documentação

Arquiva-se a documentação ou fotolitos (filme prata), caso seja necessário repetir o pedido de uma mesma placa de um determinado cliente. Ocupação – ninguém fica no local – arquivo de fotolitos embalados em envelopes de papel.



Figura 4 - Arquivo da documentação
Fonte: arquivo pessoal

- Tipo de construção - sala, área 10 m², mezanino, piso metálico, paredes laterais em divisórias de madeira, teto com revestimento em lã de vidro, iluminação artificial;
- Máquinas e Utensílios - armários e prateleiras;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – não;
- Equipamento de proteção ao fogo – não tem extintor no local, solicitado aquisição de um extintor (AP 10L);
- Saída de emergência – não há nesta área.

3.3.4. Controle de Qualidade

Faz-se inspeção visual e ótica de qualidade em diversas etapas do processo, e teste elétrico nos circuitos. Ocupação - sete pessoas.



Figura 5 - Teste elétrico
Fonte: arquivo pessoal

- Tipo de construção – sala com área de 30m², localizada no térreo, piso em concreto, paredes laterais em divisórias de madeira, teto em laje com forração em isopor, ventilação natural e artificial (ar condicionado), iluminação artificial;
- Máquinas e Utensílios - máquina de inspeção ótica, três máquinas de teste elétrico, mesa de luz , lupa luminária, mesa em madeira, arquivo, telefone;
- Produtos utilizados no local - placas de circuito impresso prontas e semiprontas;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos: não;
- Equipamento de proteção ao fogo – Não tem extintor no local, solicitado aquisição de um extintor (CO₂ 6 kg);
- Fiação embutida em canaletas – sim;
- Saída de emergência – sim.

3.3.5. Furação

São feitas a programação das máquinas e perfuração dos painéis de laminado conforme desenho mecânico, criando os furos que servem para fixar os componentes eletrônicos nas placas que fazem a conexão entre as trilhas do *multilayer* através dos furos metalizados. Faz-se também acabamento final e contorno das placas de circuito impresso. Ocupação – três pessoas.



Figura 6 - Furação CNC
Fonte: arquivo pessoal

- Tipo de construção – sala com área de 40m², localização no térreo, piso em concreto, paredes laterais em alvenaria e divisórias de madeira, teto em laje e forração com isopor, iluminação e ventilação artificial (ar condicionado);
- Máquinas e Utensílios – quatro máquinas furadeiras CNC, pinadeira, afiadora de brocas, furadeira de bancada, vincadeira (1), bancada de trabalho, cadeiras, telefone;
- Produtos utilizados no local - placas de circuito impressos semi-prontas;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – sim;
- Equipamento de proteção ao fogo – um extintor de incêndio (CO₂ 6 kg);
- Fiação embutida em canaletas – sim;
- Saída de emergência – sim.

3.3.6. Corte e estoque de chapas

Corte de todos os materiais que compõem as camadas do *multilayer*: chapa de fibra de vidro laminada em cobre, prepreg, folhas de cobre e laminados auxiliares. Ocupação - uma pessoa – faz corte inicial das chapas



Figura 7 - Guilhotina para corte das chapas laminadas e material auxiliar
Fonte: arquivo pessoal

- Tipo de construção - sala, com área de 90m², térreo, piso em concreto, paredes laterais em divisórias de madeira, teto em laje, ventilação natural, iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios - guilhotina (2), bancada de trabalho, prateleira;
- Produtos utilizados no local - chapa de fibra de vidro laminada com cobre, chapa de alumínio, chapa de *snow white*, prepreg e papel kraft;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – sim;
- Equipamento de proteção ao fogo – um extintor de incêndio (CO₂ 6 kg);
- Fiação embutida em canaletas – não;
- Saída de emergência – sim.

3.3.7. Expedição

Faz-se a embalagem e expedição dos produtos para chegar de forma adequada ao cliente. Ocupação - uma pessoa.

- Tipo de construção - sala, com área de 16m², localizada no térreo, piso em concreto, paredes laterais em divisória de madeira e vidro, teto com revestimento em lã de vidro, ventilação natural, iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios - armários e prateleiras;
- Produtos utilizados no local – placas de circuito impresso prontas e caixa de papelão para embalagem;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos: sim;
- Equipamento de proteção ao fogo – Não tem extintor de incêndio, foi solicitado aquisição de um extintor (AP 10L);
- Saída de emergência – sim.

3.3.8. Vestiários feminino e masculino

Utilizados para troca e guarda de roupas dos colaboradores, ao lado estão dispostos os chuveiros para banho, separados também em masculino e feminino. Ocupação – somente população flutuante, nos horários de entrada e saída laboral.

- Tipo de construção - sala com área de 32 m², primeiro pavimento, piso em cerâmica, paredes laterais em alvenaria com revestimento cerâmico, teto em laje, ventilação natural, iluminação natural e artificial.
- Máquinas e Utensílios - chuveiro, armário, sanitário e utensílios para vestiário;

- Produtos utilizados no local – material de limpeza;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – não;
- Equipamento de proteção ao fogo – um extintor (PQS 4 Kg);
- Não tem acesso à saída de emergência;
- Saída de emergência – não.

3.3.9. Refeitório, copa e cozinha

Pela manhã e tarde prepara-se o café na pequena cozinha, que depois é servido nos setores pela servente. No refeitório faz-se as refeições, que são aquecidas no marmiteiro. Ocupação – somente população flutuante, nos horários das refeições.



Figura 8 - Cozinha
Fonte – arquivo pessoal

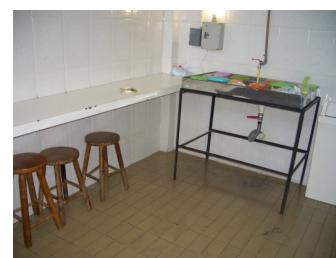


Figura 9 - Refeitório
Fonte – arquivo pessoal

- Tipo de construção - sala, com área de 28m², primeiro pavimento, piso cerâmico, paredes laterais em alvenaria, teto em laje, ventilação natural, iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios - geladeira, marmiteiro, fogão, pia, balcão, bancos e botijão de 13 kg;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – não;

- Equipamento de proteção ao fogo – dois extintores de incêndio (PQS 4 kg);
- Fiação embutida em canaletas – sim;
- Saída de emergência – não;
- Produtos utilizados no local - botijão de gás;
- Risco - botijão de gás em local irregular (dentro da cozinha) e com capacidade não adequada ao uso (13 kg). Correto seria 45 kg, instalado do lado externo do prédio.

3.3.10. ETE

- A complementação da estação de tratamento de efluentes está sendo construída na parte posterior do prédio. Utilizam-se produtos para neutralizar os efluentes, resultantes dos processos de galvanoplastia. Ocupação – uma pessoa, não tem posto fixo no local;
- Tipo de construção - sala, área 32m², térreo, piso, paredes laterais em alvenaria e divisória de parede cimentícia, teto em estrutura em madeira e telha de fibrocimento, ventilação natural, iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios – reator, tanque, filtro prensa, pia, bancada, painel elétrico, bombas diversas, local para instalação futura do lavador de gases;
- Produtos utilizados no local – clarificante, precipitador, polieletrolito aniônico, soda, ácido sulfúrico ou clorídrico;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – serão colocadas;
- Equipamento de proteção ao fogo passivo ou ativo - um extintor de incêndio (CO2 6 Kg).

3.4 DEPARTAMENTOS COM MAIOR RISCO DE INCÊNDIO

Esses departamentos utilizam produtos corrosivos, oxidantes e/ou inflamáveis em seus processos produtivos, ou como material auxiliar.

3.4.1. Multicamada (prensagem)

A montagem do *multilayer* é prensada entre duas mesas de uma prensa com temperatura e pressão controladas. Ocupação – uma pessoa.



Figura 10 - Prensa do Multicamadas com cilindro de óleo térmico
Fonte: arquivo pessoal

- Tipo de construção - sala, com área de 90m², localizada no térreo, piso em concreto, paredes laterais em alvenaria e divisória de madeira, ventilação natural, iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios - prensa hidráulica;
- Produtos utilizados no local – pacote de painéis para confeccionar o *multilayer*;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – sim;
- Equipamento de proteção ao fogo – dois extintores (PQS 12kg);

- Risco – temperatura por volta dos 100°C na prensa e no reservatório de óleo;
- Saída de emergência – sim;

3.4.2. Politriz e vinco

Faz-se o polimento da superfície do circuito com escova de poliéster em máquina politriz. Em outro momento, por meio de vincagem e/ou fresa, é feita a separação das placas que durante o processo formavam os painéis. Ocupação – duas pessoas.

- Tipo de construção - sala, com área de 50m², localizada no térreo, piso em concreto, paredes laterais em divisórias de madeira, teto em laje e forração em isopor, ventilação natural, iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios - politriz, vincadeira e sistema de exaustão, arquivo, pia, mesa e cadeira;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – não;
- Equipamento de proteção ao fogo – um extintor de incêndio (CO₂ 6 kg);
- Produtos utilizados no local - placas de circuito impresso semiprontas.

3.4.3. Douração

- Processo de douração (ouro) dos conectores (pentes) das placas de circuitos. Ocupação – uma pessoa esporadicamente, quando a linha está em uso.



Figura 11 - Linha de douração
Fonte – arquivo pessoal

- Tipo de construção - mezanino, com área de 40m², piso em chapa metálica, paredes laterais em alvenaria e divisórias, teto em telha de fibrocimento (calhetão), ventilação natural, iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios - máquina de douração, bancada de trabalho, pia;
- Produtos utilizados no local - placas de circuito impressos semiprontas, produto *Gold Stripper NX*, Níquel, Banho de Ouro, Persulfato de Amônia;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – não;
- Equipamento de proteção ao fogo – um extintor de incêndio (PQS 4 Kg);
- Saída de emergência – não.

3.4.4. Fotoresiste

Faz-se a laminação do filme e a transferência de imagem com impressão das pistas por processo fotoresiste (*dry film*) nos painéis, depois são feitas a exposição com ultravioleta e a revelação com soluções químicas alcalinas. Ocupação - duas pessoas.



Figura 12 - Linha de revelação, utilizada após laminação e exposição do filme
Fonte – arquivo pessoal

- Tipo de construção - sala, com área de 30m², térreo, piso em concreto, paredes laterais divisória em madeira, teto em laje e forração em isopor, ventilação artificial, iluminação artificial;
- Máquinas e Utensílios - reveladora, expositora, laminadora, mesa de luz e lupa luminária, prateleira metálica;
- Produtos utilizados no local - placas de circuito impresso semiprontas, benzina (retirar cola do diazo), antiespumante, bicarbonato de sódio, poeiras (fibra + cobre). Carbonato de sódio Anidro 99%, removedor (hidróxido de potássio e 2butoxy etanol) usado na laminadora e reveladora;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – sim;
- Equipamento de proteção ao fogo passivo ou ativo – um extintor de incêndio (CO2 6 Kg), solicitado aquissição um extintor (PQS 4 kg) ao lado da linha;
- Saída de emergência – sim.

3.4.5. Serigrafia

- Faz-se a impressão de máscara de solda e simbologia nas placas de circuito impresso pelo processo de *silkscreen*. Utiliza-se esse processo, permitindo que a soldagem dos componentes na placa seja feita de forma seletiva. É feito no loca limpeza e revelação de telas. Ocupação - seis pessoas;



Figura 13 - Sala de impressão serigráfica
Fonte – arquivo pessoal

- Tipo de construção - sala, com área de 20m², localização no térreo, piso em concreto, paredes laterais em divisória de madeira, teto com forração em isopor, ventilação artificial (ar condicionado), iluminação artificial amarela;
- Máquinas e Utensílios - mesas de impressão, estufa, prateleira;
- Produtos utilizados no local - placas de circuito impresso semiprontas, Solvente*, tinta para máscara de solda e seletivo, álcool isopropílico, emulsão, acetato de metil proxifol* - diluente para epóxi (nafta aromática, glicol etilênico, cetona pesada, hidrocarboneto aromático);
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – sim;
- Equipamento de proteção ao fogo – dois extintores (PQS 4 kg / (CO2 6 Kg));
- Saída de emergência – não.

3.4.5.1. Produtos inflamáveis utilizados no setor de serigrafia

Solvente * (número ONU 1263, risco 33, classe 3) – facilmente inflamável (Conforme FISPQ – ficha de informações de segurança de produtos químicos). Medidas de combate a incêndio:

- Riscos específicos - com vapor mais denso que o ar, espalha-se ao nível do solo, sendo possível inflamação à distância;
- Meios de extinção – para pequenos focos usar extintor de CO₂ ou pó químico seco – não usar jato d'água;
- Condições a se evitar – fontes de calor, chamas, e faíscas;
- Adequado – borracha nitílica 0,5mm.

Metil proxitol acetato* (número ONU 1993, classe risco 3) – inflamável, pode formar mistura vapor-ar inflamável / explosiva durante a utilização (Conforme FISPQ – ficha de informações de segurança de produtos químicos). Medidas de combate a incêndio:

- Riscos específicos - com vapor mais denso que o ar, espalha-se ao nível do solo, sendo possível inflamação à distância;
- Limites de inflamabilidade no ar % em volume – inferior 1,5 e superior 7,0;
- Meios de extinção – para pequenos focos use extintor de CO₂ ou pó químico seco – não usar jato d'água;
- Armazenamento – aço carbono não revestido e aço inox – em local ventilado e protegido do sol;
- Condições a se evitar – fontes de calor, chama, oxidantes fortes e exposição ao ar;
- Materiais impróprios – a maior parte dos plásticos, borracha natural, de butilo, neopreno ou nitrilo;
- Material adequado – PVC.

3.4.6. Galvanoplastia

Faz-se a deposição de resina eletrolítica (HDI) – processo de estanho ácido. Deposição de cobre e posteriormente estanho por processo de eletrodeposição

Eliminação do cobre nas áreas não necessárias. Após a corrosão do cobre é feita também a remoção da camada de estanho que está protegendo as trilhas da placa. E outros processos galvânicos. Ocupação - Nove pessoas.



Figura 14 - Linha galvânica parcial
Fonte – arquivo pessoal

- Tipo de construção - estrutura metálica na área externa, com área de 100m², localizado no térreo - fundos, piso em cimento, paredes laterais em alvenaria, teto em telha fibrocimento, ventilação natural e artificial, iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios - tanques em PVC, bomba, filtro, retificador, estufa, resistência e máquina de corrosão;
- Produtos utilizados no local - placas de circuito impresso semi-prontas, cobre eletrolítico, estanho eletrodeposição, ácido sulfúrico, soda cáustica, oxidante base ácido sulfúrico, permanganato, água oxigenada, base amônia-corrosão, vapores, aerodispersóides;
- Álcool etílico 96 (etanol);
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – não;
- Equipamento de proteção ao fogo – um extintor de incêndio (PQS 4 kg);

- Instalações elétricas deficientes, alguns pontos com risco de contato, de curto-circuito;
- Armazenamento de produtos inflamáveis.

3.4.6.1. Deposição de solda nas ilhas

Processo executado dentro do setor da galvanoplastia. Os painéis são mergulhados num banho de solda fundida depositando estanho na parte interna do furo, que evita a oxidação do cobre e facilita a soldagem dos componentes na placa. Ocupação – uma pessoa esporadicamente, quando faz-se necessário esse processo.



Figura 15 - Máquina de deposição de cobre
Fonte – arquivo pessoal

3.4.6.2. Produtos inflamáveis utilizados no setor de galvanoplastia:

Fluxo - isopropanol até 20% (número ONU 1219, risco 33, classe 3) – produto inflamável. Medidas de combate a incêndio (Conforme FISPQ – ficha de informações de segurança de produtos químicos)

- Ponto de fulgor – 20 °C;
- Meios de extinção – para pequenos focos use extintor de CO₂ ou pó químico seco – névoa d’água;
- Armazenamento – em aço carbono não revestido e aço inox – em local ventilado e protegido do sol;

- Condições a se evitar – fontes de ignição, evitar que o material entre em contato com ralos e canos de esgoto;
- Material adequado para proteção das mãos – neoprene.

3.4.6.3. Produto auxiliar utilizado na galvanoplastia para limpeza das gancheiras:

Ácido nítrico* – não combustível, mas a substância é um forte oxidante e seu calor de reação com agente redutor ou combustível pode causar ignição. Pode reagir com metais e liberar gás hidrogênio inflamável; é altamente incompatível com produtos inflamáveis.

3.4.6.4. Depósito de produtos químicos

Não existe um local apropriado para depósito dos produtos químicos, será criado um local onde esses produtos ficarão armazenados em armários para inflamáveis e armários para corrosivos.



Figura 16 - Bombonas de produtos químicos corrosivos
Fonte – arquivo pessoal

3.4.7. Laboratório químico

São feitas as análises de produtos e banhos da galvanoplastia. Ocupação – uma pessoa.



Figura 17 - Laboratório químico
Fonte – arquivo pessoal

- Tipo de construção - sala, área 10m², mezanino, piso metálico, paredes laterais em divisória de madeira e vidro, teto em estrutura metálica com forração em lã de vidro, ventilação natural, iluminação natural e artificial;
- Máquinas e Utensílios - mesa, cadeira, bancada, instrumentos de vidraria em geral para laboratório, computador e monitor de vídeo;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – não;
- Equipamento de proteção ao fogo – um extintor (PQS 4 kg);
- Produtos utilizados no local - amostras de produtos utilizados na galvanoplastia e produtos químicos para análise.

3.4.8. Oficina

Local onde são armazenados ferramentas, peças, motores, bombas e outros produtos utilizados para a manutenção geral da empresa. No local faz-se a manutenção de equipamentos, consertos em geral, solda, pequenas pinturas, e outros serviços ligados ao setor. Ocupação - duas pessoas.

- Tipo de construção - sala, área 10m², térreo, piso, paredes laterais em alvenaria e divisória de madeira, teto em estrutura metálica e telha de fibrocimento, ventilação natural, iluminação natural e artificial;

- Máquinas e Utensílios - bancada, ferramentas manuais, compressor, torno de bancada, furadeira e solda elétrica;
- Produtos utilizados no local - fumos metálicos de solda elétrica (radiações não ionizantes), produtos para limpeza de peças, óleo lubrificante e graxa;
- Identificação de tensão em tomadas e equipamentos – sim;
- Equipamento de proteção ao fogo passivo ou ativo - um extintor de incêndio (PQS 4 Kg).

3.5 A EDIFICAÇÃO

A fábrica ocupa atualmente uma das partes da edificação, composta por dois prédios geminados, onde o que está vazio foi alugado recentemente, para futuro aumento das instalações.



Figura 18 - Prédio geminado ao atual, para futura ampliação da área instalada da empresa

Fonte – arquivo pessoal

3.5.1. Área dos prédios e tipo da edificação

Dados extraídos da planta do edifício (baseado nos artigos 11 à 17 do decreto 10.878/74 – conforme planta aprovada na época).

- Área lote: 1.397,50 m² (prédios geminados)
- Cada prédio: 698,75 m²
- Ocupação: 349,37 m² em (cada prédio)
- Jiraus: 150,52 m² (em cada prédio)
- Subtotal: 499,90 m² (em cada prédio)
- Total de área construída: 999,80 m² (dois prédios)
- Pilares, vigas e lajes: 0,15 m (acabados);
- Resistência ao fogo de paredes, pisos e tetos: quatro horas;
- Duas escadas de material incombustível em cada prédio;
- Uma porta de saída com 3,00 m com abertura externa em cada prédio;
- Materiais de classe II;
- Máximo depositado: 200K/m³ cada prédio;
- Máximo para manipulação: 50K/m³ cada prédio.

3.5.2. Classificação do prédio

- Ocupação - grupo I (indústria) – divisão I - 2 – TRRF (tempo requerido de resistência ao fogo) 30 minutos (locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentam médio potencial de incêndio – classificação de severidade II - carga de incêndio entre 681 - 1460MJ/m²) – segundo a planta da edificação o tempo de resistência é de quatro horas, superando em muito o TRRF;
- Altura - edificação de baixa a média altura – Tipo III ($6,00 \leq H \leq 12,00$ m) / classe P2 (Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros de São Paulo de 08/2004 – tabela A);
- Área - as instalações atualmente estão concentradas em um só prédio, ocupando 499,90 m².

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após análise de todos os dados, envolvendo os setores individualmente, e a empresa como um todo, foram apontados os riscos de incêndio existentes e as propostas para saná-los, baseados nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo e a NR 23 do Ministério do Trabalho.

4.1 RISCOS DE INÍCIO E PROPAGAÇÃO DE FOGO, DETECTADOS NA EDIFICAÇÃO

Os dois prédios são geminados, têm a mesma altura e sem parede corta-fogo entre eles, podendo no caso de um incêndio haver propagação pelas aberturas das fachadas e/ou cobertura, pela transmissão direta das chamas ou pela convecção dos gases quentes (IT 07/2004 do Corpo de Bombeiros de São Paulo). Ainda segundo a IT 07/2004, os prédios devem ter uma parede corta-fogo entre as edificações contíguas.

Os prédios possuem vão livre central e pé direito alto, sem compartimentação alguma, aumentando assim o risco de propagação de um eventual incêndio. No espaço do vão livre, foram montados mezaninos em estrutura metálica, permanecendo ainda um vão superior a eles para circulação de ar. A estrutura não está protegida por pintura intumescente.

Falta, no edifício que está sendo utilizado, um sistema de proteção contra descargas atmosféricas e é necessária adequação da cabine primária existente, para aumento de demanda de transformação de energia.

4.2 SISTEMA DE PROTEÇÃO AO FOGO EXISTENTE

A empresa possui somente sistema de extintores, sendo em sua maioria unidades extintoras de CO₂ 6 kg (12 unidades extintoras), PQS 4 kg (07 unidades extintoras) e PQS 12 kg (02 unidades), pois a área de produção contém maquinário e produtos químicos. Extintores de água 10L (01 unidade extintora), estão presentes

somente na área administrativa, faltando extintor de água 10L na recepção, no arquivo morto da documentação.

4.3 ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS

Falta um espaço adequado para o armazenamento dos produtos químicos, eles estão dispersos nos setores, sem local apropriado e definido. Os produtos são armazenados e separados conforme o grau de compatibilidade/incompatibilidade existente entre eles, sendo diversos corrosivos, agentes oxidantes, produtos inflamáveis e ainda outros produtos que não causam qualquer reação adversa. Lembrando sempre que agentes oxidantes não podem de forma alguma ficar perto de inflamáveis.

4.4 PROPOSTAS

Para que haja segurança efetiva contra incêndio, em primeiro lugar todo o espaço disponível nos dois edifícios, seria utilizado, modificando assim o layout e os riscos da fábrica. Na nova situação, diversas medidas poderiam ser tomadas, incluindo a separação dos riscos de incêndio entre os dois edifícios, onde os departamentos que possuem os maquinários mais caros e funcionam com carga menor de energia estariam num dos edifícios, e os departamentos que possuem em seus processos produtos químicos e/ou que necessitem maior quantidade de energia, estariam no outro edifício. Seguem as demais propostas:

- separar os departamentos de acordo com o fluxo de produção, atrelando esse aspecto aos aspectos da segurança, como especificado anteriormente;
- manter no prédio antigo, os departamentos de: galvanoplastia e hot air, douração, serigrafia, politriz e vinco, dry filme, prensagem de multilayer, laboratório e estoque de produtos químicos;
- transferir para o novo prédio, os departamentos de: administração (jirau dos dois prédios), documentação, arquivo morto da documentação, furação,

controle de qualidade, corte e estoque de chapas, expedição, copa/cozinha e vestiário;

- promover o isolamento de risco entre as duas edificações, por meio de parede cortafogo conforme Instrução Técnica 07/2004 do Corpo de Bombeiros de São Paulo;
- na comunicação interna entre os dois edifícios prever porta cortafogo industrial, com sensor para fechamento automático no caso de um incêndio;
- remover os botijões de gás que estão no primeiro andar do edifício antigo (cozinha e depósito de produtos de limpeza), substituindo-o por um botijão de 45 kg, instalado do lado de fora, no térreo do novo edifício, protegido por grades e com extintor de pó químico ao lado – local de passagem eventual;



Figura 19 - Botijão de gás 13 Kg armazenado em local impróprio
Fonte – arquivo pessoal



Figura 20 - Botijão de gás utilizado de maneira imprópria, no interior do edifício
Fonte – arquivo pessoal

- prever local ventilado para estoque de produtos químicos na área externa da edificação, separando os inflamáveis, corrosivos e principalmente os oxidantes – devido à pouca quantidade de material, mantê-los em armários cortafogo, armários para corrosivos e em paletes de contenção apropriados às características de cada produto – instalar iluminação apropriada ao risco;
- reduzir ao máximo o estoque de produtos inflamáveis no interior da edificação, e quando for necessário tê-los, armazená-los dentro de armários cortafogo, dentro dos limites de estocagem permitidos pela legislação;

- instalar sistema de SPDA - pararaios (somente um dos prédios possui o sistema);
- instalar sistema de barramento para aterramento das máquinas, equipamentos e dos armários corta fogo;
- prever adequação da cabine primária e aumento de demanda de transformação para concessionária, evitando a sobrecarga existente;
- alocar o cabeamento elétrico em eletrocalhas;
- alterar os pontos de iluminação de emergência e substituir as luminárias atuais por outras mais apropriadas ao uso, com iluminamento mais eficaz;
- adquirir dois extintores de água 10 L, um para o arquivo morto da documentação e outro para a expedição;
- realocar e sinalizar os demais extintores nos diversos departamentos da empresa;
- criar ficha de controle de manutenção dos extintores;
- substituir por material retardante à chama, a forração do teto dos setores que estão com cobertura em isopor e plástico sobreposto;
- limpar o pó que cobre a superfície plástica que está sobre a cobertura dos setores localizados no térreo, devido ao risco de explosão secundária, caso haja uma inicial de menor intensidade;



Figura 21 - Visualização próxima e a distância do acúmulo de pó sobre a cobertura dos setores

Fonte – arquivo pessoal

- proteger as estruturas metálicas do mezanino com tinta intumescente;
- proporcionar treinamento e reciclagem para o pessoal da brigada de incêndio;
- verificar a possibilidade, de se instalar proteção passiva por gases limpos nos departamentos de furação e controle de qualidade, pelo fato desses espaços concentrarem maquinários de alto custo;
- efetuar teste hidrostático nos vasos de dois compressores;
- verificar a necessidade de instalação de sistemas de hidrantes, caso se faça a separação por parede cortafogo entre as edificações, mesmo que a área total ultrapasse os 750m²;
- regularizar a futura junção dos prédios junto ao Contru, Cetesb e Corpo de Bombeiros.

5. CONCLUSÃO

Durante o período em que a pesquisa foi feita, verificou-se que são várias as necessidades para tornar a edificação industrial segura em relação aos riscos de incêndio a que ela está exposta diariamente. Diversos dos pequenos problemas apontados, começaram a ser sanados, mesmo durante o processo de levantamento dos riscos.

Entre os riscos encontrados, os que mereceram maior atenção por ordem de prioridade, foram: a falta de local apropriado para estocagem dos produtos químicos, a aglomeração dos setores devido a falta de espaço no prédio utilizado, a dificuldade para compartimentar os riscos devido ao layout da planta dos dois edifícios, e a necessidade de redimensionar as instalações elétricas.

A diferença entre empresas de pequeno e grande porte são que, apesar de ambas terem as mesmas atividades e obrigações para com a prevenção de incêndios, a empresa maior possui pessoal especializado para desempenhar todas as atividades burocráticas e práticas que lhe são exigidas, enquanto que, a empresa de pequeno porte (menos que 50 funcionários) precisa deslocar pessoas que têm outras atividades diárias, para cumprir as funções de prevenção à incêndios. Dessa forma, a atividade de prevenção de incêndios pode ficar prejudicada, o resultado disso, é uma empresa com acúmulo de obrigações a serem feitas e o aumento do risco a que ela está exposta. A cultura prevencionista precisa ser cultivada em todos os aspectos da vida diária, as pessoas em geral têm o costume de correr atrás do prejuízo e não de evitá-lo, principalmente quando se trata de prevenir incêndios.

Uma das soluções para o problema das empresas de pequeno porte, e que não têm técnicos de segurança, seria buscar mão de obra especializada externa, para que periodicamente fosse feito uma verificação geral em todos os sistemas de prevenção aos riscos de incêndio. O objetivo inicial de “diagnóstico” e as propostas dentro do item “discussão” visando solucionar os problemas encontrados, foram alcançados totalmente, restando para a empresa a oportunidade de implementar

através do trabalho executado melhorias significativas no tocante a prevenção contra incêndio dentro de sua planta.

Referências

BOTELHO, MANOEL HENRIQUE CAMPOS – FREITAS, SYLVIO ALVES DE, **Código de Obras e edificações do Município de São Paulo Comentado e Criticado**, 2.a Ed., São Paulo, Pini, 2008

BRENTANO, TELMO, **A Proteção Contra Incêndio no Projeto de Edificações**, 1.a Ed., Porto Alegre, T Edições, 2007

BRENTANO, TELMO, **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios nas Edificações**, 3.a Ed., Porto Alegre, Edipucrs, 2007

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Instrução Técnica IT 07/2004** - Decreto Estadual 46. 076/01

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Instrução Técnica IT 08/2004** - Decreto Estadual 46. 076/01

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Instrução Técnica IT 09/2004** - Decreto Estadual 46. 076/01

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Instrução Técnica IT 011/2004** - Decreto Estadual 46. 076/01

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Instrução Técnica IT 14/2004** - Decreto Estadual 46. 076/01

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Instrução Técnica IT 17/2004** - Decreto Estadual 46. 076/01

CUNHA, IRION DE ÂNGELO – PEREIRA, JOAQUIM GOMES – POSSEBON, JOSÉ – FANTAZZINI, MARIO LUIZ – SOUZA, SÔNIA REGINA P. – COLACIOPPO,

SÉRGIO – ESTON, SÉRGIO MÉDICI, **Proteção Contra Incêndios e Explosões**, Parte B, São Paulo, Apostila Escola Politécnica da USP, Especialização, 2009

FERRAZ, FLÁVIO CÉSAR – FEITOZA, ANTÔNIO CARLOS, **Técnicas de Segurança em Laboratórios Regras e Práticas**, impresso no Brasil, Hemus, 2004

GOMES, ARY GONÇALVES, **Sistemas de Prevenção Contra Incêndios**, Rio de Janeiro, Editora Interciência, 1998

JORDÃO, DÁCIO DE MIRANDA, **Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo – Atmosferas Explosivas**, 3.a Ed., Rio de Janeiro, Qualitymark, 2002

KRIEGER FILHO, GUENTHER CARLOS, **Introdução à Engenharia de Segurança Contra Incêndio e Explosões**, Matérias SI01 e SI02, São Paulo, Apostila Escola Politécnica da USP, Especialização, 2001

METZNER, RICARDO – ONO, ROSÁRIA – TOMINA, JOSÉ CARLOS, **Proteção Contra Incêndios e Explosões**, Parte A, São Paulo, Apostila Escola Politécnica da USP, Especialização, 2009

NISKIER, JÚLIO, Manual de Instalações Elétricas, Rio de Janeiro, LTC, 2005

NR 13 – Caldeiras e Vasos sob Pressão - Ministério do Trabalho e Emprego

NR 20 – Líquidos Combustíveis e Inflamáveis - Ministério do Trabalho e Emprego

NR 23 – Proteção contra incêndios – Ministério do Trabalho e Emprego

OLIVEIRA, WILSON PINTO DE, **Segurança com Produtos Químicos**, 1.a edição, São Paulo, Cia Lithographica Ypiranga, 1975

PANNONI, FÁBIO DOMINGOS, **Princípios da Proteção de Estruturas Metálicas em Situação de Corrosão e Incêndio, Coletânia do Uso do Aço**, 4.a Ed., Perfis Aço Minas, 2007

SEITO, ALEXANDRE ITIU – GILL, AFONSO ANTÔNIO – PANNONI, FÁBIO DOMINGOS – ONO, ROSÁRIA – SILVA, SILVIO BENTO DA – DEL CARLO, UALFRIDO – SILVA, SÍLVIO PIGNATTA E, **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**, São Paulo, Projeto Editora, 2008

ANEXO I

Análise e resultados dos pontos críticos encontrados

Análise		Resultado
Prédio geminados e com mesma altura		Parede e porta cortafogo
Nenhuma compartimentação pé direito elevado		Procurar utilizar materiais retardantes à chamas
Mesanino metálico s/ proteção		Utilizar tinta intunescente
Acúmulo de setores com pouco espaço		Reorganizar layout, distribuindo os setores entre os dois prédios < risco e > risco em prédios distintos
Divisórias e cobertura com material combustível e inflamável com pó		Substituir por material retardante e manter o local limpo
Um dos prédios s/ pararaio s/ barramento		Instalar pararaio
Redimensionar carga		Solicitar aumento de carga para a Eletropaulo e troca da cabine primária
Fiação elétrica		Embutir em calhas e identificar tomadas
Trocar as luzes de emergência		Substituir por lâmpadas com LEDs
Forma de extinção - extintores		Alocar adequadamente os extintores e verificar necessidade de hidrantes
Teste hidrostático nos vasos sob pressão		A cada três anos
Botijão de gás - cozinha e depósito (13kg)		Trocar por 45 kg e passar para área externa do prédio conforme norma
Produtos corrosivos, oxidantes e inflamáveis		Armários para inflamáveis e corrosivos, paletes de contenção, local apropriado, eliminar ou reduzir consumo de produtos críticos
Setores do mezanino e jirau s/ saída emergência		Reestruturar o layout providenciando saídas de emergência
Exaustão em locais críticos		Exaustão pontual no local de geração do vapor, gases e névoas (blindada)
Brigada de incêndio		Formação e treinamento anual
Separar o setor de telas da serigrafia		Reducindo concentração de inflamáveis no setor
Substituir a máquina de HAL		Máquina antiga pela nova em inox com fechamento automático da porta
Proteção de máquinas mais valiosas, furação, CQ e CPD		Sistema de supressão por gases limpos, com riscos isolados entre os dois prédios

ANEXO II

Departamentos com saídas de emergência / extintores e os produtos químicos utilizados

Departamentos	Saída de emergência / sist.proteção		Produtos químicos, material combustível ou inflamável
Baixo risco de incêndio			
Administração	não	extintores	
Documentação e plotagem	não	extintores	
Arquivo morto da documentação	não	não	
Controle da qualidade	sim	não	
Furação	sim	extintores	
Corte e estoque de chapas	sim		
Expedição	sim		
Vestiário	não	extintores	
Refeitório, copa, cozinha	não	extintores	2 Botijões de gás 13 kg no interior do prédio
Maior risco de incêndio			
Multilayer (prensa)	sim	extintores	Óleo hidráulico e óleo térmico a 240°C
Politriz e vinco	sim	extintores	Somente pó
Douração	não	extintores	Corrosivo, oxidante
Dry filme	sim	extintores	Corrosivo, inflamável
Serigrafia	sim	extintores	Inflamável
Galvanoplastia	sim	extintores	Muito Corrosivo, muito oxidante, inflamável
HAL	sim	extintores	Inflamável
Laboratório químico	não	extintores	Corrosivo, oxidante e inflamável
Oficina	sim	extintores	Inflamável - pouco
ETE	sim	extintores	Corrosivo

ANEXO III

Fluxograma com processos da empresa

Fluxograma Processos NV

