

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

PROGRAMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EM UMA EMPRESA DE
INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

por

Júlio Bialkowski Bardaji

Orientador:

Prof. Cláudio Alberto Hanssen

Porto Alegre, Janeiro de 2013.

PROGRAMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EM UMA EMPRESA DE
INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

por

Júlio Bialkowski Bardaji
Engenheiro Químico

Monografia submetida ao Corpo Docente do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, do Departamento de Engenharia Mecânica, da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de

Especialista

Orientador: Prof. Cláudio Alberto Hanssen

Prof. Dr. Sergio Viçosa Möller
Coordenador do Curso de Especialização em
Engenharia de Segurança do Trabalho

Porto Alegre, 17 de Janeiro de 2013

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Agradeço ao professor Sergio Viçosa Möller pelo apoio e compreensão durante o curso.

Agradeço ao professor Cláudio Alberto Hanssen pela orientação e pelos ensinamentos.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi verificar, identificar, avaliar e implementar um programa de prevenção contra incêndio (PPCI) em uma empresa de incineração de resíduos sólidos através da aplicação das normas de segurança. A unidade de incineração está localizada no município de Cachoeirinha/RS e está sujeita ao cumprimento do Decreto 37380/1997 referente às proteções aplicáveis. O programa de prevenção contra incêndios possui o objetivo de proteger e prevenir os trabalhadores e o patrimônio contra um incêndio ou de reduzir sua extensão em caso de ocorrência. A empresa possui dois prédios que são classificados com risco alto pela norma ABNT NBR 12693:2010 e um reservatório de 2000 litros de óleo combustível. O óleo é utilizado como combustível pelos incineradores. Em um dos prédios é realizada o estoque e incineração de resíduos, no outro, fica o setor administrativo da empresa em um segundo depósito de material. No momento da avaliação de medidas preventivas instaladas apenas um prédio contava com extintores de incêndio e sinalização de emergência e os operadores da unidade não possuíam treinamento em combate e prevenção de incêndios. Inexistiam proteções pontuais por extintores de incêndio para classe C onde havia risco dessa natureza. Por se tratar de resíduos sólidos, quase a totalidade dos riscos envolvem a classe A. O reservatório de combustível cumpriu os requisitos de projeto, instalação e manutenção definidos por lei. Segundo as normas aplicáveis, a empresa é isenta da instalação de sistema de hidrantes e de sistema automático de prevenção contra incêndio em ambos os prédios. Conforme definido no Decreto estadual 37380/1997 as construções são isentas de sistema de proteção das estruturas contra descargas atmosféricas. O reservatório de combustível é isento de sistema fixo de proteção exigida na norma ABNT NBR 17505-7:2006. As medidas preventivas obrigatórias incluem instalação de extintores de incêndio, instalação de sinalização de segurança e treinamento de empregados na prevenção e combate a incêndio.

ABSTRACT

“PROGRAM FOR FIRE PROTECTION IN A COMPANY OF SOLID WASTE INCINERATION”

The objective of this study was to investigate, identify, evaluate and implement a program of fire prevention (PPCI) in a company incineration of solid waste through the application of safety standards. The incinerator is located in the city of Cachoeirinha/RS and is subject to compliance with Decree 37380/1997 regarding protections apply. The fire prevention program has the objective to protect and prevent workers and shareholders against a fire or reduce its extent in the event. The company has two buildings that are classified as high risk by the ABNT NBR 12693:2010 and a tank of 2000 liters of fuel oil. The oil is used as fuel by incinerators. In one of the buildings is carried inventory and waste incineration, on the other, is the administrative sector of the company in a second deposit. Upon review of preventive measures installed only one building had fire extinguishers and emergency signaling and operators of the unit had no training in fighting and preventing fires. Protections did not exist for specific fire extinguishers for class C where there was a risk of that nature. Because it is solid waste, almost all of the risks involve the class A. The fuel tank has met the requirements for design, installation and maintenance as defined by law. According to the standards, the company is exempt from the system installation hydrants and automatic fire prevention in both buildings. As defined in Decree 37380/1997 state buildings are exempt from protection system of structures against lightning. The fuel tank is free from fixed system of protection required in ABNT NBR 17505-7:2006. Preventive measures include mandatory installation of fire extinguishers, installation of safety and training employees on prevention and fire fighting.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. CONCEITOS NA PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIOS.....	3
2.1 Prevenção de incêndios.....	1
2.2 Pontos críticos de temperatura.....	3
2.3 Fases do incêndio.....	4
2.4 Classes de incêndio e agentes extintores.....	6
3. LEGISLAÇÃO DA PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS.....	9
4. OBJETIVO DO TRABALHO.....	10
4.1 Descrição da empresa.....	10
4.2 Situação atual da proteção contra incêndio.....	12
5. AVALIAÇÃO DA INSTALAÇÃO SEGUNDO A LEGISLAÇÃO.....	13
5.1 Prevenção contra incêndios-Decreto estadual 37380/1997.....	13
5.2 Classificação do risco de incêndio.....	13
5.3 Armazenamento de óleo combustível.....	15
5.3.1 Segurança e saúde no trabalho e prevenção de riscos ambientais-NR 20 e NR 09...	15
5.3.2 Armazenamento-ABNT NBR 17505-2:2006.....	15
5.3.3 Proteção contra incêndio-ABNT NBR 17505-7:2006.....	16
5.4 Saídas de emergência – ABNT NBR 9077:2001.....	16
5.5 Sinalização de segurança–ABNT NBR 13434-1:2004 e ABNT NBR 13434-2:2004	17
5.6 Treinamento – RT N°14/BM-CCB/2009.....	18
6. PROPOSTA DO PPCI.....	20
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

LISTA DE SÍMBOLOS

CARACTERES GREGOS

ρ Massa específica [kg/m³]

CARACTERES LATINOS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

C Comprimento da pilha [m]

CCB Comando do corpo de bombeiros

D1, D2 Código da pilha

H Altura da pilha [m]

Hi Potencial calorífico [MJ/kg]

IRB Instituto de Resseguros do Brasil

L Largura da pilha [m]

Mi Massa [kg]

MTE Ministério do trabalho e emprego

NR Norma regulamentadora

PPPCI Plano de proteção e prevenção contra incêndios

qfi Carga de incêndio [MJ/m²]

S1, S2 Código do setor

V Volume [m³]

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1.1	Planta das edificações.	11
Figura 6.1	Extintores para prédio 1 e área externa.	23
Figura 6.2	Extintores para prédio 2.	24
Figura 6.3	Sinalização para prédio 1 e área externa.	25
Figura 6.4	Sinalização para prédio 2.	26

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1.1	Exemplos de medidas de proteção empregadas.	4
Tabela 4.1.1	Área instalada.	10
Tabela 4.1.2	Distâncias livres entre a empresa e seus vizinhos.	10
Tabela 5.2.1	Calculo para tipo de risco do prédio 1.	14
Tabela 5.2.2	Calculo para tipo de risco do prédio 2.	14
Tabela 5.3.2.1	Distâncias (m) do reservatório de óleo combustível.	16
Tabela 5.4.1	Classificação segundo ABNT NBR 9077:2001.	16
Tabela 5.6.1	Número de pessoas treinadas conforme artigo 4º.	19
Tabela 6.1	Verificação final do sistema de prevenção e combate.	20
Tabela 6.2	Localização dos extintores para o prédio 1 e externo.	21
Tabela 6.3	Localização dos extintores para o prédio 2.	21
Tabela 6.4	Número de sinalizações de segurança para prédio 1 e externo.	21
Tabela 6.5	Número de sinalizações de segurança para prédio 2.	22

1. INTRODUÇÃO

Em muitos países, incluindo o Brasil, há uma preocupação crescente quanto à prevenção e combate a incêndio. Em geral as diretivas de segurança contra incêndio são dadas por normas prescritivas e por normas de desempenho. Nas normas prescritivas há especificação de materiais, dimensões mínimas e métodos de cálculo para o projeto de instalações industriais, residências, etc. As normas de desempenho são estabelecidas com base na resposta que um constituinte do projeto deve apresentar, por exemplo, resistência ao fogo, independentemente do material empregado ou de seu processo de fabricação. Normas de desempenho conferem certa liberdade ao projeto, entretanto exigem que o projetista possua um vasto conhecimento de materiais e aspectos específicos de cada instalação, normalmente nessa etapa há a acessória de outros especialistas.

Segundo Francisco e Imperiali, 2011, e Moraes, 2006, o problema com a regulamentação contra incêndio no Brasil é devido, em parte, a cultura de segurança contra incêndio. Esse fator somado a falta de dados precisos sobre incidentes envolvendo fogo torna difícil o estabelecimento de normas nacionais contra incêndio. Isso inibe o Brasil de utilizar as normas baseadas em desempenho, com em outros países. Ainda, segundo os autores o financiamento para programas de prevenção, treinamento de pessoal, projetos de infraestruturas e manutenção muitas vezes são escassos ou inexistentes. Para Ono, 2007, “a segurança contra incêndio, apesar de ser considerado um dos requisitos básicos de desempenho no projeto, construção, uso e manutenção das edificações, é pouquíssimo contemplada como disciplina no currículo das escolas de engenharia e arquitetura no país”. No entanto, a situação econômica brasileira vivida nos últimos anos propicia investimentos de maior porte no setor, principalmente na indústria.

Para Marcati, 2008, a proteção efetiva contra incêndio envolve uma análise de risco que deve contemplar os seguintes campos:

- Modelagem matemática pelo uso de possibilidade de ocorrência de fatores em série ou paralelo para a ocorrência de incêndio;
- Análise de locais de riscos específicos;
- Cálculos de carga de incêndio, velocidade de propagação;
- Cálculo de perdas:
 - Humanas;
 - Materiais;
 - Operacionais;

- Institucionais;
- Probabilidade de deflagração generalizada, ou seja, o incêndio passar de um edifício para outro alcançando uma escala urbana.

Nesse trabalho o objetivo é implementar um plano de prevenção contra incêndio (PPCI) em uma empresa que incinera resíduos sólidos na região metropolitana de Porto Alegre. Entre principais resíduos estão papel, plásticos, alimentos sólidos e resíduos infectantes, e estes são armazenados no interior das edificações em pilhas de até 1,2 metros de altura. A empresa conta com dois prédios de alvenaria com pé direito de 6 metros. A empresa, conta atualmente, com uma proteção parcial por extintores de incêndio em um dos prédios, no nível administrativo. Os funcionários não possuem treinamento em combate e prevenção de incêndio. A implementação do PPCI busca conferir proteção aos trabalhadores e aos bens da empresa e juntamente com os demais programas exigidos por lei contemplar a proteção necessária.

2. CONCEITOS NA PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

2.1 Prevenção de incêndios

O fogo durante a história da humanidade tem trazido grande desenvolvimento como fonte de energia, mas quando fora de controle pode acarretar em perdas humanas e de patrimônios. A prevenção de incêndios é um conjunto de normas e ações que devem ser tomadas para evitar o fogo. A prevenção é um conjunto de medidas que se destinam a evitar o início do incêndio.

A prevenção de incêndios tem como objetivos gerais:

- Proteger a vida dos trabalhadores, moradores;
- Dificultar a propagação do incêndio;
- Proporcionar meios de controle e extinção;
- Proteger o patrimônio;
- Dar condições de acesso ao corpo de bombeiros.

O sistema de segurança contra incêndios deve possuir os seguintes requisitos funcionais:

- Proteção contra início do incêndio;
- Medidas para limitar o crescimento do incêndio;
- Extinção inicial;
- Abandono seguro das instalações;
- Precauções contra propagação para construções vizinhas;
- Medidas contra colapso estrutural;
- Rapidez, segurança e eficiência nas operações de salvamento.

Os sistemas de proteção podem ser separados em dois tipos: proteção passiva e proteção ativa. A proteção passiva está incorporada na construção de modo que ela não precisa ser acionada, em caso de incêndio, para desempenhar sua função. Segundo Marcati, “esses meios de proteção atendem às necessidades dos usuários em situação normal de funcionamento do edifício, porém em situação de incêndio têm um comportamento especial que retarda o crescimento do incêndio, impede uma grande emissão de fumaça ou permite uma saída segura para os ocupantes do prédio, entre tantas outras finalidades. São exemplos de proteção passiva o controle de materiais de acabamento e revestimento, proteção das rotas, compartimentação e isolamento de risco”. A proteção ativa são mecanismos que dependem de ação manual ou automática para realizarem a proteção durante o incêndio. A Tabela 2.1.1 apresenta medidas de proteção ativa e proteção passiva frequentemente utilizadas.

Tabela 2.1.1 Exemplos de medidas de proteção empregadas.

Proteção passiva	Proteção ativa
Compartimentação vertical e/ou horizontal	Iluminação de emergência
Segurança estrutural	Controle de fumaça
Materiais de acabamento	Alarme de incêndio
Separação entre edificações	Sinalização de emergência
Acesso de viaturas	Extintores
Saídas de emergência	Hidrantes e mangotinhos
Sinalização de emergência	Chuveiros automáticos

2.2 Pontos críticos de temperatura

O incêndio é sustentado por quatro pilares sem os quais ele não é propagado: energia de ativação, combustível, reação química em cadeia e oxigênio. A energia de ativação é a energia necessária que deve ser fornecida ao combustível para que esse inicie uma reação de combustão com o oxigênio presente no ar, no caso de um incêndio. Os produtos da combustão fornecem a energia de ativação para que o combustível continue a queimar, e para um suprimento de oxigênio constante a reação de combustão ocorre até que o combustível acabe.

Os materiais sólidos e líquidos possuem três pontos críticos de temperatura: ponto de fulgor, ponto de combustão e ponto de ignição. Na temperatura de fulgor o material libera vapores que em contato com uma fonte de energia (e. g. uma chama) dá início a queima do material vaporizado, mas não ela não é capaz de fornecer energia para manter a reação em cadeia. Na temperatura de combustão os vapores gerados se em contato com uma fonte de energia queimam e sustentam o processo de queima do combustível fornecendo energia para a vaporização contínua do combustível. Já no ponto de ignição o simples contato dos vapores com o oxigênio é suficiente para iniciar e propagar a queima.

2.3 Fases do incêndio

A evolução do fogo durante um incêndio pode ser dividida em três fases: 1, 2 e 3. Na fase 1, a reação ao fogo de um material é de grande importância, nessa etapa são fundamentais a forma e a magnitude como o material propaga o fogo e o calor. A energia liberada pode aumentar a taxa de liberação de gases do material e em certa concentração manter o processo de queima e atingir materiais adjacentes.

Na fase 2, a da inflamação generalizada no ambiente de origem, o calor liberado e as consequentes chamas originárias da fonte incumbem-se da propagação do fogo para os materiais

combustíveis vizinhos, como uma reação em cadeia. A reação ao fogo nessa fase, assim como na fase 1, apresenta imprescindível importância para retardar a ocorrência da inflamação generalizada. Também nesta fase é fundamental a consideração da resistência ao fogo dos elementos construtivos (portas, vedações, selagens), aos quais é atribuída a função de compartimentação de áreas.

Na fase 3, o incêndio já consumiu a maioria dos materiais combustíveis existente no ambiente. Não importa a forma com que o calor é liberado ou como as chamas estão se desenvolvendo. É nessa fase que se coloca em prova a resistência ao fogo dos materiais, pois nela os elementos e componentes têm que desempenhar a função para a qual foram projetados, mantendo-se íntegros e estáveis durante um período predeterminado.

Pode-se dizer que as chamas, a fumaça, o calor desenvolvido, o número de vítimas, o pânico dos usuários e a severidade do incêndio estão relacionados com a reação ao fogo dos materiais combustíveis contidos no edifício e os agregados ao sistema construtivo. Já a integridade dos elementos e estruturas, a dificuldade de propagação do fogo entre compartimentos, a eficácia da atuação dos elementos de extinção e as possíveis vidas resgatadas e bens salvados dependem da resistência ao fogo dos elementos que compõem o edifício e da sua própria estrutura.

A contribuição que os materiais combustíveis incorporados aos sistemas construtivos pode oferecer para o desenvolvimento de uma situação de incêndio, por meio da ignição e sustentação da combustão, do desenvolvimento de calor, da propagação das chamas, do desprendimento de partículas em chama/brasa e do desenvolvimento de fumaça e gases tóxicos é denominada reação ao fogo dos materiais.

As características de reação ao fogo dos materiais podem ser determinadas em laboratório, de modo isolado, mediante condições padronizadas que visam reproduzir determinados momentos de um incêndio. Na seleção de materiais incorporados aos elementos construtivos, devem ser evitados aqueles que entram em ignição com facilidade e possuam capacidade de sustentar a combustão. Desse modo, reduz-se a probabilidade de o incêndio ter início nos materiais que compõem as edificações.

As principais variáveis que se relacionam diretamente com o fogo:

- a) Combustibilidade;
- b) Poder calorífico;
- c) Inflamabilidade;
- d) Propagação da chama;

- e) Inflamação generalizada;
- f) Produção de gases tóxicos;
- g) Densidade ótica da fumaça.

A combustibilidade classifica o material por sua capacidade de manter-se em combustão. Dada à amplitude dessa definição, há dificuldade em estabelecer se um material é combustível ou não. Tanto que a classificação, segundo os métodos de ensaio utilizados pelos diversos países que a consideram é bastante distinta.

É importante ressaltar que parte do calor liberado na combustão de um material é absorvida novamente pelo fogo e pelos materiais adjacentes inflamados. Portanto o desenvolvimento do fogo é dado em função do poder calorífico dos materiais combustíveis existentes no local. A inflamabilidade é definida por Martins, 1982, como “a facilidade de que um material para desprender gases que venham ignizar-se em chamas”. A inflamabilidade depende, essencialmente:

- a) da radiação a que o material está exposto;
- b) da constituição física do material, ou seja, da facilidade com que os gases se desprendem do material para seu exterior;
- c) da temperatura de ignição do material, isto é, da temperatura na qual o material libera gases que atinjam uma concentração suficiente para provocar sua ignição, quando exposto a uma chama.

2.4 Classes de incêndio e agentes extintores

O incêndio em materiais é separado em quatro classes distinguindo pelo tipo de combustível e sua forma de queima. Cada classe possui agentes extintores específicos, e em alguns casos, agentes extintores que cobrem mais de uma classe. As classes de incêndio são:

1. Classe A: Fogo em materiais combustíveis sólidos, que queimam em superfície e profundidade através do processo de pirólise. Exemplo: Papel, tecido, madeira.
2. Classe B: Fogo em combustíveis sólidos que liquefazem por ação do calor, substâncias líquidas que evaporam e gases inflamáveis. Exemplo: Graxas, gasolina, metano.
3. Classe C: Fogo em materiais, equipamentos e instalações elétricas energizadas. Exemplo: Motores, computadores, geradores elétricos.

4. Classe D: Fogo em metais finamente divididos, com reações rápidas acompanhadas de grande liberação de energia. Exemplo: Sódio, pó de alumínio, magnésio.

Os agentes extintores são produtos químicos usados na prevenção e extinção de incêndios. São utilizados através de equipamentos especiais, móveis ou fixos e são armazenados nos estados sólido, líquido e gasoso. Os agentes mais conhecidos e utilizados na prevenção e combate a incêndio são os seguintes:

1. Água;
2. Espuma;
3. Dióxido de carbono;
4. Hidrocarbonetos halogenados;
5. Pós químicos.

A água pode ser aplicada na forma de jato direto, neblina ou vapor. Nas duas primeiras aplicações a ação de combate se dá por resfriamento da superfície de queima, e é indicada para incêndios classe A. Utilizando-se vapor de água a ação de combate é por abafamento e pode ser utilizada na classe B com algumas limitações.

Espuma tem sido empregada no combate à classe B, sendo composta por uma mistura de ar ou gás carbônico, água e agente formador de espuma. A espuma formada por esses elementos possui baixa densidade, flutuando sobre líquidos inflamados, formando uma camada isolando o contato com o oxigênio do ar. A espuma age inicialmente por abafamento ou isolamento e em um segundo momento por resfriamento. As espumas são tipificadas em químicas ou mecânicas fazendo referência ao tipo de formação. Podem-se salientar duas vantagens das espumas em relação aos outros agentes extintores para classe B:

1. É o único agente extintor que flutua sobre os combustíveis inflamados;
2. É o único agente, que em ambiente aberto, permanece isolando o combustível por períodos prolongados.

O dióxido de carbono é um agente extintor de grande eficiência no combate a incêndios das classes B e C. Seu poder de combate à classe B é limitado a pequenas áreas. Apresenta boa eficiência a classe C, pois além de não conduzir eletricidade não deixa nenhum resíduo sobre circuitos eletrônicos. O dióxido de carbono age por abafamento e resfriamento.

O pó químico seco é um material finamente pulverizado, não condutor de eletricidade, com características de fluido, tratado para ser repelente a água, resistente a aglomeração, resistente a

vibração e com propriedades extintoras variadas. Os pós químicos são classificados em três tipos:

1. Pó químico regular: empregado em incêndios classe B e C;
2. Pó químico para múltiplos propósitos: para classes A, B e C;
3. Pó químico especial: empregado em incêndios classe D.

3. LEGISLAÇÃO DA PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

A legislação da proteção contra incêndios é regulamentada pelas principais normas a seguir:

NR 20 - Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis;

NR 23 - Proteção contra incêndios;

Decreto 37380/1997 - Normas técnicas de prevenção contra incêndios;

NBR 5419/2005 - SPDA - Sistema de proteção das estruturas contra descargas atmosféricas;

NBR 9077/2001- Saídas de emergência em edifícios;

NBR 10897/2007 - Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos;

NBR 10898/1999 - Sistema de iluminação de emergência;

NBR 12693/2010 - Sistema de proteção por extintores de incêndio;

NBR 13434/2004 - Sinalização- Projeto e símbolos;

NBR 13523/2006 - Central de predial de gás GLP;

NBR 13714/2000 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos;

NBR 14024/2000 - Centrais prediais e industriais de GLP;

NBR 14100/1998 - Símbolos gráficos para projeto de proteção contra incêndio;

NBR 14276/2007 - Programa de brigada de incêndio;

NBR 14432/2000 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos.

NBR 17240/2010 - Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio;

NBR 17505/2006 - Armazenamento e manuseio de líquidos inflamáveis e combustíveis;

Resolução técnica nº014/BM-CCB/2009.

O estudo de cada caso de proteção contra incêndio poderá incluir e/ou excluir outras leis, normas, resoluções e/ou decretos.

4. OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo desse trabalho é adequação e elaboração do plano de prevenção contra incêndio de uma empresa da região metropolitana de Porto Alegre.

4.1 Descrição da empresa

A empresa tem como atividade a incineração de resíduos sólidos e está situada na cidade de Cachoeirinha/RS. Conta com uma área instalada de 913 m² dividida em dois prédios e com 22 funcionários, dos quais 7 são do setor administrativo e 12 operacionais. A planta opera de segunda a sexta das 8 horas até às 17 horas e aos sábados das 8 horas até as 12 horas.

A Tabela 4.1.1 apresenta a distribuição da instalação.

Tabela 4.1.1 Área instalada.

prédio	Área total	Atividade	Número de funcionários
1	275m ²	Administração/Depósito	9
2	638m ²	Queima/Depósito	10

Ambos os prédios são de alvenaria com pé direito de 6,00m.

Os resíduos sólidos tratados incluem: papel, polímeros, alimentos sólidos e resíduos hospitalares e infectantes. Os resíduos são tratados em três incineradores do tipo estacionário com capacidade total de 480 kg/h de sólidos, alimentados de forma contínua. O combustível para o início e controle da combustão é óleo combustível armazenado em reservatório de 2 m³.

O material para queima é estocado em pilhas de até 1,2 metros de altura, denominados através de código sequencial (D1, D2, D3) e só é realizada a incineração após a pesagem. O material e as dimensões de cada pilha são apresentados nas Tabelas 5.2.1 e 5.2.2.

As distâncias livres entre a empresa e os prédios/vias vizinhos são dadas na Tabela 4.1.2.

Tabela 4.1.2 Distâncias livres entre a empresa e seus vizinhos.

Orientação	Limite	Distância (m)
Nordeste	Via pública	11
Sudeste	Empresa: Manutenção de caminhões	10
Sudoeste	Instalação sem ocupação	16
Noroeste	Terreno	35

A Figura 4.1.1 mostra a planta da empresa e a indicação dos prédios.

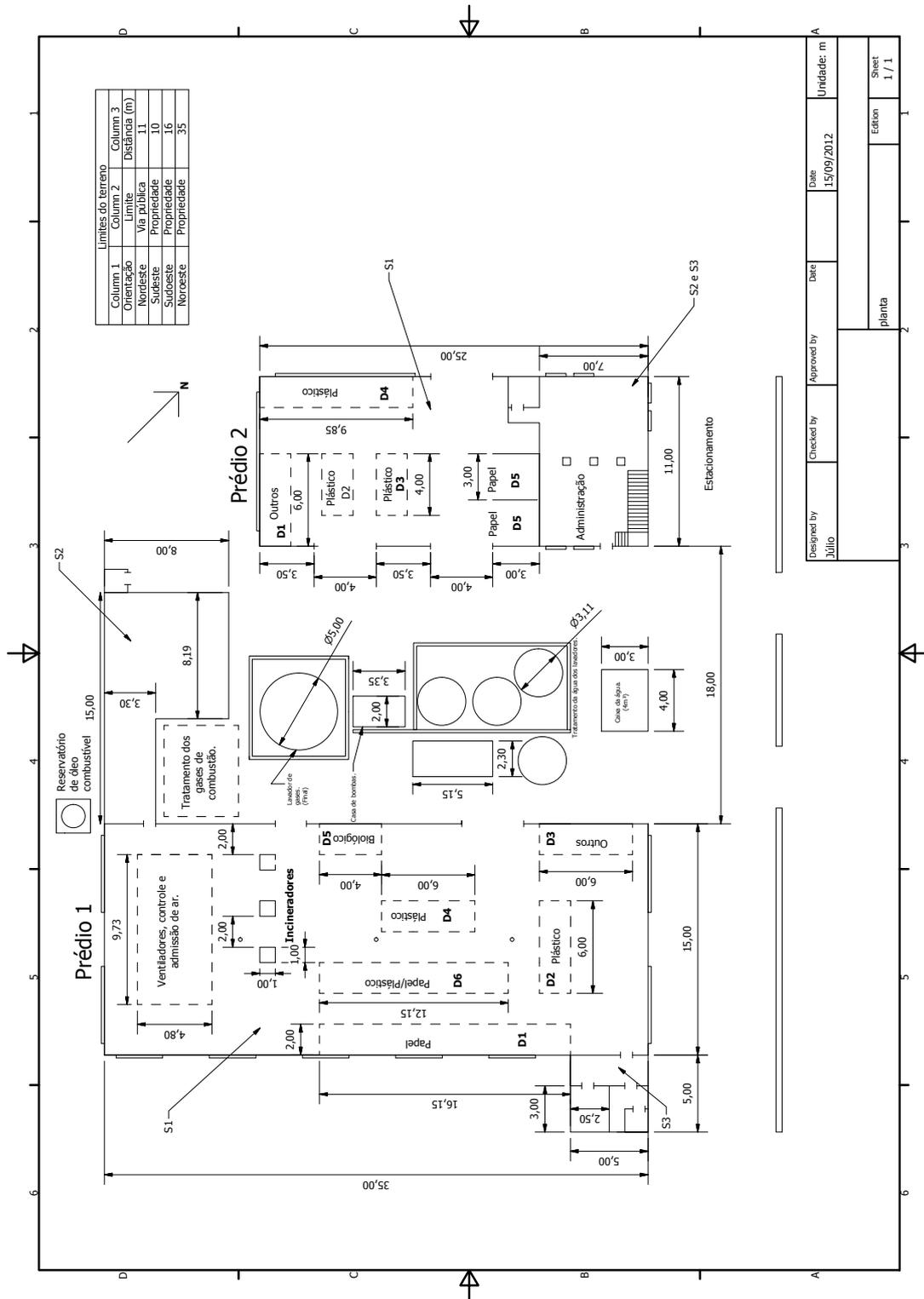


Figura 4.1.1 Planta das edificações.

4.2 Situação atual da proteção contra incêndio

Atualmente o prédio 1 não conta com nenhuma proteção contra incêndio, o prédio 2 conta com extintores de incêndio e com sinalização de emergência somente no nível administrativo. A casa de bombas, localizada no pátio da empresa e os ventiladores, localizada no prédio 1 não contam com proteção local para combate a incêndio.

Não há PPCI atualizado para a instalação da empresa e os funcionários não possuem treinamento em segurança e saúde para trabalho com líquidos combustíveis segundo NR 20 e nem treinamento segundo a resolução técnica nº14/BM-CCB/2009.

5. AVALIAÇÃO DA INSTALAÇÃO SEGUNDO A LEGISLAÇÃO

5.1 Prevenção contra incêndios - Decreto estadual 37380:1997

O decreto estadual 37380:1997 regula a prevenção contra incêndios no estado do Rio Grande do Sul, exceto Porto Alegre. A lista a seguir resume os artigos mais relevantes no decreto quando aplicado ao caso de estudo:

- **Art.8 § 2º:** Classificação de risco e extintores de incêndio.
Classificação do risco de incêndio segundo o Instituto de Resseguros do Brasil (IRB). Ver capítulo 5.2.
- **Art.9 itens I e II:** Sistema de hidrantes.
Isenta a unidade de sistema de hidrantes por possuir em ambos os prédios altura inferior a 12 metros e área menor que 750 m².
- **Art.9 item VI:** Hidrantes para depósitos de líquidos inflamáveis e combustíveis.
Isenta a unidade da instalação de hidrante, segundo a norma ABNT NBR 17505:2006 (ver capítulo 5.3).
- **Art.9 § 2º:** Rede seca.
Isenta a instalação de rede seca devido à distância a via de acesso ser inferior a 30 metros.
- **Art.10 item I:** Sistema automático de combate a incêndio.
Isenta a instalação de sistema automático para área de risco grande (ver capítulo 5.2), pois a área é inferior a 1500 m² em ambos os prédios.
- **Art. 16:** Proteção contra descargas atmosféricas.
Ambos os prédios estão isentos desse sistema por possuírem até dois pavimentos e área total inferior a 750 m².
- **Art. 17 § 2º:** Armazenamento de líquidos combustíveis.
Aplicação da NR 09, NR 20 e ABNT NBR 17505:2006. (ver capítulo 5.3).

5.2 Classificação do risco de incêndio

Como não é possível classificar diretamente os incineradores segundo o manual do IRB, a classificação se deu por similaridade com instalações que contém caldeiras (item 320.32), indicando classe de risco pequeno.

Analisando a unidade de incineração pela norma ABNT 9077:2001 a ocupação é definida como de risco médio, sendo classificada como I-2 pela Tabela 1 do Anexo 1 dessa norma. Devido ao conflito das classes de risco encontradas entre o manual do IRB e a ABNT NBR 9077:2001, optou-se por uma metodologia de cálculo mais detalhada apresentada pela norma ABNT NBR 12693:2010. Essa norma classifica as instalações como de risco alto, obrigando a instalação de sistema de prevenção e combate a incêndio por extintores de incêndio com características de proteção superiores aos exigidos pelo IRB e pela ABNT NBR 9077:2010.

Segundo a norma ABNT NBR 12693:2010, que estabelece a utilização de extintores de incêndio, os prédios 1 e 2 são classificados como de risco alto, possuindo carga de incêndio (*qfi*) de 1819MJ/kg e 2830MJ/kg, respectivamente. As Tabelas 5.2.1 e 5.2.2 possuem detalhes do cálculo para *qfi* em ambos os prédios.

As capacidades extintoras mínimas para risco classe A e risco classe B são 4-A e 80-B respectivamente, com distância máxima a ser percorrida de 15 metros, segundo Tabelas 1 e 2 da ABNT NBR 12693:2010.

Tabela 5.2.1 Cálculo para tipo de risco do prédio 1.

Setor	Pilha	Tipo	L(m)	C(m)	H(m)	V (m ³)	ρ (kg/m ³)	Massa (kg)	Mi*Hi (MJ*kg/m ²)	
S1	D1	Papel	2,00	16,15	1,20	38,76	400,00	15504	263568	
	D2	Plástico	2,00	6,00	1,20	14,40	291,50	4198	184694	
	D3	Outros	2,00	6,00	1,20	14,40	75,00	1080	32400	
	D4	Plástico	2,00	6,00	1,20	14,40	291,50	4198	184694	
	D5	Outros	2,00	4,00	1,20	9,60	75,00	720	21600	
	D6	Papel/Plástico	2,00	12,15	1,20	30,00	340,00	10200	297432	
S2	*	*	*	*	*	*	*	*	7040	
S3	*	*	*	*	*	*	*	*	7500	
								qfi	1803	MJ/m²

Tabela 5.2.2 Cálculo para tipo de risco do prédio 2.

Setor	Pilha	Tipo	L(m)	C(m)	H(m)	V (m ³)	ρ (kg/m ³)	Massa (kg)	Mi*Hi (MJ*kg/m ²)	
S1	D1	Outros	2,00	6,00	1,20	14,40	75,00	1080	18360	
	D2	Plástico	2,00	4,00	1,20	9,60	291,50	2798	123130	
	D3	Plástico	2,00	4,00	1,20	9,60	291,50	2798	83952	
	D4	Plástico	2,00	9,85	1,20	23,64	291,50	6891	303207	
	D5	Papel	2,00	6,00	1,20	14,40	400,00	5760	172800	
S2	*	*	*	*	*	*	*	*	53900	
S3	*	*	*	*	*	*	*	*	53900	
								qfi	2830	MJ/m²

A massa específica dos resíduos foi dada por Silva e Santos, 2011.

5.3 Armazenamento de óleo combustível

5.3.1 Segurança e saúde no trabalho e prevenção de riscos ambientais - NR 20 e NR 09

Segundo o Art. 20.4.2 da norma NR 20 o reservatório de óleo combustível é considerado uma instalação do tipo especial, devido ao seu volume (2 m³), não sendo possível classificá-lo segundo a tabela 1 dessa norma.

Para instalações desse tipo a norma estabelece, além dos requisitos do PPRA previstos na NR 09, os seguintes itens:

- Inventário e caracterização do combustível;
- Listagem dos riscos específicos do local e da atividade envolvida;
- Procedimentos e prevenção de acidentes com líquidos inflamáveis;
- Medidas em situações de emergência;
- Treinamento de no mínimo três operadores diretamente envolvidos com o óleo combustível.

A situação atual da empresa não contempla os três últimos requisitos listados acima. A norma NR 20 no Anexo II estabelece os critérios de capacitação para trabalhadores envolvidos com combustíveis, de modo que esse treinamento também contempla o terceiro e quarto itens. O treinamento definido na NR 20 poderá ser feito conjuntamente com o Treinamento de Prevenção e Combate a Incêndios exigidos pela Resolução técnica nº014/BM-CCB/2009 do corpo de bombeiros do estado do Rio Grande do Sul.

O reservatório de combustível atende os demais requisitos de projeto, instalação e manutenção descritos na referida norma.

5.3.2 Armazenamento - NBR 17505-2:2006

O item 5.2.1.2 da ABNT NBR 17505-2:2006 estabelece as distâncias mínimas para o reservatório de inflamáveis e/ou combustíveis estáveis pertencentes as Classes I, II e IIIA da NR 20 operando em pressões superiores a 17,2 kPa. Embora o reservatório de óleo combustível da empresa não seja classificado dessa forma as distâncias de segurança foram avaliadas para combustível estável Classe I.

As tabelas A.5 e A.6, da ABNT NBR 17505-2:2006, estabelecem as distâncias de segurança. A Tabela 5.3.2.1 contém as distâncias em questão para o reservatório de óleo combustível.

Tabela 5.3.2.1. Distâncias (m) do reservatório de óleo combustível.

Orientação	Distância a	NBR 17505-2	Existente
Nordeste	Edificação de alvenaria no mesmo terreno, sem ocupação prevista.	Não definido	1,50
Noroeste	Limite de propriedade.	7,50	51,90
Sudeste	Limite de propriedade.	7,50	30,00
Sudoeste	Limite de propriedade.	7,50	13,40

5.3.3 Proteção contra incêndio – ABNT NBR 17505-7:2006

A ABNT NBR 17505-7:2006 regula a proteção contra incêndio em sistemas de armazenamento de combustíveis e tanques estacionários, no seu item 4.2 ela isenta o reservatório de combustível da empresa de um sistema fixo de proteção contra incêndio por possuir volume inferior a 60m³.

5.4 Saídas de emergência – ABNT NBR 9077:2001.

A Tabela 5.4.1 mostra a classificação da unidade segundo a norma ABNT NBR 9077:2001.

Tabela 5.4.1 Classificação segundo ABNT NBR 9077:2001.

Tipo de classificação	Classificação		Referência
	prédio 1	prédio 2	
Quanto à sua ocupação	I-2	I-2	Tabela 1
Quanto à sua altura	L	L	Tabela 2
Quanto às suas dimensões	T	T	Tabela 3 - Enfoque Y
Quanto às características construtivas	Z	Z	Tabela 4

A seguir as saídas são avaliadas conforme alguns itens relevantes da norma ABNT NBR 9077:2001:

- **Itens 4.4.1.2 e 4.4.2:** Unidades de passagem e largura mínima das saídas.

Devido à baixa ocupação de ambos os prédios as unidades de passagem devem ser as mínimas exigidas. Todas as saídas estão de acordo com estes itens, exceto a porta de saída do setor administrativo.

- **Item 4.5.1.1-d:** Condições gerais dos acessos.

Todos os acessos contemplam os subitens de *a* até *e*.

- **Itens 4.5.2.2 e 4.5.3.1:** Distâncias máximas a serem percorridas e número de saídas.

Conforme Tabela 6 do anexo da norma e sua classe de ocupação I-2 para atingir a saída deve-se percorrer até 40 metros. Segundo a Tabela 7, da norma, os números de saídas devem ser no mínimo de duas. Ambas as exigências são cumpridas pela instalação.

- **Item 4.7:** Escadas.

A escada no setor administrativo do prédio 2 atende os requisitos estabelecidos pelos subitens *a*, *c* e *e*.

5.5 Sinalização de segurança – ABNT NBR 13434-1:2004 e ABNT NBR 13434-2:2004

A sinalização básica segurança de é dividida em três categorias pela norma ABNT NBR 13434-1:2004: Sinalização de proibição, sinalização de alerta, sinalização de orientação e salvamento e sinalização de combate a incêndio. A seguir são descritos os requisitos presentes no item 5.1 dessa norma:

- **Sinalização de proibição:** A sinalização deve ser instalada em local visível e a uma altura mínima de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização. A mesma sinalização deve estar distribuída em mais de um ponto dentro da área de risco, de modo que pelo menos uma delas seja claramente visível de qualquer posição dentro da área, e devem estar distanciadas entre si em no máximo 15,0 metros.
- **Sinalização de alerta:** A sinalização deve ser instalada em local visível e a uma altura mínima de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização, próxima ao risco isolado ou distribuída ao longo da área de risco generalizado. Neste último caso, cada sinalização deve estar distanciada entre si em no máximo 15,0 metros.
- **Sinalização de orientação e salvamento:** A sinalização de saída de emergência deve assinalar todas as mudanças de direção ou sentido, saídas, escadas etc., e deve ser instalada segundo sua função:
 - a) a sinalização de portas de saída de emergência deve ser localizada imediatamente acima das portas, no máximo a 0,10 m da verga; ou na impossibilidade desta, diretamente na folha da porta, centralizada a uma altura de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização;

- b) a sinalização de orientação das rotas de saída deve ser localizada de modo que a distância de percurso de qualquer ponto da rota de saída até a sinalização seja de no máximo 7,5 m. Adicionalmente, esta sinalização também deve ser instalada de forma que no sentido de saída de qualquer ponto seja possível visualizar o ponto seguinte, distanciados entre si em no máximo 15,0 m. A sinalização deve ser instalada de modo que a sua base esteja no mínimo a 1,80 m do piso acabado;
 - c) a sinalização de identificação dos pavimentos no interior da caixa de escada de emergência deve estar a uma altura de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização, instalada junto à parede, sobre o patamar de acesso de cada pavimento;
 - d) se existirem rotas de saída específicas para uso de deficientes físicos, estas devem ser sinalizadas para tal uso.
- **Sinalização de combate a incêndio:** A sinalização de equipamentos de combate a incêndio deve estar a uma altura mínima de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização e imediatamente acima do equipamento sinalizado e:
 - a) quando houver, na área de risco, obstáculos que dificultem ou impeçam a visualização direta da sinalização básica no plano vertical, a mesma sinalização deve ser repetida a uma altura suficiente para a sua visualização;
 - b) quando o equipamento se encontrar instalado em uma das faces de um pilar, todas as faces visíveis do pilar devem ser sinalizadas;
 - c) quando existirem situações onde a visualização da sinalização não seja possível apenas com a instalação da placa acima do equipamento, deve-se adotar: posicionamento para placa adicional ou instalação de placa angular, respeitando o estabelecido na norma ABNT NBR 13434-2.

Os símbolos aplicáveis e suas dimensões são dados na norma ABNT NBR 13434-2 nos itens de 5.1 até 5.4 e na Tabela 1, respectivamente.

A empresa de incineração é obrigada a instalar a sinalização básica de segurança em conformidade com o disposto na norma. A sinalização é apresentada no capítulo 6.

5.6 Treinamento – RT N°14/BM-CCB/2009

A resolução técnica n°14/BM-CCB/2009 estabelece as condições de exigência do treinamento de prevenção e combate a incêndio suplementando o disposto no Decreto n°

37380/1997 e alterado pelo Decreto 38273/1998. O artigo 4º dessa resolução define o número mínimo de pessoas a serem treinadas conforme Tabela 5.6.1.

Tabela 5.6.1 Número de pessoas treinadas conforme artigo 4º.

Grau de risco	nº de pessoas a serem treinadas
Pequeno	1 pessoa a cada 750 m ²
Médio	2 pessoas a cada 750 m ²
Grande	3 pessoas a cada 750 m ²

A classificação do grau de risco é dada pela norma ABNT NBR 9077:2010, entretanto como explicado no capítulo 5.2 à norma utilizada foi a ABNT NBR 12693:2010, indicando um grau de risco grande. Essa avaliação não compromete a segurança, pois a ABNT NBR 9077:2010 classifica a instalação como grau médio.

Para ambos os prédios é exigido 3 funcionários treinados em combate e prevenção de incêndio.

6. PROPOSTA DO PPCI

Através da análise de toda a legislação pertinente, evidenciada no capítulo 5, foi possível apresentar a proposta de distribuição de extintores de incêndio, presentes nas Figuras 6.1 e 6.2. A sinalização básica de segurança é apresentada nas Figuras 6.3 e 6.4. A Tabela 6.1 apresenta um *check list* final da proteção contra incêndio avaliada.

As Tabelas 6.2 e 6.3 apresentam a localização e a descrição de cada extintor, com as distâncias baseadas na norma ABNT NBR 12693:2010. As Tabelas 6.4 e 6.5 quantificam a sinalização utilizada a fim de atender as distâncias exigidas pela norma ABNT NBR 13434-1:2004 e ABNT 13434-2:2004.

Tabela 6.1 Verificação final do sistema de prevenção e combate.

Sistema	Caráter	Situação	Regulamentação
Sistema de hidrantes	Isento	Sem hidrantes	Decreto 37380/1997
Sistema automático de combate a incêndios	Isento	Sem sistema automático	Decreto 37380/1997
Rede seca	Isento	Sem rede seca	Decreto 37380/1997
Treinamento de prevenção e combate contra incêndio	Obrigatório	Implementar	RT nº 14/BM-CCB/2009
Treinamento para manuseio de líquidos inflamáveis	Obrigatório	Implementar	NR 09
Proteção contra descargas atmosféricas	Isento	Sem proteção	Decreto 37380/1997
Sistema fixo de proteção contra incêndio para tanque de óleo	Isento	Sem proteção fixa	NBR 17505-7:2006
Distâncias mínimas de armazenamento do óleo	Obrigatório	Conforme	NBR 17505-2:2006
Saídas de emergência	Obrigatório	Parcialmente atendido	ABNT NBR 9077:2001
Sinalização básica de segurança	Obrigatório	Parcialmente atendido	ABNT NBR 13434-1:2004 e ABNT NBR 13434-2:2004
Extintores de incêndio	Obrigatório	Parcialmente atendido	ABNT NBR 12693:2010

Tabela 6.2 Localização dos extintores para o prédio 1 e externo.

prédio	Código do extintor	Tipo	Carga	Localização
Externo	1-XX-01	Gás carbônico	5-B:C	Casa de bombas
1	1-S2-02	Água pressurizada	2-A	Setor 2
1	1-S1-03	Água pressurizada	2-A	Próximo ao vestiário
1	1-S1-04	Água pressurizada	2-A	Próximo à entrada do prédio
1	1-S1-05	Gás carbônico	5-B:C	Próximo a ventiladores
1	1-S1-06	Água pressurizada	2-A	Próximo a ventiladores

Tabela 6.3 Localização dos extintores para o prédio 2.

2	2-S1-01	Água pressurizada	2-A	Próximo à entrada noroeste
2	2-S1-02	Água pressurizada	2-A	Próximo à entrada nordeste
2	2-S2-03	Água pressurizada	2-A	1º Pavimento administrativo
2	2-S2-04	Gás carbônico	5-B:C	1º Pavimento administrativo
2	2-S2-05	Água pressurizada	2-A	2º Pavimento administrativo
2	2-S2-06	Gás carbônico	5-B:C	2º Pavimento administrativo

Tabela 6.4 Número de sinalizações de segurança para prédio 1 e externo.

Setor	Código	Quantidade	Significado
Externo	3	1	Proibido utilizar água para extinguir o fogo
Externo	23	1	Extintor de incêndio
S1	1	5	Proibido fumar
S1	2	5	Proibido produzir chama
S1	3	1	Proibido utilizar água para extinguir o fogo
S1	13	6	Saída de emergência
S1	14	4	Saída de emergência
S1	23	4	Extintor de incêndio
S2	1	1	Proibido fumar
S2	23	1	Extintor de incêndio
S3	1	1	Proibido fumar
S3	13	1	Saída de emergência
S3	14	4	Saída de emergência

Tabela 6.5 Número de sinalizações de segurança para prédio 2.

Setor	Código	Quantidade	Significado
S1	1	1	Proibido fumar
S1	2	1	Proibido produzir chama
S1	13	3	Saída de emergência
S1	14	3	Saída de emergência
S1	23	2	Extintor de incêndio
S2	1	1	Proibido fumar
S2	13	2	Saída de emergência
S2	14	1	Saída de emergência
S2	23	2	Extintor de incêndio
S3	1	1	Proibido fumar
S3	13	1	Saída de emergência
S3	16	1	Escada de emergência
S3	23	2	Extintor de incêndio

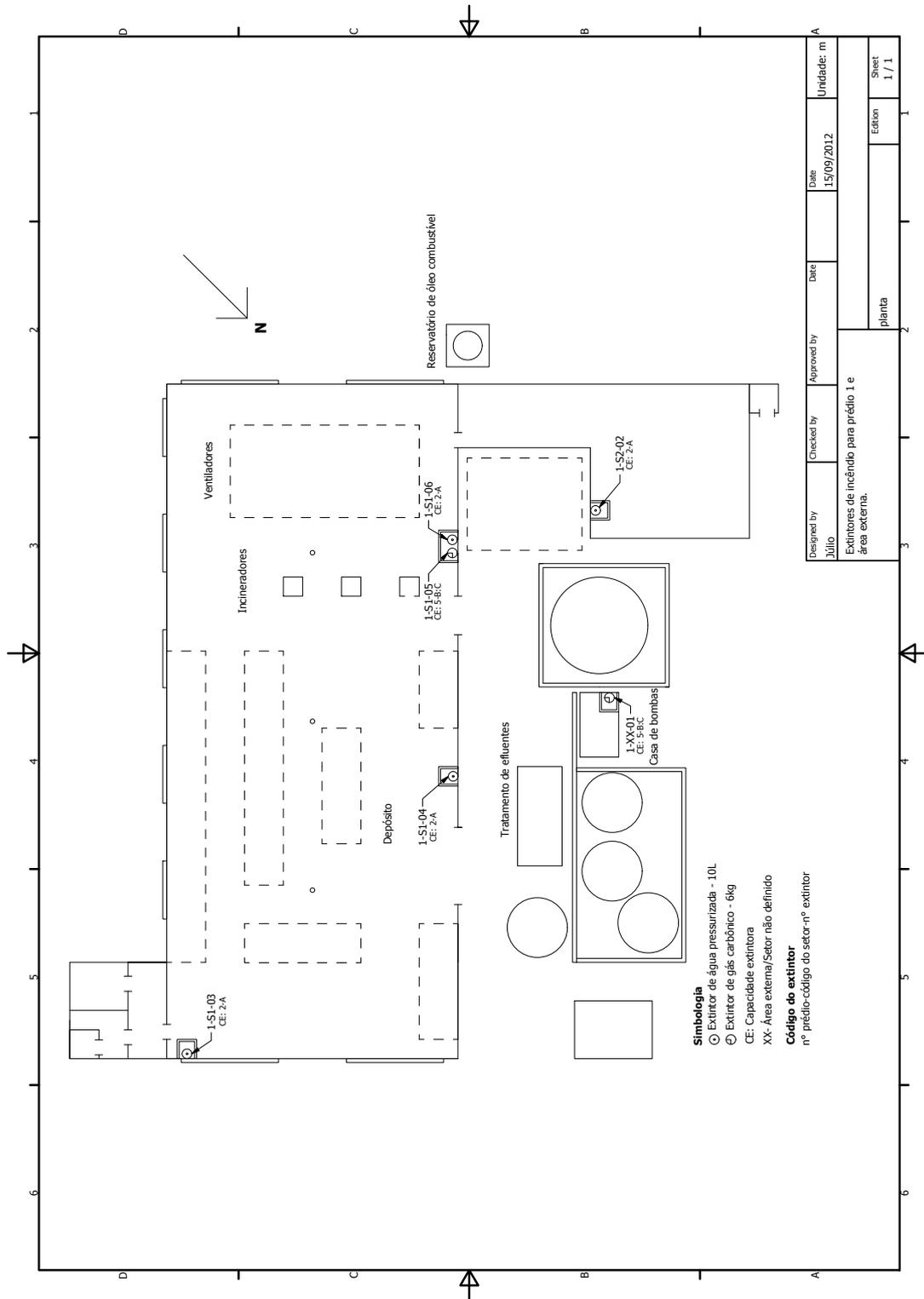


Figura 6.1 Extintores para prédio 1 e área externa.

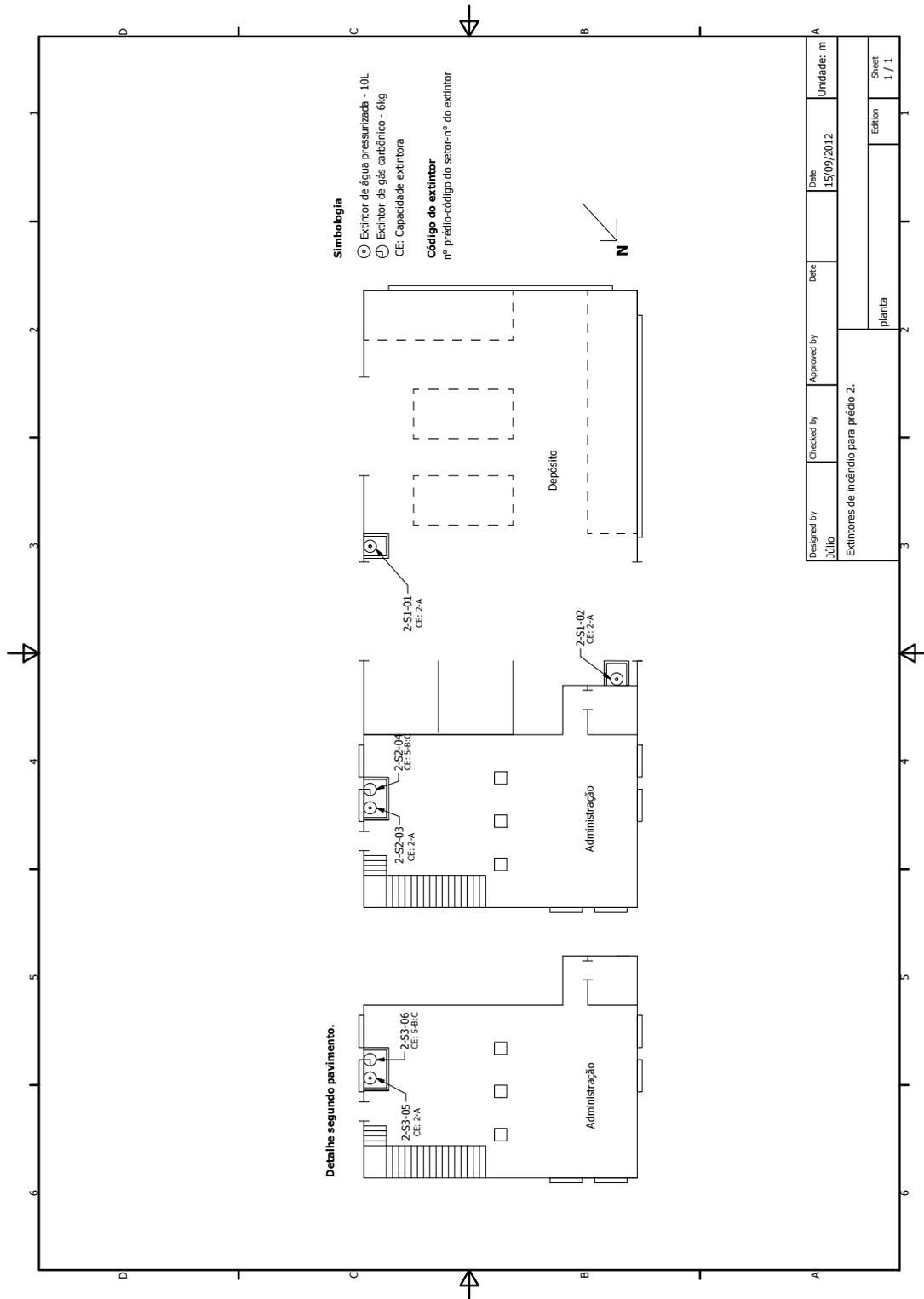


Figura 6.2 Extintores para prédio 2.

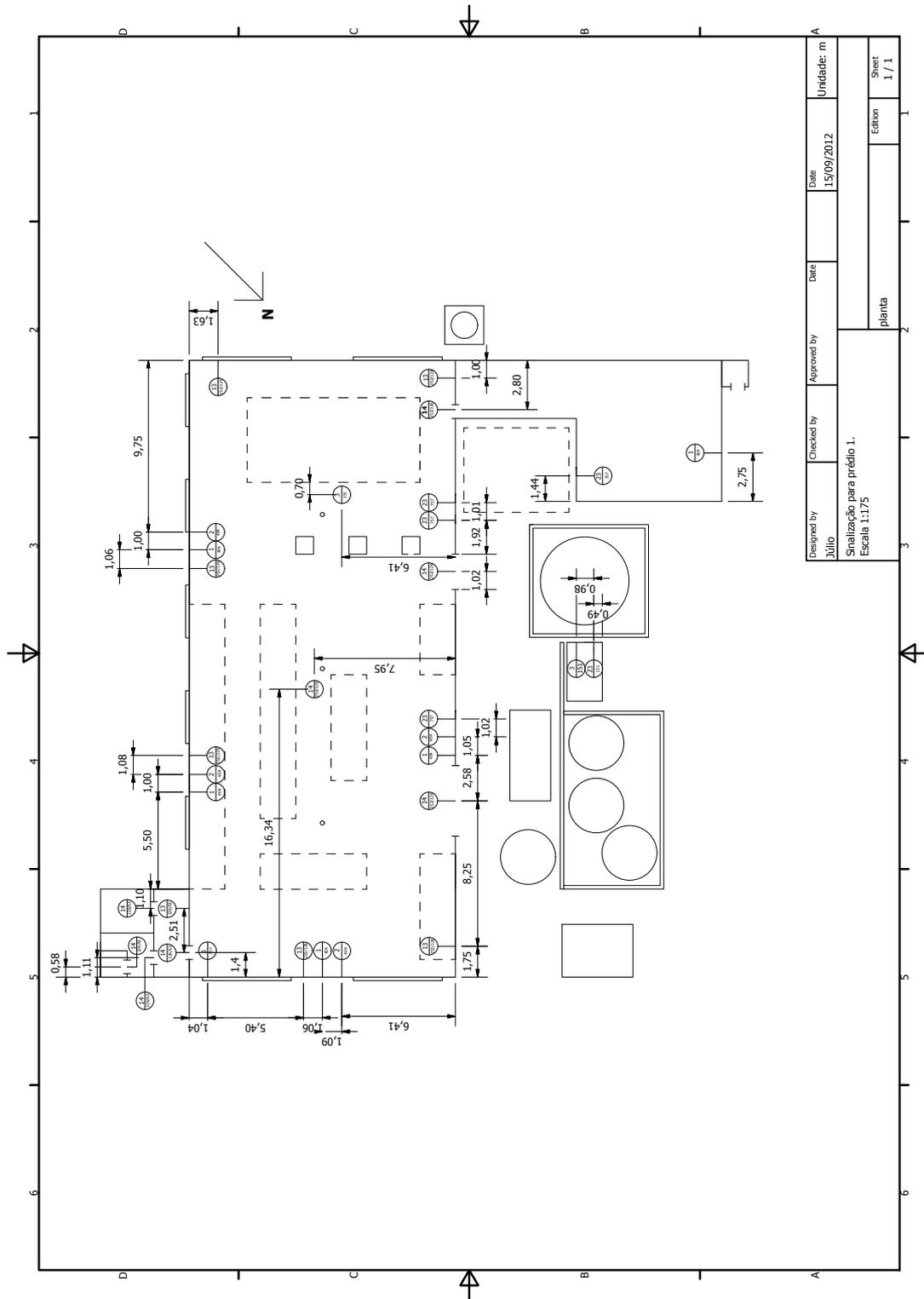


Figura 6.3 Sinalização para prédio 1 e área externa.

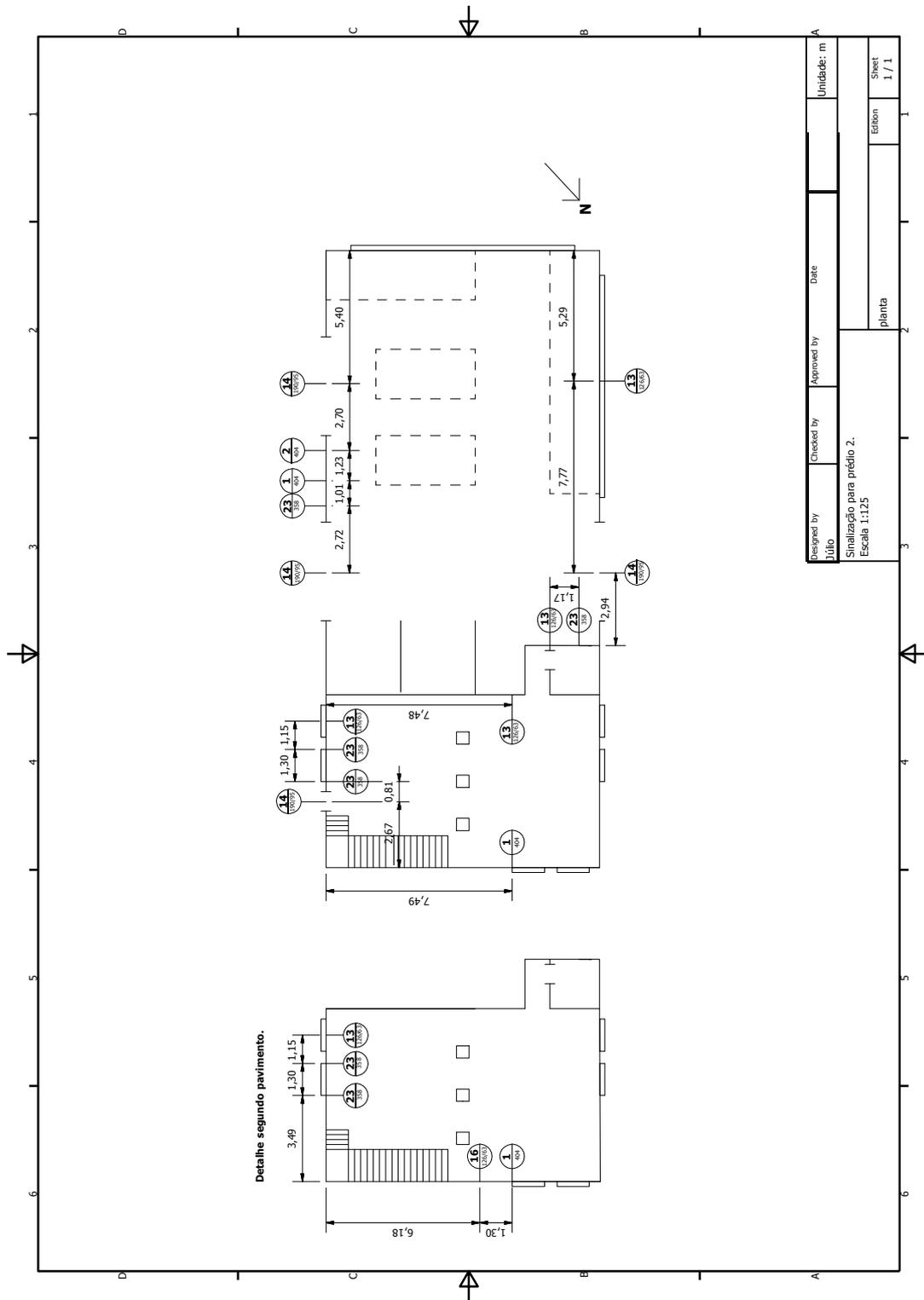


Figura 6.4 Sinalização para prédio 2.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da conformidade das instalações da empresa tendo como base a legislação de prevenção e combate a incêndio revelou que a situação atual não contempla a maioria dos itens obrigatórios ou é parcialmente atendido. Para definir o grau de risco foi adotada a norma ABNT NBR 12693:2010 que classifica a instalação como de grau alto, a análise pelo IRB e pela norma ABNT NBR 9077:2001 apresentaram graus de risco menores, como os resultados foram discordantes optou-se por utilizar o definido na norma citada. Assim, por segurança optou-se por aplicar uma proteção maior o que garante maior segurança para os operadores e para os bens da empresa.

Os sistemas que devem ser instalados e/ou reestruturados são: proteção por extintores de incêndio, instalação da sinalização de segurança e adequação da porta de saída do setor administrativo que não está de acordo com as unidades de passagem requeridas. Ainda, é necessário treinar os operadores para operação com líquidos combustíveis e para prevenção e combate a incêndio. As medidas aplicáveis são de baixo custo quando comparadas a outros sistemas que a empresa está isenta como hidrantes, chuveiros automáticos, etc, e podem ser instaladas em um tempo pequeno, pois não necessitam de grandes modificações estruturais. A não adequação desses requisitos inviabiliza o funcionamento legal da unidade de incineração de resíduos sólidos.

Como recomendação final é sugerido o afastamento do tanque de óleo combustível do prédio 1, ou da zona de trabalho dos operadores, que apesar de atender as normas ABNT NBR 17505-2:2006 e ABNT NBR 17505-7:2006 gera adicional de periculosidade pela norma NR 16.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, 2001. “**NBR 9077:2001 – Saída de emergência em edifícios**”. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil.

ABNT, 2004. “**NBR 13434-1:2004 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Parte 1: Princípios de projeto** ”. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil.

ABNT, 2004. “**NBR 13434-2:2004 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores**”. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil.

ABNT, 2005. “**NBR 5419/2005 - SPDA - Sistema de proteção das estruturas contra descargas atmosféricas**”. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil.

ABNT, 2006. “**NBR 17505-2:2006 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Parte 2: Armazenamento em tanques e vasos**”. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil.

ABNT, 2006. “**NBR 17505-7:2006 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 7: Proteção contra incêndio para parques de armazenamento com tanques estacionários**”. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil.

ABNT, 2010. “**NBR 12693:2010 - Sistemas de proteção por extintor de incêndio**”. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil.

CP: Soluções em prevenção, 2006. “**Prevenção e combate a incêndio, esse assunto é importante?**”. Brasil.

Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 1997. “**Decreto 37380/1997-Normas técnicas de prevenção contra incêndios**”. Porto Alegre, Brasil.

Francisco, J. P., Imperiali, M. A., 2011. **“Factors Influencing Fire Safety in Brazil”**, Worcester Polytechnic Institute, USA.

Freire, C. D. R. 2009. **“Projeto de proteção contra incêndio (PPCI) de um prédio residencial no centro de Porto Alegre”**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil.

Marcati, J. 2008. **“A segurança contra incêndio no Brasil”**. Projeto Editora. São Paulo, Brasil.

Martín, L.M.E., 1982. **“Comportamiento al fuego de materiales y estructuras. Madrid, Laboratorio de Experiencias e Investigaciones del Fuego”**, Instituto Nacional de Investigaciones. Agrarias.

Moraes, P. D. 2006 **“Projeto de edificações visando à segurança contra incêndio”**. Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de engenharia civil. Brasil.

MTE, 1994. **“NR 09-Programa de prevenção de riscos ambientais”**. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasil.

MTE, 2012. **“NR 16-Atividade e operações perigosas”**. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasil.

MTE, 2012. **“NR 20-Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis”**. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasil.

MTE, 2011. **“NR 23-Proteção contra incêndios”**. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasil.

NFPA, 2006. NFPA 10. **“Standard for Portable fire extinguishers”**. National Fire Protection Association. EUA.

PIRES, T. 2005. **“Gerenciamento de riscos de incêndios avaliação do impacto em estruturas de concreto armado através de uma análise experimental de vigas isostáticas”**. Dissertação de Mestrado Acadêmico. Engenharia de Produção, Universidade Federal do Pernambuco, Brasil.

Ono, R., 2007. **“Parâmetros de garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos”**. Ambiente construtivo. Porto Alegre, v.7. Brasil.

Silva, M. C, Santos, G. O., 2011. **“Densidade aparente de resíduos sólidos recém coletados”**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil.