

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
PÓS-GRADUAÇÃO ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO**

VANESSA REBELLATTO MALTA

**PROPOSTA PARA READEQUAÇÃO DO SISTEMA PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO
DE UMA EMPRESA DO SETOR CERÂMICO**

CRICIÚMA, 2016

VANESSA REBELLATTO MALTA

**PROPOSTA PARA READEQUAÇÃO DO SISTEMA PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO
DE UMA EMPRESA DO SETOR CERÂMICO**

Monografia apresentada ao Setor de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, para a obtenção do título de especialista em Engenharia de Segurança no Trabalho.

Orientador: Prof. Msc. Sérgio Bruchchen

CRICIÚMA, 2016

Aos meus pais por toda dedicação e apoio.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do curso de Engenharia de Segurança no Trabalho pelo conhecimento transmitido, em especial ao Prof. Msc. Sérgio Bruchchen pela orientação.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pela amizade e respeito durante todo período do curso.

Aos meus pais, que nunca pouparam esforços para possibilitar a realização dos meus estudos. As minhas amigas pelo companheirismo e consideração nos momentos de ausência.

À empresa e à coordenadora do SESMT, por possibilitar a realização deste trabalho.

“Se a gente quiser modificar alguma coisa, é pelas crianças que devemos começar. Devemos respeitar e educar nossas crianças para que o futuro das nações e do planeta seja digno.”

Ayrton Senna

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Capacidade produtiva de revestimentos cerâmicos no Brasil.	14
Figura 2: Tetraedro do fogo.	17
Figura 3: Chuveiro Automático	26
Figura 4: SPDA - Ângulo de proteção - tipo Franklin	29
Figura 5: Esfera rolando sobre uma edificação	29
Figura 6: Fluxograma processo cerâmico.....	31
Figura 7: Box de armazenamento de matéria-prima.....	32
Figura 8: Moinhos para moagem das matérias-primas.....	33
Figura 9: Prensagem da massa cerâmica atomizada.	34
Figura 10: Esmaltação dos biscoitos cerâmicos.	35
Figura 11: Carro de secagem do revestimento cerâmico após esmaltação.....	36
Figura 12: Entrada do forno, secagem dos revestimentos cerâmicos.....	37
Figura 13: Classificação visual dos revestimentos cerâmicos.....	38
Figura 14: Setor de expedição de produto acabado.	38
Figura 15: Processo de retificação dos revestimentos cerâmicos.....	39
Figura 16: Tanque de combustível – óleo diesel.....	41
Figura 17: Correias dos moinhos.....	42
Figura 18: Silo de armazenamento de carvão.	43
Figura 19: Riscos identificados - Queima da correia transportadora.....	43
Figura 20: Rolamento dos fornos.	45
Figura 21: <i>Pit stop</i> de abastecimento de gás GLP para empilhadeira.....	46
Figura 22: Suporte para afixação dos extintores - setor de expedição.....	56
Figura 23: Sinalização de saída de emergência - Setor expedição.	57
Figura 24: Sinalização de saída de emergência - Setor expedição.	57
Figura 25: Afixação e identificação dos extintores.....	58
Figura 26: Afixação e identificação de extintores - Setor classificação.....	59
Figura 27: Sistema de iluminação de emergência - Bloco autônomo.....	60
Figura 28: Placas auxiliares de saída de emergência.....	61
Figura 29: Sinalização de abandono de área - Rota de fuga.	62
Figura 30: Sala da Brigada de Bombeiros Voluntários - Alarme de emergência.....	63
Figura 31: Uniforme diferenciado para Brigada de Bombeiros Voluntários.....	64
Figura 32: Brasão - Brigada de Bombeiro Voluntário.....	64
Figura 33: Afixação e identificação de extintores - Escritório fabril.	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Etapas da fabricação de pisos com os respectivos riscos de incêndio.....	40
Quadro 2: Cronograma de Execução do Sistema Preventivo de Combate a Incêndio.	49

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO	12
1.1 OBJETIVO GERAL.....	12
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 INDÚSTRIA CERÂMICA PARA REVESTIMENTO	13
2.1.1 Origem da Cerâmica para Revestimento.....	13
2.1.2 Produção de Revestimentos Cerâmicos.....	14
2.2 INCÊNDIOS CAUSAS E PREVENÇÃO.....	15
2.2.1 Principais Fatores Causadores de Incêndios.....	15
2.2.2 Características do Fogo	16
2.2.3 Classes de Incêndios	18
2.3 PROTEÇÃO DOS EDIFÍCIOS CONTRA INCÊNDIOS.....	19
2.3.1 Métodos de Extinção do Fogo.....	20
2.3.2 Agentes Extintores	21
2.3.2.1 Água	22
2.3.2.2 Pós Químicos	22
2.3.2.3 Gases Inertes	23
2.3.2.4 Dióxido de Carbono (CO ₂).....	23
2.3.2.5 Halon	23
2.4 SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO	24
2.4.1 Sistema de Hidrantes	24
2.4.1.1 Hidrante Urbano.....	25
2.4.2 Chuveiro Automático (<i>sprinkler</i>)	25
2.4.3 Sistema de Iluminação de Emergência	26
2.4.4 Sistema de Sinalização de Emergência	27
2.4.5 Sistema de Alarme de Emergência	27

2.4.6 Sistema de Extintores de Incêndio	28
2.5 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR PARA-RAIOS	28
3. METODOLOGIA.....	30
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	30
3.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO	31
3.2.1 Recepção e armazenagem de matérias primas	31
3.2.2 Moagem das matérias-primas	32
3.2.3 Atomização	33
3.2.4 Conformação das peças	34
3.2.5 Esmaltação	34
3.2.5.1 Preparação do Esmalte.....	35
3.2.5.2 Preparação de tintas.....	35
3.2.6 Secagem	36
3.2.7 Queima	36
3.2.8 Classificação e Expedição.....	37
3.2.9 Retífica	38
3.3 CARGA DE INCÊNDIO	39
3.4 RISCOS POTENCIAIS	39
3.4.1 Recebimento de Matéria-Prima.....	40
3.4.2 Moagem	41
3.4.3 Atomização	42
3.4.4 Prensagem	44
3.4.5 Secagem	44
3.4.6 Esmaltação	44
3.4.7 Queima	44
3.4.8 Classificação	45
3.4.9 Expedição	45
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	46
4.1 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO	46

4.1.1 Sistema Vital	46
4.1.1.1 Sistema Preventivo por Extintores	47
4.1.1.2 Sistema de Iluminação de Emergência	47
4.1.1.3 Sistema de Sinalização de Abandono de Local.....	47
4.1.2 Sistema de Alarme de Emergência	47
4.1.3 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	48
4.1.4 Hidrante Urbano.....	48
4.2 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	48
4.3 GASTOS ORÇAMENTAIS	50
5. CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS.....	52
ANEXOS	55

INTRODUÇÃO

Em um curto período de tempo, o Brasil passou de país rural para uma sociedade urbana, industrial e de serviço. Toda essa mudança tem ocasionado um crescimento acelerado, com parques industriais mais amplos e variados. Juntamente com o crescimento acelerado e por motivos diversos, o aumento de riscos de incêndios nas instalações tem se intensificado.

Hoje as atividades de segurança contra sinistros e incêndio, e processos de evacuação das instalações, envolvem milhões de pessoas em todo o mundo, fazendo com que cresça rapidamente os processos ligados à prevenção, tornando-se uma tendência internacional, sendo exigido para todos os materiais, componentes, sistemas construtivos, equipamentos e utensílios usados nas edificações, devendo ser analisados e testados laboratorialmente do ponto de vista da segurança contra incêndio.

Os acidentes ocorridos com perdas por incêndios no país fez com que fossem estabelecidas posturas legais mais severas na questão da prevenção. As empresas têm, assim, buscado garantir de forma segura a integridade dos seus funcionários, bem como do seu patrimônio, a fim de buscar um crescimento econômico sadio frente às demandas de seus clientes e órgão regulamentadores.

Numa visão geral, as principais causas de incêndios e sinistros em edificações estão relacionadas com a “ação humana”, além dos agentes físicos e químicos. No Brasil, e em especial em Santa Catarina, através desse entendimento, busca-se o cumprimento da legislação, atendendo as exigências das autoridades para a obtenção do *habite-se* do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBM-SC) para posterior liberação do alvará de funcionamento para qualquer tipo de empreendimento.

Sendo assim, o estudo em questão trata da readequação e regularização de um empreendimento já existente, tendo início após a aprovação do projeto junto ao CBM-SC, seguido da elaboração do cronograma de execução e estimativa orçamentária para implantação. Vale ressaltar que a empresa possui liberação do sistema hidráulico preventivo, tendo maior ênfase no sistema preventivo com extintores, devido ao grau de risco da atividade.

1 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor um plano de ação para readequação e regularização do sistema preventivo contra incêndio de uma empresa do setor cerâmico, de forma a compreender e evidenciar quais as principais necessidades e custos para implantação do sistema preventivo contra incêndio conforme estabelecido por projeto aprovado pelo CBM-SC.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Analisar os projetos aprovados;
- Quantificar necessidades para implantação;
- Levantar os riscos existentes no processo produtivo;
- Elaborar cronograma de implantação; e
- Levantar custos para implantação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A real motivação para esforços tecnológicos de minimizar, evitando a ocorrência do incêndio, está ligada à defesa do patrimônio em razão da sua ligação com o empreendedor, já que em um eventual incêndio poderá comprometer sua sobrevivência (GOMES, 1998).

Incêndio, segundo definição dada pela NBR 13.860, é o fogo fora de controle, ou segundo a ISO 8421-1, é a combustão rápida disseminando-se de forma descontrolada no tempo e no espaço.

Para que tenha início o incêndio em uma edificação, deve-se ter a ocorrência simultânea de uma fonte de calor, de um combustível e de um componente humano. Para FAGUNDES (2013), o componente humano passa a ser essencial neste evento, podendo ser deparado através de falhas no projeto e/ou execução de instalações, bem como pela negligência comportamental na ocupação da edificação. Ainda conforme o autor, tais componentes, incorporados à reação química em cadeia e ao oxigênio, garantem a manutenção do fogo, bem como o seu crescimento. Da mesma forma para GOMES (1998),

o incêndio pode ocorrer devido às várias razões, mas cujas causas mais comuns são as fortuitas e as acidentais.

A prevenção de incêndio é um processo que permite maior confiabilidade, oferecendo mais qualidade para seus fins, controlando ou extinguindo o fogo no local de início. Requer a descoberta oportuna do fogo; alarme imediato, informando o local de ocorrência; rápida ação contra o fogo; e controle continuado do fogo até sua completa extinção (GOMES, 1998).

2.1 INDÚSTRIA CERÂMICA PARA REVESTIMENTO

2.1.1 Origem da Cerâmica para Revestimento

A origem do nome “azulejo” provém dos árabes, sendo derivado do termo "azuleicha", que significa "pedra polida". A arte do azulejo foi largamente difundida pelos islâmicos. Os árabes a levaram para a Espanha e, de lá, se difundiu por toda a Europa. A influência dos árabes na cerâmica peninsular e depois na europeia foi enorme, pois eles trouxeram novas técnicas e novos estilos de decoração, como a introdução dos famosos arabescos e das formas geométricas, que os islâmicos desenvolveram a fundo (ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres, SD).

A cerâmica é uma atividade de produção de artefato a partir da argila, que se torna muito plástica e fácil de moldar quando umedecida. Depois de submetida à secagem para retirar a maior parte da água, a peça moldada é submetida a altas temperaturas (ao redor de 1.000° C), que lhe atribuem rigidez e resistência mediante a fusão de certos componentes da massa e, em alguns casos, fixando os esmaltes na superfície (ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres, SD).

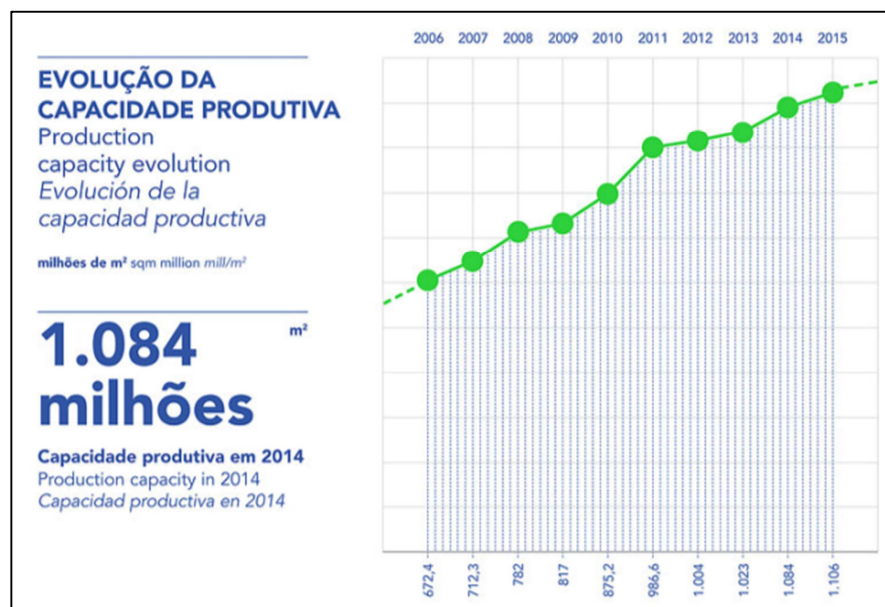
Ainda segundo a ANFACER, a concentração geográfica de empresas é característica da indústria de cerâmica para revestimento. Dois dos países líderes, Itália e Espanha, têm produção concentrada nas regiões de Sassuolo e Castellón, respectivamente. A estratégia competitiva dessas regiões baseia-se em design, qualidade e marca. Da mesma forma, no Brasil, a produção é concentrada em algumas regiões. A região de Criciúma, em Santa Catarina, tem reconhecimento como polo internacional, onde se concentram as maiores empresas brasileiras.

2.1.2 Produção de Revestimentos Cerâmicos

Segundo a ANFACER (s.d), o setor brasileiro de revestimentos cerâmicos é estabelecido por 93 empresas, com maior concentração nas regiões Sudeste e Sul, e em expansão no Nordeste do país. O segmento produtivo de capital fundamentalmente nacional, é também um grande gerador de empregos, gerando cerca de 25 mil postos de trabalho diretos e em torno de 200 mil indiretos, ao longo da cadeia produtiva.

Uma característica típica da produção brasileira é a utilização de dois processos produtivos distintos em seu parque industrial: a Via Seca e a Via Úmida. Os fabricantes brasileiros de revestimentos cerâmicos estão alinhados com a melhor tecnologia disponível no mundo e em conformidade com as normas internacionais de qualidade (ANFACER, s.d).

Figura 1: Capacidade produtiva de revestimentos cerâmicos no Brasil.



Fonte: ANFACER, 2016.

Segundo o Panorama do Setor de Revestimentos Cerâmicos – 2006 disponibilizado pelo BNDES, o revestimento cerâmico é classificado de acordo com o processo de preparação da massa, ou seja, via úmida e via seca.

Via úmida compreende, a) mistura de várias matérias-primas, que são moídas e homogeneizadas em moinhos de bolas, em meio aquoso; b) secagem e granulação da massa em *spray dryer* (atomizador); e c) conformação, decoração e queima. Esse tipo de

processo é bastante utilizado na Região Sul, no polo cerâmico de Criciúma (SC), no Paraná e, em São Paulo, nos polos de Mogi-Guaçu e da Grande São Paulo. Enquanto que a Via seca refere-se às placas cerâmicas feitas por processo de moagem a seco das matérias-primas, por moinhos de martelo e pendulares e, depois, levemente umidificada para a prensagem. Esse processo é típico das localidades de Santa Gertrudes (SP), mas são encontrados também em outras localidades do Estado de São Paulo.

Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento – ANFACER e a Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento - ASPACER, 65% da produção brasileira é realizada pelo processo de via seca e 35% pelo processo de via úmida (BNDES, 2006).

2.2 INCÊNDIOS CAUSAS E PREVENÇÃO

Segundo MARCELLI (2007), o fenômeno do incêndio, quando analisado em todas as suas variáveis, é de grande complexidade, e vem sendo estudado e pesquisado nos últimos anos. Ainda conforme o autor, em primeira análise, há existência de uma relação diretamente proporcional entre o nível de risco de incêndio e o avanço tecnológico de um país ou região. MARCELLI (2007) ainda comenta que, com o crescimento industrial e urbano, ocorre uma maior concentração de máquinas, equipamentos e materiais combustíveis. Apesar de todo avanço tecnológico, os investimentos em projetos e materiais para garantir a segurança contra incêndio ainda são insuficientes para dar maiores garantias aos usuários e ao próprio patrimônio (IBAPE SP, 2013).

Conforme IBAPE SP (2013), a Inspeção Predial possibilita atendimento à vida útil do sistema e de seu desempenho, de forma planejada e com periodicidades pré-estabelecidas, assegura a confiabilidade e disponibilidade de funcionamento e operação, evitando surpresas, imprevistos e situação de pânico.

2.2.1 Principais Fatores Causadores de Incêndios

Os incêndios, em sua maioria, são causados por curtos-circuitos nas instalações elétricas, muitas vezes com origem no uso indevido, sobrecargas e envelhecimento de componentes. Em todo sistema construtivo há sinais dessas falhas e da perda de funcionalidade e segurança, o que pode ser constatado na inspeção predial em caráter

preventivo (IBAPE-SP, 2013). Para AITA e PEIXOTO (2012), as principais causas que podem gerar perigo e provocar incêndios são fator humano, fator natural, fator acidental.

AITA e PEIXOTO (2012, p.22) definem:

Fator Humano: Se o incêndio não for provocado por ação deliberada, pode-se dizer que foi ocasionado por imprudência, por negligência, por descuido, por irresponsabilidade e até por desconhecimento do ser humano, como por exemplo, cálculo subestimado da carga elétrica de um prédio.

Fator Natural: Incêndios provocados pelos fenômenos da natureza. Por exemplo: descargas elétricas naturais (raios), calor gerado pelo sol (raios solares) e combustão espontânea.

Fator Acidental: São aqueles fatores que fogem do controle e acontecem por uma fatalidade, por exemplo, riscos elétricos (curto-circuito), riscos mecânicos (atrito entre superfícies), riscos químicos (combinação de substâncias ocorrendo o processo de combustão).

2.2.2 Características do Fogo

O fogo pode ser definido como um fenômeno físico-químico em que ocorre uma reação de oxidação com emissão de luz e calor (MARCELLI, 2007). Para AITA e PEIXOTO (2012), o fogo acontece devido a uma reação química entre os elementos: o combustível, o comburente (oxigênio) e uma fonte de energia de ativação (calor), que produz o desprendimento de luz e calor intenso. Conforme os autores, essa reação química produz benefícios, mas também pode causar destruição e dor para o homem e para a natureza.

O triângulo do fogo é uma ferramenta utilizada nas técnicas de prevenção e combate ao fogo, pois no momento que se isola ou se elimina um dos lados do triângulo, impossibilita-se a geração do fogo (AITA e PEIXOTO, 2012). Os autores mencionam que atualmente a literatura cita um novo componente para a existência do fogo, a reação em cadeia, passando a ser chamado de tetraedro do fogo, ilustrado através da figura 2.

Segundo MARCELLI, 2007, p. 204:

Combustível: Qualquer substância capaz de produzir calor por meio de reação química.

Comburente: Elemento à custa do qual se dá a combustão; no caso do incêndio, é o oxigênio do ar.

Calor: Forma de energia que se transfere de um sistema para outro, devido a um processo de transformação.

Reação em cadeia.

Figura 2: Tetraedro do fogo.



Fonte: Adaptado de MARCELLI, 2007.

AITA e PEIXOTO (2012) argumentam que o combustível é qualquer elemento que pode entrar em combustão (queima) no momento em que atinge sua temperatura de combustão. Podem ser encontrados nos três estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso. Já para SEITO *et al* (2008), o fogo, para ser iniciado e se manter no material combustível, sofre influência de vários fatores tais como: estado da matéria (sólido, líquido ou gás), massa específica, superfície específica, calor específico, calor latente de evaporação, ponto de fulgor, ponto de ignição, mistura inflamável (explosiva), quantidade de calor, composição química, quantidade de oxigênio disponível, umidade, entre outros.

- **Combustíveis sólidos:** papel, madeira, tecido, plástico, borracha, isopor e outros.
- **Combustíveis líquidos:** gasolina, diesel, álcool, thinner, querosene e outros.
- **Combustíveis gasosos:** Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), propano, metano, acetileno, butano e outros.

O oxigênio, chamado de comburente, é o elemento ativador das chamas. Sempre que o fogo ocorrer em um ambiente rico de oxigênio, as chamas serão mais intensas,

causando maior intensidade luminosa e maior quantidade de calor (AITA e PEIXOTO, 2012). Para os autores, a energia de ativação é a fonte de calor necessária para dar início às chamas, podendo ser uma ponta de cigarro, fósforo aceso, faísca elétrica, entre outros.

2.2.3 Classes de Incêndios

A NBR 12.693:2010 classifica o incêndio em quatro classes diferentes:

- **Classe A:** Fogo em materiais combustíveis sólidos, que queimam em superfície e profundidade através do processo de pirólise, deixando resíduos.
- **Classe B:** Fogo em combustíveis sólidos que se liquefazem por ação do calor, como graxas, substâncias líquidas que evaporam e gases inflamáveis, que queimam somente em superfície, podendo ou não deixar resíduos.
- **Classe C:** Fogo em materiais, equipamento e instalações elétricas energizadas.
- **Classe D:** Elementos pirofóricos como magnésio, zircônio, titânio, etc.

2.2.4 Tipos de Propagação do Fogo

Conforme AITA e PEIXOTO (2012), a energia calorífica gerada em um processo de combustão, num determinado local, pode ser propagada para outros locais próximos ou distantes através dos métodos de transmissão. Para DEMATÉ (2012), a fim de entender as formas para o descontrole do fogo, é necessário entender as formas de propagação do fogo, que são:

- **Condução:** é o método de transmissão de calor que acontece nos meios sólidos, ou seja, se propaga de molécula para molécula do corpo através do movimento vibratório entre elas.
- **Convecção:** A transmissão do calor é aquela que ocorre nos meios fluídicos líquidos ou gasosos, ou seja, a convecção acontece por meio da formação de correntes ascendentes e descendentes dentro da massa fluídica, devido à diferença de densidade ocasionada pelo aquecimento.
- **Irradiação ou radiação:** É a transmissão de calor por meio das ondas eletromagnéticas ou raios de energia calorífica que se deslocam através do espaço.

As fontes de ignição na maioria dos incêndios geralmente são pequenas e evidenciam uma íntima relação entre o risco de início de incêndio e o uso de materiais facilmente ignizáveis, como cortinas, mobiliários, que na maioria das vezes utilizam na sua composição madeira, plástico, algodão e outros materiais de fácil combustão, tornando a propagação do fogo rápida (MARCELLI, 2007).

MARCELLI (2007) relata ainda que, além da oxigenação do ambiente, outro fator da evolução do fogo é a quantidade de materiais combustíveis existentes no local, facilitando a expansão rápida das chamas. Para AITA e PEIXOTO (2012), algumas temperaturas são importantes para a definição do ponto de combustão de cada substância, destacam-se.

- **Ponto de Fulgor:** É a temperatura mínima que um combustível começa a desprender vapores, que combinados com o oxigênio do ar e alguma fonte de calor, se inflamam. A chama não se sustentará, quando não houver mais vapores em quantidade suficientes no ambiente.
- **Temperatura de Combustão:** Temperatura mínima para que um combustível desprenda vapores que em contato com o oxigênio do ar e uma fonte de calor, se inflamam. Mesmo que ocorra a remoção da fonte externa de calor, o fogo não se apaga.
- **Temperatura de Ignição:** É a temperatura em que os vapores desprendidos do combustível entram em combustão apenas em contato com o oxigênio do ar, independente da existência de fonte externa de calor.

2.3 PROTEÇÃO DOS EDIFÍCIOS CONTRA INCÊNDIOS

SEITO et al (2008) considera que a proteção dos edifícios deve fazer parte de todas as fases que envolvem o processo produtivo. Assim como o uso do edifício, a segurança contra incêndio deve ser considerada, passando pelo estudo preliminar, pela concepção do anteprojeto, pelo projeto executivo e pela construção, operação e manutenção. Ainda para o autor, se a segurança contra incêndio for desconsiderada em qualquer uma das etapas, o edifício ficará suscetível a riscos de inconveniências funcionais, gastos excessivos e níveis de segurança inadequados. Grande parte da segurança contra incêndio dos edifícios é resolvida na fase de projeto.

O fenômeno do fogo é conduzido por diversas variáveis, a partir de seu início, crescimento, alastramento e até sua extinção, o que não permite um equacionamento exato

de todas as medidas necessárias, tornando praticamente impossível que se consiga obter condições totais de segurança contra incêndio (MARCELLI, 2007). Para JUNIOR (S.D), os métodos de extinção do fogo baseiam-se na eliminação de um ou mais dos elementos essenciais que provocam o fogo (elementos do tetraedro do fogo).

O conjunto de medidas de prevenção contra incêndio deve ser adotado na fase inicial do projeto, levando em consideração as atividades que serão desenvolvidas em cada local da edificação, prevendo a compartimentação vertical e horizontal dos ambientes, objetivando o confinamento do foco de incêndio na sua origem (MARCELLI, 2007).

Além disso, AITA e PEIXOTO (2012) estimam que a prevenção consiste na retirada do material combustível das proximidades da situação de risco, isolando qualquer possibilidade de ocorrência de uma reação em cadeia. Ainda para MARCELLI (2007), o sucesso da operação depende também do conjunto de equipamentos e sistemas existentes para sua detecção e combate, sendo importante que todos os equipamentos estejam em boas condições, implicando em manutenção adequada e constante de todo o sistema.

JUNIOR (s.d.) ainda comenta que existem outras formas de eliminar um incêndio, tais como a retirada do material em chamas, resfriamento, abafamento e a quebra da reação em cadeia. Entretanto, SEITO *et al* (2008) descreve que dentro do sistema global de segurança contra incêndio, as medidas de proteção se manifestam quando as medidas de prevenção falham, ocasionando o surgimento do incêndio, ou seja, essas medidas compõem os elementos do sistema global, limitando o crescimento do incêndio, da propagação do incêndio, facilitando a evacuação segura do edifício, a precaução contra o colapso estrutural e rapidez, eficiência e segurança nas operações de combate e resgate.

2.3.1 Métodos de Extinção do Fogo

Para JUNIOR (S.D.), existem vários agentes extintores, que atuam de maneira específica sobre a combustão, extinguindo o incêndio através de um ou mais métodos de extinção. Os agentes extintores devem ser utilizados de forma criteriosa, observando a sua correta utilização e o tipo de classe de incêndio, tentando-se, sempre que possível, minimizar os efeitos danosos do próprio agente extintor sobre materiais e equipamentos não atingidos pelo incêndio. Conforme SEITO *et al* (2008), existem diversos fatores que determinam a eficiência do agente extintor, entre eles, o componente correto para cada tipo de fogo, o alcance, a duração de descarga, a forma de descarga e a operacionalidade.

Segundo BRENTANO (2010), sempre que se deseja extinguir o fogo, deve-se neutralizar um dos seus três elementos componentes, pelo menos, ou interromper a reação

química em cadeia. Desta forma, os métodos de extinção do fogo são utilizados de acordo com o elemento componentes do mesmo que se deseja neutralizar, sendo então:

- **Extinção por isolamento (retirada do material):** Em alguns casos de incêndio é possível retirar o material combustível. Em incêndios em edificações, a neutralização desse elemento é difícil, se não impossível.
- **Extinção por abafamento (retirada do comburente):** Neste caso procura-se impedir que o material em combustão seja alimentado por mais oxigênio, reduzindo as chamas e por fim o incêndio.
- **Extinção por resfriamento (retirada do calor):** Com o uso de um agente extintor, este absorve o calor do fogo e do material em combustão, conseqüentemente ocasiona o resfriamento deste material. De forma geral, o resfriamento do material combustível é a forma mais comum de extinguir o fogo em edificações e o agente mais utilizado é a água.
- **Extinção química (quebra da cadeia de reação química):** Com o lançamento ao fogo de determinados agentes extintores, suas moléculas se dissociam pela ação do calor, formando átomos de radicais livres, que se combinam com a mistura inflamável resultante do gás ou vapor do material combustível com o comburente, formando uma mistura não inflamável, interrompendo a reação química em cadeia.

2.3.2 Agentes Extintores

Segundo BRENTANO (2010), para se extinguir o fogo é necessário eliminar, no mínimo, um dos elementos formadores do fogo. Para isso, na maioria das vezes, deve-se utilizar a água ou certas substâncias químicas, sólidas, líquidas ou gasosas, chamadas de agentes extintores, que atuam diretamente sobre um ou mais desses elementos. Para SEITO *et al* (2008), os extintores portáteis fazem parte do sistema básico de segurança contra incêndio em edificações e devem ter como características principais: portabilidade, facilidade de uso, manejo e operação, e ter como objetivo o combate de princípio de incêndio.

Ainda conforme BRENTANO (2010), cada material combustível tem as suas características de combustão, exigindo, com isso, formas específicas para extinguir o fogo. O agente extintor a ser utilizado deve ser apropriado, para que sua ação seja rápida e eficiente, causando o mínimo de danos à vida das pessoas, ao conteúdo e a edificação.

2.3.2.1 Água

Conforme SEITO *et al* (2008), a água é o mais completo dos agentes extintores. A sua importância é reconhecida, pois mesmo que não leve à extinção completa do incêndio, auxilia no isolamento de riscos e facilita a aproximação dos bombeiros ao fogo para o emprego de outros agentes extintores.

Para JUNIOR (S.D.), a água atua sobre a combustão principalmente por resfriamento, sendo a sua elevada eficiência de arrefecimento resultante de grande capacidade de absorver calor. É o agente extintor "universal", e a sua abundância e as suas características de emprego, sob diversas formas, possibilitam a sua aplicação em diversas classes de incêndio.

2.3.2.2 Pós Químicos

Para JUNIOR (S.D.), o pó químico é o agente extintor mais utilizado em extintores portáteis. São eficientes e como não se dispersam tanto na atmosfera como um gás, permitem atacar as chamas de modo mais rápido e eficaz. Segundo BRENTANO (2010), os pós-químicos secos têm como base química, o bicarbonato de sódio, o bicarbonato de potássio, o cloreto de potássio, bicarbonato de potássio-uréia e o monofosfato de amônia, misturados com aditivos que dão estabilidade ao pó frente à umidade e à aglutinação.

Trata-se de um grupo de agente extintor constituído de finíssimas partículas sólidas, apresentando características não abrasivas, não tóxicas, mas que podem provocar asfixia se inalados em excesso. Tem a propriedade de não conduzir corrente elétrica, porém, tem o inconveniente de contaminar o ambiente sujando-o, podendo danificar inclusive equipamentos eletrônicos (JUNIOR, S.D.).

Os pós são classificados conforme a sua correspondência com as classes de incêndio que se destinam a combater, JUNIOR (S.D.).

- **Pó PQS:** Os extintores de PQS para classe B e C utilizam os agentes extintores bicarbonato de sódio, bicarbonato de potássio ou cloreto de potássio, tratados com um estearato a fim de torná-los antihigroscópicos e de fácil descarga.
- **Pó ABC:** composto a base de fosfato de amônio ou fosfatomonoamônico, sendo chamado de polivalente, pois atua nas classes A, B e C. Possui maior eficiência em fogos de Classe A, pois quando aquecido se transforma em um resíduo fundido, aderindo à superfície do combustível e isolando-o do comburente (abafamento).

- **Pó D:** Usado especificamente na classe D de incêndio, sendo a sua composição variada variando conforme o metal pirofórico do agente específico, tendo por base a grafita misturada com cloretos e carbonetos, também denominados de Pós Químicos Especiais (PQEs).

2.3.2.3 Gases Inertes

Os gases inertes contêm, sobretudo, elementos químicos como o argônio, hélio, neônio e substâncias químicas, como o dióxido de carbono. Este tipo de agente extintor não é normalmente utilizado em extintores portáteis de incêndio, mas sim em instalações fixas, para proteger, por exemplo, salas de computadores e outros locais com riscos semelhantes (JUNIOR, S.D.).

Para BRENTANO (2010), este tipo de agente extintor é usado no combate a incêndios em equipamentos energizados eletricamente, arquivos, bibliotecas, centro de processamento de dados, etc., e em quase todos os materiais combustíveis, principalmente quando o agente extintor não deve danificar estes materiais.

2.3.2.4 Dióxido de Carbono (CO₂)

O dióxido de carbono é mais um gás inerte. É mais pesado que o ar, atuando sobre a combustão pelo processo de “abafamento” isto é, por substituição do oxigênio que alimenta as chamas, e também em pequena parte por resfriamento. Como se trata de um gás inerte tem a grande vantagem de não deixar resíduos após aplicação (JUNIOR, S.D.).

2.3.2.5 Halon

Conforme JUNIOR (S.D.), os halons são hidrocarbonetos halogenados. É um agente extintor que teve grande sucesso no combate a incêndio devido às propriedades de gás relativamente limpo e eficaz em fogos de classes A, B e C. Ainda segundo o autor, atuam sobre o processo de combustão inibindo o fenômeno da reação em cadeia. Apesar da sua comprovada eficiência, este produto encontra-se com uso proibido por razões de ordem ambiental (afeta a camada de ozônio).

2.3.2.6 Espumas Químicas e Mecânicas

A espuma surgiu da necessidade de encontrar um agente extintor que suprisse as desvantagens encontradas quando da utilização da água na extinção dos incêndios, principalmente envolvendo líquidos derivados de petróleo. A espuma é um agente extintor polivalente podendo ser usada em extintores portáteis, móveis e instalações fixas de proteção (JUNIOR, S.D.).

- **Espumas mecânicas:** obtidas por um processo mecânico de mistura de um agente espumífero (LGE – líquido gerador de espuma), ar e água.
- **Espumas químicas:** obtidas pela reação química entre dois produtos que se misturam na altura da sua utilização; fora de uso devido à baixa eficiência.

2.4 SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Segundo BRENTANO (2010), para se combater o fogo em uma edificação, devem ser usados os agentes extintores específicos para os materiais combustíveis existentes na edificação. Os sistemas de combate ao fogo são adotados de acordo com o tipo de material combustível que se quer proteger e o grau de risco da edificação.

2.4.1 Sistema de Hidrantes

Os sistemas de hidrantes são sistemas fixos de combate ao fogo que utilizam a água como agente extintor. Esses sistemas são providos de uma rede de água exclusiva, separada da rede comum de abastecimento de água da empresa, sendo necessário estarem pintadas de vermelho (AITA e PEIXOTO, 2012).

Ainda para o autor, diferentemente dos equipamentos portáteis, os sistemas de hidrantes têm como objetivo dar continuidade ao combate ao fogo quando os equipamentos portáteis se tornam ineficientes e o fogo se alastra rapidamente.

2.4.1.1 Hidrante Urbano

De acordo com a IN 25 do CBM-SC, os hidrantes urbanos são denominados de hidrante de coluna, sendo totalmente eficazes para o abastecimento de água no combate ao incêndio. Os hidrantes são alocados conforme as normativas regidas pelos Bombeiros Militares.

Ainda conforme a IN 25, o hidrante de coluna atende um raio de proteção de 250,00m, devendo ser instalados nas calçadas e locais de fácil acesso. São fabricados em ferro fundido ou aço, pintados em amarelo.

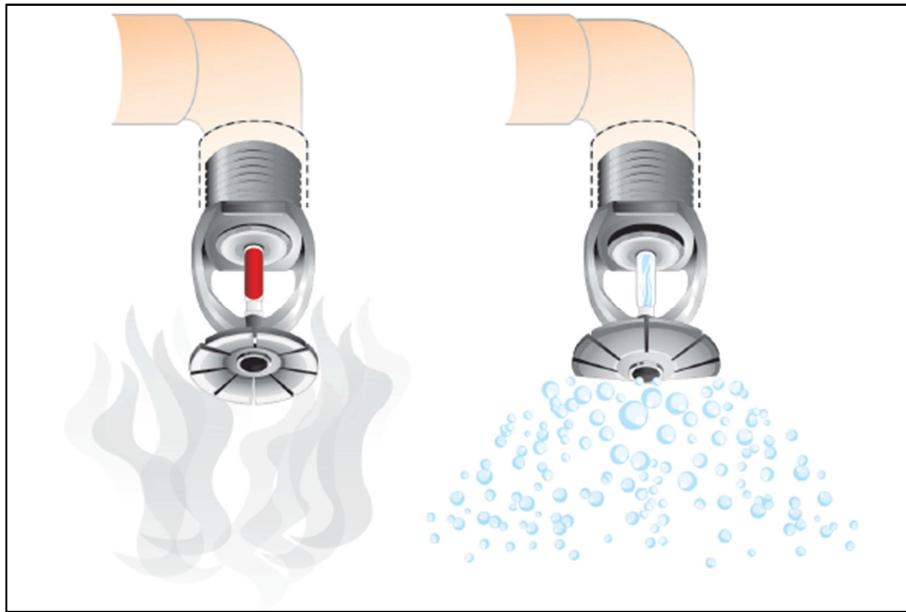
2.4.2 Chuveiro Automático (*sprinkler*)

Um sistema de chuveiro automático, para fins de proteção contra incêndio, é definido pela NBR 10897:1990, como sendo um sistema fixo integrado o qual deve apresentar os seguintes elementos:

- A. Rede hidráulica de distribuição que alimente os chuveiros automáticos, após a válvula de alarme ou chave detectora de fluxo de água.
- B. Rede de abastecimento das válvulas de alarme ou chave detectora de fluxo de água.
- C. Abastecimento de água.

Conforme AITA e PEIXOTO (2012), os chuveiros automáticos (Figura 3) são equipamentos instalados no teto ou nas paredes das edificações cuja função é jogar água, em forma da chuva, sobre o fogo. A água é liberada quando o dispositivo, na ponta do chuveiro, sensível ao calor, rompe-se. Os dispositivos conforme a NBR 6135:1992 podem ser tipo fusível ou químico e ampola de vidro, sendo a ampola de vidro mais sensível ao calor (57 a 260°C).

Figura 3: Chuveiro Automático



Fonte: Adaptado de AITA e PEIXOTO (2012).

2.4.3 Sistema de Iluminação de Emergência

Conforme a IN 11 – CBMSC (2014, p.4), a iluminação de emergência é o conjunto de componentes e equipamentos que, em funcionamento, proporcionam a iluminação suficiente e adequada para que os usuários da edificação encontrem as saídas para o exterior da edificação de maneira fácil e segura. Ainda conforme a IN 11, o sistema de iluminação deve entrar em funcionamento quando há falta de energia elétrica da concessionária, para que assim as pessoas que estiverem na edificação possam visualizar as rotas de fuga em caso de emergência.

Segundo IBAPE-SP, as principais características técnicas do sistema de iluminação são: clarear áreas escuras de passagens (horizontais e verticais); sinalizar as rotas de fuga utilizáveis no abandono da edificação; balizar com o uso de símbolos ou frases, que indiquem a rota de saída; assinalar todas as mudanças de direção, obstáculos, saídas, escadas; não obstruir por anteparos ou arranjos; as baterias devem possuir vida útil de 4 anos, isentas de manutenção, quando centralizada em compartimentos resistentes a 2 horas de fogo; e as luminárias devem estar dispostas não mais que 15 metros umas das outras e serem visíveis de todos os pontos.

De acordo com AMBROSI (2008), p.45, existem dois tipos de iluminação de emergência:

- A. Sistema autônomo:** onde cada bloco autônomo, luminária e placa de saída possuem suas próprias baterias. Uma das vantagens é a praticidade do sistema, pois basta fixar e ligar o equipamento na rede elétrica. A desvantagem está ligada com a manutenção dos equipamentos, que devem ocorrer a cada 2 a 3 anos.
- B. Sistema centralizado:** utiliza uma central de iluminação de emergência, que é composta por um banco de baterias que alimenta todas as luminárias. Este tipo de sistema poderá ter, no máximo, 20 luminárias por circuito.

2.4.4 Sistema de Sinalização de Emergência

O projeto de sinalização de emergência deve ser elaborado conforme a NBR 9077/2011, adotando os procedimentos previstos na norma, considerando que a sinalização de saída é obrigatória em acessos. Ainda de acordo com a NBR, a sinalização tem como propósito orientar e guiar os ocupantes de uma edificação, podendo ser preventiva e ativa ao combate a incêndio, objetivando a identificação e alerta para os pontos de riscos potenciais, reduzindo a ocorrência de incêndios, orientando a localização dos equipamentos de combate ao fogo e as saídas de emergência.

Para BRENTANO (2010), a sinalização de emergência possui quatro categorias distintas, de acordo com a sua função, denominados como, sinalização de condições de orientação e salvamento, alerta, proibição e de indicação de equipamentos de combate a incêndios.

2.4.5 Sistema de Alarme de Emergência

De acordo com AMBROSI (2008), o sistema de alarme tem como função alertar as pessoas da ocorrência do incêndio, podendo assim o fogo ser combatido e se necessário, alertar as pessoas para evacuação da edificação. Ainda conforme o autor, o sistema de detecção é constituído por um dispositivo que, quando sensibilizado por fenômenos físico e/ou químicos resultantes de uma combustão, como chamas, calor, tal dispositivo aciona o sistema de alarme não precisando da ação do homem.

Segundo a IN 12 – CBMSC (2014, p.7), o número de acionadores de alarme de incêndio deve ser calculado de forma que o operador não percorra mais do que 30 metros para acioná-los, no pavimento ou na área setorizada. Como exposto na IN 12, o sistema de

alarme e detecção é formado basicamente de uma central para supervisão dos acionadores e detectores.

2.4.6 Sistema de Extintores de Incêndio

A NBR 12693/2013 estabelece os requisitos exigíveis para o projeto, seleção e instalação de extintores de incêndio portáteis e sobre rodas, em edificações e áreas de risco, para combate a princípio de incêndio. A norma ainda comenta que, os extintores são utilizados como primeira linha de ataque contra incêndio de tamanho limitado, sendo necessários mesmo em locais equipados com chuveiros automáticos, hidrantes e mangueiras. É um sistema obrigatório em todas as edificações, exceto em residências unifamiliares, independente de qualquer outra medida de proteção (BRENTANO, 2010).

2.5 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR PARA-RAIOS

Conforme exposto por FAGUNDES (2013), o sistema de proteção contra descargas atmosféricas consiste em captores, condutores de descida da corrente elétrica e sistema de aterramento. Os captores têm função de interceptar as descargas atmosféricas, podendo ser constituídos por hastes, cabos esticados, condutores em malha e naturais. Para MARQUES (2012), as características de um SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas) são determinadas pelas características da estrutura a ser protegida, considerando o nível de proteção determinado durante a análise risco.

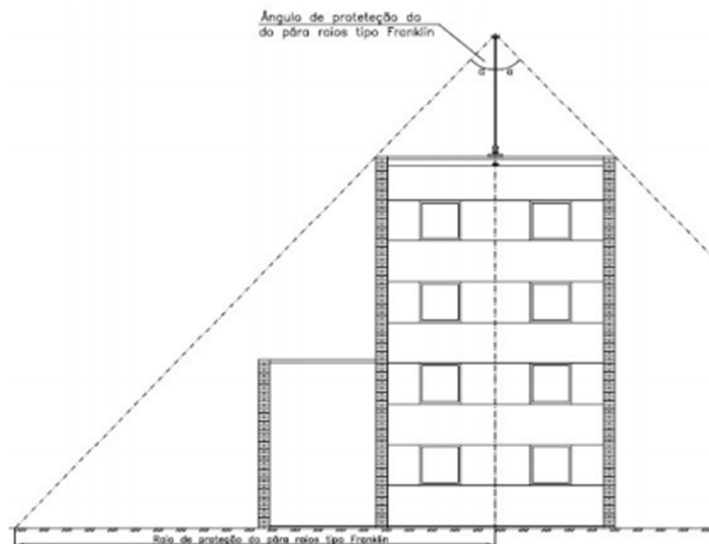
De acordo com a IN 29-2014 do CBMSC, o SPDA é exigido nas seguintes situações: edificações com riscos inerentes de explosão; edificações com altura igual ou superior a 20 metros ou área construída igual ou superior a 750m³.

2.5.1 Método Franklin

Os captores do tipo Franklin se fundamentam no princípio de que uma descarga piloto descendente pode ser interceptada por uma descarga ascendente iniciada a partir de um dos captores instalados na edificação (VERARDINO, 2011). Ainda, conforme o autor, existem dois tipos de áreas de proteção diferentes para o um mesmo captor, sendo elas: Ângulo de Proteção e Raio de Atração. A diferença entre as duas áreas está no rigor da

determinação, ou seja, para edificação elevadas o sistema de ângulos de proteção não é eficaz, porém é o mais comumente utilizado, apresentado na figura 4.

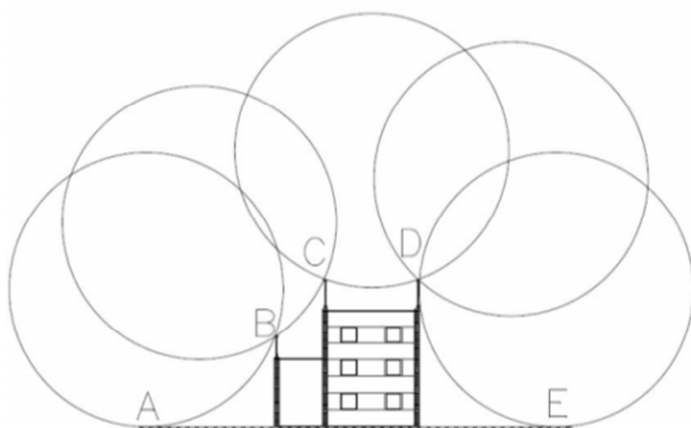
Figura 4: SPDA - Ângulo de proteção - tipo Franklin



Fonte: Adaptado de VERARDINO, 2011.

Conforme STÉFANI (2011) os captores do tipo Raio de Atração são mais abstratos porque trata da distância estimada em que a conexão da descarga descendente e ascendente ocorreria com grande probabilidade, ilustrado através da figura 5.

Figura 5: Esfera rolando sobre uma edificação



Fonte: Adaptado de VERARDINO, 2011.

2.5.2 Método de Faraday

Idealizado pelo físico e químico inglês Michael Faraday (1876-1971), ele descobriu, durante experimentos, que um volume envolvido por uma gaiola metálica, ficava blindado dos efeitos dos campos eletromagnéticos (STÉFANI, 2011). Ainda conforme o autor, para garantir a eficiência deste método de proteção, deve-se respeitar o limite de tamanho dos módulos da gaiola, tanto na parte superior como na lateral da edificação.

2.5.3 Modelo eletromagnético

De acordo com a TELECO (S.D.), o modelo eletromagnético é considerado o mais completo para proteção de estruturas, sendo baseado em métodos científicos de observação e medição dos parâmetros dos raios, e ensaios de laboratórios de alta tensão. Considera-se que o raio-líder descendente caminha na direção vertical em direção à terra em degraus dentro de uma esfera cujo raio depende da carga da nuvem ou da corrente do raio e será desviado da trajetória original por algum objeto aterrado.

3. METODOLOGIA

O trabalho teve início com o levantamento das informações obtidas nos projetos aprovados pelo CBM-SC. Desta forma, foi quantificada as necessidades propostas, com execução do plano de ação e cronograma, conforme os sistemas de execução, como os sistemas vitais, sistemas de alarme, sistemas de hidrante urbano e sistemas de proteção contra descargas atmosféricas. Para o estudo, optou-se pela implantação e adequação do sistema preventivo na unidade II, tendo em vista a totalidade do processo cerâmico nesta unidade, ressaltando-se, que embora tenha se optado pela unidade II, o Sistema Preventivo Contra Incêndio foi implantado em todas as unidades produtivas do grupo.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

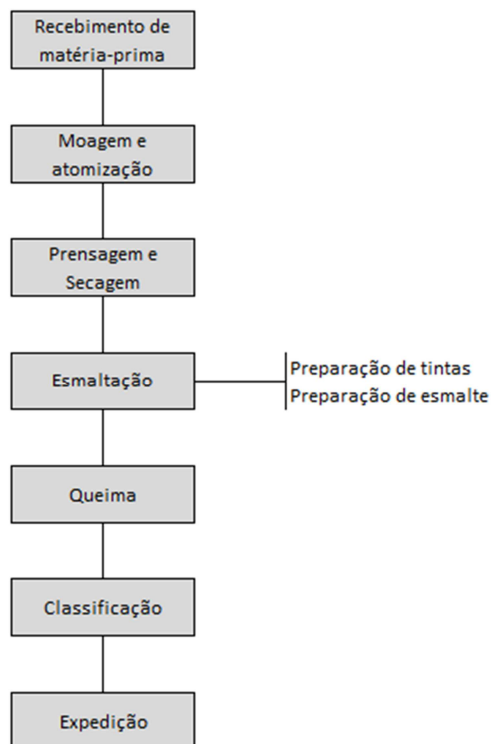
A empresa em questão foi fundada em 1960, na região sul do estado de Santa Catarina. É um grupo formado por cinco unidades produtivas com mais de 1.600 funcionários. Atuante no ramo de revestimentos cerâmicos chegou ao final do século XX, na terceira geração de empreendedores, com uma produção anual (2015) estimada em 9.223.877,20 m² de revestimentos cerâmicos.

Atualmente, a empresa conta com um escritório internacional em São Paulo e dois centros de distribuição nos Estados Unidos e Canadá, sendo a pioneira no lançamento de produtos ecologicamente sustentáveis no mercado brasileiro.

3.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO

O processo de fabricação de revestimentos cerâmicos consiste nas etapas apresentadas no fluxograma (figura 6). A descrição das atividades realizadas em cada etapa do processo produtivo será detalhada na sequência.

Figura 6: Fluxograma processo cerâmico



3.2.1 Recepção e armazenagem de matérias-primas

A primeira fase da atividade de fabricação de revestimentos cerâmicos constitui-se da extração das matérias-primas, através da mineração. Entre as principais matérias-primas utilizadas estão às argilas, o silito, o talco, o feldspato e o caulim, entre outros. Conforme a

tipologia produzida, é adicionado à formulação 0,50 a 11,00% de chamote, denominação dada ao *blend* de quebras cerâmicas e lodo da E.T.E.

No empreendimento em questão, a fase de extração é realizada por empresas terceirizadas, desta forma, não entrará no estudo. O escopo do trabalho será a partir da chegada da matéria-prima na indústria. Na fábrica, são utilizados locais apropriados, cobertos e separados por paredes de placas de concreto (boxes), para o estoque das matérias-primas, aonde estas são movimentadas por pás-carregadeiras até a correia transportadora para pesagem.

Figura 7: Box de armazenamento de matéria-prima.



Fonte: Da autora, 2016.

3.2.2 Moagem das matérias-primas

As matérias-primas armazenadas nos boxes são pesadas e encaminhadas até os moinhos, onde é adicionado água e dispersante (defloculante) para auxiliar no processo de moagem e homogeneização. O produto formado durante o processo recebe o nome de barbotina, com umidade média de 36,00% e viscosidade, densidade e granulometria estabelecidos por padrões do departamento técnico de cerâmica da empresa.

Figura 8: Moinhos para moagem das matérias-primas.



Fonte: Da autora, 2016.

3.2.3 Atomização

Para a remoção da umidade do processo anterior, a barbotina é bombeada aos atomizadores, ocorrendo à secagem através de uma contracorrente de ar quente (600°C) dentro de uma câmara, fazendo com que a água presente evapore. Tem-se, assim, a geração de um pó com umidade entre 6,50 a 6,80%. Antes de ser utilizada, a massa atomizada fica armazenada em silos para homogeneização de umidade e temperatura.

A geração de calor ocorre através da queima de carvão mineral em fornalhas com leito fluidizado, atingindo temperatura de 800 °C. As cinzas geradas são divididas em finas e grossas. As cinzas finas são encaminhadas a silos de armazenamento por sistema pneumático, enquanto as grossas são removidas por ciclones e leito da fornalha, sendo ambas comercializadas.

3.2.4 Conformação das peças

A modelagem ou conformação é basicamente a etapa do processo que dá forma à massa atomizada através da compactação em alta pressão, em prensas hidráulicas. Nesta fase, são gerados os “biscoitos cerâmicos”, com resistência mecânica baixa, uma vez que ainda não passou pelo processo de secagem, onde é retirado o resto da umidade.

Figura 9: Prensagem da massa cerâmica atomizada.



Fonte: Da autora, 2016.

3.2.5 Esmaltação

O processo de esmaltação consiste na aplicação de camadas de esmalte que recobrem a superfície da peça cerâmica. Este tratamento confere ao produto, após a queima, uma série de propriedades técnicas e estéticas. A aplicação do esmalte na massa cerâmica é realizada na linha de esmaltação, através de serigrafias e véu campana, onde o

esmalte cai sobre o biscoito cerâmico na forma de uma cascata e pelas cabines de esfumatura, onde é aplicado sob pressão.

Figura 10: Esmaltação dos biscoitos cerâmicos.



Fonte: Da autora, 2016.

3.2.5.1 Preparação do Esmalte

A preparação de esmalte consiste na moagem de materiais inorgânicos, metálicos e semimetálicos, em moinhos onde é adicionada água e material dispersante. A suspensão de esmaltes cerâmicos obtida pode sofrer adição de corantes.

3.2.5.2 Preparação de tintas

O processo de preparação de tintas consiste em misturar produtos inorgânicos (corantes, esmaltes micronizados, etc.) e orgânicos na fabricação de tintas para decoração da superfície das peças cerâmicas.

3.2.6 Secagem

Nesta etapa, o material é direcionado das linhas de esmaltação para os secadores verticais e horizontais onde o produto cerâmico é exposto a temperaturas entre 100-120°C, conferindo uma maior resistência mecânica a seco.

Figura 11: Carro de secagem do revestimento cerâmico após esmaltação.



Fonte: Da autora, 2016.

3.2.7 Queima

O produto cerâmico, ao sair dos secadores, é transportado aos fornos a rolo, onde é submetido a um processo de queima, gradativamente, com permanência de 45 a 55 minutos (pré-aquecimento, queima e resfriamento), atingindo temperaturas de 1.100 a 1.200°C, fazendo com que o material passe por transformações físicas e químicas necessárias. O calor dos fornos é reaproveitado nos secadores, diminuindo o consumo de gás natural.

Figura 12: Entrada do forno, secagem dos revestimentos cerâmicos.



Fonte: Da autora, 2016.

3.2.8 Classificação e Expedição

O produto final é inspecionado para verificar a existência de peças defeituosas, partindo para a expedição onde é embalado e armazenado para posterior venda.

Figura 13: Classificação visual dos revestimentos cerâmicos.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 14: Setor de expedição de produto acabado.



Fonte: Da autora, 2016.

3.2.9 Retífica

Após a classificação dos produtos acabados, uma parcela dos revestimentos cerâmicos é encaminhada ao setor de retífica, aonde serão feitos cortes, de maneira adequada, garantindo um acabamento preciso das peças.

Figura 15: Processo de retificação dos revestimentos cerâmicos.



Fonte: Da autora, 2016.

3.3 CARGA DE INCÊNDIO

Conforme projeto elaborado e aprovado pelo corpo de bombeiro, a carga de incêndio calculada para a área em estudo foi de 3,55kg/m², considerando os materiais constituintes e armazenados na edificação, ficando classificado como risco leve, de acordo com IN 3 – CBM-SC.

3.4 RISCOS POTENCIAIS

De acordo com o fluxograma do processo de fabricação do revestimento cerâmico, foram identificados os principais riscos potenciais de incêndio, apresentado no quadro 1.

Quadro 1: Etapas da fabricação de pisos com os respectivos riscos de incêndio.

Setor	Risco de Incêndio	Impacto
Recebimento de Matéria-Prima	Tanque de óleo diesel - abastecimento	Explosão
	Problema mecânico em pá-carregadeira	Início de incêndio
Moagem	Curto-circuito elétrico	Início de incêndio
	Patinação das correias	Início de incêndio
Atomização	Armazenamento de massa atomizada	Explosão
	Partida das fornalhas	Explosão
	Curto-circuito elétrico	Início de incêndio
	Patinação das correias	Início de incêndio
	Armazenamento de carvão	Início de incêndio
	Armazenamento de cinzas de carvão	Explosão
Prensagem	Curto-circuito elétrico	Início de incêndio
Secagem	Curto-circuito elétrico	Início de incêndio
Esmaltação (prep. tinta e esmalte)	Curto-circuito elétrico	Início de incêndio
Queima	Vazamento de gás natural	Explosão
	Curto-circuito elétrico	Início de incêndio
Classificação	Curto-circuito elétrico	Início de incêndio
Expedição	Curto-circuito elétrico	Início de incêndio
	Abastecimento GLP empilhadeiras	Explosão

Conforme o quadro 1, há existência de possíveis pontos de risco de incêndio dentro da indústria cerâmica, embora a carga de fogo tenha sido classificada como leve, é necessário o controle e manutenção das áreas foco, sendo apresentados nas figuras 16 a 21 os principais riscos.

3.4.1 Recebimento de Matéria-Prima

Foram identificados como possíveis causas de início de incêndio, no setor de recebimento de matéria-prima, os problemas mecânicos com as pás-carregadeiras e durante o abastecimento.

O tanque de combustível tem capacidade de armazenamento de 7.700 litros de óleo diesel, utilizado para o abastecimento de 03 (três) pás-carregadeiras. Para a segurança dos funcionários e também da integridade física da empresa, existe aterramento do tanque e da bomba de abastecimento (figura 16). Nos últimos anos não houve início de incêndio

Figura 16: Tanque de combustível – óleo diesel.



Fonte: Da autora, 2016.

3.4.2 Moagem

O setor de moagem é constituído por 32 moinhos com volume médio de 26,00m³ em movimento giratório. O movimento ocorre com auxílio de correias e motores. Nos últimos anos, houve apenas um início de incêndio registrado em função do desgaste das correias (figura 17).

Figura 17: Correias dos moinhos.



Fonte: Da autora, 2016.

3.4.3 Atomização

Dentre os principais riscos identificados, a maior probabilidade de ocorrência de incêndio está ligada ao armazenamento do carvão, onde constantemente há relatos de queima das correias transportadoras (figuras 18 e 19). Nos demais riscos existentes, as probabilidades são muito baixas, sendo que a manutenção preventiva e procedimentos operacionais evitam suas ocorrências.

Figura 18: Silo de armazenamento de carvão.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 19: Riscos identificados - Queima da correia transportadora.



Fonte: Da autora, 2016.

3.4.4 Prensagem

No setor de prensagem, o único risco identificado está ligado ao curto-circuito, onde até o momento não houve registro de incêndio.

3.4.5 Secagem

No setor de secagem, o único risco identificado está ligado ao curto-circuito. Até o momento também não houve registro de incêndio.

3.4.6 Esmaltação

No setor de esmaltação, o único risco identificado está ligado ao curto-circuito, sendo que também neste local não houve registro de incêndio.

3.4.7 Queima

No setor de queima, o risco está ligado ao contato das chamas e a fibra de vidro com os rolamentos externos, aonde contém o armazenamento de óleo lubrificante (figura 20).

Figura 20: Rolamento dos fornos.



Fonte: Da autora, 2016.

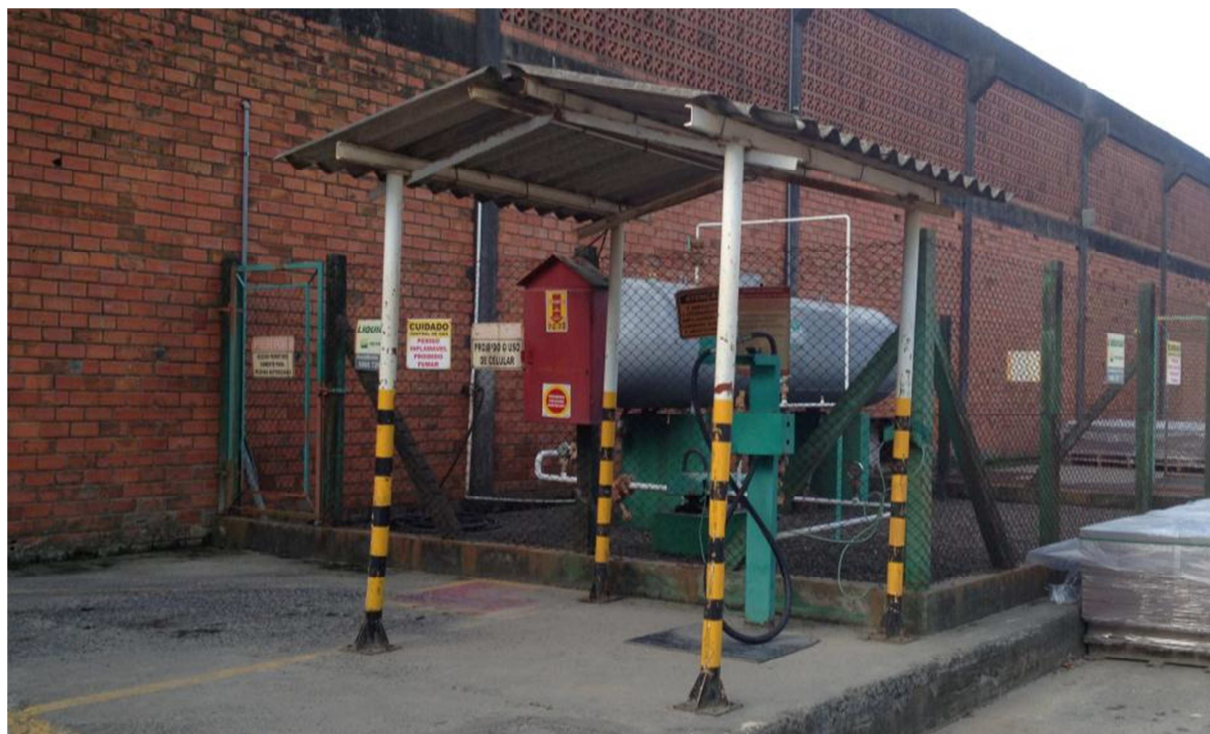
3.4.8 Classificação

No setor de classificação, o único risco identificado está ligado ao curto-circuito. Até o momento, não houve registro de incêndio.

3.4.9 Expedição

No setor de expedição, os riscos estão vinculados a curto-circuito e abastecimento das empilhadeiras com GLP (figura 21). Até o momento, não houve registro de incêndio.

Figura 21: Pit stop de abastecimento de gás GLP para empilhadeira.



Fonte: Da autora, 2016.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO

Com base na IN 5 do CBM-SC que refere-se a edificações existentes e projeto aprovado, foi estabelecido a implantação do Sistema Vital, Sistema de Alarme de Emergência e Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, sendo liberada do Sistema de Hidrante em função da Carga de Incêndio calculada, porém, contemplando a instalação de hidrantes urbanos.

4.1.1 Sistema Vital

O sistema vital é constituído pelo sistema de iluminação de emergência, pelo sistema preventivo de extintores e pelo sistema de sinalização de abandono de local.

4.1.1.1 Sistema Preventivo por Extintores

Para adequação do sistema preventivo por extintores, a empresa necessitou realizar a implantação de 173 novos extintores, totalizando 267 extintores no prédio fabril. Ambos dispostos a 1,60m do piso com placas de identificação, “proibido colocar material”, e pintura no piso de 1,00m x 1,00m, contemplados com caminhamento de 20 metros. Além da identificação do extintor, foi necessária a pintura dos pilares para melhor visualização e localização dos equipamentos.

4.1.1.2 Sistema de Iluminação de Emergência

O sistema proposto é composto de luminárias, tipo bloco autônomos com dois faróis de 55W, ao longo do pavilhão industrial foram instalados 119 blocos e para o escritório, luminárias do tipo bloco autônomo de 8W instalaram-se 22 blocos. Ao todo foram instalados 141 blocos de iluminação de emergência.

4.1.1.3 Sistema de Sinalização de Abandono de Local

A sinalização de abandono de local é constituída por luminárias autônomas indicando a rota de saída. Contemplados com placas com descrição “SAÍDA”, ao todo foram implantadas 52 luminárias entre elas, dupla face, com e sem seta de indicação.

As luminárias foram afixadas em alturas acima das aberturas, de maneira que não possam ser danificadas ou derrubadas durante a operação da edificação. O nível de iluminamento deverá ser acima de 30 lúmens.

4.1.2 Sistema de Alarme de Emergência

O Sistema de Alarme de Emergência contará com uma central de supervisão dos pontos de detecção, por acionadores manuais (*push botton*) a 1,30m do piso com caminhamento de 20 metros e uma central de alarmes, conforme projeto aprovado.

O projeto contempla também as sirenes ao longo do pavilhão industrial, a fim de facilitar a percepção e orientação para o combate ao foco do incêndio. O sistema deverá ser

totalmente interligado, com tubulação própria e comutação da fonte automática, com autonomia para duração mínima de 1,00 hora.

4.1.3 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

Será instalado em todos os pavilhões industriais o SPDA do tipo Gaiola de Faraday, constituído por condutores horizontais, em formas de anéis, formando uma malha ou gaiola apoiada sobre a estrutura envolvendo todos os lados da edificação. Com aterramentos dimensionados em hastes de cobre com 1,50m. Este sistema tem o seu estudo técnico aprovado, porém em fase de análise financeira.

4.1.4 Hidrante Urbano

Obedecendo as instruções normativas (IN 25 – CBM-SC), serão instalados dois hidrantes urbanos, tipo coluna, delimitando a área de proteção com raio de 250,00m. De modo que atenda todo o complexo industrial, a instalação contará com o apoio do SAMAE para ligação a rede pública. Este sistema possui estudo técnico aprovado, porém também está em etapa de análise financeira.

4.2 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Para acompanhamento e controle de execução, elaborou-se um cronograma considerando o sistema a ser implantado, vistoria e recebimento do AVCB (Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros), apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Cronograma de Execução do Sistema Preventivo de Combate a Incêndio.

Execução	2015					2016												2017	
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
	Sistema Vital																		
Vistoria																			
1º AVCB																			
Alvará Provisório																			
Sistema de Alarme de Emergência																			
Vistoria																			
2º AVCB																			
Sistema Contra Descargas Atmosféricas																			
Vistoria																			
3º AVCB																			
Sistema de Hidrante Urbano																			
Vistoria																			
4º AVCB																			
Alvará Definitivo																			

4.3 GASTOS ORÇAMENTAIS

Para readequação do sistema preventivo contra incêndio, foram gastos R\$ 455.568,65, distribuído de acordo com o sistema implantado, estratificado abaixo.

- Taxas administrativas: R\$ 8.880,00
- Sistema de proteção com extintores: R\$ 5.965,00
- Sistema de iluminação de emergência: R\$ 75.982,56
- Sistema de sinalização para abandono de área: R\$ 17.307,68
- Sistema de alarme de emergência: R\$ 40.595,91
- Hidrante urbano: R\$ 2.035,00
- Sistema de combate a descargas atmosféricas: R\$ 304.882,50 (estimado)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tornou-se evidente a importância, senão, da essência de que a equipe técnica e a gerência tenham pleno conhecimento de todas as etapas do processo produtivo, para que conheçam os riscos existentes com relação aos sinistros.

Sendo assim, revestiu-se de importância o levantamento dos riscos existentes na Unidade II do grupo empresarial, com o objetivo claro de manter o bem-estar dos funcionários e a manutenção do processo produtivo.

Somente com os sistemas efetivos de prevenção de incêndio, tais metas serão alcançadas.

Como foram observados ao longo do trabalho, os sistemas de prevenção contra incêndio devem estar interligados, embora os mesmos tenham suas particularidades. A manutenção do sistema deve ser constante, obtendo-se um bom funcionamento e preservação do patrimônio da empresa, assim como majoritariamente da vida dos funcionários presentes.

O sistema de prevenção contra incêndio foi dimensionado e implantado em acordo com as normas do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBM-SC), tendo como base a regularização de obra já existente, considerando que a empresa teve sua primeira unidade implantada na década de 60 e durante este período contou apenas com o sistema de proteção contra incêndio por extintores e com brigada de bombeiros voluntários, treinados e mantidos pela empresa.

Embora implantado, o sistema não garante a ausência de sinistros, porém estes terão suas dimensões reduzidas ou eliminadas caso ocorram. É importante ressaltar a constante necessidade de manutenção dos sistemas para eliminação e/ou mitigação dos riscos levantados, além da capacitação dos funcionários para o correto uso dos sistemas. Lembrando que os funcionários e brigadistas são peças fundamentais para a prevenção dos riscos de incêndios.

REFERÊNCIAS

ABNT – NBR 10.897:1990. Proteção contra incêndio por chuveiro automático. Disponível em <https://b6278e72cb092395db6987b1fae7fdc78a522ce8.googledrive.com/host/0B-4JlqrIYNP2MHd0b1ZNOWxHRjQ/CNEC%20-%20MARQUES/PRP/MATERIAL%20COMPLEMENTAR/NORMA%20-%20NBR%2010897%20-%20Chuveiros%20Automaticos.pdf> acesso em 01 de maio de 2016.

AITA, José Carlos Lorentz; PEIXOTO, Nirvan Hofstadler. **Prevenção e combate a sinistros**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 130 p., 2012. Disponível em http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_seguranca/segunda_etapa/prevencao_combate_sinistros.pdf; acesso em 28 de fevereiro de 2016.

AMBROSI, Tayler. **Prevenção e Combate a Incêndios em Edificações**. 2008. 55fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Área de concentração: Prevenção de Incêndios. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. Disponível em http://www.bc.furb.br/docs/MO/2011/345014_1_1.pdf; acesso em 02 de maio de 2016.

ANFACER, Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento, Louças Sanitárias e Congêneres. **História da Cerâmica**. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/#!/historia-ceramica/c207w>, acesso em 17 de janeiro de 2016.

BRENTANO, T. **A proteção contra incêndio ao projeto de edificações**. 2º ed. Porto Alegre: T Edições, 2010.

BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Panorama do Setor de Revestimentos Cerâmicos – 2006. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rs_rev_ceramicos.pdf, acesso em 17 de janeiro de 2016.

FAGUNDES, Fábio. **Plano de prevenção e combate a incêndios: Estudo de caso em edificação residencial multifamiliar**. 2013. 71fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação *lato sensu* em Engenharia de Segurança do Trabalho). Área de concentração: Prevenção de Incêndios. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do

Sul, Santa Rosa - RS. Disponível em <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2168/TCC%20-ENG.%20SEG.%20TRAB.-%20F%C3%81BIO%20FAGUNDES.pdf?sequence=1>; acesso em 02 de maio de 2016.

IBAPE-SP, Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. **Inspeção Predial Prevenção e combate a Incêndio**. São Paulo, IBAPE-SP, 2013. Disponível em <http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/Cartilha-Inspecao-Predial-Prevencao-e-Combate-a-Incendio.pdf>; acesso 10 de abril de 2016.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 001. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Da atividade técnica**. 2014.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 003. Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina. **Da Carga de Incêndio**. 2014.

INSTRUÇÃO NORMATIVA 005. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Da Regularização de obra existente**. 2015.

JUNIOR, Benício Ferrari. Curso de Formação de Bombeiros Profissional Civil – Prevenção de Combate a Incêndio. Espírito Santo: CBMES – CEIB, S.D. 136p.

GOMES, Ary Gonçalves. **Sistemas de prevenção contra incêndios**: sistemas hidráulicos, sistemas sob comando, rede de hidrantes e sistema automático. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 220 p. ISBN 8571930090.

MARCELLI, Maurício. **Sinistros na construção civil**: Causas e soluções para danos e prejuízos em obras. São Paulo, Pini, 2007. Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfMrQAE/sinistros-na-construcao-civil>; acesso em 20 de fevereiro de 2016.

MARQUES, José. **Proteção contra Descargas Atmosféricas e Sobretensões**. ISSO SIGMA, 2012. Disponível em <http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/regioes/regiao centro/sextoestecnicas/oejun2012isosigma.pdf>; acesso em 03 de maio de 2016.

SEITO, Alexandre Itiu. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. 457 p. ISBN 9788561295004 (broch.)

STÉFANI, Rodrigo V. **Metodologia de Projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas para Edifício Residencial**. 2011. 54fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em engenharia elétrica). Área de concentração: Sistemas de energia e automação. Universidade de São Paulo, São Carlos - SP. Disponível em file:///C:/Users/user/Downloads/Stefani_Rodrigo_Verardino_de.pdf; acesso em 04 de maio de 2016.

TELECO, Inteligência em Telecomunicações. Tutoriais Infraestrutura: SPDA – Métodos de Proteção. Disponível em http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialspda/pagina_4.asp; acesso em 04 de maio de 2016.

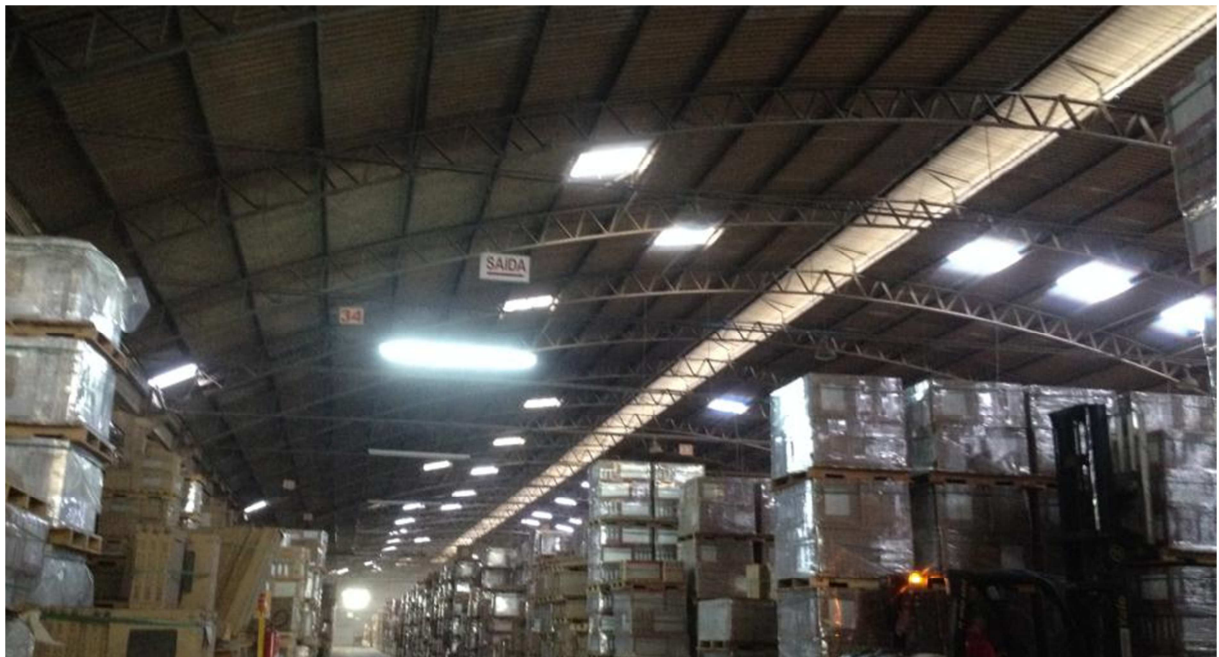
ANEXOS

Figura 22: Suporte para afixação dos extintores - setor de expedição.



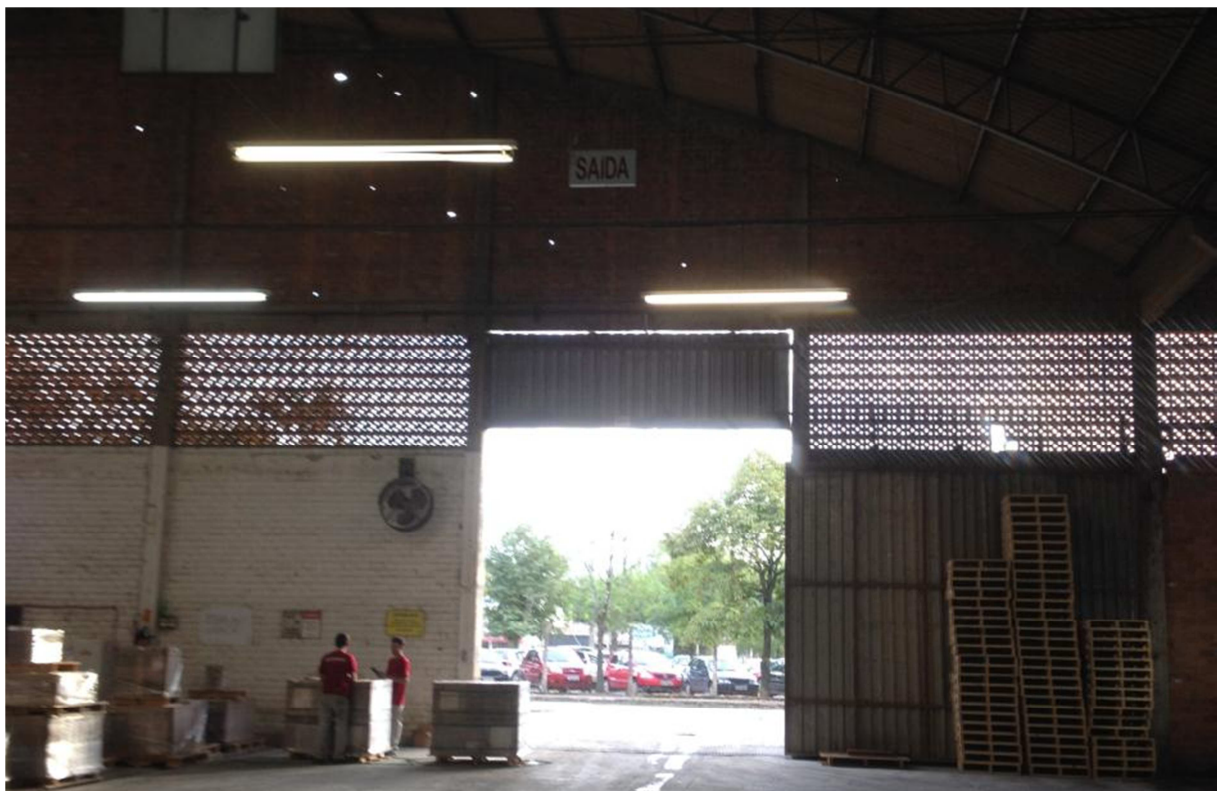
Fonte: Da autora, 2016.

Figura 23: Sinalização de saída de emergência - Setor expedição.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 24: Sinalização de saída de emergência - Setor expedição.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 25: Afixação e identificação dos extintores.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 26: Afixação e identificação de extintores - Setor classificação.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 27: Sistema de iluminação de emergência - Bloco autônomo.



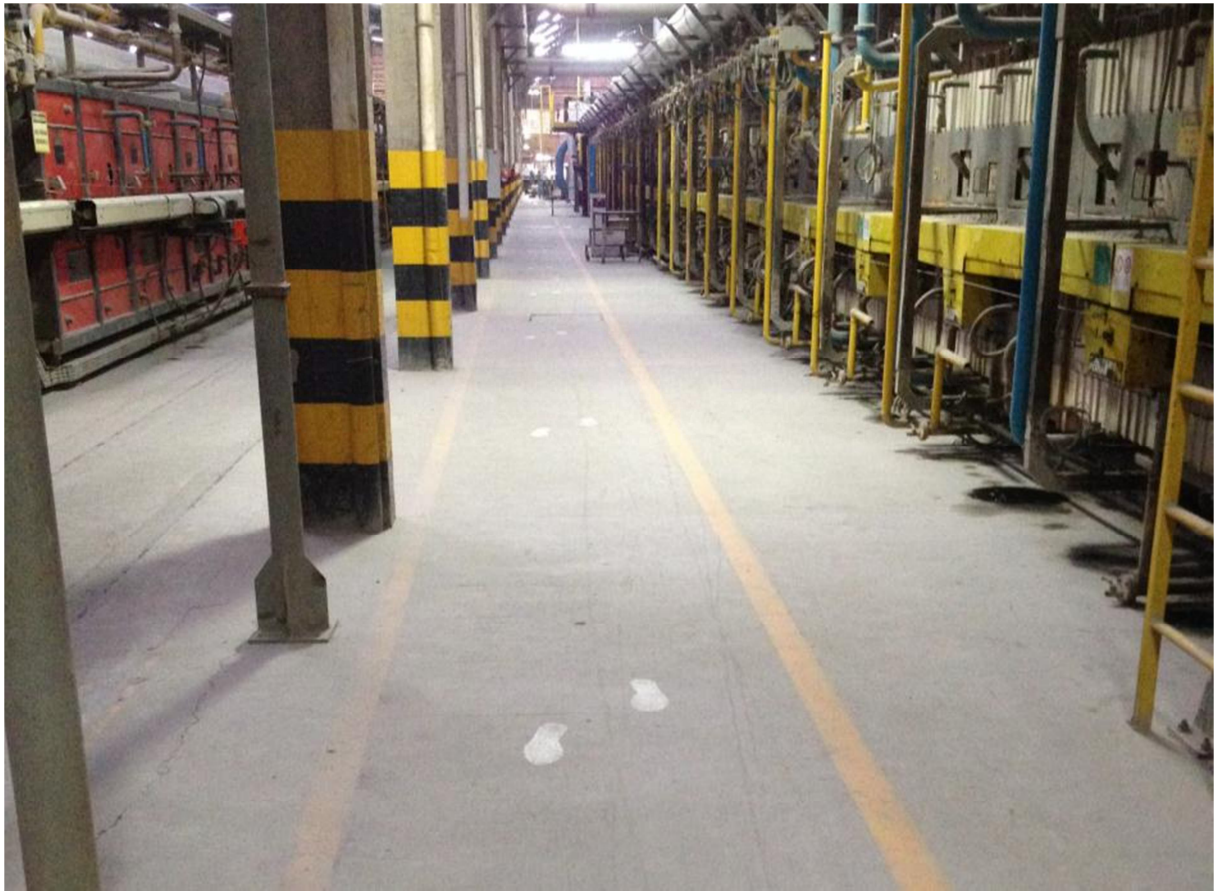
Fonte: Da autora, 2016.

Figura 28: Placas auxiliares de saída de emergência.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 29: Sinalização de abandono de área - Rota de fuga.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 30: Sala da Brigada de Bombeiros Voluntários - Alarme de emergência.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 31: Uniforme diferenciado para Brigada de Bombeiros Voluntários.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 32: Brasão - Brigada de Bombeiro Voluntário.



Fonte: Da autora, 2016.

Figura 33: Afixação e identificação de extintores - Escritório fabril.



Fonte: Da autora, 2016.