

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO
TRABALHO**

IVO MARCELO ERMENEGILDO

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE MODOS E EFEITOS DE FALHA –
FMEA – PARA AVALIAÇÃO DE SITUAÇÕES DE RISCOS NO
PROJETO DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO DA CASA DO
ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO (CEU-PR).**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2014**

IVO MARCELO ERMENEGILDO

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE MODOS E EFEITOS DE FALHA –
FMEA – PARA AVALIAÇÃO DE SITUAÇÕES DE RISCOS NO
PROJETO DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO DA CASA DO
ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO (CEU-PR).**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, do Departamento de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Luciene Ferreira Schiavoni Wiczick, Ma

**CURITIBA
2014**

IVO MARCELO ERMENEGILDO

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE MODOS E EFEITOS DE FALHA –
FMEA – PARA AVALIAÇÃO DE SITUAÇÕES DE RISCOS NO
PROJETO DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO DA CASA DO
ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO (CEU-PR).**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientadora:

Profa. M.Sc. Luciene Ferreira Schiavoni Wiczick
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. André Nagalli
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba

2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação

RESUMO

ERMENEGILDO, Ivo Marcelo. **Aplicação da Análise de Modos e Efeitos de Falha – FMEA para Avaliação de Riscos de Incêndio e Prevenção Na Casa Do Estudante Universitário (CEU-PR)**. 2014. 61 folhas. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

O Gerenciamento de riscos, apesar de ser muitas vezes deixada de lado, demonstra ser tão importantes para o sucesso de um projeto quanto às demais atividades do projeto. Ignorá-lo é tornar o projeto vulnerável quando um evento inesperado ocorre. Da mesma forma, com a não realização do gerenciamento de riscos pode-se ignorar problemas potenciais e perder a chance de corrigi-los e mantê-los sob controle. Essa é a melhor forma de mensurar e controlar as incertezas. Nesta monografia, procurou-se adaptar os critérios da FMEA – Análise de Modos e Efeitos de Falha, fundamentados na prevenção de incêndios em uma edificação antiga conforme CSCIP/2011. A metodologia utilizada foi o levantamento qualitativo através da observação in loco e quantitativo com base na revisão bibliográfica sobre a FMEA e no CSCIP/ 2011, elaborando-se uma planilha sua relação probabilidade/impacto que identificou os riscos existentes, classificando em ordem de maior risco quanto à severidade, ocorrência e detecção. Assim, ordenados por prioridades os itens analisados, como o controle de fumaça – exaustão mecânica para o subsolo e os meios de combate a incêndio como os de graus mais elevados de priorização seguidos da detecção, alarme e orientação de abandono e saídas de emergência.

Palavras-chave: Avaliação de Risco. Análise de Modos e Efeitos de Falha – FMEA. Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico – CSCIP/2011.

ABSTRACT

The Risk Management despite being often left out proves to be very important to the success of a project and the other project activities. Ignore it is to make the project vulnerable when an unexpected event occurs. Likewise, with the non-realization of risk management can ignore potential problems and miss the chance to fix them and keep them under control. This is the best way to measure and control the uncertainties. In this article, we tried to adjust the criteria of FMEA - Analysis of Failure Modes and Effects, based on preventing fires in an old building as CSCIP 2011. The methodology used was a qualitative survey through on-site observation and quantitative based on literature review of FMEA and CSCIP 2011, developing up a spreadsheet its relation probability / impact of the risks identified and classified in order of greatest risk as the severity, occurrence and detection.

Keywords: *Risk Assessment. Analysis of Failure Modes and Effects - FMEA. Code of Fire Safety and Panic - CSCIP/2011.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo DFMEA	27
Figura 2 – Tabela 4 do CSCIP-PR/2011.....	31
Figura 3 – Casa do Estudante Universitário e Entorno.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características do Edifício	34
Tabela 2 – Materiais de Acabamento por Ambiente	34
Tabela 3 – Avaliação Preliminar - Qualitativo	35
Tabela 4 – Sistema de combate a incêndio disponíveis na CEU	36
Tabela 5 – Severidade do Efeito de Falha Adaptada	38
Tabela 6 – Ocorrência do Efeito de Falha Adaptada	38
Tabela 7 – Detecção do Efeito de Falha Adaptada	39
Tabela 8 – Classificação Decrescente do RPN	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 DEFINIÇÕES.....	13
2.2 MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	14
2.2.1 Proteção passiva.....	14
2.2.1.1 Compartimentação Horizontal e Vertical	14
2.2.1.2 Saídas de Emergência	15
2.2.1.3 Reação ao Fogo dos Materiais de Acabamento e Revestimento .	16
2.2.1.4 Controle de Fumaça.....	17
2.2.1.5 Separação entre Edificações.....	18
2.2.2 Proteção Ativa.....	19
2.2.2.1 Sistema de Detecção e Alarme	19
2.2.2.2 Sistema de Iluminação de Emergência	20
2.2.2.3 Sinalização de Emergência.....	20
2.2.2.4 Meios de Combate a Incêndio	21
2.3 GERENCIAMENTO DE RISCOS	22
2.4 ANÁLISE DE RISCOS.....	23
2.5 ANALISE PRELIMINAR DE RISCO – APR.....	23
2.6 A FMEA.....	24
2.6.1 Critério de Severidade	28
2.6.2 Critério de Ocorrência.....	28
2.6.3 Critério de Detecção	29
3. METODOLOGIA	30
3.1 A ORGANIZAÇÃO	30

3.2	LEVANTAMENTO QUALITATIVO DE RISCOS (OBSERVAÇÃO <i>IN LOCO</i>)	31
3.2.1	Ocupação	32
3.2.2	Localização e descrição do entorno	32
3.2.3	Dados relativos à construção do imóvel	33
3.2.4	Equipamentos e sistema de combate a incêndio.....	35
3.3	ADAPTAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SEVERIDADE, OCORRÊNCIA E DETECÇÃO.....	36
3.3.1	Severidade	37
3.3.2	Ocorrência.....	38
3.3.3	Detecção	38
3.4	A FMEA DA CEU.....	39
4.	RESULTADOS.....	41
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6.	REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

Prever o futuro é um exercício que o homem busca desde os primórdios dos tempos e desde então esbarra numa palavra: “incertezas”, que não pode ser considerada como uma questão de sorte ou azar para quem deseja ter domínio sobre os acontecimentos futuros. Surgiu neste contexto a gerência de riscos como uma forma de mensurar e controlar a incerteza, atribuindo-lhe um tamanho ou valor através da probabilidade. Afinal, só é possível controlar e gerenciar aquilo que pode ser mensurado (SALLES JR et al, 2006, p. 20). Assim, sempre que se olha para o futuro se lida com um conjunto de técnicas que visa reduzir ao mínimo os efeitos das perdas acidentais, enfocando o tratamento aos riscos que possam causar danos pessoais, ao meio ambiente e à imagem da organização. Logo, através da gerência de riscos pode-se verificar o processo de planejar, dirigir, organizar e controlar os recursos humanos e materiais, no sentido de atenuar os efeitos dos riscos sobre essa organização.

Para evitar que os riscos eliminem as chances de sucesso do projeto e evitar que as perdas com falhas tenham consequências graves, o Responsável Técnico deve valer-se de ferramentas, técnicas e metodologias para identificar, documentar, priorizar, monitorar, e traçar planos de ação para quando um risco for detectado (PMI, 2004, p. 237-238).

A metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), surgiu no exército americano como forma de reduzir a quantidade e a probabilidade de falhas em equipamentos que não poderiam ser consertados. Mais tarde ela foi adotada e aprimorada pela indústria automobilística, a fim de evitar que problemas chegassem até o consumidor (DAILEY, 2004, p. 5). É uma ferramenta que busca evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do processo ou do produto, ou seja, antevendo as falhas antes que se produza um produto e aumentando assim a confiabilidade.

Atualmente é utilizada para diminuir as falhas de produtos e processos existentes e para diminuir a probabilidade de falha em processos administrativos. Apesar do enfoque inicial desta técnica ser a qualidade percebe-se sua utilidade para o gerenciamento de riscos, visto seu enfoque em identificar modos de falha.

Este trabalho tratará sobre a adaptação dessa ferramenta (FMEA) para auxiliar o Responsável Técnico nas atividades de identificação, documentação, priorização e monitoramento de riscos em seus projetos de prevenção de incêndio.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo desta monografia de especialização em engenharia de segurança do trabalho é adaptar a ferramenta de Análise de Modos e Efeitos de Falhas – FMEA para avaliação de situações de riscos no projeto de prevenção de incêndio da Casa do Estudante Universitário (CEU-PR).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os riscos de incêndio existentes na edificação estudada com a utilização da FMEA.
- Definir critérios de Severidade, Ocorrência e Detecção para a adaptação da FMEA.
- Gerar uma avaliação de riscos da Casa do Estudante Universitário utilizando a FMEA adaptada.
- Definir ordem de priorização de ação para os riscos encontrados.

1.3 JUSTIFICATIVA

A principal finalidade da “segurança contra incêndio em edificações” é minimizar o risco à vida das pessoas expostas ao sinistro. Entende-se, portanto, como risco à vida, a exposição severa dos usuários da edificação à fumaça, ao calor e aos gases quentes, e em menor nível, à falência de elementos construtivos. Dessa

forma, a segurança à vida depende prioritariamente da boa concepção do projeto, a fim de permitir a rápida desocupação dos ambientes atingidos e ameaçados pelas chamas. Outra finalidade da “segurança contra incêndio em edificações” é a redução das perdas patrimoniais. Considera-se perda patrimonial, aquela causada pela destruição parcial ou total da edificação e do seu conteúdo como consequência do incêndio (SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

Quando o poder público estabelece os requisitos mínimos de segurança contra incêndio para proteção à vida, acaba por definir, de alguma forma, um nível de segurança ao patrimônio. Assim, o nível mínimo de segurança contra incêndio em edificações, para fins de segurança à vida ou ao patrimônio é geralmente estipulado em códigos e normas, que incluem requisitos que devem ser atendidos no projeto de prevenção de incêndio. Um sistema de segurança contra incêndio é composto de um conjunto de meios ativos (sistemas de detecção e alarme de incêndio, de extintores, de hidrantes e mangotinhos, de chuveiros automáticos, etc.) e passivos de proteção (rotas de fuga, compartimentação, resistência ao fogo das estruturas, etc.), conforme o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiros do Paraná de 2011.

O conhecimento dos fenômenos principais, dos conceitos básicos e dos parâmetros para análise da segurança contra incêndios é uma ferramenta com a qual o Responsável Técnico deve contar no momento de projetar. Na elaboração do anteprojeto, deve considerar as exigências de proteção passiva e as interfaces com os dispositivos de proteção ativa. Este trabalho tem por finalidade apresentar, inicialmente, sobre a adaptação da ferramenta (FMEA) do inglês *Failure Mode and Effect Analysis*, para auxiliar o Responsável Técnico nas atividades de identificação, documentação, priorização e monitoramento de riscos em seus projetos de prevenção de incêndio. Gerando informações que deverão ser consideradas na concepção do projeto de segurança, a fim de respeitar as exigências legais de proteção contra incêndio e, em seguida, de forma mais detalhada, subsidiar ferramentas disponíveis visando soluções, ao mesmo tempo seguras e econômicas, para garantir a segurança das estruturas em incêndio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico - CSCIP de 2011 é o resultado de uma coletânea de normas atualizadas que tratam sobre projetos complementares, em especial, no que trata sobre a proteção da vida humana contra sinistros e redução dos prejuízos patrimoniais e traz nas disposições preliminares no Capítulo I, do Artigo 1º: "Este Código dispõe sobre as medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco, atendendo ao previsto no artigo 144 § 5º da Constituição Federal, ao artigo 48 da Constituição Estadual e ao disposto na Lei Estadual nº 16.575 de 28 de setembro de 2010." E no Artigo 2º - Os objetivos deste Código que são:

- I - proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio;
- II - dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio;
- III - proporcionar meios de controle e extinção do incêndio;
- IV - dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros;
- V - proporcionar a continuidade dos serviços nas edificações e áreas de risco.

Com base no Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Paraná – CSCIP-PR serão definidos os temas relevantes e que serão analisados na FMEA adaptada.

2.1 DEFINIÇÕES

Extraídas do Capítulo II , Artigo 3º do CSCIP-PR:

Responsável Técnico: é o profissional habilitado para elaboração e/ou execução de atividades relacionadas à segurança contra incêndio.

Edificação antiga: edificação que comprovadamente foi construída anteriormente ao ano de 1.976, desde que mantidas as mesmas áreas e ocupações da época de sua construção.

Plano de Segurança contra Incêndio e Pânico: é a documentação que contém os elementos formais exigidos pelo CBMPR na apresentação das medidas de segurança contra incêndio de uma edificação e áreas de risco que devem ser projetadas para avaliação do Serviço de Prevenção de Prevenção Contra Incêndio e Pânico – SPCIP.

Prevenção de Incêndio: é o conjunto de medidas que visam: evitar o incêndio; permitir o abandono seguro dos ocupantes da edificação e áreas

de risco; dificultar a propagação do incêndio; proporcionar meios de controle e extinção do incêndio e permitir o acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.

2.2 MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Na elaboração do projeto devem ser consideradas as exigências de proteção passiva e as interfaces com os dispositivos de proteção ativa, conjuntamente com as soluções de compatibilidade entre estruturas e os demais elementos construtivos. Conceitualmente, classificam-se as medidas de proteção contra incêndio de edificações em: proteção passiva e proteção ativa.

2.2.1 Proteção passiva

São as medidas de proteção contra incêndio incorporadas na edificação que devem ser previstas e projetadas pelo Responsável Técnico. Seu desempenho ao fogo independe de qualquer ação externa. A finalidade é prevenir o colapso ou falha das estruturas expostas ao fogo. O que poderia acarretar o conseqüente colapso de equipamentos não protegidos, comprometendo o patrimônio atingido. Constituem proteção passiva:

- Compartimentação (horizontal e vertical);
- Saídas de emergência (localização, quantidade e projeto);
- Reação ao fogo de materiais de acabamento e revestimento (escolha de materiais);
- Controle de fumaça;
- Separação entre edificações.

2.2.1.1 Compartimentação Horizontal e Vertical

Basicamente compartimentar é dividir a edificação em células que, constituídas de elementos de construção resistentes ao fogo, deve suportar o calor da queima dos materiais em seu interior por certo período de tempo. Minimizando a propagação

do fogo, calor e gases, interna ou externamente à edificação evitando que o fogo se alastre rapidamente, gerando um incêndio de grandes proporções.

Podem ser classificados em dois grupos: a compartimentação horizontal, que se ocupa em impedir a propagação do incêndio no mesmo pavimento, e a compartimentação vertical, que se destina a impedir a propagação do incêndio para pavimentos elevados consecutivos (NPT09/ CSCIP-PR).

2.2.1.2 Saídas de Emergência

Dentre as medidas de proteção passiva é fundamental o projeto de saídas de emergência. Para que, caso de incêndio, os usuários tenham a possibilidade de sair do edifício por meios próprios, utilizando rotas de fuga seguras, livres dos efeitos do fogo (calor, fumaça e gases). Além disso, as rotas de fuga também podem ser utilizadas para a entrada da brigada de incêndio ou do Corpo de Bombeiros. Para poder atender a estas necessidades, o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiros Militar do Paraná de 2011 na sua NPT011 considera alguns aspectos Fundamentais:

- Número mínimo de saídas - é calculado em função do tipo de ocupação do edifício, da sua altura, dimensões em planta e características construtivas.
- Distância máxima a percorrer até uma saída segura - consiste na distância entre o ponto mais afastado e o acesso a uma saída segura/protegida e pode variar conforme o tipo de ocupação, as características construtivas do edifício e a existência de chuveiros automáticos para contenção do incêndio.
- Condições das escadas de segurança (rota de fuga vertical) e dos corredores e passagens (rotas de fuga horizontais) – o número mínimo de pessoas que as escadas precisam comportar é calculado a partir da lotação da edificação, que é determinada em função das áreas dos pavimentos e do tipo de ocupação. Para permitir uma desocupação segura, é necessário compatibilizar a largura das rotas horizontais e das portas com a lotação dos pavimentos, além de adotar caixas de escadas

com largura suficiente para acomodar em seu interior toda a população do edifício, se esse for o caso. Além de garantir a sua largura, as rotas devem se apresentar permanentemente desobstruídas, serem constituídas de materiais de acabamento de piso e parede adequados, corrimãos e guarda-corpos, etc.

- Localização das saídas e das escadas de segurança - a localização das saídas e das escadas deve permitir um acesso rápido e seguro às mesmas. Estando suficientemente afastadas umas das outras, no caso de edifícios com mais de uma saída, cria-se a possibilidade de rotas de fuga alternativas, aumentando as chances dos usuários saírem com segurança. A sinalização adequada dos acessos às rotas também é fundamental.
- Descarga das escadas de segurança e saídas finais - o ideal é que a descarga das escadas de segurança leve os usuários diretamente ao exterior, em pavimento ao nível da via pública, onde estes possam se afastar do edifício sem risco à vida e sem causar tumulto. Saídas no átrio de entrada do edifício também são possíveis, desde que as saídas finais para o exterior estejam bem sinalizadas e que exista compartimentação em relação ao subsolo e a outros riscos no próprio pavimento de descarga.

2.2.1.3 Reação ao Fogo dos Materiais de Acabamento e Revestimento

Os materiais utilizados nos acabamentos e revestimentos internos são de extrema importância para a segurança contra incêndio, pois dependendo de sua composição, podem contribuir, em maior ou menor grau, na evolução do fogo. As características de reação ao fogo que devem ser avaliadas nesses materiais são: velocidade de propagação superficial das chamas, quantidade e densidade de fumaça desenvolvida, quantidade de calor desenvolvido e toxicidade.

Na fase inicial de desenvolvimento do incêndio, os materiais de acabamento e revestimento instalados em paredes e forro são mais susceptíveis do que aqueles instalados em pisos, podendo contribuir de forma significativa para a evolução do fogo, por estarem em posições que favorecem a sua ignição e combustão. Um

elemento construtivo pode ser analisado sob o aspecto da sua resistência ao fogo e sob o aspecto da sua reação ao fogo. Resistência ao fogo trata da capacidade de um elemento construtivo de suportar os efeitos de um incêndio sem deixar de exercer suas funções. Já reação ao fogo trata das características de combustão de elementos incorporados aos revestimentos e acabamentos, como a velocidade de propagação do fogo na superfície de um dado material, a quantidade de calor necessária para iniciar a ignição, quantidade de fumaça gerada... (NPT010/ CSCIP-PR).

2.2.1.4 Controle de Fumaça

O fenômeno da combustão num incêndio produz quatro elementos de perigo ao ser humano: calor, chamas, fumaça e insuficiência de oxigênio. Dentre os quatro, a fumaça é a maior responsável por mortes em situações de sinistro: a redução da visibilidade provocada por ela impede que os usuários da edificação desocupem o local com rapidez; ficam assim expostos por maior tempo aos gases (essencialmente CO e CO₂) e vapores quentes. O fenômeno do alastramento da fumaça no interior das edificações é estudado com o objetivo de determinar o tempo máximo para evacuação dos ocupantes. A fumaça e os gases quentes se alastram rapidamente e se acumulam próximo ao forro/teto, aumentando a espessura de sua camada escura em direção descendente. Conceitualmente, o tempo para evacuação deve ser menor que o tempo que a camada de fumaça leva para atingir a altura de um homem em pé, dificultando sua visão e respiração. No caso de corredores e escadas, a movimentação da fumaça depende, sobretudo, da geometria do espaço, das aberturas de comunicação existentes e da velocidade do ar no seu interior(SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

Existem vários meios para se controlar a propagação de fumaça dentro de um edifício; todos eles buscam resolver o problema a partir das características espaciais e estruturais da edificação. Os principais métodos de controle da propagação de fumaça no interior do edifício, que podem ser utilizados de forma combinada, são:

- Abas de contenção: posicionadas nos tetos/forros, cuja função é reter a propagação horizontal da camada de fumaça.
- Exaustão natural ou mecânica: os dois casos objetivam retirar a fumaça do interior do edifício, com captação junto ou rente ao teto;
- Pressurização: evita, por diferença de pressão, que a fumaça entre em um determinado ambiente (NPT015/ CSCIP-PR).

2.2.1.5 Separação entre Edificações

O incêndio pode se propagar para os edifícios vizinhos por radiação, convecção ou condução do calor gerado e esse risco pode ser reduzido quando são levadas em consideração as condições de separação entre elas. Essa separação pode ser feita por meio do afastamento entre edificações ou pela construção de barreiras entre elas, como paredes corta-fogo (no caso de edificações geminadas). No caso de edificações contíguas (geminadas), a separação deve ser feita por meio de uma parede corta-fogo. O dimensionamento dessa parede será determinado de acordo com as propriedades do material com o qual ela será construída, considerando suas características de resistência ao fogo. A estrutura do telhado não pode se apoiar nesta parede que deve ser portante (capaz de manter-se mesmo que a estrutura do telhado entre em colapso). Também é necessário observar a altura extra que a parede deve apresentar com relação à altura do telhado, bem como o tempo de resistência ao fogo da mesma. Percebe-se que a parede corta-fogo busca suprir as mesmas funções do distanciamento entre edificações: evitar a propagação por radiação, condução ou convecção para o edifício vizinho(SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

A distância de separação adequada entre fachadas de edifícios adjacentes pode ser calculada levando-se em conta a área da fachada em relação à área de aberturas contidas nela, a área de cobertura (caso de edificações com diferença de altura), bem como a carga de incêndio do edifício. Quanto mais aberturas, maiores as chances das chamas e do calor se propagarem para o edifício vizinho. Pensando nesses fatores, o arquiteto tem a possibilidade de fazer com que o projeto seja otimizado, considerando o distanciamento entre as edificações, o controle da carga de incêndio ou outros tipos de proteção, em função da vulnerabilidade do edifício à

propagação do incêndio. No caso do afastamento entre edificações com diferença significativa de alturas, a preocupação com a distância entre a fachada de uma (mais alta) e a cobertura da outra (mais baixa) também merece atenção especial. Quanto mais isolados forem os andares um dos outros (compartmentação vertical), menor será a incidência de calor na cobertura do edifício vizinho e, por consequência, menor será a distância horizontal necessária entre a fachada do edifício elevado e a cobertura do edifício vizinho (NPT07/ CSCIP-PR).

2.2.2 Proteção Ativa

Na segurança contra incêndio, os sistemas de proteção ativa são complementares aos de proteção passiva, e somente entram em ação quando da ocorrência de incêndio, dependendo para isso de acionamento manual ou automático. Um sistema de proteção ativa é essencialmente constituído de instalações prediais para detecção e alarme do incêndio (que dá o alerta para início da desocupação e do combate), para combate ao fogo (chuveiros automáticos, hidrantes, extintores, etc.), para orientação do abandono (iluminação e sinalização das rotas de fuga), dentre outros.

2.2.2.1 Sistema de Detecção e Alarme

Esses sistemas são os meios para detectar um incêndio e alertar os ocupantes do edifício e podem ser o principal responsável pelo salvamento de vidas em casos de incêndio de grandes proporções. Quanto mais cedo o incêndio for detectado, mais fácil será o seu controle e, em casos em que o combate seja dificultado, pode-se proceder, rapidamente, o abandono do edifício. A detecção e o alarme podem ser automáticos ou manuais; em muitos casos, o próprio homem atua como detector eficaz do incêndio, dando o alarme antes do sistema automatizado. Porém, na grande maioria das situações, o homem não é figura presente ou pode não estar atento às alterações no ambiente a todo instante (SILVA; VARGAS; ONO, 2010). No CSCIP-PR/2011 a recomendação mínima para os casos como o da CEU:

Nas edificações anteriores a esta Norma de Procedimento Técnico, o posicionamento dos acionadores manuais deverá ser junto aos hidrantes (NPT19, p. 3).

2.2.2.2 Sistema de Iluminação de Emergência

Para permitir uma saída fácil e segura da população do edifício no caso de um incêndio, a iluminação de emergência pode ser de dois tipos:

- de balizamento: associada à sinalização de indicação das rotas de fuga, permite a orientar os usuários no sentido e na direção, em caso de emergência;
- de aclaramento: destina-se a iluminar o ambiente de permanência e as rotas de fuga, possibilitando aos ocupantes uma evacuação segura; pode substituir parcialmente a iluminação artificial normal, que pode falhar ou ser desligada em caso de incêndio (por isso a iluminação de emergência deve ter fonte de energia própria).

O sistema de iluminação de emergência deve ser disposto em grandes ambientes e ao longo das rotas de fuga como: corredores, acessos, passagens, antecâmaras e patamares de escadas (SILVA; VARGAS; ONO, 2010).

2.2.2.3 Sinalização de Emergência

O sistema de sinalização de emergência em um edifício possui duas funções distintas: reduzir a possibilidade de ocorrência de incêndios (alertar para riscos potenciais, incentivar ações preventivas, proibir ações de risco); e orientar em caso de incêndio (indicar localização dos equipamentos de combate e orientar seu uso; indicar rotas de fuga). A sinalização de emergência deve ser planejada, de forma a estar compatível com as adotadas em normas do código de segurança contra incêndio do Corpo de Bombeiros (NPT20/ CSCIP-PR).

2.2.2.4 Meios de Combate a Incêndio

Dentro do conjunto de medidas da proteção ativa, os meios de combate a incêndios são aqueles utilizados para controlar o incêndio quando as medidas preventivas falham, e o incêndio teve início. Para que o sistema de combate cumpra seu papel, é necessário que seu dimensionamento seja feito corretamente. A seguir estão listados os principais meios de combate a incêndios conforme CSCIP-PR/2011:

- Extintores portáteis e sobre rodas – o extintor portátil é um equipamento de combate ao fogo de acionamento manual, constituído por recipiente, acessório e agente extintor. O extintor sobre rodas é constituído pelos mesmos itens, com a adição de uma carreta para o manuseio, devido a seu peso elevado (por conter agente extintor em maior quantidade). A principal função dos extintores é combater o foco de um incêndio. Para que isso possa acontecer, é necessário que a operação do equipamento seja simples (qualquer usuário do edifício pode acioná-lo) e de preparação rápida (é necessário que o usuário não perca muito tempo preparando-o para o uso). Os agentes extintores mais comuns são: água, pó químico seco e dióxido de carbono. O tipo de extintor deve ser escolhido em função do tipo de incêndio (ou seja, as propriedades dos materiais que podem se inflamar) que pode ocorrer no local. A quantidade de extintores deve ser dimensionada a partir da área a ser protegida e das distâncias a serem percorridas para alcançar o extintor. A sua instalação deve considerar também a visibilidade do equipamento e a dificuldade de obstrução de seu acesso.
- Sistema de hidrantes – nos casos em que o combate por extintores manuais torna-se insuficiente, o sistema de hidrantes deve ser acionado. Este é basicamente um sistema fixo de condução e distribuição de tomadas de água com determinada pressão e vazão em uma edificação. O sistema é composto por: reservatório de água; sistema de pressurização mecânica (quando os desníveis geométricos entre o reservatório e os hidrantes não propiciarem pressão e vazão mínima requerida ao sistema); conjunto de peça hidráulico e acessório (registros,

válvulas de retenção, esguichos, mangueiras, etc); tubulação (responsável pela condução de água, dimensionada a partir de cálculos hidráulicos); forma de acionamento do sistema (sistema de acionamento das bombas – botoadeiras, pressostatos, chaves de fluxo, etc).

Os hidrantes devem ser instalados em todos os pavimentos, em local protegido dos efeitos do incêndio, nas proximidades das escadas de segurança. O número de pontos de hidrantes depende da área de cada pavimento e a capacidade de alcance das mangueiras conectadas para o combate ao fogo. Adicionalmente, a tubulação do sistema deve possuir um prolongamento até o exterior da edificação, num ponto denominado válvula de recalque, que permite, quando necessário, recalcar água de fontes externas para os hidrantes internos através do sistema de bombeamento das viaturas do Corpo de Bombeiros. O sistema de hidrantes requer um treinamento do pessoal envolvido no seu manuseio, para garantir o uso seguro e correto.

2.3 GERENCIAMENTO DE RISCOS

O gerenciamento de riscos consiste em identificar as possíveis incertezas e tentar controlá-las. O nível de conhecimento em algum assunto pode ser dividido em três categorias: A primeira quando toda as informações sobre algo são conhecidas, há a certeza absoluta. Este caso não pode ser classificado como risco, e sim como um caso conhecido. A segunda quando se detém apenas algumas informações sobre algo, há a incerteza, visto que não se tem todas as informações necessárias para prever um fato. E a terceira quando não há nenhuma informação sobre algo, temos a total incerteza (SALLES JR. et al., 2006, p. 26).

Segundo HELDMAN (2005), a gerência de riscos é constituída de cinco passos básicos:

- identificação e documentação de riscos;
- análise e priorização;
- preparação de um plano de ações;
- monitoramento e controle do plano;
- realização de auditorias e revisões.

É importante que todos os passos do gerenciamento de riscos sejam executados. Conforme RAMOS (2006),o processo de gestão de riscos deve ser

seguido em sua totalidade. De nada adianta durante a fase de planejamento do projeto fazer o planejamento de gerenciamento dos riscos, a identificação dos riscos, análise qualitativa e quantitativa, elaborar um plano de respostas aos riscos e deixar este plano arquivado. É preciso que o processo de monitoramento e controle de riscos também seja executado.

O planejamento do gerenciamento de riscos deve ser feito no início do projeto. Ele é o processo de decidir como abordar e executar as atividades de gerenciamento de riscos em um projeto, já a identificação de riscos é um processo que deve ser desenvolvido durante todo o ciclo de vida do projeto, visto que novos riscos podem ser identificados a qualquer momento.

2.4 ANÁLISE DE RISCOS

O processo de avaliação de riscos permite identificar a probabilidade de sua ocorrência e quantificar as suas consequências. A principal vantagem é o fornecimento de elementos para tomadas de decisões que envolvam confiança e segurança. Através da avaliação de riscos é possível identificar os riscos e com isso gerenciá-los. Para isso o conceito de segurança, tanto no aspecto de prevenção como no aspecto da ação.

2.5 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO – APR

Consiste no estudo prévio sobre a existência de riscos, elaborado durante a concepção e o desenvolvimento de um projeto a fim de detectar os possíveis problemas que poderão acontecer durante a execução. O profissional habilitado deve realizar uma análise dos riscos da edificação com o objetivo de minimizar e/ou eliminar todos os riscos existentes (NPT016/ CSCIP-PR).

Na APR são levantadas às causas que permitem a identificação dos riscos envolvidos em cada passo da tarefa, desta forma, é realizada uma avaliação qualitativa da frequência de ocorrência do cenário de acidentes, da severidade e do risco associado, (os resultados são qualitativos, não fornecendo estimativas

numéricas). Com a APR consegue-se obter a amplitude do risco, que através do índice de risco se define a prioridade do risco em estudo. Assim, após a priorização do risco pode-se atuar de forma eficaz na prevenção.

2.6 A FMEA

Em 1949, foi criado no exército americano um processo formal denominado “*Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*” (Procedimentos para desenvolver uma análise de modo, efeitos e criticidade de falhas), que mais tarde foi denominado apenas FMEA (*Failure Mode and effects Analysis*, ou Análise de Modo e Efeito de Falhas). Nos anos 60, a NASA desenvolveu esta técnica como parte do programa Apollo, com o objetivo de eliminar falhas em equipamentos que não teriam como ser consertados após lançados (DAILEY, 2004, p.5). A FMEA é uma ferramenta que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do processo ou do produto. O principal objetivo do FMEA é evitar que problemas cheguem até o consumidor final do produto, sistema, processo ou serviço, buscando aumentar a confiabilidade, que é a probabilidade de falha do produto/processo. Assim, a FMEA provê um método sistemático para examinar todos os modos que uma falha pode ocorrer (STAMATIS, 2003, p. 22). Neste sentido, RAMOS (2006) explica que “a técnica de FMEA foi criada com enfoque no projeto de novos produtos e processos, mas devido a sua grande utilidade, passou a ser aplicada de diferentes formas e em diferentes tipos de organizações”.

Atualmente é utilizada para diminuir as falhas de produtos e processos existentes e para diminuir a probabilidade de falha em processos administrativos. Tem sido empregada também em aplicações específicas tais como análises de fontes de risco em engenharia de segurança e na indústria de alimentos. Esta metodologia pode ser aplicada tanto no desenvolvimento do projeto do produto como do processo. As etapas e a maneira de realização da análise é a mesma, ambas diferenciando-se somente quanto ao objetivo. Assim as análises FMEA’s são classificadas:

FMEA DE PROJETO: na qual são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto promovendo ações investigativas e corretivas antes que a primeira produção ocorra. O objetivo desta análise é evitar falhas no produto ou no processo decorrente do projeto. A primeira produção é vista como a que gera algum produto ou serviço ao consumidor com a intenção de ser pago (STAMATIS, 2003, p. 129).

FMEA DE PROCESSO: são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto. O objetivo do FMEA de processo é “definir, demonstrar e maximizar soluções de engenharia em resposta à qualidade, confiabilidade, manutenção, custo e produtividade” (STAMATIS, 2003, p. 157).

Todavia, Stamatis apresenta outros tipos de FMEA, dos quais pode-se destacar o de Sistema (*System FMEA*), uma variação do DFMEA realizada anteriormente a este, com o intuito de analisar sistemas e subsistemas no início da concepção do projeto e de Serviço (*Service FMEA*), uma variação do PFMEA, realizado em substituição a este quando não há entrega de um produto, e sim de um serviço. Seu objetivo é identificar modos de falha potenciais e prover ações investigativas e corretivas a um serviço antes que ele alcance o consumidor (STAMATIS, 2003, p. 40-43, 185). Estes FMEAs complementam e interagem com os FMEAs originais propostos pelo mesmo autor, o de projeto (*Design*), que é utilizado para analisar produtos antes que sejam disponibilizados para a produção, e de processo (*Process*), usado para analisar os processos de manufatura e montagem.

Todas muito semelhantes, diferenciando-se em alguns pontos como o cliente, que não é definido com sendo apenas o usuário final, mas também os engenheiros e equipes que estejam envolvidas com o desenvolvimento do projeto/processo. No início do desenvolvimento da FMEA, o Responsável Técnico responsável deve envolver direta e ativamente representante de todas as áreas envolvidas. A FMEA deve ser um catalisador para estimular a troca de ideias entre os departamentos envolvidos e assim promover uma abordagem, de equipe. Assim, basicamente formar um grupo de pessoas que conheçam o produto/processo em questão, suas funções, os tipos de falhas que podem ocorrer, os efeitos e as possíveis causas desta falha. Em seguida descrever, para cada tipo de falha suas possíveis causas e efeitos, relacionar as medidas de detecção e prevenção de

falhas que estão sendo, ou já foram tomadas, e, para cada causa de falha, atribuir índices para avaliar os riscos e, por meio destes riscos, discutir medidas de melhoria.

Todos os FMEAs são variações de uma mesma tabela, com pequenas modificações que auxiliam na execução da tarefa a que ele se propõe. A Figura 01 demonstra um modelo com o mínimo de colunas que uma tabela de DFMEA deve possuir.

(1) Nome do subsistema					(4) Envolv. com fornecedor					(8) Data do FMEA				
(2) Responsabilidade do projeto					(5) Produto/Modelo					(9) Data rev. FMEA				
(2A) Pessoa Responsável					(6) Data de lançamento					(10) Nome do Fragmento				
(3) Envolvimento com outros					(7) Preparado por					Página		de		

Função no projeto	Modo de falha potencial	Efeito potencial da falha	CC	S E V	Causa Potencial da Falha	O C C	Método de Detecção	D E T	R P N	Ação recomendada	Pessoa/área responsável e data de finalização	Resultado das Ações									
												Ação tomada	S E V	O C C	D E T	R P N					
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24								

(25) Assinaturas de aprovação												(26) Assinaturas de Concordância				
_____												_____				
_____												_____				
_____												_____				

Figura 1 – Modelo DFMEA

Fonte - STAMATIS, 2003, p. 135

Um dos principais pontos da FMEA é a classificação dos modos de falha em “itens de classificação”, que definem três pontos: a severidade de um modo de falha (item 15 na figura 5.2), a capacidade de detecção para este modo de falha (item 19 na figura 5.2), e a frequência que a falha pode ocorrer (item 17 na figura 5.2). O produto destes três valores cria o RPN (item 20 na figura 5.2), ou *Risk Priority Number*. A função do RPN é priorizar os riscos com maior chance de ocorrência e menor probabilidade de detecção. Cada projeto deve ter personalizados seus próprios itens de classificação. “Geralmente, há duas maneiras que os itens de classificação são formulados: Qualitativos e quantitativos”. Em ambos os casos, os valores numéricos podem ser de 1 a 5 ou de 1 a 10, sendo que de 1 a 10 é a forma mais comum (STAMATIS, 2003, p. 111).

Um dos objetivos do FMEA é tomar as atitudes necessárias para que o RPN de todos os modos de falha seja inferior a 50, considerando que se adote 95% de confiança, e que os três itens de classificação estejam no intervalo de 1 a 10 (STAMATIS, 2003, p. 30).

2.6.1 Critério de Severidade

Severidade é uma avaliação da gravidade do efeito do modo de falha potencial se aplica somente ao efeito. A redução no índice de severidade pode ser conseguida apenas através de alteração do projeto.

2.6.2 Critério de Ocorrência

Ocorrência é a probabilidade de um mecanismo/causa específico vir a ocorrer. A probabilidade de ocorrência tem um significado mais importante que apenas seu valor. A única forma de reduzir efetivamente o índice de ocorrência é a remoção ou controle de um ou mais mecanismos de falha através de uma alteração no projeto.

2.6.3 Critério de Detecção

Detecção é uma avaliação da capacidade dos controles atuais do projeto proposto em identificar uma deficiência do projeto ou a capacidade dos controles atuais do projeto propostos identificar o modo de falha subsequente, antes do componente, ser liberado para produção.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado com universo definido a “ Casa do Estudante Universitário do Paraná”, com natureza aplicada e descritiva para o pré-projeto de prevenção de incêndios, e seguiram o roteiro abaixo:

- Escolha da organização para adaptação da FMEA.
- Levantamento qualitativo de riscos (observação *in loco*).
- Adaptação dos Critérios de Severidade, Ocorrência e Detecção.
- Elaboração da FMEA.
- Sugestão de ações mitigadoras.

A revisão de bibliográfica realizada tem uma abordagem qualitativa em função da característica da ferramenta FMEA.

3.1 A ORGANIZAÇÃO

A Casa do Estudante Universitário do Paraná – CEU/PR, foi fundada em 11 de agosto de 1948 em Curitiba no Estado Paraná, sido à Rua Luiz Leão, nº 01, Centro. O quadro de moradores é constituído por estudantes universitários, vestibulandos inscritos em cursos pré-vestibulares, técnicos profissionalizantes e pós-graduandos que estiverem cursando Especialização, Mestrado ou Doutorado, devendo todos comprovar semestralmente que estão matriculados e frequentando seus respectivos cursos. Não houve acréscimo de área construída, nem mudança de ocupação da CEU/PR da sua construção até os dias atuais, mantendo assim as características da edificação.

Em 04 de junho de 2007 no Decreto n.º 588 de acordo com o contido na Lei n.º 6.337/1982, Decreto n.º 380/1993; considerando o edifício da Casa do Estudante Universitário – CEU o resgate de um referencial para a cidade e o interesse de destacar como especial por seu valor histórico e cultural para a comunidade; considerando a necessidade do restauro no edifício CEU, a necessidade de contratação de todos os projetos complementares, além do projeto de restauro com orçamento advindo de transferência de potencial da Unidade de Interesse de

preservação. Assim ficou decretado no artigo 1.º: “Fica Definida como Unidade de Interesse Especial de Preservação – UIEP a casa do Estudante Universitário – CEU, de indicação fiscal 12.003.015, localizado á rua Luiz Leão, 01.”As obras de restauro e reforma iniciadas em 2008 ainda estão em andamento. Os projetos de infraestrutura para lógica/spda, *de instalações elétricas*, telefonia, estrutural e hidrossanitário já foram concluídas restando a implementação do projeto de prevenção de incêndios que está aprovado no 1.º GB – B/7 do Corpo de Bombeiros do Paraná com base no Código de Prevenção de Incêndios do Corpo de Bombeiros da PMPR de 06/03/2001.

3.2 LEVANTAMENTO QUALITATIVO DE RISCOS (OBSERVAÇÃO *IN LOCO*).

A identificação preliminar dos riscos de incêndio foi realizada com base no Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Paraná – CSCIP-PR/2011 aliado a visita *in loco* em toda a edificação e região circo-vizinha. No artigo 30º do capítulo X do código supra cita especifica que:

“As edificações e áreas de risco consideradas antigas ou existentes na data da publicação deste Código devem ser adaptadas conforme exigências específicas da tabela 4 deste Código.”

Na Figura 02, extraída do capítulo I, pág. 16 do CSCIP-PR/2011, mostra a exigência de atender a NPT 002 e CPI/CB-PMPR (2001).

Tipo	Exigências
Antigas	NPT 002 e CPI/CB-PMPR (2001)
Existentes	NPT 002 e CPI/CB-PMPR (2001)

Figura 2 – Tabela 4 do CSCIP-PR/2011

Fonte: CSCIP-PR/2011, capítulo I, pág. 16

Na NPT 002 estabelece as condições mínimas de Segurança contra incêndio a serem adaptadas em edificações existentes.

“Estabelecer medidas para as edificações existentes a serem adaptadas visando atender às condições mínimas de segurança contra incêndio, bem como permitir condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros, atendendo aos objetivos do Código de Segurança Contra Incêndios do Corpo de Bombeiros Militar do Paraná.”

E explicita que a aplicação é para às edificações comprovadamente regularizadas ou construídas anteriormente à vigência do CSCIP 2011 deve atender às exigências da legislação vigente à época da construção ou regularização e, no mínimo, possuírem as medidas de segurança consideradas básicas. Devendo se cumpri-las nas edificações com área igual ou superior a 1500 m² ou com 04 (quatro) ou mais pavimentos para Risco Leve (RL) e 1000 m² , caso da Casa do Estudante Universitário, entre outras:

- a) extintores de incêndio;
- b) iluminação de emergência;
- c) sinalização de emergência;
- d) brigada de incêndio;
- e) hidrantes;
- f) saída de emergência;

3.2.1 Ocupação

A CEU-PR tem capacidade para 400 moradores, 120 hospedes (diaristas) divididos em 4 Alojamentos comunitários além de 12 funcionários permanentes que trabalham em horário comercial.

3.2.2 Localização e descrição do entorno

Situada no centro de Curitiba, como no endereço supra citado, está inserida dentro do Passeio Publico do lado do Colégio Estadual do Paraná a uma distância aproximada de 50m entre as edificações, no vizinho imediato o Passeio Publico está a 5,43m da edificação da administração do parque do lado direito da imagem e aproximadamente uns 15m na região mais próxima entre o prédio central e os

viveiros de pássaros. Na Figura 03, pode-se visualizar o entorno da CEU-PR. A unidade mais próxima do Corpo de Bombeiros está a 2,8km de distância, o que leva aproximadamente 7min para o percurso.



Figura 3 – Casa do Estudante Universitário e Entorno

Fonte: Google Earth

3.2.3 Dados relativos à construção do imóvel

A casa do Estudante Universitário mantém suas características de ocupação e área construída desde sua inauguração. Na Tabela 01, verifica-se a ocupação da casa e sua distribuição por pavimentos com a relação área construída e pé direito, além da área total do terreno o tipo de estrutura e cobertura.

CARACTERÍSTICA DO EDIFÍCIO

PAVIMENTO OU SETOR	DISCRIMINAÇÃO	PAVIMENTOS	PÉ DIREITO (m)	ÁREA CONTRUIDA (m ²)
PAV. SOLO	SALAS	1	2,5	458,64
PAV. TERREO	ADMINISTRAÇÃO	1	3,5	2572,84
2° PAVIMENTO	ALOJAMENTO ESTUDANTIL	1	3,5	2080,25
3° PAVIMENTO	ALOJAMENTO ESTUDANTIL	1	3,5	2080,25
4° PAVIMENTO	ALOJAMENTO ESTUDANTIL	1	3,5	2080,25
5° PAVIMENTO	ALOJAMENTO ESTUDANTIL	1	3,5	1532,06
ÁTICO	ALOJAMENTO ESTUDANTIL	1	3,5	419,27
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA (m ²)				11223,56
TERRENO (m ²)				2080,25
ALTURA (m)				21,75
ESTRUTURA EM CONCRETO				
COBERTURA COM ESTRUTURA DE MADEIRA E FIBROCIMENTO				

Tabela 1 – Características do Edifício

Fonte: Autoria Própria

Na Tabela 02, apresenta os materiais de acabamento por ambiente, que posteriormente servira para suporte na construção da FMEA.

MATERIAIS DE ACABAMENTO POR AMBIENTE

MATERIAIS / ACABAMENTO	CLASSIFICAÇÃO	ALOJAMENTOS	BANHEIROS	BIBLIOTECA	CAPELA	CORREDORES	COZINHA	CHURRASQUEIRA	ESCADAS	REFEITÓRIO	SAL. ADM.	SALÃO DE FESTAS	SALÃO NOBRE	SAL. TV	SALÃO DE JOGOS	SUBSOLO
PISO	Madeira	X		X	X						X	X	X	X	X	
	Cerâmico		X				X			X						
	Granitina					X		X	X							
PAREDES	Argamassa/Látex	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X

Tabela 2 – Materiais de Acabamento por Ambiente

Fonte: Autoria Própria

O risco de incêndio com falhas nas instalações elétricas ficou muito minimizada com a reforma de toda a parte elétrica da CEU, inclusive com a instalação de um novo

sistema de aterramento com eletrodos fabricados implantados. O risco de vazamentos de GLP é localizado em um único ponto da cozinha casa, que fica no térreo, com as instalações em fase de construção e teoricamente seguras. O que causa mais insegurança são os riscos acidentais que difícil de prever um sinistro como pontas de cigarros acesa, equipamentos elétricos proibidos de serem usados na casa como “rabo quente” e similares e ainda a criatividade e pré-disposição das pessoas que nessa fase da vida (maior parte dos moradores saindo da adolescência) tem para surpreender colocando em risco a si e aos outros. Como é visto na Tabela 03 – Avaliação Preliminar – Qualitativa.

AVALIAÇÃO PRELIMINAR - QUALITATIVA

RISCO	DISCRIMINAÇÃO	ALOJAMENTOS	BANHEIROS	BIBLIOTECA	CAPELA	CORREDORES	COZINHA	CHURRASQUEIRA	ESCADAS	REFEITÓRIO	SAL. ADM.	SALÃO DE FESTAS	SALÃO NOBRE	SAL. TV	SALÃO DE JOGOS	SUBSOLO
ELETRICO	Exposição a riscos de acidentes com consequências diretas: choque e arco elétrico e com consequências indiretas: quedas, batidas, incêndio, explosões de origem elétrica, queimaduras etc.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
GLP	Produto inflamável e asfíxiante	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ACIDENTAIS		S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S

Tabela 3 – Avaliação Preliminar - Qualitativo

Fonte: Autoria Própria

3.2.4 Equipamentos e sistema de combate a incêndio

Na Tabela 04, verifica-se um levantamento dos equipamentos e sistemas de combate a incêndio que a Casa do Estudante Universitário possui.

PROTEÇÃO POR EXTINTORES

EXTINTORES	CO2 - 6KG	PQ - 4KG	PQ - 6KG	AP - 10L
QUANTIDADE	8	6	2	8
TOTAL DE EXTINTORES			24	

PROTEÇÃO POR HIDRANTES

RESERVATÓRIOS	INFERIORES		SUPERIORES	
CAPACIDADE	TOTAL	INCÊNDIO	TOTAL	INCÊNDIO
VOLUME (m3)	62		48	48

ABRIGOS	60X90X24cm	60X90X18cm	90X120X18cm	TOTAL
QUANTIDADE		6	13	19

MAGUEIRAS	BITOLA	10m	15m	TOTAL (m)
QUANTIDADE	38mm		64	960
	63mm			

ESGUICHOS	38X13mm	38X19mm	38X25mm	TOTAL
QUANTIDADE	26	8		34

Tabela 4 – Sistema de combate a incêndio disponíveis na CEU

Fonte: A autoria Própria

3.3 ADAPTAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SEVERIDADE, OCORRÊNCIA E DETECÇÃO.

Para a adaptação na FMEA de produto para utilização na avaliação de risco de prevenção de incêndios foram feitas algumas adaptações. Primeiramente buscou-se através de análise preliminar da edificação CEU-PR, o levantamento do

tipo de ocupação, a situação física das instalações e os mecanismos de prevenção de incêndios existentes. Foram identificados os riscos de incêndio existentes e as falhas no sistema de prevenção, porém a intenção não era de esgotar o tema, mas sim evidenciar que a FMEA é capaz de identificar estes riscos, após isso, foram adaptados os critérios de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) tomando por base no Modelo de DFMEA de STAMATIS, 2003 e valendo-se das informações já levantadas. O detalhamento destas adaptações será apresentado com os critérios nos itens subsequentes.

3.3.1 Severidade

Como o critério de severidade adotou-se uma escala de efeito baseada no tipo de acidente, variando entre o quase acidente, acidente leve, acidente moderado, acidente grave e o acidente gravíssimo ao índice de severidade variando de 01 a 10, menos severo para mais severo, respectivamente. Como resultado obteve-se a Tabela 05 – Severidade do Efeito da Falha adaptada.

SEVERIDADE DO EFEITO DE FALHA ADAPTADA		
EFEITO	CRITÉRIO	GRAU
DESPREZÍVEL	Nenhum efeito	1
	Efeito desprezível	2
LEVE	Pequeno impacto causando um pequeno incômodo aos moradores	3
	Pequeno impacto com pequenos danos materiais	4
MODERADO	Médio impacto com vítimas com ferimentos leves	5
	Médio impacto com danos materiais consideráveis e vítimas com ferimentos leves	6
GRAVE	Grande impacto com vítimas com ferimentos graves	7
	Grande dano patrimonial com vítimas com ferimentos graves	8
GRAVÍSSIMO	Grande dano patrimonial e perda de vidas humanas	9
	Colapso da Edificação com muitas perdas de vidas humanas	10

Tabela 5 – Severidade do Efeito de Falha adaptada

Fonte: Autoria Própria

3.3.2 Ocorrência

Para o critério de ocorrência da causa, adotou-se uma escala de tempo cronológica, variando de 1 (UM) para uma ocorrência a cada período maior que 50 anos (Grau mais leve) e 10 para uma ocorrência a cada ano (grau mais severo). Como resultado obteve-se a Tabela 06 – Ocorrência do Efeito da Falha Adaptada.

OCORRÊNCIA DO EFEITO DE FALHA ADAPTADA		
OCORRÊNCIA	CRITÉRIO	GRAU
REMOTA	A cada > 50 anos	1
	A cada 50 anos	2
BAIXA	A cada 45 anos	3
	A cada 40 anos	4
MODERADA	A cada 25 anos	5
	A cada 20 anos	6
ALTA	A cada 10 anos	7
	A cada 5 anos	8
QUASE CERTA	A cada 2 anos	9
	A cada 1 ano	10

Tabela 6 – Ocorrência do Efeito de Falha Adaptada
Fonte: Autoria Própria

3.3.3 Detecção

O critério é em relação ao meio de detecção existente para o reconhecimento da falha ou da causa da falha, para isso, adotou-se uma escala de oportunidade

variando de 1 para a “quase certa” e 10 para a “totalmente incerta”, conforme Tabela 07 – Detecção do Efeito de Falha Adaptada.

DETECÇÃO DO EFEITO DE FALHA ADAPTADA		
DETECÇÃO	CRITÉRIO	GRAU
QUASE CERTA	Controle de projeto quase que certamente detecte potencial causa/mecanismo e modo de falha subsequente.	1
MUITO ALTA	Chance muito elevada de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	2
ALTA	Chance elevada de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	3
MODERADAMENTE ALTA	Chance moderadamente alta de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	4
MODERADA	Chance moderada de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	5
BAIXA	Chance baixa de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	6
MUITO BAIXA	Chance muito baixa de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	7
REMOTA	Chance remota de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	8
MUITO REMOTA	Chance muito remota de que o controle do projeto detecte causa/mecanismo e modo de falha subsequente	9
TOTALMENTE INCERTA	Controle do projeto não detectará e/ou não poderá detectar causa/mecanismo potencial e modo de falha subsequente; ou não existe controle do projeto.	10

Tabela 7 – Ocorrência do Efeito de Falha Adaptada

Fonte: Autoria Própria

3.4 A FMEA DA CEU.

Após os levantamentos dos riscos de incêndio, o sistema de prevenção existente na Casa do Estudante universitário, identificar os modos de falha e definir os critérios de severidade, ocorrência e detecção, foi feita a classificação através do

número provável de risco (NPR) que é o produto dos três valores definidos nos critérios supra citados. Assim, foi elaborada a FMEA de prevenção de incêndios - Apêndice I – FMEA de prevenção de incêndios, onde foram detectadas vinte e seis modos de falha, sendo que o maior valor encontrado para o número de provável de risco – NPR foi de 1000 pontos para todos os subitens analisados de Meios de Combate a Incêndios e para o subitem exaustão mecânica do Controle de Fumaça. Todos esses itens ficaram com NPR a igual a 10 pontos após as ações tomadas. O menor NPR encontrado foi de 4 pontos para os subitens frente, atrás e lado esquerdo do item: Separação entre as Edificações, que se mantiveram com NPR igual a 4 pontos, pois não tomada nenhuma ação. O caso mais particular é a do subitem vertical do item Compartimentação com 80 pontos, que, não se tem nenhuma ação tomada pela dificuldade e pela não obrigatoriedade legal por se tratar de uma edificação antiga. Os menores NPRs após as ações tomadas foram os subitens sistema de alarme, sinalização de emergência e iluminação de emergência do item: Detecção, Alarme e Orientação de Abandono com 1 ponto.

4. RESULTADOS

. Para a discussão dos resultados foram classificados os riscos encontrados em função do número provável de risco – NPR– em ordem decrescente, ou seja, do maior para o menor, como se verific na Tabela 8:

CLASSIFICAÇÃO DECRESCENTE DO NPR DA SITUAÇÃO ATUAL E COM AS ALTERAÇÕES PROPOSTAS		
ITENS ANALISADOS	ATUAL	PROPOSTA
Controle de Fumaça - Exaustão Mecânica	1000	10
Meios de Combate a Incêndio - Sistema de Hidrantes	1000	10
Meios de Combate a Incêndio - Reservatório de Água	1000	10
Meios de Combate a Incêndio - Conjunto de Peça Hidráulicas e Acessórios	1000	10
Meios de Combate a Incêndio - Tubulação	1000	10
Meios de Combate a Incêndio - Forma de Acionamento do Sistema	1000	10
Meios de Combate a Incêndio - Extintores	900	10
Detecção, Alarme e Orientação de Abandono - Sistema de Detecção	700	40
Detecção, Alarme e Orientação de Abandono - Sistema de Alarme	700	1
Detecção, Alarme e Orientação de Abandono - Sinalização de Emergência	700	1
Detecção, Alarme e Orientação de Abandono - Iluminação de Emergência	560	1
Saídas de Emergência - Número mínimo de saídas	350	7
Saídas de Emergência - Localização das saídas e das escadas de segurança	350	7
Saídas de Emergência - Descarga das escadas de segurança e saídas finais	350	7
Saídas de Emergência - Distância máxima a percorrer até uma saída segura	350	3
Compartimentação - Vertical	80	80
Saídas de Emergência - Condições das escadas e dos corredores e passagens	60	3
Compartimentação - Horizontal	54	4
Controle de Fumaça - Exaustão Natural	40	40
Separação entre Edificações - Lado direito	12	12
Reação ao fogo de materiais de acabamento e revestimento - Paredes	10	10
Reação ao fogo de materiais de acabamento e revestimento - Teto/forro	10	10
Reação ao fogo de materiais de acabamento e revestimento - Piso	10	10
Reação ao fogo de materiais de acabamento e revestimento - Cobertura	8	8
Separação entre Edificações - Lado esquerdo	4	4
Separação entre Edificações - Frente	4	4
Separação entre Edificações - Atrás	4	4

Tabela 8 – Classificação Decrescente do RPN da Situação Atual e Com as Alterações Propostas
Fonte: Autoria Própria

Assim tem-se a ordem de prioridades nos itens analisados com o controle de fumaça – exaustão mecânica para o subsolo e os meios de combate a incêndio como os de graus mais elevados de priorização seguidos da detecção, alarme e orientação de abandono e saídas de emergência. A compartimentação horizontal merece atenção, como já foi dito, pois não foi proposta e não vai ser implementada

nenhuma melhoria para baixar o RPN e o ideal era que ela estivesse abaixo dos 50 pontos levando-se em conta os 95% de confiança. Os demais itens merecem ser monitorados e a medida de cada revisão dessa FMEA, verificar se continuam no mesmo patamar. As ações preventivas recomendadas encontram-se na FMEA e foram tomadas levando em consideração a diminuição da severidade, ocorrência e detecção. Foi necessário reconhecer os riscos no local estudado, e confronta-los com o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico – CSCIP de 2011 para que fosse possível construir detalhadamente a FMEA e exprimir resultados confiáveis. O modo de falhas se mostrou eficaz para a identificação e diagnóstico. Os efeitos dos modos de falha encontrados podem acarretar na pior das situações incêndio descontrolados com o colapso da estrutura com muita perda material e muitas vítimas fatais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Gerenciamento de riscos apesar de ser muitas vezes deixado de lado, demonstra ser tão importante para o sucesso de um projeto quanto as demais atividades do projeto. Ignorá-lo é tornar o projeto vulnerável quando um evento inesperado ocorre. Da mesma forma, com a não realização do gerenciamento de riscos pode-se ignorar problemas potenciais e perder a chance de corrigi-los e mantê-los sob controle. Essa é a melhor forma de mensurar e controlar as incertezas.

A FMEA é um método sistemático para se evitar a ocorrência de falhas, que quando aplicado corretamente pode trazer diversos benefícios. Deve ser realizada durante o pré-projeto e deve ser implementada durante todo o andamento do projeto, envolvendo todos os setores envolvidos, com o maior número de especialistas possíveis, pois, por sua relação probabilidade/impacto: Riscos identificados e prevenidos, transferidos ou mitigados no início do projeto tendem a ter um impacto pequeno no projeto.

O estudo realizado buscou adaptar a FMEA de produto para avaliação de prevenção de incêndios em uma edificação antiga, tombada pelo município e por isso, com a obrigação de possuírem no mínimo as medidas de segurança consideradas básicas do CSCIP de 2011, como já descrito na revisão bibliográfica. A adaptação desta sistemática de avaliação e seus critérios para finalidade de prevenção de incêndios mostrou-se eficaz e contribui muito como ferramenta para esse tipo de análise e indicação de prioridades.

Porém a FMEA apresentou várias deficiências como: as definições dos Critérios qualitativos que são usados como quantitativos. Os valores dos RPNs (*Risk Priority Number* – Índice de Prioridade de Risco) não são precisos. Além da dificuldade em estimar os valores numéricos para os índices (Severidade, Ocorrência e Detecção) que são utilizados como se todos tivessem a mesma importância. Um mesmo valor de RPN pode representar situações caracterizadas por diferentes níveis de risco e pequenas mudanças nos valores dos índices levam à grandes alterações do RPN. Dependente da experiência dos membros dos envolvidos para avaliar as dificuldade e definir ações de melhoria adequadas,

considerando a viabilidade (restrições), a chance de sucesso (redução do RPN), e os impactos desfavoráveis (nas pessoas, produto, processo, ambiente)

Contudo, foi possível cumprir o que foi proposto inicialmente no objetivo deste trabalho e no desdobramento da metodologia. O resultado alcançado é a FMEA de prevenção de incêndios da Casa do Estudante Universitário, que identificou vinte e sete situações analisadas. A FMEA apresentou-se como uma maneira de avaliar e registrar os riscos de uma edificação, facilitando a gestão e o reconhecimento das fragilidades que geram situação de risco. Entretanto de nada adianta identificar os riscos na fase inicial do projeto e não tomar as medidas necessárias para monitorar ou controlar sua ocorrência e impacto durante a execução do mesmo.

6. REFERÊNCIAS

ALENCAR, Antônio; SCHMITZ, Eber. **Análise de Risco em Gerencia de Projetos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

ANDRADE Mônica Regina Souza e TURRIONI João Batista, **Uma metodologia de análise dos aspectos e impactos ambientais através da utilização da FMEA**. v.25, n°.2, 2001.

BARBIERI José Carlos, **Gestão Ambiental Empresarial – conceitos, modelos e instrumentos**, 2ª edição, São Paulo, editora Saraiva, 2007.

BARBIERI José Carlos, VASCONCELOS Isabella Freitas Gouveia de, ANDREASSI Tales e VASCONCELOS Flávio Carvalho de, RAE - **Revista Eletrônica de Administração. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições**, São Paulo • v. 50 • n°. 2 • abr./jun. 2010.

BRASIL. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. – ABNT. Execução de Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio: ABNT NBR 9441**. Rio de Janeiro, 1998.

BRASIL. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. –ABNT. Extintores de incêndio com carga de dióxido de carbono: ABNT NBR 11716**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. – ABNT Saídas de Emergência: ABNT NBR 9077**. Rio de Janeiro, 1993.

BRASIL. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. – ABNT Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico – Parte 2: Princípios de Projeto: ABNT NBR 13434**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. – ABNT Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio: ABNT NBR 12693**. Rio de Janeiro, 1993b.

BRASIL. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. – ABNT. Sistema de Iluminação de Emergência: ABNT NBR10898.** Rio de Janeiro, 1999.

DAILEY, K. W. **The FMEA Pocket Handbook.** DW Publishing Co.: 2004.

FERNANDES José Márcio Ramos, **Proposição de abordagem integrada de métodos da qualidade baseada no FMEA,** Paraná, 2005, PUC – Pontifícia Universitária Católica.

GARBIN, Eudes Adan. **Utilização da Análise de Modos e Efeitos de Falha – FMEA para Avaliação de Riscos em Uma Fundação de Ferro – Setor de Fusão.** Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

HELDMAN, Kim. **Project Manager's Spotlight on Risk Management.** Alameda: Harbor Light Press, 2005.

InterAction Plexus - Apostila FMEA - **Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial,** 4º Ed. 2009.

PALADY, P. **FMEA: Análises dos Modos de Falhas e Efeitos;** São Paulo, IMAM, 1997.

PARANÁ, **Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico,** Curitiba: 2011.
PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos.** 3ª edição. Newtown Square: PMI, 2004. 405p.

SILVA, Carlos Natal Luiz **Apostila de Prevenção e Combate a Incêndios do Curso de Técnico em Segurança do Trabalho.** Escola Técnica Polivalente Americana, Americana – SP, 2005. 88p

SILVA, Valdir Pignatta; VARGAS, Valdir Resende; ONO, Rosária. **Prevenção contra incêndio no projeto de arquitetura.** Rio de Janeiro: CBCA, 2010.

RAMOS, Eliani F. **A gestão de Riscos usando FMEA**. Revista Mundo PM número 10, 2006.

SALLES JR., C. A. C; SOLER, A. M; VALLOE, J. A. S; RABECHINI JR. , R. **Gerenciamento de Riscos em Projetos**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

STAMATIS, D. H. **Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution**. ASQ Quality Press, 2003.

VIEIRA Erlon Celso de Souza, **FMEA – análise de modo e efeitos de falha e orientações estratégicas**, São Paulo, 2008, Universidade São Carlos.

APÊNDICE I

FMEA: PROJETO	ÁREAS ENVOLVIDAS:				APROVAÇÃO DO CLIENTE:				ETAPA:	PÁGINA : 1 DE 7					
PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	CLIENTE/PROJETO : CASA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO				DATA 1ª EMISSÃO:				25 DE ABRIL 2014						
RESPONSÁVEL PROJETO: IVO MARCELO ERMENEGILDO	EQUIPE:				DATA REVISÃO:										
SAÍDA DE EMERGÊNCIA	MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITO (S) DA FALHA EM PODENCIA L	<u>SEVERIDADE</u>	CAUSA (S) POTENCIAL DA FALHA	<u>OCORRÊNCIA</u>	CONTROLE ATUAL DE PREVENÇÃO	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESPONSÁVEL E PRAZO	AÇÃO TOMADA	<u>SEVERIDADE</u>	<u>OCORRÊNCIA</u>	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>
Número mínimo de saídas	Comprometimento na evacuação durante uma emergência	Pânico e Vítimas	7	Não está implementado o uso das saídas com o intuito de evacuação em emergências	5	Nenhum	10	350	Dimensionamento e implantação de saídas de emergência Conforme CSCIP/2011	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	7	1	1	7
Distância máxima a percorrer até uma saída segura	Muito grande, aproximadamente 90m, comprometendo a segurança dos moradores em caso de emergência	Pânico e Vítimas	7	Não está implementado a área seguras com acesso as saídas com o intuito de diminuir a distância em caso emergências	5	Nenhum	10	350	Dimensionamento e implantação de saídas de emergência Conforme CSCIP/2011	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	3	1	1	3
Condições das escadas de	As escadas	QUEDA	3	Não está	2	Nenhum	10	60	Dimensioname	Ivo Marcelo	Elaboração e	3	1	1	3

segurança (rota de fuga vertical) e dos corredores e passagens (rotas de fuga horizontais)	existentes, só possui corrimão de um lado não apresenta sinalização de emergência			implementado o uso das escadas como rota de fuga em caso emergências					nto e implantação de saídas de emergência Conforme CSCIP/2011	Ermenegildo/ Dezembro 2014	implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011				
--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	-----------------------------------	---	--	--	--	--

Localização das saídas e das escadas de segurança	Sem sinalização de rotas, saídas muito distantes, aproximadamente 90m e o acesso a saída alternativa está obstruída	Pânico e Vítimas	7	Não está implementado o uso das escadas como rota de fuga em caso emergências	5	Nenhum	10	350	Dimensionamento e implantação de saídas de emergência Conforme CSCIP/2011	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	7	1	1	7
---	--	-------------------------	----------	--	----------	--------	-----------	------------	---	---	--	----------	----------	----------	----------

Descarga das escadas de segurança e saídas finais	Sem sinalização de rotas	Pânico e Vítimas	7	Não está implementado a sinalização de rotas de fuga	5	Nenhum	10	350	Dimensionamento e implantação de saídas de emergência Conforme CSCIP/2011	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	7	1	1	7
---	---------------------------------	-------------------------	----------	---	----------	--------	-----------	------------	---	---	--	----------	----------	----------	----------

FMEA: PROJETO	ÁREAS ENVOLVIDAS:				APROVAÇÃO DO CLIENTE:				ETAPA:	PÁGINA: 2 DE 7					
PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	CLIENTE/PROJETO: CASA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO							DATA 1ª EMISSÃO: 25 DE ABRIL 2014							
RESPONSÁVEL PROJETO: IVO MARCELO ERMENEGILDO	EQUIPE:							DATA REVISÃO:							
Compartimentação	MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITO (S) DA FALHA EM PODENCIAL	<u>SEVERIDADE</u>	CAUSA (S) POTENCIAL DA FALHA	<u>OCORRÊNCIA</u>	CONTROLE ATUAL DE PREVENÇÃO	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESPONSÁVEL E PRAZO	AÇÃO TOMADA	<u>SEVERIDADE</u>	<u>OCORRÊNCIA</u>	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>
Horizontal	Transmissão de Calor por Condução, convecção ou Radiação para ambientes do mesmo pavimento	Propagação do fogo entre as unidades autônomas	9	Falta de isolamento adequado entre as alas	2	As características estruturais e arquitetônicas de revestimentos que impedem a propagação do fogo	3	54	Dividir os pavimentos em 3 células com paredes e corta fogo e PCF-90, criando uma região segura para saídas de emergência	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	4	1	1	4
Vertical	Transmissão de Calor por Condução, convecção ou Radiação no sentido vertical, ou seja, pavimentos consecutivos	Propagação do fogo entre os pavimentos consecutivos	10	Falta de isolamento adequado entre os pavimentos	2	As características estruturais e arquitetônicas de revestimentos que impedem a propagação do fogo	4	80	Nenhuma	Nenhum	Nenhuma	10	2	4	80

FMEA: PROJETO	ÁREAS ENVOLVIDAS:				APROVAÇÃO DO CLIENTE:				ETAPA:	PAGINA: 3 DE 7					
PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	CLIENTE/PROJETO: CASA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO							DATA 1ª EMISSÃO: 25 DE ABRIL 2014							
RESPONSÁVEL PROJETO: IVO MARCELO ERMENEGILDO	EQUIPE:								DATA REVISÃO:						
Reação ao fogo de materiais de acabamento e revestimento	MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITO (S) DA FALHA EM PODENCIAL	<u>SEVERIDADE</u>	CAUSA (S) POTENCIAL DA FALHA	<u>OCORRÊNCIA</u>	CONTROLE ATUAL DE PREVENÇÃO	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESPONSÁVEL E PRAZO	AÇÃO TOMADA	<u>SEVERIDADE</u>	<u>OCORRÊNCIA</u>	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>
Paredes	entra em combustão e diminuir a resistência da parede transmitindo calor suficiente para propagar o incêndio	Danos Materias, diminuição do tempo de combate e evacuação	10	Revestimento inadequado a carga de incêndio	1	Revestimento adequado para o uso. Paredes com revestimento em argamassa e tinta látex	1	10	Nenhuma	Nenhum	Nenhuma	10	1	1	10
Teto/Forro	entra em combustão ou transmitirem calor suficiente para propagar o incêndio	Danos Materias, diminuição do tempo de combate e evacuação	10	Revestimento inadequado a carga de incêndio	1	Revestimento adequado para o uso. Teto com revestimento em argamassa e tinta látex	1	10	Nenhuma	Nenhum	Nenhuma	10	1	1	10
Piso	entra em combustão ou transmitirem calor suficiente para propagar o incêndio	Danos Materias, diminuição do tempo de combate e	10	Revestimento inadequado a carga de incêndio	1	Revestimento adequado para o uso. Piso com revestimento	1	10	Nenhuma	Nenhum	Nenhuma	10	1	1	10

		evacuação			em Granitina									
--	--	-----------	--	--	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Cobertura	entra em combustão ou transmitem calor suficiente para propagar o incêndio	Danos materiais e propagação do fogo na vizinhança	8	Cobertura combustível, compartimentação vertical inadequada	1	Cobertura com Telhas incombustíveis sobre laje	1	8	Nenhuma	Nenhum	Nenhuma	8	1	1	8
-----------	--	--	---	---	---	--	---	---	---------	--------	---------	---	---	---	---

FMEA: PROJETO	AREAS ENVOLVIDAS:				APROVAÇÃO DO CLIENTE:				ETAPA:	PAGINA: 4 DE 7					
PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	CLIENTE/PROJETO: CASA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO							DATA 1ª EMISSÃO: 25 DE ABRIL 2014							
RESPONSÁVEL PROJETO: IVO MARCELO ERMENEGILDO	EQUIPE:							DATA REVISÃO:							
Separação entre Edificações	MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITO (S) DA FALHA EM PODENCIAL	<u>SEVERIDADE</u>	CAUSA (S) POTENCIAL DA FALHA	<u>OCORRÊNCIA</u>	CONTROLE ATUAL DE PREVENÇÃO	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESPONSÁVEL E PRAZO	AÇÃO TOMADA	<u>SEVERIDADE</u>	<u>OCORRÊNCIA</u>	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>
Frete	Propagação de incêndio por radiação de calor, convecção de gases quentes e a transmissão de chamas	Danos Materias	4	Incêndio não controlado	1	A distância entre as edificações e suas naturezas impedem a contaminação com incêndios entre elas	1	4	Nenhuma	Nenhum	Nenhuma	4	1	1	4
Lado Direito	Propagação de incêndio por radiação de calor, convecção de gases quentes e a transmissão de chamas	Danos Materias	6	Incêndio não controlado	2	Edificação ladeada por parede cega, cobertura incombustível com vigilância 24h	1	12	Nenhuma	Nenhum	Nenhuma	6	2	1	12
Lado Esquerdo	Propagação de incêndio por radiação de calor,	Danos Ecológicos	4	Incêndio não controlado	1	Nenhum, edificação ladeada por	1	4	Nenhuma	Nenhum	Nenhuma	4	1	1	4

	convecção de gases quentes e a transmissão de chamas				parque (área verde)									
--	--	--	--	--	---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Atrás	Propagação de incêndio por radiação de calor, convecção de gases quentes e a transmissão de chamas	Danos Ecológicos	4	Incêndio não controlado	1	Nenhum, edificação tem os fundos voltados para um parque (área verde)	1	4	Nenhuma	Nenhum	Nenhuma	4	1	1	4
-------	--	------------------	---	-------------------------	---	---	---	---	---------	--------	---------	---	---	---	---

FMEA: PROJETO	ÁREAS ENVOLVIDAS:				APROVAÇÃO DO CLIENTE:				ETAPA:	PÁGINA: 5 DE 7					
PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	CLIENTE/PROJETO: CASA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO							DATA 1ª EMISSÃO: 25 DE ABRIL 2014							
RESPONSÁVEL PROJETO: IVO MARCELO ERMENEGILDO	EQUIPE:							DATA REVISÃO:							
Detecção, Alarme e Orientação de Abandono	MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITO (S) DA FALHA EM PODENCIAL	<u>SEVERIDADE</u>	CAUSA (S) POTENCIAL DA FALHA	<u>OCORRÊNCIA</u>	CONTROLE ATUAL DE PREVENÇÃO	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESPONSÁVEL E PRAZO	AÇÃO TOMADA	<u>SEVERIDADE</u>	<u>OCORRÊNCIA</u>	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>
Sistema de Detecção	Evolução de pequeno foco a catastrofes	Pânico, Vítimas e Danos Materias	10	Demora na detecção e/ou o não funcionamento ou falta de conhecimento de como acionar o sistema	7	Percepção dos moradores (grito)	10	700	Acionadores manuais junto aos hidrantes, implantação de sistema de alarme sonoro e formação de brigada de incêndio	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	10	2	2	40
Sistema de Alarme	Evolução de pequeno foco a catastrofes	Pânico, Vítimas e Danos Materias	10	Demora no acionamento ou falta de conhecimento de como acionar o sistema	7	Grito	10	700	Acionadores manuais junto aos hidrantes, implantação de sistema de alarme sonoro e formação de brigada de incêndio	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	1	1	1	1

Sinalização de Emergência	Exposição a produtos, equipamentos ou ambientes perigosos; demora na detecção, alarme e localização dos meios de combate ao incêndio; confusão em caso de abandono;	Pânico, Vítimas e Danos Materias	10	Não está implementado o uso da sinalização de emergências na edificação	7	Sinalização para extintores	10	700	Dimensionamento e implantação de sinalização de emergência Conforme NPT 020 - CSCIP/2011	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	1	1	1	1
Iluminação de Emergência	Dificultação ou comprometimento do processo evacuação em caso de abandono	Pânico e Vítimas	8	Não está implantado iluminação de emergência na edificação	7	Nenhum	10	560	Dimensionamento e implantação de iluminação de emergência Conforme NPT018 - CSCIP/2011	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	1	1	1	1

FMEA: PROJETO	ÁREAS ENVOLVIDAS:				APROVAÇÃO DO CLIENTE:				ETAPA:	PAGINA: 6 DE 7					
PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	CLIENTE/PROJETO: CASA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO							DATA 1ª EMISSÃO: 25 DE ABRIL 2014							
RESPONSÁVEL PROJETO: IVO MARCELO ERMENEGILDO	EQUIPE:							DATA REVISÃO:							
Meios de Combate a Incêndio	MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITO (S) DA FALHA EM PODENCIAL	<u>SEVERIDADE</u>	CAUSA (S) POTENCIAL DA FALHA	<u>OCORRÊNCIA</u>	CONTROLE ATUAL DE PREVENÇÃO	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESPONSÁVEL E PRAZO	AÇÃO TOMADA	<u>SEVERIDADE</u>	<u>OCORRÊNCIA</u>	<u>DETECÇÃO</u>	<u>RISCO (RPN)</u>
Extintores	Comprometimento do primeiro combate ao foco de incêndio	Um pequeno foco se transformar em um incêndio de grandes proporções	10	Mal dimensionamento da quantidade e distribuição do Extintores. Extintor inadequado para o uso e uso adequado.	9	Quantidade e distribuição insuficientes, maior partes com cargas vencidas, não tem brigada de incêndio	10	900	Dimensionamento e implantação de extintores conforme NPT021-11, e implantação de brigada conforme NPT017-11	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	10	1	1	10
Sistema de Hidrantes	Comprometimento do combate ao fogo pela brigada e pelo corpo de bombeiros	Colapso do Sistema contra incêndio, Grandes danos materias e vitimas	10	Falta de água, água sem a pressão necessária, hidrantes sem condições de uso, pessoal despreparado para a operação dos hidrantes	10	O sistema de hidrantes esta completo e novo atendendo o Código de Prevenção de Incêndios de 2001	10	1000	Implantação do sistema de hidrantes conforme NPT022-11, e implantação de brigada conforme NPT017-11	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	10	1	1	10

Reservatório de Água	Comprometimento do combate ao fogo pela brigada e pelo corpo de bombeiros	Colapso do Sistema contra incêndio, Grandes danos materias e vitimas	10	Estar vazio ou com quantidade de água insuficiente para atender o sinistro	10	Está dimensionada para atender as necessidades de combate a incêndio por gravidade e com acionamento de bombas ligadas a cisterna	10	1000	Adequar a NPT 022-2011 e ligar ao sistema	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	10	1	1	10
Conjunto de Peça Hidráulicas e Acessórios	Comprometimento do combate ao fogo pela brigada e pelo corpo de bombeiros	Colapso do Sistema contra incêndio, Grandes danos materias e vitimas	10	Não estarem no local de uso ou estarem comprometidas para uso	10	O conjunto de peças hidráulicas e Acessórios estão completos novos atendendo o Código de Prevenção de Incêndios de 2001	10	1000	Adequar a NPT 022-2011 e ligar ao sistema	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	10	1	1	10
Tubulação	Comprometimento do combate ao fogo pela brigada e pelo corpo de bombeiros	Colapso do Sistema contra incêndio, Grandes danos materias e vitimas	10	Mal dimensionada ou com vazamentos	10	A tubulação foi toda refeita atendendo Código de Prevenção de Incêndios de 2001	10	1000	Ligar ao sistema	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico conforme CSCIP/2011	10	1	1	10
Forma de Acionamento do Sistema	Comprometimento do combate ao fogo pela brigada e pelo corpo de bombeiros	Colapso do Sistema contra incêndio, Grandes danos	10	Não estarem com a devida manutenção acarretando em falhas no funcionamento ou	10	A Forma de Acionamento do Sistema foi toda refeita atendendo Código de	10	1000	Adequar a NPT 022-2011 e ligar ao sistema	Ivo Marcelo Ermenegildo/ Dezembro 2014	Elaboração e implementação do Plano de prevenção de incêndio e Pânico	10	1	1	10

		materias e vitimas		no não funcionamento		Prevenção de Incêndios de 2001				conforme CSCIP/2011				
--	--	-------------------------------	--	---------------------------------	--	--------------------------------------	--	--	--	--------------------------------	--	--	--	--

