



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

ANDRÉ LUIZ COELHO HAHNEMANN

AVALIAÇÃO DE RISCOS DE INCÊNDIO EM PRÉDIOS HISTÓRICOS
TOMBADOS EM RECIFE ATRAVÉS DO MÉTODO DE GRETENER
ADAPTADO

Recife, PE

2016



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

ANDRÉ LUIZ COELHO HAHNEMANN

AVALIAÇÃO DE RISCOS DE INCÊNDIO EM PRÉDIOS HISTÓRICOS
TOMBADOS EM RECIFE ATRAVÉS DO MÉTODO DE GRETENER
ADAPTADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof^a. Dr^a. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani

Recife, PE

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Universidade de Pernambuco – Recife

H148a Hahnemann, André Luiz Coelho
Avaliação de riscos de incêndio em prédios históricos tombados em Recife através do método de Gretener adaptado / André Luiz Coelho Hahnemann. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2016.
127 f. : Il.

Orientadora: Dra. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani
Dissertação (Mestrado - Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2016.

1. Incêndio – avaliação de riscos 2. Prevenção de acidentes 3. Segurança na construção. - Dissertação I. Rabbani, Emilia Rahnemay Kohlman (orient.) II. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. III. Título.

CDD: 363.116

ANDRÉ LUIZ COELHO HAHNEMANN

DEDICATÓRIA

**AVALIAÇÃO DE RISCOS DE INCÊNDIO EM PRÉDIOS
HISTÓRICOS TOMBADOS EM RECIFE ATRAVÉS DO MÉTODO
DE GRETENER ADAPTADO**

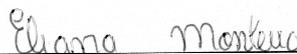
BANCA EXAMINADORA:

Orientadora:

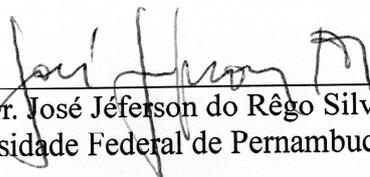


Prof. Dra. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani
Universidade de Pernambuco

Examinadores:



Prof. Dra. Eliana Cristina Barreto Monteiro
Universidade de Pernambuco



Prof. Dr. José Jeferson do Rêgo Silva
Universidade Federal de Pernambuco

Recife, PE
2016

DEDICATÓRIA

À minha mãe, pelos exemplos de superação e amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, obviamente incontestável.

À minha adorável mãe, que sempre plantou a ideia de que a boa educação é a ferramenta principal para traçarmos nossas conquistas.

Aos meus irmãos, exemplos dos melhores exemplos.

À minha amada esposa Natália, que além dos melhores predicados que uma mulher pode ostentar, ajudou-me bastante na construção deste trabalho.

À minha orientadora, Professora Emilia que, como excelente professora, sabe nortear o caminho da aprendizagem, além das demonstrações de paciência, profissionalismo e dedicação ao trabalho.

Aos colegas de curso, Rogério França, Quéren-Hapuque e Danielle Oliveira que ajudaram a tornar o caminho menos árduo e mais alegre.

Ao major Cristiano Correa, grande incentivador da pesquisa dentro do CBMPE e grande colaborador deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica de Pernambuco, não só pelos conhecimentos repassados, como também pela escolha na seleção e em especial à Dona Lúcia pelos cuidados, profissionalismo e orientações.

Aos professores José Jéferson Rêgo Silva e Eliana Cristina Barreto Monteiro pelos auxílios, críticas e opiniões que balizaram este trabalho.

À Universidade de Pernambuco pela oportunidade.

EPÍGRAFE

*“...Aurifulvo clarão gigantesco
Labaredas flamejam no ar
Num incêndio horroroso e dantesco,
A cidade parece queimar...”*
Canção do Soldado do Fogo.

RESUMO

Os danos e transtornos causados em decorrência de incêndios são inegáveis e muitas vezes incalculáveis. Os diversos estados do Brasil estabelecem critérios a serem seguidos, baseados em históricos de ocorrências e alguns experimentos, para evitar que esses incêndios ocorram. Algumas edificações, por terem sido construídas anteriormente à vigência dos normativos de prevenção, apresentam impedimentos estruturais para se adequarem a tais exigências, o que torna um entrave para os seus funcionamentos legais. O objetivo deste trabalho foi apresentar um método alternativo de avaliação de risco de incêndio onde fatores alheios a modificações estruturais são levados em consideração e podem ser adicionados às edificações buscando-se o estabelecimento de um índice mínimo de segurança. Através do estudo de três edificações localizadas na cidade de Recife, duas delas tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, foram realizados seus enquadramentos à legislação vigente e, ao verificar o seu descumprimento, foram modificados os fatores presentes no método em estudo no intuito de satisfazê-lo. Como resultados, foram observados que o cumprimento dos requisitos de um método alternativo de avaliação de riscos pode se apresentar como uma solução para que proprietários e/ou responsáveis por edificações consigam obter junto aos órgãos de fiscalizações dos corpos de bombeiros estaduais autorização para o funcionamento desses prédios e, ao mesmo tempo, torná-las seguras contra este tipo de sinistro.

Palavras-chave: *Incêndio, Avaliação de riscos, Prevenção de acidentes, Segurança, Gestão na construção.*

ABSTRACT

The damage and inconvenience caused as a result of fires are undeniable and often incalculable. The various states of Brazil establish criteria to be followed, based on historical events and some experiments to prevent such fires from occurring. Some buildings because they were built before the observance of norms of prevention, have structural impediments to conform to these requirements, which makes it an obstacle to their legal functioning. The objective of this study was to present an alternative method of assessing the risk of fire where factors unrelated to structural changes are taken into consideration and can be added to buildings seeking to establish a minimum security index. Through the study of three buildings located in the city of Recife, two of them tumbled by the Institute of Historical and Artistic Heritage, their frames were made to existing legislation and to verify the non-compliance, they have changed the factors in the method under study in order to satisfy him. As a result, it was observed that the implementation of an alternative method of risk assessment requirements can be presented as a solution for owners and / or responsible for buildings able to get close to the inspections organs of state fire brigades authorization for the operation of these buildings and at the same time makes them safe from this type of accident.

Keywords: *Fire, risk assessment, accident prevention, safety, management in construction.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Adaptação ao Método de Gretener para valores de n_4	67
Figura 2	Mapa do Bairro do Recife	79
Figura 3	Igreja da Madre de Deus	81
Figura 4	Localização da Igreja da Madre de Deus	81
Figura 5	Materiais combustíveis no interior da Igreja da Madre de Deus	82
Figura 6	Acúmulo de materiais sem proteção contra incêndio adequada	83
Figura 7	Ausência de compartimentação vertical no interior da Igreja da Madre de Deus	84
Figura 8	Lajes, divisórias internas e fachadas em da Igreja Madre de Deus	85
Figura 9	Extintores fora de validade e inadequados ao risco a proteger	86
Figura 10	Aberturas para ventilação e exaustão de fumaça da Igreja da Madre de Deus	87
Figura 11	Maior altura livre existente na Igreja da Madre de Deus	88
Figura 12	Viaturas do 1º Grupamento de Incêndio do CBMPE	89
Figura 13	Distância do Quartel Central Geral do CBMPE à Igreja da Madre de Deus	90
Figura 14	Hidrante público mais próximo da Igreja da Madre de Deus	91
Figura 15	Hidrante público mais próximo do Forte do Brum	92
Figura 16	Distância do Quartel Central do CBMPE ao Forte do Brum	93
Figura 17	Extintores inadequados ao risco a proteger	94
Figura 18	Piso (A) e teto (B) em madeira do Forte do Brum	94
Figura 19	Rampa a céu aberto que dá acesso ao pavimento superior do Forte do Brum	95
Figura 20	Abertura na entrada do Forte do Brum	96
Figura 21	Estrutura de fachada e divisórias internas do Forte do Brum	96
Figura 22	Hidrante público mais próximo do Edifício Santo Antônio	97
Figura 23	Distância do Quartel Central do CBMPE ao Edifício Santo Antônio	98
Figura 24	Sistemas de prevenção contra incêndio existentes no Edifício Santo Antônio	98
Figura 25	Inexistência de compartimentação vertical no Edifício Santo Antônio	99
Figura 26	Planta baixa do pavimento tipo do Edifício Santo Antônio com adequações de segurança	100
Figura 27	Planilha de cálculo do fator global de segurança da Igreja da Madre de Deus	103
Figura 28	Planilha de cálculo do fator global de segurança do Forte do Brum	104
Figura 29	Planilha de cálculo do fator global de segurança do Edifício Santo Antônio	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Normas brasileiras de segurança contra incêndio	25
Tabela 2	Sistemas e aspectos previstos e não previstos de segurança contra incêndio e pânico no COSCIP-PE	28
Tabela 3	Classificações do risco segundo a TSIB e o COSCIP-PE	31
Tabela 4	Classificações das ocupações segundo o COSCIP-PE	31
Tabela 5	Medidas normais de proteção	54
Tabela 6	Exigências legais para o sistema de extintores de incêndio	56
Tabela 7	Valores para a variável n_1 do Método de Gretener	58
Tabela 8	Exigências legais para o sistema de hidrantes prediais	58
Tabela 9	Valores para a variável n_2 do Método de Gretener	62
Tabela 10	Tipo de reservatório e reserva mínima de acordo com a classe de risco	62
Tabela 11	Valores mínimos exigidos para pressão e vazão nos hidrantes	63
Tabela 12	Valores para a variável n_3 do Método de Gretener	64
Tabela 13	Elementos e atividades necessárias para desenvolvimento de rede pública de hidrantes	65
Tabela 14	Valores para a variável n_4 do Método de Gretener	66
Tabela 15	Valores para a variável n_5 do Método de Gretener	68
Tabela 16	Medidas especiais de proteção	68
Tabela 17	Exigências legais para o sistema de detecção e alarme	69
Tabela 18	Exigências legais para o sistema de chuveiros automáticos	70
Tabela 19	Valores para a variável s_1 do Método de Gretener	71
Tabela 20	Valores para a variável s_2 do Método de Gretener	71
Tabela 21	Valores para a variável s_3 do Método de Gretener	72
Tabela 22	Valores para a variável s_4 do Método de Gretener	73
Tabela 23	Valores para a variável s_5 do Método de Gretener	74
Tabela 24	Valores para a variável e_1 do Método de Gretener	75
Tabela 25	Valores para a variável e_2 do Método de Gretener	75
Tabela 26	Valores para a variável e_3 do Método de Gretener	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Classificação da metodologia científica	19
Quadro 2	Edificações selecionadas para o estudo de múltiplos casos	21
Quadro 3	Normas brasileiras citadas e referenciadas no COSCIP-PE	25
Quadro 4	Classes de risco e suas respectivas naturezas de ocupação	29
Quadro 5	Exemplo de determinação de classe de ocupação pela TSIB	30
Quadro 6	Classificação dos riscos intrínsecos de acordo com a carga incêndio	38
Quadro 7	Métodos de avaliação de riscos de incêndio	46
Quadro 8	Dimensionamento de sistemas preventivos para as edificações em estudo segundo o COSCIP-PE	101
Quadro 9	Sugestões de mudanças para atendimento ao método proposto	106

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	METODOLOGIA	18
3.1	Objetivo da pesquisa	19
3.2	Natureza da pesquisa	20
3.3	Objetos de estudo	20
3.4	Técnica de coleta de dados	22
4	LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	24
4.1	Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)	24
4.2	Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho	26
4.3	Legislações Estaduais	27
4.4	Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco	28
5	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS DE INCÊNDIO	35
5.1	Tipos de métodos de avaliação do risco de incêndio	37
5.1.1	<i>Método do risco intrínseco</i>	38
5.1.2	<i>Método de Edwin E. Smith</i>	38
5.1.3	<i>Método de G.A. Herpol</i>	39
5.1.4	<i>Método dos fatores “α” e do coeficiente “K”</i>	39
5.1.5	<i>Método de Gustav-Purt</i>	40
5.1.6	<i>Método Dow de incêndio e explosões</i>	41
5.1.7	<i>Método HAZOP (Hazard and Operability)</i>	41
5.1.8	<i>Método WHAT IF</i>	42
5.1.9	<i>Método de árvore de falhas</i>	43
5.1.10	<i>Método de análise de árvore de eventos</i>	43
5.1.11	<i>Método FINE de avaliação matemática para controlar os perigos</i>	44
5.1.12	<i>Método de FRAME de avaliação de risco de incêndio para Engenharia</i>	45
6	MÉTODO DE GRETENER	48
6.1	Método de Gretener adaptado por Silva e Coelho Filho	53
6.1.1	<i>Medidas Normais de Proteção</i>	54
6.1.2	<i>Medidas Especiais de Proteção</i>	68
6.1.3	<i>Medidas Construtivas de Proteção</i>	74
6.1.4	<i>Risco de Incêndio</i>	76
7	ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS	78
7.1	Bairro do Recife	78
7.1.1	<i>Análise da Igreja da Madre de Deus: edificação tombada pelo IPHAN</i>	80
7.1.2	<i>Análise do Forte do Brum: edificação tombada pelo IPHAN</i>	91
7.1.3	<i>Análise do Edifício Santo Antônio: com limitações estruturais para atendimento às exigências do COSCIP-PE</i>	97
7.2	Enquadramento das edificações segundo o COSCIP-PE	100
7.3	Verificação do Método de Gretener adaptado por Silva e Coelho Filho	102
8	CONCLUSÕES	108

REFERÊNCIAS

**ANEXO
APÊNDICE**

1 INTRODUÇÃO

Os danos e transtornos causados em decorrência de incêndios são inegáveis e, muitas vezes, incalculáveis. A preocupação com a preservação da vida deve ser constante e objeto de estudos, pesquisas e constantes atualizações das práticas desenvolvidas no sentido de prevenir e, conseqüentemente, evitar que um princípio de incêndio tome proporções catastróficas, pondo em risco vidas e patrimônios.

A segurança contra incêndio não tem como único objetivo a manutenção da vida; o patrimônio deve ser assegurado e protegido contra as ações danosas do fogo não controlado. Os investimentos em construções são bastante elevados e as perdas em decorrência de incêndios são, conseqüentemente, igualmente danosos (BRENTANO, 2007).

O desenvolvimento das cidades traz consigo a construção de novos empreendimentos, novas técnicas de trabalho e produção, novos equipamentos e sistemas de construção e, por conseguinte, novos riscos de incêndios. Como decorrência natural, tal desenvolvimento deve ser acompanhado de uma atualização das legislações e normativos que tratam da prevenção contra incêndio, estabelecendo-se critérios novos com o surgimento de novas necessidades.

Em Pernambuco, a Lei 11.186, de 22 de dezembro de 1994, principal instrumento jurídico estadual que normatiza o assunto e que ainda vigora, já completou duas décadas. O Decreto-Lei que a regulamenta e introduz o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o estado de Pernambuco (COSCIP-PE) também está prestes a completar vinte anos sem alterações (PERNAMBUCO, 1997).

Não bastasse a claudicância do Legislativo estadual no assunto, o COSCIP-PE não é baseado no desempenho das edificações e sim um código generalista que trata as edificações que possuem tipos de ocupações semelhantes sob o mesmo prisma, não permitindo análises pontuais e impedindo os projetistas de optarem por soluções que estabeleçam novas formas para o atingimento do objetivo final, que é a garantia da segurança das instalações e das pessoas que sejam suas usuárias, além das edificações vizinhas (SILVA, 2003).

Não obstante a preocupação com a preservação da vida e do patrimônio existente em uma edificação, a obtenção dos Autos de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB) também é objetivo dos proprietários e/ou responsáveis pelas edificações. Além de resguardar os síndicos de condomínios ou responsáveis legais pelos prédios de responsabilidades civis ou criminais, caso as edificações sejam tomadas por incêndios e, destes, decorrerem consequências desastrosas, esse documento tem se tornado primordial para a concessão de seguros, participação em licitações, liberação de vistorias de habite-se por parte dos municípios etc.

Parte-se da constatação de que, em Pernambuco, segundo dados do Centro de Atividades Técnicas da Região Metropolitana do Recife (CAT/RMR), órgão pertencente ao Corpo de Bombeiros Militar Estadual que realiza fiscalizações dos sistemas de segurança contra incêndio, até novembro de 2015, aproximadamente 3000 processos de solicitações encontram-se pendentes por algum tipo de entrave. Os motivos para que isto ocorra são diversos: dificuldades financeiras para adequação à legislação vigente, duração da obra para o cumprimento das exigências ou impossibilidades estruturais para se respeitar o que é prescrito no Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco (COSCIPE).

A preservação da vida e do patrimônio, desta forma, deve ser verificada não só pelo estabelecimento de regras prescritivas, mas também por aplicação de métodos de avaliação e gerenciamentos de riscos de propagação de incêndios. O método mais utilizado e difundido internacionalmente é o Método de Gretener, que recebe o nome do engenheiro suíço Max Gretener que o idealizou em 1965 (SILVA; COELHO FILHO, 2007).

Intervenções em espaços e edifícios existentes é um problema que deve ser tratado com atenção peculiar. Muitos prédios com grande potencial de reuso deixam de serem aproveitados por não apresentarem condições de se adequarem ao que se exige para se tornarem edificações seguras. Sendo assim, torna-se necessário a aplicações de conceitos de proteção contra incêndios para que outras alternativas sejam vislumbradas e que não seja ferido o ideal de proteger as construções contra esse tipo de sinistro (ONO, 2007).

Nesse contexto, cuidado especial merecem as edificações tombadas pelo patrimônio histórico e artístico nacional. Além de possuírem sistemas construtivos e arquiteturas que não se adequam às legislações atuais no tocante à prevenção contra incêndios quaisquer adaptações poderiam vir a ferir as legislações do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) que tratam da preservação de sua estrutura, fachadas, entre outros aspectos.

O Bairro do Recife é eminentemente uma região que, por ser o berço do nascimento da capital pernambucana, abriga uma grande quantidade de edificações antigas. Símbolo da fé judaica, a sinagoga Kahal Zur Israel, o primeiro templo oficial das Américas, foi construída em 1636, ainda durante o governo holandês. A inauguração do prédio do Teatro Apolo remonta ao ano de 1846 (BRADLEY; RIBEIRO; MOURA, 2011). Algumas destas construções são preservadas pelo IPHAN se tornando, pelos motivos expostos anteriormente, uma incubadora de construções que não respeitam os conceitos de prevenção contra incêndio, podendo se tornar, em decorrência de um sinistro, um campo propício para um desastre de grande magnitude na cidade.

É sabido, também, que os altos investimentos neste bairro, notoriamente no fim da década de 1980, resultaram numa alteração de sua paisagem urbana, tornando-o um centro de atrações turísticas e de lazer (LEITE, 2006). Concomitantemente, empresas públicas e privadas, *shoppings centers*, restaurantes e bares foram sendo adicionados à sua composição, aumentando o fluxo de pessoas e os ingredientes de uma receita que pode resultar em incêndios dantescos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Objetiva-se nesta dissertação estudar a adequação do método de avaliação de riscos de incêndio utilizada atualmente em edificações do Recife pelo Corpo de Bombeiros e propor possíveis alternativas de adequação (aplicáveis inclusive em edificações tombadas pelo IPHAN) baseadas no método de Gretener adaptado à realidade brasileira na tentativa de garantir sua segurança, respeitando-se as normas de preservação do patrimônio e, ao mesmo tempo, vislumbrando-se o estabelecimento de um índice mínimo de proteção.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos traçados incluíram:

- Compilar as informações contidas em legislações e normas que abordem o tema da prevenção contra incêndio e pânico e de tombamento de edificações antigas e/ou históricas;
- Realizar um levantamento dos dados das edificações tombadas na cidade de Recife, especialmente no Bairro do Recife, reconhecidamente uma área que abriga edificações antigas e escolher duas para servir de base para o estudo de caso;
- Realizar levantamento de uma edificação que não apresente restrições de tombamento mas que se encontre com seu processo de regularização pendente no CAT/RMR a fim de propor adequações baseadas em métodos científicos e permitir o seu funcionamento legal;
- Avaliar *in loco* as condições de segurança das edificações escolhidas conforme previsão no Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco (COSCIPE) e nas variáveis componentes do Método de Gretener;
- Aplicar a fórmula constante do Método de Gretener adaptado e verificar o índice de segurança contra incêndio dessas edificações;
- Propor soluções de melhoria nos índices que não ensejem mudanças estruturais para as edificações que não obtiverem o índice mínimo estabelecido pelo Método de

Gretener a fim de servir de base para adequação de segurança em edificações, principais naquelas em que mudanças estruturais são proibitivas;

- Verificar se as melhorias propostas atingem o índice mínimo do método de Gretener adaptado.

3 METODOLOGIA

Este capítulo abordará a metodologia da pesquisa deste trabalho, enquadrando-o quanto aos seus objetivos, à natureza e escolha dos objetos de estudo e também quanto à técnica de coleta e análise de dados.

O estudo propôs investigar as condições da segurança contra incêndio de determinadas edificações e propor alternativas que, mesmo não sendo as recomendadas por normas de segurança vigentes no estado de Pernambuco, são alvos de estudos científicos, difundidas em alguns estados do Brasil e em vários outros países e que abordam diversas variáveis.

O método proposto foi o do suíço Max Gretener, com adaptações propostas por Silva e Coelho Filho (2007), e leva em consideração fatores que, por mais que pareçam relevantes ao se considerar os riscos de incêndios, não eram abordados no Decreto-Lei nº 19.644, de 13 de março de 1997, que regulamenta os índices mínimos de segurança contra esse tipo de sinistro para as construções em Pernambuco. Como exemplo dessas variáveis, cita-se: distância da edificação ao quartel mais próximo do Corpo de Bombeiros, capacidade de armazenamento de água das viaturas de combate a incêndio, existência de hidrantes públicos nas proximidades da edificação, qualidade do Corpo de Bombeiros local, quantidade do efetivo das brigadas de incêndio, vigilância constante do prédio.

Após o enquadramento da edificação e verificação da não observância aos critérios de segurança contra incêndio em Pernambuco, propõe-se a aplicação do método e a adoção das medidas e mudanças em alguns fatores que fazem parte do método e que não apresentam mudanças estruturais na edificação.

Segundo Cervo e Bervian (2002), após a escolha do tema a ser trabalhado, faz-se necessária uma especificação do assunto abordado. Segundo eles, “delimitar o tema é selecionar um tópico ou parte a ser focalizada”. Em meio às diversas formas de garantir a segurança das edificações quanto aos riscos de incêndio, procurou-se focar no Método do suíço Max Gretener, com algumas adaptações.

Após a escolha e a delimitação do tema, o próximo passo é a transformação do tema em problema (OLIVEIRA, 2011). Procurou-se argumentar que a utilização de apenas um

método prescritivo de análise de riscos de incêndio, como é o caso da aplicação do COSCIP-PE, pode causar diversos entraves no que diz respeito à utilização de algumas edificações pelo fato de não se adequarem às normas vigentes.

Segundo Oliveira (2011), com relação à metodologia da pesquisa, podem ser utilizadas algumas classificações, por exemplo: classificação quanto ao objetivo da pesquisa, classificação quanto à natureza da pesquisa, e classificação quanto à escolha do objeto de estudo. No que se trata de técnicas de pesquisa, os estudos podem ser classificados quanto à técnica de coleta de dados. O quadro a seguir resume essas divisões:

Quadro 01 - Classificação da metodologia científica

Classificação quanto aos objetivos da pesquisa	Classificação quanto à natureza da pesquisa	Classificação quanto à escolha do objeto de estudo	Classificação quanto à técnica de coleta de dados
1) Descritiva; 2) Exploratória; 3) Explicativa; 4) Exploratório /descritiva.	1) Qualitativa; 2) Quantitativa; 3) Qualitativa /quantitativa.	1) Estudo de caso único; 2) Estudo de casos múltiplos; 3) Amostras não probabilísticas; 4) Amostras probabilísticas; 5) Estudo censitário.	1) Entrevista; 2) Questionário; 3) Observação; 4) Pesquisa documental; 5) Pesquisa bibliográfica; 6) Pesquisa; 7) Triangulação; 8) Pesquisa-ação; 9) Experimento.

Fonte: Oliveira (2011).

3.1 Objetivos da pesquisa

Segundo Sellitz (1965), uma pesquisa para ser definida como exploratória tem que suscitar novas ideias e percepções, como forma de adentrar no assunto explorado. Para Oliveria (2011), nem sempre existe uma necessidade de formulação de novas hipóteses nesses tipos de estudos. Uma característica é a possibilidade do aumento do conhecimento do pesquisador sobre os fatos, criando novas hipóteses e se aprofundando na pesquisa de forma mais estruturadas. De acordo com Gil (1999), a pesquisa exploratória traz como premissa o desenvolvimento e esclarecimento, além da modificação de conceitos com o intuito de apresentar problemas e contribuições para estudos posteriores. Esse é o rumo deste trabalho: a pesquisa de novas formas de avaliação de riscos de incêndio como forma de inovar e modificar as premissas já existentes, aplicando-as para as edificações

históricas e tombadas, sugerindo sua viabilidade para outras edificações em estudos futuros.

3.2 Natureza da pesquisa

Essa pesquisa apresenta características tanto quantitativas quanto qualitativas quando é enquadrada em relação à sua natureza. Uma vez se basear em índices de segurança, interpretados através de coeficientes que serão tratados através de equações, a pesquisa toma um caráter quantitativo. Alguns dos fatores que influenciarão os resultados encontram-se interpolados dentro de certos limites. Valores absolutos, tais como médias de volume, área, comprimento, altura etc, além de quantidades de materiais também serão relevantes na aplicação do método proposto. De acordo com Demo (2002), é uma tendência natural que a ciência escolha a abordagem quantitativa porque acredita que as quantidades podem ser testadas e experimentadas.

Não menos importante que a mensuração das quantidades e variáveis é testar a relevância de cada uma dentro do processo e da aplicação do método estudado neste trabalho. Saber qual variável alterar, o seu peso dentro da equação, as modificações mais viáveis financeiramente e menos invasivos do ponto de vista estrutural.

Para Demo (2002), a avaliação qualitativa deve estar embasada de uma forte fundamentação empírica para se tornar relevante e concisa. É dentro dessa perspectiva que as intervenções propostas para melhorias da segurança contra incêndio das edificações estudadas devem estar fundamentadas em experiências, exemplos e opiniões, além adequadas as diversas realidades (possibilidades de modificações, custos etc).

3.3 Objetos de estudo

Segundo Yin (2001), os estudos de casos podem ser específicos a uma ou mais amostras, conseqüentemente, sendo único ou múltiplo. A exploração de casos múltiplos, ainda segundo ele, apresenta-se mais convincente, sendo interpretado como algo mais consistentes.

A aplicação de pesquisas de múltiplos casos torna-se eficaz quando salienta três situações: “fatores comuns a todos os casos no grupo escolhido; fatores não-comuns a todos, mas apenas a alguns subgrupos e fatores únicos em caso específico” (BOYD; WESTFALL, 1987, p. 73).

A estruturação de um estudo de múltiplos casos começa com a caracterização do problema. Em seguida, expõem-se os casos selecionados e, depois, são definidos os indicadores de análise, se mostrando de grande importância para a coleta de dados e a evolução da pesquisa, sendo cada caso singular, com suas particularidades e conclusões, apresentando, ou não, alternativas iguais para a solução do problema (OLIVEIRA, 2011 *apud* YIN, 2011).

O presente estudo buscou a escolha de três edificações como espaço amostral. Duas delas tombadas pelo IPHAN, propositalmente, haja vista ser tema do trabalho, para a proposição de alternativas para os prédios que não reunirem condições de se adequarem às normas em execução no tocante à segurança contra incêndio. A outra, uma edificação que, apesar de não ser histórica, apresenta inviabilidades nessa adequação, na tentativa de exemplificar, para pesquisas futuras, a eficácia do método estudado (a pesquisa nesta edificação foi autorizada através de solicitação por *email* endereçado à administração da Província Franciscana e autorizado em 11 de março de 2015). Haja vista possuírem características diferentes (construção, locação etc.) as possíveis soluções para o enquadramento ao método podem ser diferentes em cada prédio estudado.

Quadro 02 - Edificações selecionadas para o estudo de múltiplos casos

Edificações estudadas
Igreja da Madre de Deus - tombada pelo IPHAN
Fortaleza de São João Batista do Brum (Forte do Brum) - tombada pelo IPHAN
Edifício comercial no centro da cidade de Recife

Fonte: Próprio autor.

3.4 Técnica de coletas de dados

Segundo Lakatos e Marconi (2001), as técnicas de coleta de dados representam os processos que correspondem execução da coleta de dados. Algumas dessas técnicas foram utilizadas para a elaboração deste trabalho, como a análise de documentos e as entrevistas.

Segundo Cervo e Bervian (2002), a entrevista é uma das principais técnicas de coletas de dados e consiste numa conversa entre o pesquisador e o entrevistado com o intuito de reunir informações para a pesquisa. Neste estudo, entrevistas não-estruturadas foram realizadas com diversos profissionais que atuam na área de combate a incêndios e na prevenção destes sinistros. Para o embasamento teórico, foram entrevistados três profissionais do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, no dia 25 de maio de 2015, de maneira informal, sem a elaboração de questionários, responsáveis por áreas importantes ligadas a este estudo.

O Tenente-Coronel Ricardo André Alves de Lucena é o coordenador do setor de aprovação de projetos de prevenção contra incêndio e pânico do CBMPE, cargo que tem como missão avaliar e acatar as possíveis mudanças propostas para as edificações, no intuito de atender a critérios mínimos de segurança. O major Cleyton David Silva trabalha como chefe da seção de hidrantes do CAT/RMR, responsável por mapear todos os hidrantes públicos da Região Metropolitana do Recife e fazer testes periódicos do seu funcionamento, além de gerar relatórios sobre a necessidade de instalação de mais desses equipamentos. O capitão Anderson Souto de Castro é o comandante da 1ª Seção do Grupamento de Bombeiros, setor responsável pelo atendimento a todas as ocorrências de incêndio na RMR.

De acordo com Gil (1999), a entrevista reúne vantagens por trazer maior eficiência na coleta das informações e na sua quantificação. Na entrevista não estruturada, o entrevistador não possui um questionário formulado e, muito menos, as questões são dispostas em ordem ou qualquer sequência, possuindo grande liberdade de construir seus questionamentos adentrando por vários assuntos.

Segundo Gil (1999), a pesquisa documental consiste no estudo de materiais que não receberam ainda uma análise. Para Lakatos e Marconi (2001), a documental é a obtenção de dados iniciais, que façam parte do acervo de arquivos públicos, algumas instituições etc. Esta dissertação, tratou alguns dados obtidos no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional que serviram como base para aplicação do método proposto. Sendo assim, procurou-se elaborar um *check list* dos sistemas previstos no COSCIP-PE para verificar se as edificações obedeciam aos critérios desta norma. Além disso, baseado nos critérios e fatores observados no método de Gretener adaptado (método de avaliação de risco escolhido para o trabalho) foram feitos registros fotográficos (no período de março de 2015 a junho de 2015) para ilustrar a sua aplicação.

De posse desses dados (*check list*, fotos e fatores avaliados no método), elaborou-se uma planilha no *Microsoft Excel* no intuito de facilitar os cálculos dos índices de segurança do método de Gretener adaptado. À medida que se constatou não só o descumprimento do estabelecido no COSCIP-PE como o não atingimento do índice mínimo foram propostas soluções para a adequação ao método, buscando sempre aquelas que não ensejassem mudanças estruturais nas edificações.

Aplicando esses conceitos ao presente trabalho, pode-se afirmar que trata-se de uma pesquisa **descritiva**, à medida que apenas registra e analisa as características dos objetos em estudo, mas também **exploratória**, pois também investiga novos métodos de avaliações de riscos buscando apresentar novas soluções; é **qualitativa** e **quantitativa** ao mesmo tempo haja vista medir as condições dos sistemas preventivos bem como verificar seu correto dimensionamento quantitativo; estuda **múltiplos casos** (três edificações); além de utilizar de técnicas como **entrevistas** e **pesquisas** documentais e bibliográficas (códigos de seguranças, normas da ABNT etc.).

4 LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

Neste capítulo, serão comentadas algumas legislações e normas relacionadas ao tema da segurança contra incêndio e pânico, bem como a precedência entre elas no momento de sua aplicação. Serão apresentados alguns métodos de avaliação de riscos de incêndios em edificações e seus critérios, além de serem destrinchados os parâmetros estabelecidos pelo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco.

Sabe-se que é reservada aos Estados-Membros a chamada competência legislativa “residual, remanescente ou reservada”, segundo a qual caberia a tais entes inovar a ordem jurídica através de expedição de atos normativos infraconstitucionais. Desta forma, preceitua a Carta Magna que a segurança pública se constitui em “*dever do Estado, direito e responsabilidade de todos*”, sendo “*exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio*”. Entre os órgãos elencados em seu art. 144, encontra-se no inciso V, “*as polícias militares e corpos de bombeiros militares*”. (BRASIL, 1988).

Como resultado deste dispositivo legal, percebe-se no Brasil uma miscelânea de códigos de segurança contra incêndio. Muito embora alguns deles sejam semelhantes em seus critérios (às vezes até cópias fiéis uns dos outros), ressaltando-se a relevância das normas do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que servem como base para grande parte, cada estado possui um normativo próprio para tratar do assunto (BRENTANO, 2007).

4.1 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas é uma entidade privada, sem fins lucrativos, fundada em 28 de setembro de 1940 e é uma das grandes, senão a maior fomentadora de normas relacionadas à segurança contra incêndio no país. Seus normativos são periodicamente revisados e, não dificilmente, muito embora sejam recomendações, são adotados como leis em vários estados da Federação. Alguns normativos, como ocorre em Pernambuco, são baseados em seus conceitos e publicações, conforme alguns exemplos ilustrados no quadro 03 a seguir:

Quadro 03 - Normas brasileiras utilizadas e referenciadas no COSCIP-PE.

Sistemas	NBR de referência	Conceitos adotados
Saídas de emergência	NBR 9077:2001	Unidades de passagem, larguras mínimas, tipos de escada, cálculo de população etc.
Armazenamento e distribuição de gás liquefeito de petróleo	NBR 15514:2007	Todo o dimensionamento das saídas, afastamentos e divisão das classes de armazenagem.
Sistema de proteção contra descargas atmosféricas	NBR 5419:2005	Dimensionamento de todo o sistema
Central predial de gás liquefeito de petróleo	NBR 13523:2008	Locação e instalação

Fonte: COSCIP-PE (1997).

A ABNT possui uma série de publicações que não só norteiam os preceitos de prevenção contra incêndio como também apresentam ensaios de equipamentos e estabelecem os seus procedimentos, mostrando-se eficazes pelos seus constantes ensaios e propostas de atualizações. Algumas delas são exemplificadas na tabela a seguir:

Tabela 01 - Normas brasileiras de segurança contra incêndio

Norma	Assunto
NBR 10897:2014	Sistema de proteção contra incêndios por chuveiros automáticos - Requisitos
NBR 12693:2013	Sistema de proteção por extintores de incêndio
NBR 10898:2013	Sistema de Iluminação de emergência
NBR 17240:2010	Sistema de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio - Requisitos
NBR 12779:2009	Mangueira de incêndios – Inspeção, manutenção e cuidados
NBR 14608:2007	Bombeiro profissional civil
NBR 5667:2006	Hidrantes urbanos de ferro fundido dúctil
NBR 13434:2005	Sinalização de segurança contra incêndio e pânico
NBR 11742:2003	Portas corta-fogo para saídas de emergência
NBR 14432:2001	Exigência de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento
NBR 13714:2000	Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndios
NBR 12962:1996	Inspeção, manutenção e recarga em extintores de incêndio - Procedimento
NBR 14096:1998	Viaturas de combate a incêndio
NBR 14023:1997	Registro de atividades de bombeiros

Fonte: ABNT.

4.2 Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho

A Lei Federal 6.514, de 22 de dezembro de 1977, que aborda as questões pertinentes à Segurança e Medicina do Trabalho, incumbe ao Ministério do Trabalho a missão de estabelecer disposições complementares. Essas disposições são implementadas pela Portaria 3.214, de 08 de junho de 1978, através do estabelecimento das Normas Regulamentadoras (NR). Tendo em vista estas normas serem eminentemente voltadas à atividade laboral, a NR 23 – Proteção Contra Incêndios, trata de maneira bem superficial o assunto, não devendo, pois, ser de sua finalidade legislar sobre o tema, uma vez que não define parâmetros, equipamentos, classificações e, muito menos, referenciam normas brasileiras (BRENTANO, 2007).

Essa NR aborda apenas alguns critérios básicos de dimensionamentos de saídas de emergência, instalação de extintores, classes de fogo, previsão de combate a incêndio por suprimento de água, localização e sinalização dos extintores, além de prever a existência do sistema de alarme manual (BRASIL, 1978). Deixa de fora pontos importantes como os seguintes:

- ✓ Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, sistema centralizado de gás liquefeito de petróleo, sistema de iluminação de emergência, sistema de detecção de alarme;
- ✓ Conceitos e critérios mais detalhados de dimensionamento de todos os sistemas, a citar alguns, como: conceitos de unidades de passagem e cálculo das saídas de emergência, especificação de materiais (potência das luminárias, capacidade dos extintores etc), alcance das mangueiras, cálculo de dimensionamento das redes de hidrantes chuveiros automáticos e detecção e alarme, entre outros;
- ✓ Enquadramento de quais tipos de edificações, a depender de suas ocupações (indústrias, comércios, residências, escolas etc) e de suas características construtivas (altura, área construída, quantidade de pavimentos etc), necessitam de determinados sistemas ou não (hidrantes, alarme de incêndio, iluminação de emergência, entre outros.

4.3 Legislações Estaduais

Tendo em vista a permissividade de cada unidade federativa em versar sobre o tema da segurança contra incêndio, os mais diferentes equipamentos, parâmetros, exigências e enquadramentos são aplicados atualmente no Brasil.

Cidades vizinhas, mas pertencentes a estados diversos, não utilizam dos mesmos conceitos para exigirem medidas preventivas ou reativas em caso de acontecimentos de sinistros envolvendo o fogo. À primeira vista, percebe-se o absurdo uma vez que a dinâmica de surgimento e propagação dos incêndios é o mesmo em qualquer lugar do país.

Muito embora alguns estados e municípios adotem as mesmas normatizações, um problema gravíssimo é a falta de atualização destes normativos que não acompanham os novos experimentos do fenômeno do fogo, o surgimento de novos equipamentos de combate e prevenção a incêndios, não acompanham a nova sistematização dos processos de trabalho e inovação dos sistemas construtivos. Pode-se citar a atualização da NBR 9077 (saída de emergência em edifícios) que data de 2001, a NBR 5419 (proteção de estruturas contra descargas atmosféricas) que possui atualização em 2005, a NBR 10897 (proteção contra incêndio por chuveiros automáticos) que, depois de dezessete anos, foi revisada em 2007. Enquanto isso, o COSCIP-PE data de 1997 sem alterações. Muitas dessas atualizações das legislações ficam engessadas por dependerem da morosidade latente do Poder Legislativo federal ou estadual.

No dia 14 de junho de 2005, o então Secretário Nacional de Segurança Pública, Luiz Fernando Corrêa, resolveu constituir Grupo de Trabalho com o objetivo de elaborar estudos e apresentar uma minuta de projeto de lei que trate da segurança contra incêndio e pânico em todo o território nacional, assim como desenvolver estudos complementares para instituir um código nacional sobre o assunto. A proposta tramita até hoje e ainda não foi aprovada, mesmo ganhando força após o desastre que vitimou fatalmente 242 pessoas na Boate Kiss, no município de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul, em 27 de janeiro de 2013 (JORNAL DO SENADO, 2016).

4.4 Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco

Em Pernambuco, o normativo específico que trata da segurança contra incêndio e pânico é uma lei estadual de 22 de dezembro de 1994, sendo ela a última versão do assunto no estado. O decreto que a regulamenta é datado de três anos após, 13 de março de 1997 (Decreto-Lei 19.644).

Muito embora equipamentos de prevenção e combate a incêndios sejam incorporados aos sistemas construtivos de tempos em tempos, e as soluções arquitetônicas sejam apresentadas como evolução dos princípios de exaustão de fumaças, escadas de emergências mais seguras entre outros, eles não são absorvidos pelos parâmetros técnicos previstos no código dos bombeiros, apresentando um aparente retrocesso na tentativa de evitar que o fogo cause danos sem precedentes nas edificações pernambucanas.

A tabela seguinte traz um paralelo do que é apresentado como sistemas de segurança contra incêndio e pânico previstos no COSCIP-PE (1997) e o que existe de mais atual em termos de equipamentos e outros aspectos inovadores no tema:

Tabela 02 - Sistemas e aspectos previstos e não previstos de segurança contra incêndio e pânico no COSCIP-PE.

Sistemas previstos	Sistemas ou aspectos não previstos
Extintores de incêndio	Escadas de emergência pressurizadas (NBR 9077:2001)
Sinalização de emergência	Detecção de incêndio <i>wireless</i>
Hidrantes prediais	Supressão por gás FM-200 (NBR 12232:2015)
Carreteis com mangotinho	Sinalização de emergência fotoluminescente (NBR 13434:2004)
Chuveiros automáticos	Extintor de pó químico do tipo ABC (NBR 12693:1993)
Detecção de incêndio	Dimensionamento pela carga de incêndio (NBR 14432:2001)
Alarme manual	Relevância do tipo da estrutura da edificação
Saídas de emergência	
Iluminação de emergência	
Proteção contra descargas atmosféricas	
Central de gás liquefeito de petróleo	

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado no COSCIP-PE e ABNT.

O COSCIP-PE apresenta aspectos que não permitem uma maior utilização dos conceitos doutrinados do fenômeno do fogo, permitindo uma análise caso a caso, abrindo-se uma

liberdade para que o corpo de bombeiros pudesse estabelecer outras alternativas e soluções para a segurança de determinadas edificações.

O Instituto de Resseguros Brasil, órgão vinculado ao Ministério da Fazenda, sob forma de sociedade anônima, através da Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), estabeleceu a Tarifa de Seguro de Incêndio Brasil (TSIB). Diversas seguradoras a utilizam como referência para concessões de seguros a edificações no país. A Circular SUSEP 321:2005, estabeleceu novas regras para os seguros no Brasil e revogou a TSIB, sob a justificativa de que havia uma incompatibilidade de suas condições contratuais com o novo Código Civil (SUSEP, 2005). A exemplo do que ocorre na legislação pernambucana, essa tarifa reúne a classificação de vários tipos de processos de trabalho ou ocupações existentes nos diversos imóveis brasileiros. Esses riscos são divididos em três classes (A, B e C), conforme detalhado abaixo:

Quadro 04 - Classes dos riscos e suas respectivas naturezas de ocupação.

Classe dos riscos isolados	Naturezas das ocupações
Classe A	Riscos isolados cuja classe de ocupação, na Tarifa de Seguro Incêndio do Brasil, seja 1 ou 2, excluídos os “depósitos” que devem ser considerados como Classe “B”.
Classe B	Riscos isolados cujas classes de ocupação, na Tarifa de Seguro Incêndio do Brasil, sejam 3, 4, 5 ou 6, bem como os “depósitos” de classes de ocupação 1 ou 2.
Classe C	Riscos isolados cujas classes de ocupação, na Tarifa de Seguro Incêndio do Brasil, sejam 7, 8, 9, 10, 11, 12 ou 13.

Fonte: SUSEP.

As classes de ocupações variam de 1 a 13 e levam em conta, além da ocupação principal, as ocupações secundárias de uma determinada edificação, ressaltando-se também o tipo de material empregado, o mecanismo de manipulação, condições ambientais e os riscos que possam interferir na segurança de determinado local, como exemplificado no quadro 05 a seguir:

Quadro 05 - Exemplo de determinação de classe de ocupação pela TSIB.

Determinação da classe de risco isolado pela TSIB		
Guarda-moveis	Guarda-moveis	263
Guaxima	Fibras	235
	- H -	
Hangares	Garagens	260
Hidrogênio	Hidrogênio	279
Hidroterápicos, estabelecimentos	Hidroterápicos, estabelecimentos	280
Hospitais	Hospitais	281
Hotéis	Hotéis	282
OCUPAÇÃO	RUBRICA	
Igrejas	Igrejas	290
Imunizadores	Imunizadores	291
Inflamáveis	Inflamáveis	292
Inseticidas	Produtos farmacêuticos	437
Instrumento de cirurgia	Metal	374
Instrumento de música	Música	382
	- J -	
Jeropiga	Vinhos	543
Joalherias	Joalherias	300
Jornais e revistas	Jornais e revistas	301
Jornais e revistas (vendas e depósitos) ...	Livrarias	332
Juta		235
	- L -	
OCUPAÇÃO DO RISCO		
281 HOSPITAIS		01
282 HOTÉIS, permitindo-se existência de negócios a varejo e de salão de espetáculos		
10 - sem palco		03
20 - com palco, não se considerando como tal um palco sem movimentação de cenários		06
290 IGREJAS		02
291 IMUNIZADORES		
10 - Com a Cláusula 304		03
20 - Sem a Cláusula 304		07
292 INFLAMÁVEIS (com a Cláusula 307)	CLASSE DE OCUPAÇÃO	
10 - Depósitos:		
11 - em tanques subterrâneos providos de bomba		04
12 - não satisfazendo as exigências do subitem 11, com a Cláusula 301		07
13 - não satisfazendo as exigências do subitem 11, sem a Cláusula 301		09
20 - Depósitos com manipulação:		
21 - incluindo a Cláusula 301		09
22 - sem a Cláusula 301		13

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, baseado na TSIB da SUSEP.

O código dos bombeiros de Pernambuco define, inicialmente, no seu artigo 5º, que os riscos que as edificações apresentam serão baseados nas classificações previstas na TSIB. Segundo o Tenente-Coronel do CBMPE Ricardo André Alves de Lucena¹, essa tarifa apresenta-se desatualizada uma vez que houve o surgimento de vários processos de trabalho ao longo do tempo não abrangidos por ela, sendo dificultoso, no momento do enquadramento da edificação, fazer a sua correspondência com as previstas na sua redação.

Apesar de desatualizada, a TSIB ainda é aplicada, servindo como base para a definição das classes de riscos das edificações descritas no COSCIP-PE. Resumidamente, os riscos são determinados de acordo com classificação apresentada na Tabela 03:

¹ Opinião obtida através de entrevista não estruturada em 25 de maio de 2015.

Tabela 03 - Classificações do risco segundo a TSIB e o COSCIP-PE

Risco	Grau	Exemplos de edificações
A	LEVE	Hospitais e Igrejas
B	MÉDIO	Prédios comerciais
C	GRAVE	Fábricas de fogos de artifício

Fonte: SUSEP e PERNAMBUCO (1997).

Outra classificação estabelecida pelo COSCIP-PE é quanto à ocupação principal das edificações. A depender do uso a que forem empregadas, as construções terão os dimensionamentos dos seus sistemas estabelecidos de formas diferentes. De acordo com o artigo 7º do COSCIP-PE, as edificações se enquadram em 17 formas de ocupação conforme classificadas na Tabela 04 pelo COSCIP-PE.

Tabela 04 - Classificações das ocupações segundo o COSCIP-PE

Tipo	Ocupação	Exemplos
A	Residencial unifamiliar	Casas destinadas a residências de uma só família
B	Residencial multifamiliar	Conjunto de unidades habitacionais reunidos em um só bloco ou edifício, onde residem várias famílias
C	Residencial coletiva	Pensionatos e congêneres, internatos e congêneres, estabelecimentos penais e congêneres, conventos, seminários e congêneres
D	Residencial transitória	Hotéis e congêneres, apart-hotéis e congêneres, motéis e congêneres, albergues
E	Comercial	Mercados e supermercados, lojas de departamentos, empórios, armarinhos e congêneres, casas comerciais diversas, casas lotéricas, sapatarias e congêneres, padarias e congêneres, oficinas, atelieres e congêneres
F	Escritório	Consultórios médicos e odontológicos, escritórios de profissionais autônomos e/ou liberais, agências de viagens, turismo e similares, agências de empregos e similares, escritórios de representações
G	Mista	São aquelas que abrigam ocupações residenciais privadas conjugadas com comerciais ou de escritórios
H	Reunião de público	Cinemas e similares, teatros e similares, ginásios de esportes, clubes sociais, bares, restaurantes e similares, estádios, boates e similares, auditórios e similares
I	Hospitalar	Hospitais, centros médicos e similares, centros de saúde e similares, clínicas médicas especializadas ou policlínicas, desde que possuam internamentos ou áreas de repouso, hospitais de pronto-socorro e similares, hospitais ou clínicas psiquiátricas, desde que possuam internamentos, clínicas ou casais de repouso e similares, casas geriátricas;
J	Pública	São aquelas administradas pelos poderes públicos constituídos
K	Escolar	Escolas de 1º e 2º graus, faculdades e universidades, centros e fundações de ensino em todos os graus, escolas técnicas e profissionalizantes, centros de formação, aperfeiçoamento, habilitação e atualização de profissionais, ginásios de musculação e congêneres, academia de ginásticas e congêneres, escolas de natação
L	Industrial	São aquelas destinadas as ocupações com processos de industrialização, atividades fabris e similares
M	Garagem	São as edificações destinadas, exclusivamente, a estacionamento e guarda de veículos automotores, inclusive embarcações e aeronaves, exploradas ou não comercialmente, e a garagens coletivas (automáticas ou não), desde que instaladas no interior de áreas edificadas ou construídas

Continuação da Tabela 04		
N	Galpão ou depósito	São aquelas construções em que o risco de ocupação envolva armazenamento, guarda, depósito ou estoque de materiais
O	Produção, manipulação, armazenamento e distribuição de derivados de petróleo e/ou álcool e/ou produtos perigosos	Destilarias, refinarias e congêneres, parques de tancagem ou tanques isolados, plataformas de carregamento, postos de serviços e/ou pontos de vendas e varejo, armazém ou depósitos de produtos acondicionados, instalações e/ou parques de acondicionados, instalações que envolvam recipientes estacionários
P	Templos religiosos	São aquelas edificações destinadas a realização de atos litúrgicos ou religiosos, seitas religiosas, sessões, reunidos e/ou eventos que envolvam religião, crença ou qualquer manifestação de fé, independentes da forma de expressão
Q	Especiais	Arquivos públicos, bibliotecas públicas se/ou privadas, cartórios, museus, centrais telefônicas, empresas de comunicações, estações e subestações de distribuição de energia elétrica, estações de distribuição de água, centrais de computação, fabricação, pontos de venda e/ou depósitos de fogos de artifícios ou artefatos explosivos, ou, ainda, de materiais para esses fins, canteiros de obras de edificações em construção.

Fonte: PERNAMBUCO (1997).

Após a definição do tipo de ocupação de cada edificação, alguns parâmetros devem ser observados para a exigência da necessidade de instalação dos sistemas de segurança previstos no COSCIP-PE. São eles:

- ✓ Área total construída e/ou coberta;
- ✓ Área construída por pavimento;
- ✓ Número de pavimentos;
- ✓ Altura total da edificação ou de áreas ou setores específicos, em caso de ocupações diversas;
- ✓ Número total de economia habitáveis na edificação e/ou em agrupamentos;
- ✓ Número total de economia habitáveis por pavimento edificado;
- ✓ Distâncias a serem percorridas pela população no caminhar em circulações ou acessos, partindo-se do local mais afastado até as saídas de emergência, em cada pavimento considerado;
- ✓ Natureza das circulações e/ou acessos (abertas ou fechadas);
- ✓ Natureza específica de sua ocupação, nos casos de indústrias, depósitos, galpões e casas comerciais, isoladas ou não, e edificações congêneres;
- ✓ Área total ocupada.

A depender desses critérios, um imóvel pode dispor de hidrantes, chuveiros automáticos, detecção e alarme, diferentes tipos de escadas de emergência, largas para as saídas com

diferentes medidas, helipontos, pararraios, centrais prediais de gás liquefeito de petróleo, iluminação de emergência, entre outros dispositivos.

Além dos 333 artigos do Decreto-Lei 19.644, de 13 de março de 1997, que regulamenta os preceitos da segurança contra incêndio no estado de Pernambuco, o Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco emitiu cinco Notas Técnicas para assuntos que não foram vislumbrados ainda em sua redação. São elas:

- ✓ Determinação da altura da edificação pelo número de pavimentos;
- ✓ Pontos de venda de gás natural veicular;
- ✓ Barracas de fogos de artifícios;
- ✓ Trios elétricos;
- ✓ Nota Técnica para estádios de futebol.

Muito embora a legislação de segurança contra incêndio em Pernambuco seja antiga (quase dezoito anos de existência), portanto, bastante divulgada, existe uma grande quantidade de edificações localizadas no estado que ainda não se adaptaram às suas exigências. Estima-se, segundo dados de junho de 2015 do setor responsável pelas fiscalizações da execução dessa legislação, o Centro de Atividades Técnicas da Região Metropolitana do Recife (CAT/RMR), que 3000 processos de solicitação de vistorias para obtenção da licença para funcionamento do corpo de bombeiros encontram-se pendentes pelo fato de que os prédios não cumprem os requisitos mínimos de segurança previstos em lei. Paralelamente a este fato, alguns proprietários e/ou responsáveis por esses prédios ajuizaram no órgão solicitações de prazos para adequação ou substituição daquelas exigências que julgam dificultosas de cumprir por outras menos invasivas ou com custos menores.

Segundo o Tenente-Coronel Ricardo Lucena², os proprietários deixam de investir em segurança contra incêndio por não representarem, em primeiro momento, um retorno financeiro somente vislumbrando-os quando um incêndio ocorre e, em decorrência disto, as perdas materiais são incontáveis.

² Opinião obtida através de entrevista não estruturada em 25 de maio de 2015.

O COSCIP-PE (1997, pg. 1) é enfático em seu artigo segundo ao afirmar que “*Os dispositivos constantes deste código abrangem todas as edificações construídas, em construção e a construir que se localizem na área do Estado de Pernambuco*”, levando os agentes fiscalizadores do órgão a não poderem agir discricionariamente, mesmo para as edificações tombadas, não vislumbrando-se, na prática, outras alternativas que tornariam tais edificações seguras, adotando-se outros meios de segurança diferentes dos exigidos no COSCIP-PE.

Porém, o artigo 28, do mesmo ordenamento jurídico, versa que, para casos específicos, pode ocorrer a substituição ou permuta de alguns sistemas por outros, trazendo a seguinte disposição:

§ 1º As substituições ou permutas de quaisquer sistemas de segurança contra incêndio e pânico por outros, previstos neste código ou em normas técnicas do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, e exigidos para cada classe de risco de ocupação, somente serão admitidas para casos isolados e específicos.

Sendo assim, legalmente, é permitido ao Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco deliberar sobre casos específicos acatando soluções que viabilizem a segurança das edificações quando determinados entraves foram apresentados, através de resoluções técnicas emitidas pelo Centro de Atividade Técnicas (CAT), por solicitação de proprietário ou órgão interessado ou *ex-officio* (PERNAMBUCO, 1997).

Portanto, justifica-se assim o objetivo deste trabalho apresentado no item 2.1 que é utilizar-se desta previsão legal da legislação estadual e propor medidas de prevenção contra incêndio e pânico em edificações tombadas pelo IPHAN, onde a simples obediência ao prescrito no COSCIP-PE feriria à legislação de preservação de suas estruturas, além de despertar uma análise mais específica das características de cada imóvel, aplicando uma solução mais coerente para cada caso.

No capítulo seguinte, alguns métodos de avaliação de riscos são apresentados com suas respectivas características para, em seguida, ser detalhado o método proposto, atestando suas aplicações no Brasil e em outros países, justificando assim a sua escolha.

5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS DE INCÊNDIO

Nas últimas décadas, as atividades desenvolvidas pelas empresas e indústrias vêm sofrendo visíveis e importantes transformações. Os avanços tecnológicos originaram a criação de novos materiais, processos e aplicações. Os novos processos de trabalhos e as inovações tecnológicas da construção têm gerado novos riscos de incêndio, colocando em risco as pessoas, as propriedades e a normalidade das atividades (VALENTÍN, 2009). Uma evidência disso é a não utilização mais por parte de alguns Corpos de Bombeiros da Tarifa Seguro Incêndio do Brasil, a TSIB tendo em vista que esta não faz menção a novas ocupações que se tornaram mais usuais no decorrer dos últimos anos, como boates, *shows* em áreas abertas, *shoppings centers*, entre outros.

Corroborando com essa ideia, Bukowski (2006) alerta que se tem gerado uma corrida ao interesse de se pesquisar e aplicar os métodos de avaliação de risco de incêndio na alternativa de verificar como se dá o desempenho das edificações frente às ocorrências de incêndios em detrimento do que prescrevem os regulamentos de segurança, tornando-se alternativas ao simples uso dos códigos e normativos da área.

Para Watts e Hall (2002) os procedimentos de avaliação de riscos são eminentemente estudos destinados ao conhecimento de eventos que não são desejáveis, utilizando-se do método de quantificação das probabilidades de determinado risco. Para Venezia (2011), a importância da avaliação e risco está na capacidade de identificar as situações que sejam determinantes para a percepção e entendimento do risco e que não sejam claros ou óbvios.

Ainda segundo Venezia (2011), baseada na NFPA (2002), os métodos de avaliação dos riscos de incêndio podem ser classificados em quatro tipos:

1. **Checklist** (lista de verificação): consiste na identificação e relação dos perigos existentes trazendo-se as recomendações práticas dos procedimentos em caso de incêndio. É baseado em códigos ou normativos e, por tanto, traz a praticidade para a avaliação de edifícios, tornando fácil a compreensão e a execução dos requisitos;
2. **Narrativas**: traduz-se em uma série de recomendações dos procedimentos a serem tomados ou não em relação aos riscos de incêndios e surgiu a partir da

observação das consequências da destruição de um incêndio. Esse tipo de método não avalia o risco de incêndio quantitativamente, sendo o risco julgado aceitável se estiver em acordo com as prescrições dos regulamentos e normativos;

3. **Indexação:** através da opinião de profissionais e de ocorrências anteriores, algumas variáveis são selecionadas e atribuídos valores a elas. Essas variáveis representam fatores que são levados em consideração em situações de incêndios e são tratados matematicamente para a obtenção de um fator global. Representa a avaliação de risco quantitativo e originou-se através de avaliações feitas por grandes seguradoras;
4. **Métodos probabilísticos:** são os métodos mais instrutivos para avaliação de risco traz como resultados valores quantitativos que podem ser obtidos por hipóteses, dados e relações matemáticas.

Valentín (2009) diz que o único parâmetro válido para determinar quais as medidas relativas à segurança contra incêndio a serem aplicadas é o conhecimento exato do grau de risco desse sinistro, seja quantitativa ou qualitativamente.

Para serem traçadas as estratégias de prevenção de incêndio e para a aplicação dos métodos de avaliação das probabilidades de que ele ocorra, uma série de fatores devem ser ponderados. Para Valentín (2009), esses fatores se dividem da seguinte forma:

- **Fatores que contribuem para o início de incêndio:** a facilidade com que um combustível, existe no local, reage em cadeia e se propaga através da mistura com o comburente (oxigênio, por exemplo). O risco de início é decorrente das condições em que o combustível é manuseado ou armazenado e o tipo das instalações e como se dão as ações humanas que podem se transformar em possíveis fontes de ignição.

- **Fatores que ajudam a propagação do incêndio:** compartimentos de grandes alturas: melhor propagação (a propagação da chama é favorecida pelas correntes de convecção); carga térmica (carga incêndio), o que corresponde aos materiais combustíveis de que são parte da construção; dificuldades para combate a incêndios, tais como a propagação de

fumaça, difícil acesso para as equipes de bombeiros, a necessidade de equipamentos de combate a incêndio especial etc;

- **Obstáculos à propagação do incêndio:** a exaustão de fumaça, pela existência de aberturas ou dutos que facilitam os vapores serem evacuados e, portanto, têm melhor acesso ao fogo. Medidas passivas de proteção, como a detecção e alarme de incêndio, preparação de brigadas de incêndio, disponibilização de equipamentos de combate ao fogo, tempo-resposta das equipes de bombeiros etc.

5.1 Tipos de métodos de avaliação do risco de incêndio

Segundo Venezia (2011), a análise dos métodos para avaliação dos riscos de incêndio significa, para os engenheiros de segurança um procedimento eminentemente ligado a cálculos matemáticos que “nascem da relação, da coleta e da validação de análise dos dados certos” para descrever a dimensão e as características do risco de incêndio.

Para Cumbane (2015), o risco de incêndios reúne as seguintes condições fundamentais: a suscetibilidade do espaço em análise em ser afetado pelos incêndios, a probabilidade em que uma determinada edificação, ou quarteirão ou bairro tenham registros de incêndios com certa frequência, o grau de combustibilidade dos elementos expostos e a magnitude das possíveis consequências que um incêndio em determinada área pode representar. A avaliação deste tipo de risco, cuja efetivação depende da relação das condições acima mencionadas, é feita a partir de diversos métodos.

O quadro 04 apresenta um resumo dos principais métodos de avaliações de risco de incêndio estudados e apresentados na literatura (Navarro, 2015; Rey et al., 2015, Wang; Song, 2013, Campos, 2011, Valentín, 2009, Calixto, 2006, Peña; Romero, 2003, Carvalho; Melo, 2011, entre outros) que serão detalhados nos próximos sub-itens. Ênfase maior será dada ao Método de Gretener por ter sido escolhido como método alternativo para análise dos múltiplos casos estudados nesta dissertação.

5.1.1 Método do risco intrínseco

Esse modelo classifica os riscos de incêndio nas edificações em três níveis: baixo, médio e alto. A classificação é dada em função da carga incêndio que existe em função de sua ocupação principal medidas em megacalorias por metro quadrado. Desenvolvido na Espanha, o método traz como outros fatores a área construída e a altura das edificações estudadas.

Quadro 06 - Classificação dos riscos intrínsecos de acordo com a carga incêndio.

Carga incêndio (Mcal/m ²)	Risco intrínseco
0 a 200	Baixo
201 a 800	Médio
801 a 3200	Alto

Fonte: Navarro (2015).

A partir daí, são estabelecidos requisitos para as construções, como a separação entre os edifícios, disposição das paredes, portas, escadas, janelas, rampas e outros dispositivos que ligam os setores das edificações. Este método traz poucos detalhes, sendo necessária uma maior avaliação de outras características da edificação para um melhor dimensionamento das medidas protetivas de incêndio (REY *et al.*, 2015).

5.1.2 Método de Edwin E. Smith

O método tenta estabelecer um grau de periculosidade para os compartimentos existentes e apresentar um modelo de um possível incêndio na edificação em estudo. Os fatores levados em consideração para a construção desse incêndio modelo são:

- Inflamabilidade;
- Gradiente de calor emitido.
- Gradiente de fumaça emitida;
- Calor emitido nos três primeiros minutos;
- Fumaça emitida nos três primeiros minutos;
- Porcentagem de calor emitido nos três primeiros minutos;
- Velocidade de propagação das chamas.

O método tem sido descartado ao longo do tempo pela falta de atualização dos valores tabelados de carga de incêndio e do surgimento de outros produtos a serem consumidos pelo fogo, não previstos por ele. Soma-se também o fato de seu objetivo principal ser a análise da evolução do incêndio e não a avaliação do risco de acontecer o sinistro (PEÑA; ROMERO, 2003).

5.1.3 Método de G.A. Herpol

Propõe que as medidas de proteção e prevenção devem ser definidas pelos seguintes fatores:

- Carga incêndio e térmica calculada de acordo com o Método dos riscos intrínsecos, incluindo a periculosidade de variáveis como: velocidade propagação do fogo, inflamabilidade, liberação de energia calorífera e formação de chamas e fumaça.
- A eficácia que oferecem os elementos de compartimentação que isolem os riscos de incêndios.

Como fruto dessa avaliação, é gerado um gráfico de riscos intrínsecos relativos aos materiais existentes na edificação e levando-se consideração os elementos construtivos das edificações vizinhas. Valentín (2009) não o considera um método completo haja vista não levar em consideração fatores como o acesso de bombeiros à edificação, por exemplo.

Peña e Romero (2003) ressalta ainda que o método não apresenta tabelas completas muito provavelmente pela morte do seu inventor antes de sua conclusão.

5.1.4 Método dos fatores “ α ” e do coeficiente “K”

O Método dos fatores “ α ” se baseia em cálculos matemáticos e determina, para um determinado ambiente da edificação, os riscos de incêndio tendo em vista os elementos existentes e levando-se em consideração a possibilidade de confinamento do fogo nestes ambientes.

Os fatores levados em consideração são:

- Carga térmica e tipo de material;

- Área construída do ambiente a ser estudado;
- Relação entre quantidade de pessoas e saídas de emergências;
- Existência de sistema de detecção, alarme e sprinklers;
- Treinamento de brigadas de incêndio;
- Dificuldades das equipes de bombeiros;
- Dimensionamento de equipamentos de combate a incêndios.

O método do coeficiente “k” adiciona alguns fatores ao método dos fatores “ α ”, a saber:

- Altura do compartimento incendiado;
- Ocupação da edificação;
- Distância para o edifício mais próximo .
- Plano de emergência.

Para Peña e Romero (2003), este método trata apenas da compartimentação do fogo nos ambientes de uma edificação, trazendo o conceito de isolamento como fator principal, dando uma ênfase exclusivamente à resistência dos materiais que compõem a estrutura do prédio em estudo.

5.1.5 Método de Gustav-Purt

O método é uma derivação do proposto pelo engenheiro Max Gretener. Baseia-se na análise do poder de destruição do fogo que se desenvolve na edificação sob dois elementos: os elementos construtivos e os materiais existentes. Considera os seguintes fatores:

- A intensidade e a duração do fogo;
- A resistência dos elementos construtivos.

Fundamentando os cálculos, estipula a carga de incêndio e a inflamabilidade dos materiais existentes, além de fatores que reduzem o risco desses sinistros, como a resistência dos materiais de construção.

Para Muñoz (1984), igualmente importante aos dois fatores elencados antes, é o tempo de reação e combate ao fogo, variável levada em conta por esse método. Ele ressalta que o período contabilizado entre a identificação do incêndio e a resposta das equipes de

bombeiros deverá ser levado em consideração por qualquer avaliação de riscos de incêndio sob pena dos materiais utilizados em seu combate serem praticamente ineficazes na diminuição das consequências deste tipo de sinistro.

5.1.6 Método Dow de incêndio e explosões

É um método eminentemente utilizado na indústria petroquímica e para usinas de energia com uso de caldeiras avaliando-se seus graus de toxicidade. Desenvolvido pela *Dow Fire and Explosion Index* (F&EI) em 1964 e atualmente encontra-se em sua sétima edição. Wang e Song (2013) informa que o método se baseia em estatísticas de incêndios, além de realizar uma análise global dos processos de produção, levando em conta fatores como :

- Reações em cadeia de produtos químicos;
- Processos endotérmicos;
- Gestão e de condução produtos;
- Acessos e saídas de emergência;
- Elementos de controle de derramamento de líquidos combustíveis.

Para cada fator desse, é arbitrada uma pontuação com o objetivo de se chegar a um índice apontando o risco da ocorrência de incêndios. Calcula-se as possíveis perdas em decorrência de um incêndio para só então dimensionar as medidas protetivas levando em consideração os custos para a implementação dessas medidas (JENSEN; JORGENSEN 2007).

5.1.7 Método HAZOP (Hazard and Operability)

Aplicado primeiramente na Inglaterra, pelos responsáveis técnicos da empresa ICI Chemicals. O método procura identificar as falhas e problemas de segurança de uma unidade procurando melhorar ao mesmo tempo a sua operacionalidade (LAWLEY, 1974). Essa forma de avaliação se baseia nos princípios da multidisciplinariedade e parte da ideia que pessoas com formações e experiências distintas podem interagir melhor e identificar mais problemas do que separados em grupos semelhantes.

A avaliação é desenvolvida através do uso de palavras guias, desvios, causas, consequências e recomendações sendo necessária uma maior experiência e conhecimento na aplicação da técnica para a avaliação dos processos de trabalho, exigindo-se, para tal, o trabalho de um coordenador que possua conhecimentos desses processos para gerir a equipe multidisciplinar (CALIXTO, 2006).

Campos (2011) detalha que o HAZOP é formado pelas seguintes etapas: definição dos objetivos (onde são selecionadas as unidades de processo e a seleção dos processos a serem estudados), seleção da equipe técnica (que deverá ser formada por técnico que operem ou conheçam detalhadamente a unidade em estudo), preparação (com coleta de materiais para estudo, sejam livros, manuais, documentos etc), realização (elaboração do fluxograma dos processos) para depois serem implementadas as recomendações de segurança.

5.1.8 Método WHAT IF

Este método tem como objetivo avaliar as possíveis consequências danosas que eventos inesperados possam trazer a uma edificação, independentemente de sua ocupação. Avalia situações de possíveis erros na concepção através dos projetos, construção, possíveis modificações e as operações desenvolvidas sempre utilizando de perguntas como: “O que aconteceria se... ?”.

Segundo Calixto (2006), essa técnica consiste é baseada a partir dos *check list* e enumera alguns questionamentos acerca dos processos de trabalho, aplicando-os direcionadamente, sendo necessário para tanto uma equipe multidisciplinar para responde-los, uma vez que reuniões com várias perguntas serão necessárias para alinhamento dos procedimentos. Esse método necessita da utilização de outras técnicas de análise de riscos para as outras fases mais específicas dos processos de trabalho.

Para Pontes (1998), por ser uma técnica onde são previstos os riscos dos processos de trabalho, ela contribui muito para a diminuição dos acidentes de trabalho, sendo bastante relevante no treinamento dos trabalhadores.

Esses questionamentos são aplicados em diversas áreas, tais como a segurança elétrica, proteção contra incêndio, instalações de computadores ou ainda para armazenamentos particulares.

O Corpo de Bombeiros Militar do Paraná, ao editar a Norma de Procedimento Técnico nº 16 (Plano de emergência contra incêndio), recomenda que na elaboração dos planos e projetos de intervenções em casos de incêndio em edificações, sejam aplicadas técnicas como o *What if* (PARANÁ, 2011).

5.1.9 Método de árvore de falhas

Essa técnica parte do evento principal indesejado (incêndio, explosão, outro tipo de acidente etc) e verifica outros eventos secundários que possibilitaram a ocorrência do evento principal. Analisadas as possibilidades, é feito um chaveamento e suas interligações para verificar a dependência entre os eventos e sua real contribuição para o resultado final (PONTES, 1998).

Essa modalidade de avaliação de riscos de incêndio parte da ideia de que um evento não desejado (risco de incêndio numa edificação) foi desencadeado e busca suas causas e a sucessão de eventos que se seguiram ao desastre.

É, portanto, um processo dedutivo que determina como pode ocorrer um evento particular. Possui uma vantagem pois serve não só para identificação dos perigos, mas também quantifica os riscos envolvidos. O método decompõe um acidente em situações que contribuíram para que ele ocorresse resultando numa representação lógica da sucessão de eventos que geraram o evento desastroso.

5.1.10 Método de análise de árvore de eventos

Ao contrário do método anterior, este avalia as consequências, e não as causas, que podem ser desencadeadas por um evento inesperado. Dessa forma, essa avaliação liga os efeitos do evento iniciado até os seus efeitos finais.

Atua descrevendo os eventos sequenciais e como o comportamento de uma falha de procedimento ou segurança pode contribuir para a ocorrência de um evento indesejado, podendo essas falhas serem de algum equipamento, uma falha humana ou um evento externo (PONTES, 1998).

É desenvolvido através da seguinte sequência:

- Identificação dos eventos relevantes para o desencadeamento do incêndio;
- Identificação dos equipamentos e recursos de prevenção contra incêndio projetados para a edificação;
- Construção da árvore de eventos;
- Descrição de eventos resultantes do incêndio.

5.1.11 Método FINE de avaliação matemática para controlar os perigos

O método usa dois conceitos básicos de avaliação:

1. Calcula a intensidade relativa de cada risco e perigo envolvente podendo-se, assim, orientar corretamente determinadas ações preventivas;
2. Determina e justifica os gastos econômicos para as ações corretivas a serem tomadas apresentando-as como viáveis ou não.

Para Venezia (2011), essa justificativa dos gastos econômicos para a segurança deverá estar diretamente relacionada ao grau de periculosidade do evento indesejado. Se o investimento na prevenção for alto, e perigo for baixo, deve-se rever o investimento, balanceando-o.

Criou-se uma fórmula matemática considerando vários fatores e estabelecendo graus de periculosidade que determinam a urgência ou não na aplicação de ações corretivas. Uma fórmula adicional pondera ainda os custos econômicos e a eficácia de medidas corretivas para analisar se esses gastos poderiam ser justificados e julgados relevantes.

O grau de perigo é calculado e depende do conhecimento de três variáveis envolvidas nos processos de trabalho: a variável consequência, variável, exposição e variável probabilidade (CARVALHO; MELO, 2011).

Considera-se três fatores para o cálculo:

- As consequências de um possível acidente baseado no risco;
- A exposição à causa básica do acidente;
- Probabilidade de desencadeamento do acidente e suas consequências.

5.1.12 Método de FRAME de avaliação de risco de incêndio para Engenharia

Foi desenvolvido a partir do Método de Gretener, pelo engenheiro belga Erik de Smet e calcula os riscos de incêndio para os edifícios utilizando como pano de fundo o cálculo dos riscos para os bens patrimoniais, para a população que faz uso da edificação como também para as principais atividades nela desenvolvidas.

Os riscos de incêndio são resultados do quociente entre o risco potencial (influenciado pela carga calorífica e pelos fatores de propagação) e o produto entre o risco aceitável (envolvendo fatores de evacuação, ativação e fatores de conteúdo) e o nível de proteção (onde são incluídos os fatores pertinentes à reserva e disponibilidade de água, detecção de alarme de incêndio, compartimentação da edificação, presença do corpo de bombeiros, entre outros). Se o valor resultante for menor ou igual a um, considera-se aceitável o risco de incêndio (BARRA, 2014).

O quadro 06 apresenta um resumo dos principais métodos de avaliações de risco de incêndio estudados e apresentados na literatura (Navarro, 2015; Rey et al., 2015, Wang; Song, 2013, Campos, 2011, Valentín, 2009, Calixto, 2006, Peña; Romero, 2003, Carvalho; Melo, 2011, entre outros) que serão detalhados nos próximos sub-itens. Ênfase maior será dada ao Método de Gretener por ter sido escolhido como método alternativo para análise dos múltiplos casos estudados nesta dissertação.

Quadro 07 - Métodos de avaliação de riscos de incêndio.

Método	Principais características
Método do risco intrínseco	Classifica os riscos em três níveis em função da carga de incêndio da ocupação.
Método de Edwin E. Smith	Apresenta um modelo de um possível de incêndio para uma edificação baseado em suas características.
Método de G. A. Herpol	As medidas de proteção devem ser baseadas na carga de incêndio e na eficácia da compartimentação da edificação.
Método dos fatores “a”	Leva em consideração a carga térmica, área construída, dimensionamento das saídas de emergência, treinamento de brigadas de incêndio etc.
Método do coeficiente “k”	Leva em consideração a altura dos compartimentos, ocupação da edificação, distância para o edifício mais próximo e a existência de planos de emergência.
Método de Gustav-Purt	Baseia-se na análise do poder de destruição do fogo sob a concepção dos elementos construtivos e a carga de incêndio.
Método Dow de incêndio e explosões	É um método eminentemente utilizado na indústria petroquímica e para usinas de energia com uso de caldeiras avaliando-se seus graus de toxicidade.
Método <i>HAZOP</i>	Procura identificar as falhas e problemas de segurança de uma unidade procurando melhorar ao mesmo tempo a sua operacionalidade.
Método <i>What if</i>	Tem como objetivo avaliar as possíveis consequências danosas que eventos inesperados possam trazer a uma edificação, independentemente de sua ocupação.
Método da árvore de falhas	Parte do evento principal indesejado e verifica outros eventos secundários que possibilitaram a ocorrência do evento principal.
Método de análise de árvores de eventos	Ao contrário do método anterior, este avalia as consequências, e não as causas, que podem ser desencadeadas por um evento inesperado
Método <i>FINE</i>	O método usa calcula a intensidade relativa de cada risco e determina e justifica os gastos econômicos para as ações corretivas.
Método <i>FRAME</i>	Calcula os riscos de incêndio para os edifícios utilizando como pano de fundo o cálculo dos riscos para os bens patrimoniais, para a população que faz uso da edificação como também para as principais atividades nela desenvolvidas.
Método de Gretener	É um método semiquantitativo utilizado para avaliação dos riscos de incêndio que resulta na identificação, através do processamento matemático de vários fatores, se uma edificação possui ou não um nível de segurança contra incêndio aceitável

No capítulo a seguir, será detalhado o Método de Gretener, utilizado neste trabalho como fundamentação teórica ser o método mais completo e difundido, além das adaptações a ele propostas por Silva e Coelho Filho (2007).

6 MÉTODO DE GRETENER

O Método de Gretener, desenvolvido pelo engenheiro suíço Max Gretener, então diretor da Associação de Proteção Contra Incêndio da Suíça, foi publicado em 1965 e visava atender às necessidades apresentadas pelas companhias de seguro, após estudos sobre os riscos de incêndio envolventes em indústrias e grandes edifícios do país. Devido à sua inovação e confiabilidade, em 1968, os bombeiros suíços passaram a adotá-lo como forma de avaliar as condições de segurança para todas as outras edificações.

É um método semiquantitativo utilizado para avaliação dos riscos de incêndio que resulta na identificação, através do processamento matemático de vários fatores, se uma edificação possui ou não um nível de segurança contra incêndio aceitável. É um método único pois é aplicável em toda e qualquer edificação, tais como: estabelecimentos que comportam grande densidade populacional, estabelecimentos com riscos específicos de incêndio (museus, hospitais, igrejas, centros comerciais) e as edificações industriais (MACEDO, 2008).

Ainda segundo Macedo (2008), inicialmente é calculado o **risco de incêndio efetivo** (R) a que a edificação alvo da avaliação se encontra suscetível e é comparado ao **risco de incêndio admissível** (R_u), resultando assim no critério de aceitabilidade. O risco de incêndio é uma função dos fatores de perigo (carga de incêndio na edificação, combustibilidade, liberação de fumaças, entre outros) e das medidas de proteção (extintores, hidrantes, detecção e alarme, intervenção do corpo de bombeiros, resistência ao fogo das estruturas etc).

Para cada edificação em particular, admite-se um risco de incêndio, devendo ser definido caso a caso, fixando um valor limite admissível partindo-se de um risco normal (Gretener fixa em 30%, esse risco), sendo corrigido por um fator que leva em consideração um maior ou menor risco para as pessoas em uma edificação ($p_{H,E}$). Portanto, tem-se que um risco de incêndio admissível é igual a:

$$R_u = R_n p_{H,E} \quad (1)$$

$$R_u = 1,3 p_{H,E} \quad (2)$$

A prova da segurança é exprimida através do quociente entre o risco admissível e o risco efetivo:

$$\gamma = \frac{R_u}{R} \quad (3)$$

Caso $R_u < R$, tem-se que $\gamma < 1$, o que significa que a edificação em análise não reúne as condições de segurança mínimas.

O fator $p_{H,E}$ corrige os valores dos riscos de incêndio normal e leva em consideração a existência de alguns elementos que possam dificultar a evacuação das pessoas. Tendo em vista que a satisfação da segurança é obtida através da comparação entre o risco de incêndio efetivo e o admissível, onde o admissível deve ser superior ao efetivo, percebe-se que os valores de $p_{H,E}$, para as edificações onde as pessoas tenham dificuldades em abandoná-las assume valor inferior a 1,00. Quando não se vislumbram condições desfavoráveis para o abandono da edificação, esses valores são iguais a 1,00 podendo assumir, em casos excepcionais, valores maiores que 1,00 nos casos onde as condições forem muito favoráveis.

Complementando-se o cálculo, agrega-se os conceitos de **fatores de perigo**, que contribuem para o agravamento das consequências de um incêndio, e as **medidas de proteção**, que minimizam essas consequências. O quociente entre o produto dos fatores de perigo e o produto das medidas de proteção resulta no **fator de exposição ao perigo de incêndio**.

$$B = \frac{P}{M} \quad (4)$$

Onde:

B	Fator de exposição ao perigo de incêndio
P	Perigo potencial
M	Produto de todas as medidas de proteção

O perigo potencial é composto de elementos **inerentes ao conteúdo** que compreendem tanto os materiais existentes dentro da edificação (carga de incêndio e combustibilidade) e os **inerentes ao edifício**, com características de sua construção (área construída, altura da edificação, altura útil ou pé-direito, tipos de estruturas etc).

As medidas de proteção envolvem três níveis prevenção: medidas normais, especiais e construtivas. As medidas normais são ações consideradas necessárias para todo tipo de edificação, não importando sua ocupação. As especiais são aquelas que não são obrigatórias a todas as edificações e as construtivas consistem numa concepção das técnicas de prevenção contra incêndios. Os valores e conceitos dos fatores que compõem estas medidas serão abordados mais à frente na adaptação ao método original de Gretener proposta por Silva e Coelho Filho (2007).

Levando-se em consideração estes aspectos, a fórmula do fator de exposição ao perigo de incêndio ganha o seguinte aspecto:

$$B = \frac{\overbrace{q.c.r.k.}^{\text{Perigos inerentes ao conteúdo}} \cdot \overbrace{i.e.g}^{\text{Perigos inerentes ao edifício}}}{N.S.F} = \frac{P}{N.S.F} \quad (5)$$

Onde:

B	Fator de exposição ao perigo de incêndio	c	Fator de combustibilidade
N	Medidas normais	r	Fator de perigo de fumaça
S	Medidas especiais	k	Fator de corrosão e toxicidade
F	Medidas construtivas	i	Fator da carga de incêndio imobiliária
P	Perigo potencial	e	Fator da altura útil do local
q	Carga de incêndio imobiliária	g	Fator da área da superfície do local

Por fim, o risco de incêndio efetivo (R), já tratado aqui anteriormente, é o resultado do fator de exposição ao perigo (B), multiplicado pelo fator global (A), que exprime a a segurança da edificação para de um sinistro desse tipo. Sendo assim:

$$R = \frac{P.A}{N.S.F} \therefore A = R \frac{N.S.F}{P} \quad (6)$$

$$A = 1,3 p_{H,E} \frac{N.S.F}{P} \quad (7)$$

O método de Gretener é o método mais completo de avaliação de riscos de incêndio (VALENTÍN, 2009). Difundido por vários países da Europa, onde foi concebido. Muito embora não utilizado na íntegra aqui no Brasil, alguns estados adotam seus conceitos e aplicam alguns dos fatores em suas legislações. A análise dos riscos de incêndio proposta por Gretener introduz conceitos que são aplicados até hoje, independente do modelo ser originalmente testado em sua integridade. Normas que se baseiam tanto no desempenho quanto em avaliações prescritivas usam de alguns componentes do método do engenheiro suíço, tais como:

- Conceito de carga de incêndio;
- Compartimentações vertical e horizontal;
- Introduz a possibilidade de uso de extinção por gases especiais (alguns estados no Brasil ainda não fazem uso desses equipamentos);
- Importância do treinamento de brigadas de incêndio;
- Tipos de pressurização da rede de incêndio;
- Medidas para exaustão de fumaças;
- Tempo-resposta do corpo de bombeiros;
- Distância para o corpo de bombeiros local.

A NBR 15575, na sua parte 1, traz alguns conceitos e critérios utilizados por Gretener em suas avaliações. Dentre seus preceitos, ele afirma que um dos objetivos principais dos elementos estruturais, quando devem possuir resistência ao fogo elevados, é garantir às equipes de socorro que cheguem em tempo hábil para extingui-los e que promovam segurança aos bombeiros para combate-lo (ABNT, 2013).

No Paraná, já existe uma regulamentação que toma como base o método idealizado por Gretener: o Código de Prevenção Contra Incêndios do Estado passou a vigorar em julho de 2000, com alterações de março de 2001, onde verifica-se que quase metade dos itens e fatores utilizados por Gretener estão presentes neste normativo, com adaptações à realidade do estado, ressaltando-se a importância de alguns desses fatores que, de fato,

fazem a diferença em uma ocorrência, devam ser incluídos nas avaliações de risco de incêndio no Brasil (CARNEIRO; DE PAULA XAVIER, 2011).

Para o Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (CBMSP), por exemplo, algumas edificações “*por suas características construtivas, localização ou tipo de ocupação*” precisam de um plano de intervenção para o caso de ocorrências de incêndio, onde serão avaliados alguns dos parâmetros antes elencados (SÃO PAULO, 2015). Deve-se existir uma maior flexibilidade para obtenção de sistemas que possam satisfazer e se adequarem às atividades diárias de uma edificação, com o objetivo de ser econômico e ao mesmo tempo garantir uma segurança mínima, mas necessária sem se prender a métodos prefixados (SÃO PAULO, 2011).

Em outros estados da federação (Espírito Santo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, para citar alguns), percebe-se que seus normativos são baseados nas normas de São Paulo. No Rio Grande do Sul, com legislação atualizada em 26 de dezembro de 2013, os regulamentos que tratam do assunto são totalmente baseados nos utilizados pelos paulistas (BRENTANO, 2015).

Na Europa, berço de edificações antigas e centros históricos, onde as características urbanas, como a disponibilidade e abastecimento de água de hidrantes, a acessibilidade das equipes de bombeiros e o estado de conservação de suas construções trazem grandes dificuldades que as tornam suscetíveis à deflagração de incêndios, torna-se necessária a avaliação de riscos dessas ocorrências. Essas avaliações em particular a proposta de Gretener são essenciais para o processo de reutilização urbana, introduzindo-se alterações nos aspectos construtivos, com o objetivo de atingir-se um nível mínimo de segurança contra incêndio (RODRIGUES, 2009).

Para Figueira (2011), é importante a aplicação de avaliações de riscos de incêndio, como o método de Gretener, em edificações localizadas em centros urbanos antigos, como os encontrados em cidades de Portugal, haja vista suas particularidades, tais como: ruas estreitas, sinuosas e com grandes declividades, edificações geminadas, presença de edificações abandonadas e com materiais combustíveis em suas composições, ausência de compartimentações, instalações elétricas antigas e sistemas de hidrantes quase

inexistentes ou mal dimensionados, estacionamento indiscriminado de carros nas ruas, dificultando acesso das viaturas dos corpos de bombeiros, entre outros aspectos.

Barra (2014), fala da importância dos fatores avaliados por Gretener em seu método, dando importância à relevância do sistema de abastecimento de água para combate a incêndio, ressaltando que vários meios de obtenção de segurança devem ser aplicados, fugindo-se da prescrição de alternativas prontas, haja vista o fator econômico ser de grande importância, não se permitindo grandes gastos desnecessários, tendo em vista que a segurança das pessoas e instalações podem ser obtidas de diversas formas.

6.1 Método de Gretener adaptado por Silva e Coelho Filho

Segundo Silva e Coelho Filho (2007), a verificação do estabelecimento da segurança à vida e ao patrimônio pode ser dada pela aplicação de alguns métodos de avaliação de risco, da ocorrência e da propagação de incêndio e dos possíveis transtornos causados pelo seu alastramento, sendo o mais praticado avaliador desses riscos um método desenvolvido pelo engenheiro suíço Max Gretener.

Ainda conforme Silva e Coelho Filho (2007), o Método de Gretener, então diretor da Associação de Proteção Contra Incêndio da Suíça, foi publicado em 1965 e visava atender às necessidades apresentadas pelas companhias de seguro, após estudos sobre os riscos de incêndio envolventes em indústrias e grandes edifícios do país. Devido à sua inovação e confiabilidade, em 1968, os bombeiros suíços passaram a adotá-lo como forma de avaliar as condições de segurança para todas as outras edificações.

O Método de Gretener consiste na determinação de um índice γ_{fi} para os compartimentos existentes na edificação. Caso eles apresentem resultados iguais ou superiores a 1 (um), a edificação é classificada como segura.

O procedimento de obtenção do índice de segurança adaptado à realidade brasileira, apresenta como inovação, além da aplicação de legislações nacionais quando estudado cada um de seus fatores, um método analítico de obtenção das variáveis, com o intuito de eliminar as discontinuidades que um procedimento tabular traria (SILVA; COELHO FILHO, 2007).

A determinação numérica do fator de segurança deverá ser obtida pela seguinte expressão:

$$\gamma_{fi} = 1,3 \frac{N.S.E}{R.M.I} \quad (8)$$

onde:

N é um fator que depende das medidas normais de proteção;

S é um fator que depende de medidas especiais de proteção;

E é um fator que depende das medidas construtivas de proteção da edificação;

R é um fator associado ao risco de incêndio;

M é um fator associado à mobilidade das pessoas; e

I é um fator que considera o risco de ativação do incêndio em função do tipo de uso do compartimento.

Cada fator a ser determinado na expressão envolve sistemas e equipamentos de prevenção contra incêndio, além de critérios como distâncias ao corpo de bombeiros locais, previsão de brigadas de incêndios, provisão de hidrantes públicos de coluna etc.

Como adaptação à realidade das normas e legislações previstas no assunto para o estado de Pernambuco, serão utilizados os critérios de dimensionamento existentes no COSCIP-PE. Para os casos em que os sistemas e legislações sejam ausentes, o método seguirá com a sua proposta original.

6.1.1 Medidas Normais de Proteção

As medidas normais de proteção envolvem a existência e o dimensionamento dos sistemas e procedimentos:

Tabela 05 - Medidas normais de proteção

Sistemas ou procedimentos
Extintores de incêndio portáteis
Hidrantes prediais
Adução de água
Hidrantes públicos de coluna
Brigadas de incêndio

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

As medidas normais de proteção (N) estão mais relacionadas com o conceito de proteção ativa que são medidas reativas ao incêndio já existente nas edificações, compostos por sistemas que podem ser acionados de forma manual (extintores, hidrantes etc) ou automaticamente (chuveiros automáticos, por exemplo) com o objetivo de extingui-lo ou confina-lo (BRENTANO, 2007). N é calculado através do produtório de cinco fatores (n_1 a n_5) que representam a previsão e correto dimensionamento de alguns sistemas, tais como extintores de incêndio (n_1), hidrantes prediais (n_2), adução de água dos hidrantes (n_3), previsão de hidrantes públicos nas proximidades da edificação (n_4) e treinamento da brigada de incêndio, se existente, no prédio (n_5):

$$N = \prod_1^5 n_i \quad (9)$$

Como uma adaptação ao Método de Gretener, já com suas mudanças propostas por Silva e Coelho Filho (2007), propõe-se neste trabalho que o dimensionamento dos sistemas que fazem parte deste indicador de segurança seja baseado nos normativos previstos para o estado de Pernambuco, trazendo uma realidade local.

Sendo assim, no caso da prevenção por aparelhos extintores, têm-se que a sua distribuição na edificação deverá seguir, no estado de Pernambuco, as regras previstas no COSCIP-PE. Como este regulamento não prevê critérios específicos para a manutenção e recarga destes preventivos, seguir-se-á as recomendações da Portaria nº 412, de 24 de outubro de 2011, do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) que retifica parcialmente o Regulamento Técnico da Qualidade para os Serviços de Inspeção Técnica e Manutenção de Extintores de Incêndio, aprovado pela Portaria Inmetro nº 005 (BRASIL, 2011).

A tabela 06 a seguir traz um resumo das exigências relativas a esse tipo de sistema devidamente embasadas nas legislações citadas:

Tabela 06 - Exigências legais para o sistema de extintores de incêndio

	Exigência	Embasamento legal
1	Quando for utilizado extintor sobre rodas, verificar sua capacidade mínima: Pó Químico (20Kg), Gás Carbônico (30Kg) e Água ou Espuma (50 litros).	De acordo com o § 2º do artigo 29 do COSCIP-PE.
2	Quando forem utilizados extintores portáteis, verificar sua capacidade mínima: Pó Químico (4Kg), Gás Carbônico (6Kg) e Água ou Espuma (10 litros).	De acordo com o § 1º do artigo 31 do COSCIP-PE.
3	Do número total de Unidades Extintoras exigido para cada risco, 50% deverá ser constituído por extintores manuais.	De acordo com o inciso II, do § 3º do artigo 31 do COSCIP-PE.
4	Será exigido o mínimo de duas Unidades Extintoras para cada pavimento, mezanino, jirau ou risco isolado.	De acordo com o § 7º do artigo 31 do COSCIP-PE.
5	Para riscos de Classe A, instalar extintores de forma que a distância máxima a se percorrer não seja mais do que 20 metros para alcançá-los.	De acordo com o inciso I do artigo do artigo 32 do COSCIP-PE.
6	Para riscos de Classe A, instalar extintores de forma que a distância máxima a se percorrer não seja mais do que 15 metros para alcançá-los.	De acordo com o inciso II do artigo do artigo 32 do COSCIP-PE.
7	Os extintores não devem ter a sua parte superior acima de 1,60 m do piso.	De acordo com o inciso I, artigo 34 do COSCIP-PE.
8	Os extintores não devem ser instalados nas escadas e nas antecâmaras das escadas a prova de fumaça.	De acordo com o inciso II, artigo 34 do COSCIP-PE.
9	Os extintores deverão estar sinalizados de acordo com disco ou setas com dimensão mínima de 0,070 m ² afixados a, no mínimo 0,50 m acima do extintor.	De acordo com o § 1º do artigo 35 e anexo de instalação de extintores do COSCIP-PE.
10	Os discos de sinalização deverão possuir cores que identifiquem o agente extintor: cor BRANCA, para identificação dos aparelhos com o agente extintor a base de água, círculo interno na cor AMARELA, para identificação dos aparelhos com o agente extintor gás carbônico e círculo interno na cor AZUL, para identificação dos aparelhos com o agente extintor pó químico.	De acordo com os incisos I, II e III do § 3º do artigo 35 do COSCIP-PE.
11	Quando os extintores de incêndio forem instalados em pilares ou colunas, a sinalização deve ser de tal maneira que possa ser visualizada em todos os sentidos, através da repetição lateral dos discos ou setas, ou por anéis, nas cores especificadas no item 2.10 supra.	De acordo com o § 5º do artigo 35 do COSCIP-PE.
12	Deverá ser delimitada por faixa, na cor vermelha, no piso abaixo do extintor, uma área de 1,00 m x 1,00 m, salvo para edificações privativas multifamiliares.	De acordo com o § 6º do artigo 35 do COSCIP-PE.
13	Na parte frontal dos extintores de incêndio deve ser colocada uma etiqueta em que conste as classes de incêndio para as quais o agente extintor correspondente seja compatível, e os passos para a adequada operação do aparelho.	De acordo com o artigo 36 do COSCIP-PE.
14	Os extintores de incêndio devem possuir, obrigatoriamente, certificados de garantia do produto ou dos serviços, através de selo ou etiqueta, e colocado no corpo do aparelho, permitindo uma fácil visualização do órgão, entidade ou empresa responsável por tal garantia.	De acordo com o artigo 37 do COSCIP-PE.

Continuação da Tabela 06

15	Os extintores de incêndio deverão ter a sua carga renovada ou verificada nas épocas e condições recomendadas por normas ou especificações de órgãos técnicos credenciados para tal finalidade, aceitas e adotadas pelo Corpo de Bombeiros Militar, ou, na falta destas, pelos respectivos fabricantes, bem como seus cilindros serem submetidos a testes hidrostáticos em intervalos de tempo não superiores a cinco anos.	De acordo com o artigo 38 do COSCIP-PE.
16	Extintor deverá possuir anel de identificação de manutenção com cores referentes ao ano de recarga. a) 01/01/2014 a 30/12/2014 – anel de manutenção cor branca, b) 01/01/2015 a 30/12/2015 – anel de manutenção cor azul, c) 01/01/2016 a 30/12/2016 – anel de manutenção cor preta, d) 01/01/2017 a 30/12/2017 – anel de manutenção cor alaranjada, e) 01/01/2018 a 30/01/2018 – anel de manutenção cor purpura;	De acordo com as alíneas “a” e “b” Portaria INMETRO nº 412.
17	O Anel de Identificação da Manutenção deve ser confeccionado em material plástico, indeformável nas suas dimensões, e com dimensões compatíveis com cada um dos modelos de extintor de incêndio, de modo que o mesmo somente possa ser colocado ou removido com a prévia desmontagem do extintor. Esse anel deve possuir, no mínimo, quatro entalhes radiais, equidistantes entre si, que permitam sua ruptura antes de alcançar uma deformação de 20 mm.	De acordo com o Art. 29 do item D.1 e letra “a” da Portaria INMETRO nº 412.
18	Os anéis de alumínio e aço inox dos extintores de incêndio devem conter também o ano de realização da manutenção.	De acordo com o artigo 33, item D.6 da Portaria INMETRO nº 412.
19	Em Edificações Residenciais Privativas Unifamiliares, com a existência de escritórios ou comércio, independentemente da área ocupada, será exigido a instalação de unidades extintoras adequadas ao risco.	De acordo com o artigo 41 do COSCIP-PE.
20	Quando as edificações dispuserem de riscos especiais, tais como casa de caldeiras, casa de força, casa de bombas, queimadores ou incineradores, casa de máquinas, centrais de ar condicionado, central de GLP, quadro de comando de força e luz, transformadores, subestações, geradores, e outros riscos, os mesmos deverão ser protegidos por unidades extintoras adequadas ao tipo do risco a proteger, independentemente da proteção normal exigida para a edificação como um todo.	De acordo com o artigo 42 do COSCIP-PE.

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado no COSCIP-PE (1997) e INMETRO (2011).

Percebe-se, aqui, uma falha nos critérios de dimensionamento desses aparelhos, uma vez que suas disposições seguem apenas critérios de distâncias máximas a se percorrer e área máxima de cobertura, não levando em consideração o material existente no local a ser consumido pelo fogo. Desta forma, se em uma edificação existir um salão que serve como depósito de madeira, material altamente combustível e outro salão de igual área, onde será utilizado como museu com peças de ferro, bem menos inflamáveis, a quantidade de extintores de incêndio será a mesma, diferenciando-se apenas no agente químico extintor.

No método em estudo, a variável correspondente à previsão dos extintores é designada de n_1 e os seus valores são tabelados e definidos pelos critérios especificados na tabela que segue:

Tabela 07 - Valores para a variável n_1 do Método de Gretener

n_1	Extintores portáteis
1	Extintores bem dimensionados para o risco a proteger
0,9	Extintores mal dimensionados para o risco a proteger

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

Outro critério para o estabelecimento das medidas normais de proteção é a existência de hidrantes prediais. Esses equipamentos são conjuntos compostos por canalizações (de aço, ferro fundido ou, em alguns casos, de PVC), reservatórios com suprimento de incêndio diferente do consumo normal da edificação, mangueiras ou mangotinhos, esguichos de expulsão de água e outros acessórios hidráulicos com a função de extinguir o fogo com água ou espuma como agentes extintores (PERNAMBUCO, 1997).

Em consonância ao observado para a situação prevista com os extintores de incêndio, os critérios de dimensionamento e instalação desse sistema seguirá o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico de Pernambuco, resumidos da seguinte forma:

Tabela 08 - Exigências legais para o sistema de hidrantes prediais.

	Exigência	Embasamento legal
1	O alcance máximo de um hidrante ou carretel interno deverá ser de 30 metros.	De acordo com a alínea “a” do inciso I, artigo 49 do COSCIP-PE.
2	O alcance máximo de um hidrante ou carretel externo deverá ser de 60 metros.	De acordo com a alínea “b” do inciso I, artigo 49 do COSCIP-PE.
3	O alcance máximo do carretel com mangotinho interno deverá ser de 45 metros.	De acordo com a alínea “c” do inciso I, artigo 49 do COSCIP-PE.
4	Um mesmo conjunto de hidrantes ou carretéis não poderá proteger pontos de pavimentos diferentes	De acordo com o inciso II, artigo 49 do COSCIP-PE.
5	A altura do registro de manobra dos hidrantes ou da tomada d’água dos carretéis com mangotinho deverá estar compreendida entre 1,00 m a 1,50 m, em relação ao piso acabado.	De acordo com o inciso III, artigo 49 do COSCIP-PE.
6	O sistema deve ser localizado de tal forma que, entre o operador e as rotas de fuga, os acessos estejam sempre desobstruídos, devidamente sinalizados, localizados nas áreas de ocupação do risco nas proximidades das portas de acesso às saídas de emergência, não sendo admitida, em qualquer situação, sua instalação nas escadas ou nas antecâmaras das escadas à prova de fumaça, e, ainda, em rampas.	De acordo com as alíneas “a”, “b”, “c” e “d” do inciso IV, artigo 49 do COSCIP-PE.
7	Quando externos, os hidrantes ou carretéis com mangotinho deverão ser localizados a aproximadamente de 15,0 m da projeção da edificação.	De acordo com o § 3º do artigo 49 do COSCIP-PE.

Continuação da Tabela 08

8	A distância máxima entre dois hidrantes ou dois carretéis consecutivos de uma rede, em qualquer direção no plano horizontal, será de 60 (sessenta) metros.	De acordo com o § 4º do artigo 49 do COSCIP-PE.
9	O sistema de hidrantes será composto de registro angular, adaptador de rosca, linha de mangueiras, abrigo, esguicho com diâmetro interno mínimo de entrada de 38 mm, dotado de requinte de diâmetro mínimo de 13 mm, do tipo engate rápido e chave universal de mangueira para cada linha.	De acordo com as alíneas “a”, “b”, “c” e “d” do inciso I do artigo 50, alínea “b” do inciso I do artigo 69 e e §2º do artigo 70 do COSCIP-PE.
10	O sistema de carretel com mangotinho será composto de registro de passagem, carretel com alimentação axial, roldana e suporte, mangotinho, abrigo ou cabine, esguicho, de vazão regulável, acoplado ao mangotinho, dotado de requinte de diâmetro mínimo de 9,5 mm e chave universal de mangueira para cada linha.	De acordo com as alíneas “a”, “b”, “c” e “d” do inciso II, artigo 50, alínea “c” do inciso II do artigo 69 e §2º do artigo 70 do COSCIP-PE.
11	O registro de passagem deve ser instalado na derivação da canalização de incêndio, no interior de cada abrigo ou cabine.	De acordo com o § 1º do artigo 50 do COSCIP-PE.
12	O registro de passagem correspondente ao conjunto deve ser mantido permanentemente aberto.	De acordo com o § 2º do artigo 50 do COSCIP-PE.
13	Os hidrantes instalados externamente às edificações, deverão conter duas saídas providas de registro angular e adaptador com diâmetro de 63 mm, ou, quando for o caso, com redução de 63 mm x 38 mm.	De acordo com o artigo 51 do COSCIP-PE.
14	Quando as colunas dos hidrantes não forem envolvidas pelos respectivos abrigos, os registros e adaptadores deverão ser dotados de tampão com corrente.	De acordo com o § 1º do artigo 51 do COSCIP-PE.
15	Nas situações previstas no item anterior, os abrigos devem ser instalados numa distância nunca superior a 5,00 m do hidrante podendo apresentar obstáculos de qualquer natureza.	De acordo com o § 2º do artigo 51 do COSCIP-PE.
16	Os carretéis com mangotinho externos às edificações deverão ser instalados em cabines apropriadas, devidamente sinalizadas e dotadas de registro de passagem dotados de duas saídas.	De acordo com o artigo 52 do COSCIP-PE.
17	Quando o abastecimento for efetivado por reservatório subterrâneo ou de superfície, os sistemas deverão ser dotados de bombas.	De acordo com o § 1º do artigo 53 do COSCIP-PE.
18	Os pontos de ligação do sistema às respectivas fontes de abastecimento serão providos de válvulas de retenção, de forma a impedir o retorno da água aos reservatórios. Nos reservatórios elevados, na saída do reservatório, logo abaixo do registro de manobra e nos subterrâneos, na canalização de recalque da rede de combate a incêndios, logo após a saída da bomba.	De acordo com os §1º e 2º do artigo 58 do COSCIP-PE.
19	Entre a saída do reservatório e o conjunto de bombas deverá ser instalado um registro de manobra.	De acordo com o § 3º do artigo 58 do COSCIP-PE.
20	As saídas da rede de distribuição para consumo da edificação deverão ser localizadas, obrigatoriamente, numa das laterais do reservatório.	De acordo com o parágrafo único do artigo 59 do COSCIP-PE.
21	A canalização, para o sistema de hidrantes, não poderá ter diâmetro inferior a 63 mm, ressalvado o caso em que for empregado tubos de cobre.	De acordo com os §1º e 3º do artigo 61 do COSCIP-PE.
22	A canalização destinada a combate a incêndios deve ser completamente independente das demais existentes na edificação.	De acordo com o artigo 62 do COSCIP-PE.

Continuação da Tabela 08

23	O material empregado na canalização da rede de combate a incêndios deve ser de ferro fundido ou galvanizado, aço galvanizado ou preto, cobre ou latão.	De acordo com o artigo 63 do COSCIP-PE.
24	O uso de tubos ou condutos e conexões hidráulicas de cloreto de polivinila - PVC - rígido, e os de categoria fibrocimento e equivalentes é exclusivamente para redes externas subterrâneas.	De acordo com o § 1º do artigo 63 do COSCIP-PE.
25	Os tubos de cobre deverão ser embutidos nas paredes, ou revestidos de forma a não sofrer uma ação direta do calor ou choques mecânicos.	De acordo com o § 3º do artigo 63 do COSCIP-PE.
26	Os diâmetros da canalização da rede de incêndios somente poderão sofrer reduções na direção do fluxo d'água.	De acordo com o artigo 65 do COSCIP-PE.
27	As linhas de mangueira, para hidrantes internos, deverão possuir comprimento máximo de 30 metros.	De acordo com a alínea "a" do inciso I do artigo 70 do COSCIP-PE.
28	As linhas de mangueira, para hidrantes externos, deverão possuir comprimento máximo de 30 metros.	De acordo com a alínea "b" do inciso I do artigo 70 do COSCIP-PE.
29	As linhas de mangueira, para rede de carretéis internos, deverão possuir comprimento máximo de 30 metros, sendo constituída de apenas um lance de mangotinho.	De acordo com a alínea "c" do inciso I do artigo 70 do COSCIP-PE.
30	As linhas de mangueira, para rede de carretéis internos, deverão possuir comprimento máximo de 45 metros, sendo constituída de apenas um lance de mangotinho.	De acordo com a alínea "d" do inciso I do artigo 70 do COSCIP-PE.
31	Quando empregadas linhas de mangueiras de comprimento superior a 20,0 m, as mesmas deverão ser compostas por lances de mangueiras, de comprimento mínimo de 15,0 m cada lance.	De acordo com o inciso II do artigo 70 do COSCIP-PE.
32	As mangueiras do sistema de hidrantes, com os demais acessórios, deverão estar acondicionadas nos abrigos a elas destinados, e dispostas de modo a facilitar o seu emprego imediato.	De acordo com o inciso V do artigo 70 do COSCIP-PE.
33	Em parques de tancagem, armazenamento ou depósitos de líquidos inflamáveis, refinarias ou destilarias, parques ou áreas de produção, engarrafamento e depósitos de GLP ou substâncias gasosas inflamáveis ou explosivas, os esguichos deverão ser do tipo vazão regulável, dotados de juntas de união tipo engate rápido.	De acordo com os §1º e 2º do artigo 72 do COSCIP-PE.
34	Os abrigos deverão ter forma paralelepipedal, portas com fácil condição de acesso e com dispositivo para ventilação, constituídos em metal ou alvenaria e estarem sinalizados com "INCÊNDIO" na cor vermelha e serem constituídos de material incombustível.	De acordo com os incisos I, II, III, IV e V do artigo 75 e inciso I do artigo 78 do COSCIP-PE.
35	Nos casos em que a sinalização do abrigo for através de discos ou setas indicativas, deverão possuir fundo na cor branca e frisos na cor vermelha, com a letra "H" no centro, também em vermelho.	De acordo com o parágrafo único do artigo 75 do COSCIP-PE.
36	Não será admitido o emprego de abrigos com portas que apresentem fechaduras, cadeados ou outros dispositivos que impeçam ou dificultem a imediata abertura dos mesmos, sendo facultado o uso de lacres (selo de chumbo com fio de cobre) nas portas dos abrigos.	De acordo com o artigo 76 e seu parágrafo único do COSCIP-PE.
37	Nos casos de redes de carretel com mangotinho, abastecidas por gravidade, o fundo do reservatório deverá se localizar a uma altura mínima de 2,0 m acima do mangotinho mais desfavorável.	De acordo com o §2º do artigo 82 do COSCIP-PE.
38	Nos casos de reservatórios elevados, a bomba elétrica para pressurização da rede deverá ter acionamento automático, ocasionado pela simples abertura do registro.	De acordo com o §2º do artigo 83 do COSCIP-PE.

Continuação da Tabela 08

39	Sempre que houver abastecimento por reservatório subterrâneo ou de superfície, deverá ser exigido um conjunto de bombas que deverão ter acoplamento direto, sem interposição de correias ou correntes, recalcarem água exclusivamente para a rede de incêndio, terem acionamento próprio e serem instaladas em carga ou possuírem dispositivo de escorva automática.	De acordo com os incisos I, II, III, IV do parágrafo único do artigo 85 do COSCIP-PE.
40	Nos casos em que o conjunto seja formado exclusivamente por bombas elétricas, uma das bombas do conjunto deverá ser alimentada por grupo gerador, de forma a permitir o seu pleno funcionamento independentemente da rede elétrica comercial.	De acordo com o artigo 87 do COSCIP-PE.
41	Nos casos em que for previsto para o sistema a instalação de bombas a combustão interna, estas deverão ser dotadas de dispositivos de partida automática.	De acordo com o artigo 88 do COSCIP-PE.
42	O conjunto de bombas deverá ser formado, no mínimo, por duas bombas principais, admitindo-se uma bomba elétrica e outra a combustão interna formando um só conjunto, e mais uma bomba auxiliar.	De acordo com o artigo 89 do COSCIP-PE.
43	A rede de incêndio deverá estar permanentemente pressurizada, de forma a proporcionar o acionamento automático do conjunto de bombas, pela simples abertura dos registros do sistema, independentemente de sistemas de botoeiras ou outro sistema manual que venha a ser apresentado.	De acordo com artigo 90 e o seu parágrafo único do COSCIP-PE.
44	A bomba auxiliar deverá entrar em funcionamento sempre que a pressão interna da rede sofrer uma redução abaixo do limite fixado, sem que algum hidrante ou mangotinho da rede tenha sido acionado, e deverá ter seu desligamento também automático, tão logo a pressão atinja seu nível normal.	De acordo com o parágrafo único do artigo 90 do COSCIP-PE.
45	O desligamento do conjunto de bombas deverá ser obtido exclusivamente por controle manual.	De acordo com o artigo 92 do COSCIP-PE.
46	Para o conjunto das bombas principais, a sua entrada em serviço deverá ser denunciada por um sistema de alarme.	De acordo com o artigo 93 do COSCIP-PE.
47	Na linha de recalque deve ser instalada uma tomada d'água, de diâmetro conveniente para os ensaios periódicos do conjunto de bombas.	De acordo com o artigo 94 do COSCIP-PE.
48	As bombas de recalque automatizadas deverão ter, no mínimo, um ponto de acionamento manual alternativo, de fácil acesso.	De acordo com o artigo 96 do COSCIP-PE.
49	O conjunto de bombas deverá funcionar em pleno regime no máximo 30 segundos após a partida, protegido contra intempéries, choques mecânicos, fogo e umidade, instalado em recinto próprio de fácil acesso e sem interposição de fusíveis no circuito de alimentação do motor.	De acordo com os incisos I, III, IV, V e VI artigo 97 do COSCIP-PE.
50	O registro de recalque deverá ser instalado no passeio da fachada principal protegido por uma caixa de alvenaria ou metálica com dimensões de tampa de 0,50 m x 0,40 m, angulação de 45° e distância máxima da união para a tampa de 0,15 m, com dispositivos que permitam a abertura apenas com chaves próprias utilizadas pelo Corpo de Bombeiros Militar.	De acordo com os incisos I e III do artigo 102 do COSCIP-PE.
51	O hidrante de fachada deverá ser instalado em paredes da fachada principal da edificação ou muro de limitação do terreno ou, ainda, em fachadas de fácil acesso às viaturas do CBMPE, protegido por caixas de metal ou alvenaria, devendo o registro de manobra estar voltado para a rua, a uma altura entre 0,60 m e 1,00 m, com dispositivos que permitam a abertura apenas com chaves próprias utilizadas pelo Corpo de Bombeiros Militar.	De acordo com os incisos II e IV do artigo 102 do COSCIP-PE.
52	Não serão admitidos hidrantes de coluna tipo industrial como hidrante de fachada, nas edificações residenciais.	De acordo com o §1º do artigo 102 do COSCIP-PE.

Continuação da Tabela 08

53	Os registros de recalque e hidrantes de fachada não poderão dispor de válvulas de retenção.	De acordo com o §2º do artigo 102 do COSCIP-PE.
54	O registro de recalque e o hidrante de fachada deverão ter saída de 63 mm, tipo engate rápido, devendo ser dotado de tampão e corrente.	De acordo com o artigo 104 do COSCIP-PE.

Fonte: COSCIP-PE (1997).

Nesse método de avaliação de risco, a variável que define os critérios de instalação e dimensionamento dos hidrantes prediais é definida por n_2 e segue os seguintes valores e exigências seguintes:

Tabela 09 - Valores para a variável n_2 do Método de Gretener

n_2	Hidrantes prediais
1	Hidrantes bem dimensionados para o risco a proteger
0,8	Hidrantes mal dimensionados para o risco a proteger

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

Para que o sistema de hidrantes prediais seja suprido de água, é necessário que exista um conjunto de elementos (reservatórios, canalização, pressão e vazão) que possa garantir esse suprimento na ocasião de um incêndio. Para tanto, o COSCIP-PE (1997) estabelece alguns parâmetros.

Nos casos de provisão por reservatórios de água (obrigatórios em casos onde sejam exigidos sistemas de hidrantes ou mangotinhos, ou ainda chuveiros automáticos), eles podem ser tanto elevados quanto de superfície ou subterrâneos. A distinção se dá pela sua capacidade, conforme mostra a tabela 10:

Tabela 10 - Tipo de reservatório e reserva mínima de acordo com a classe de risco

Reservatório	Classe de risco	Volume (em litros)
Elevado	A	7200
	B	15000
	C	21600
Subterrâneo ou de superfície	A	30000
	B	54000
	C	60000

Fonte: COSCIP-PE (1997).

É importante esclarecer que não é permitido o funcionamento do sistema com a previsão do abastecimento direto aos hidrantes pela rede pública. É sabido que a pressão fornecida pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) é insuficiente e não atende ao previsto legalmente para combate a incêndio. Seu abastecimento serve exclusivamente para o suprimento desses reservatórios e a manutenção de uma reserva técnica constante.

Tabela 11 - Valores mínimos exigidos para pressão e vazão nos hidrantes

Classe de Risco	Vazão mínima (L/min)	Pressão mínima no bocal (Kgf/cm ²)	Diâmetro do bocal (mm)
A	120	1,35	13
B	250	2,35	16
C	360	2,40	19

Fonte: COSCIP-PE (1997).

Outrossim, para que o bombeamento de água seja efetivado e os índices mínimos previstos, atingidos, um sistema eficiente de pressurização deve ser instalado. Nos casos em que as reservas para combate sejam elevadas, faz-se necessária a previsão de apenas uma bomba. Para os outros casos, necessitar-se-á de um conjunto composto por três desses equipamentos: uma bomba principal, uma reserva e uma de pressurização para perdas no sistema. Esses motores poderão ser à combustão interna ou elétricas. A ressalva se dá para este último caso, oportunidade em que a ligação deverá ser feita independentemente da rede elétrica da edificação.

Segundo o capitão do CBMPE Anderson Souto de Castro³, comandante da 1ª Seção de Bombeiros de Incêndio (1ª SBI) do 1º Grupamento de Bombeiros de Pernambuco, uma das primeiras providências que as equipes de combate tomam ao chegarem aos locais das ocorrências é o imediato corte da energia da edificação, uma vez que a água utilizada no enfrentamento ao fogo, por ser condutora de eletricidade, pode vir a se tornar um perigo aos combatentes, sendo imprescindível que a ligação do sistema interno de combate seja independente da rede do prédio acometido pelo sinistro, para que o suprimento da água nas vazões e pressões mínimas necessárias sejam garantidas após o corte da energia.

³ Opinião obtida através de entrevista não estruturada em 26 de maio de 2015.

Admite-se a pressurização exclusivamente por reservatórios sem bombas de incêndio nos casos em que a gravidade, dada pela diferença de nível entre o reservatório e a tomada d'água, garanta os índices previstos na Tabela 11.

A variável para a adução de água, definida por n_3 no método proposto neste trabalho, segue os seguintes índices:

Tabela 12 - Valores para a variável n_3 do Método de Gretener

n_3	Adução de água
0,7	Pressão de saída no hidrante $\leq 0,2$ Mpa e reservatório elevado com reserva de incêndio ou reservatório subterrâneo com bomba de incêndio independente da rede elétrica
0,63	Pressão de saída no hidrante $\leq 0,2$ Mpa e reservatório elevado sem reserva de incêndio com bomba de incêndio independente da rede elétrica
0,595	Pressão de saída no hidrante $\leq 0,2$ Mpa e sem reservatório de incêndio com bomba de incêndio independente da rede elétrica
0,49	Pressão de saída no hidrante $\leq 0,2$ Mpa e sem reservatório de incêndio com bomba de incêndio dependente da rede elétrica
0,42	Pressão de saída no hidrante $\geq 0,2$ Mpa e águas naturais
1	Pressão de saída no hidrante $\geq 0,4$ Mpa e reservatório elevado com reserva de incêndio ou reservatório subterrâneo com bomba de incêndio independente da rede elétrica
0,9	Pressão de saída no hidrante $\geq 0,4$ Mpa e reservatório elevado sem reserva de incêndio com bomba de incêndio independente da rede elétrica
0,85	Pressão de saída no hidrante $\geq 0,4$ Mpa e sem reservatório de incêndio com bomba de incêndio independente da rede elétrica
0,7	Pressão de saída no hidrante $\geq 0,4$ Mpa e sem reservatório de incêndio com bomba de incêndio dependente da rede elétrica
0,6	Pressão de saída no hidrante $\geq 0,4$ Mpa e águas naturais

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

Utilizando-se do mesmo princípio de combate a incêndios (suprimento através de água), os hidrantes públicos de coluna atuam tanto como complemento ao sistema predial como também sendo o seu substituto nos casos em que as edificações não sejam dotadas dos aparelhos, seja pela não exigência ou pelo não cumprimento das leis vigentes.

A instalação dos hidrantes públicos deverá ser realizada pela COMPESA, mediante a definição e dos locais estratégicos definidos pelo Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2011). O Decreto 36.284, de 02 de março de 2011, que altera o Anexo Único do Decreto nº 18.251 de 21 de dezembro de 1994, e alterações, que aprova o Regulamento Geral do Fornecimento de Água e da Coleta de Esgotos, realizadas pela Companhia Pernambucana de Saneamento, na sua Seção I (Dos Hidrantes), regula que a instalação desses aparelhos deverá seguir as recomendações da ABNT.

Segundo o Major do CBMPE Cleyton David Silva⁴, o empecilho que este Decreto traz é que, como o ressarcimento posterior deverá ser feito pela corporação militar à COMPESA, de acordo com o parágrafo 1º do artigo 8º do referido Decreto, e como não há prévios acordos entre os órgãos para esta parceria, portanto, a implantação de novos hidrantes acaba sendo prejudicada.

Desta forma, os passos para a elaboração de projeto para uma rede de hidrantes eficaz e bem dimensionada são bastante minuciosos e devem seguir os seguintes estabelecidos na tabela 13 a seguir:

Tabela 13 - Elementos e atividades necessárias para desenvolvimento de rede pública de hidrantes.

Elementos necessários para o desenvolvimento do projeto	Atividades necessárias
	Definição das etapas de execução da rede e dos índices mínimos de vazão de distribuição para o dimensionamento
	Delimitação do perímetro da área total a ser abastecida, dos contornos das áreas de mesma densidade demográfica e de mesma vazão específica
Estudo de concepção do sistema de abastecimento, elaborado conforme NBR 12211	Delimitação das zonas de pressão
Definição das etapas de implantação	Fixação dos volumes dos reservatórios, conforme NBR 12217 e seus níveis operacionais
Projetos de outras partes do sistema de abastecimento já elaborados, conforme concepção básica da NBR 12211	Análise das instalações de distribuição existentes, objetivando seu aproveitamento
Levantamento planialtimétrico da área do projeto com detalhes do arruamento, tipo de pavimento, obras especiais, interferências e cadastro das redes existentes	Traçado dos condutos principais e secundários Dimensionamento dos condutos
Plano de urbanização e legislação relativa ao uso e ocupação do solo	Projeto dos setores de medição da rede, a desenvolver conforme critérios do órgão responsável pelo abastecimento de água, na falta de norma específica
	Localização e dimensionamento dos órgãos e equipamentos acessórios da rede, com vistas ao planejamento dos setores de manobra
	Elaboração dos seguintes documentos: memorial descritivo e justificativo, especificações de serviços, materiais e equipamentos

Fonte: ABNT (1994).

⁴ Opinião obtida através de entrevista não estruturada em 26 de maio de 2015.

Outro empecilho para o uso desse sistema, particularmente em Pernambuco, é que, ainda preconizado pelo Decreto, a sua utilização deverá ser avisada com antecedência de 24 horas. Diante da imprevisibilidade dessas ocorrências, isso acaba se tornando inviável, estando as equipes de combate sujeitas aos calendários de abastecimento de água fornecidos pela Companhia.

Como se não bastasse esse inconveniente, desde dezembro de 2014, devido aos baixos índices pluviométricos nas barragens que abastecem a Região Metropolitana do Recife (RMR), o abastecimento da parte plana dessa região se dará da seguinte forma: três dias sem água e um dia com suprimento.

Sendo assim, uma outra adaptação do método seria a ponderação dos valores estabelecidos por Silva e Coelho Filho (2007) a seguir. Essa ponderação, em virtude de o ciclo dar-se em quatro dias, com três dias sem água e um com, deve ser na ordem de 25% do valor tabelado. Neste método a incógnita para a variável em questão é dada por n_4 .

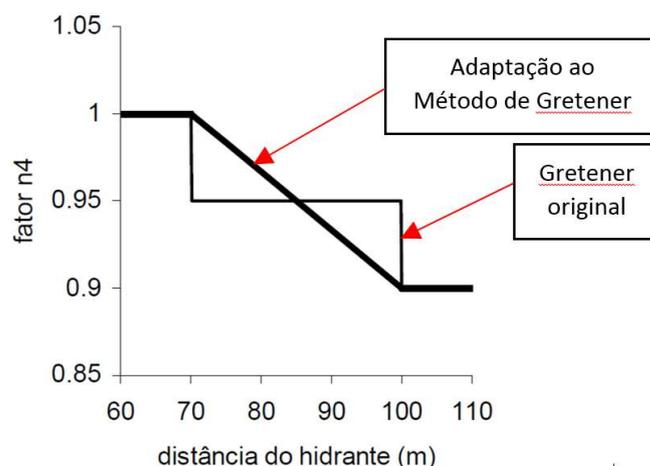
Tabela 14 - Valores para a variável n_4 do Método de Gretener

n_4	Hidrante público
1	Distância dos hidrantes à entrada da edificação menor ou igual a 70 metros
0,9	Distância dos hidrantes à entrada da edificação maior ou igual a 100 metros

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

Para corrigir a ausência de valores nos casos em que a distância dos hidrantes para as edificações esteja compreendida entre 70 e 100 metros, Silva e Coelho Filho (2007) propuseram uma interpolação de valores como adaptação ao método original de Gretener, apresentada na figura a seguir:

Figura 01 - Adaptação ao Método de Gretener para valores de n_4



Fonte: Silva e Coelho Filho (2007).

Naturalmente, não adiantariam os sistemas de proteção ativa estarem bem dimensionados e em pleno funcionamento se não houvessem pessoas habilitadas para operá-los. Em Pernambuco, não existem órgãos ou legislações que obriguem as edificações de dotá-las de profissionais contratados com tal especialidade, muito menos que disciplinem a atividade do bombeiro profissional civil. Sendo assim, será utilizado, para efeito deste método de avaliação de risco.

Cabe aqui, fazer a distinção entre bombeiro público, bombeiro voluntário e brigadista de incêndio. O primeiro é aquele que pertence à organização governamental militar ou civil que atua com o cumprimento do dever legal nas emergências públicas. O bombeiro voluntário, ou comumente chamado de bombeiro civil, é o profissional de uma organização que presta serviço remunerado e particular para atendimento a ocorrências de diversas naturezas. Já o brigadista de incêndio é a pessoa preferencialmente voluntária ou indicada, treinada para atuar na prevenção e no combate ao princípio de incêndio, abandono de área e primeiros socorros, na empresa em que desempenha suas atividades laborais (ABNT, 2006).

O estabelecimento dos valores de n_5 , incógnita referente ao treinamento de pessoal para o manuseio de extintores, hidrantes e conhecimento das rotas de fuga da edificação serão da seguinte forma:

Tabela 15 - Valores para a variável n_5 do Método de Gretener

n_5	Treinamento
1	Presença de pessoal treinado
0,8	Ausência de pessoal treinado

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

6.1.2 Medidas Especiais de Proteção

As medidas especiais de proteção (S) incluem o conceito de proteção passiva. Elas são medidas evitam ou minimizam as possibilidades de fogo perder o controle e se alastrar, através do isolamento dos compartimentos de maiores potenciais de risco, segurança nas rotas de fuga, detecção de incêndios (BRENTANO, 2007).

Tabela 16 - Medidas especiais de proteção

Sistemas ou procedimentos
Modo de detecção
Transmissão de alarme
Qualidade do corpo de bombeiros
Tempo-resposta
Extinção

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

Assim como N (medidas normais de proteção), S é calculado através do produtório de cinco fatores (s_1 a s_5). Onde, s_1 trata da presença de algum modo de detecção de incêndio, s_2 leva em consideração a presença de pessoal na portaria da edificação para o acionamento das equipes de bombeiros, s_3 ressalta a qualidade do corpo e bombeiros local, s_4 insere o fator de distância do quartel dos bombeiros para a edificação e s_5 trata da previsão de métodos automáticos de extinção de incêndio:

$$S = \prod_1^5 s_i \quad (10)$$

Fitzgerald (1997) preconiza que a proteção contra incêndios de uma edificação pode ser garantida através da aplicação de medidas estratégicas. Uma delas é o mecanismo de detecção e alarme. A detecção do alarme pode se dar de duas formas: através de equipamentos automáticos instalados no interior da edificação ou com vigilância

constante na edificação capaz de perceber a ignição do fogo e transmitir o alerta ao corpo de bombeiros local.

A primeira forma, segundo o COSCIP-PE, é efetivada mediante a instalação de detectores no teto das salas ou compartimentos para percepção de fumaças, elevação de temperatura ou presença de chamas. O código dos bombeiros de Pernambuco estabelece alguns critérios de instalação desses preventivos, detalhados na tabela 17:

Tabela 17 - Exigências legais para o sistema de detecção e alarme.

	Exigência	Embasamento legal
1	A central de alarme deve ser localizada em área de fácil acesso e sob vigilância humana constante.	De acordo com o inciso I do artigo 136 do COSCIP-PE.
2	O painel repetidor deve ser instalado nos locais onde seja necessária ou conveniente a informação precisa da área ou setor onde ocorre um princípio de incêndio ou defeito no sistema.	De acordo com o inciso II do artigo 136 do COSCIP-PE.
3	Os acionadores manuais devem ser instalados em locais de maior probabilidade de trânsito de pessoas.	De acordo com o inciso IV do artigo 136 do COSCIP-PE.
4	Os indicadores deverão ser instalados em locais que permitam sua visualização e/ou audição em qualquer ponto do ambiente no qual estejam instalados, nas condições normais de trabalho desse ambiente.	De acordo com o inciso V do artigo 136 do COSCIP-PE.
5	Quando os equipamentos forem instalados em locais sujeitos a explosões, devem estar devidamente protegidos, de forma a operar convenientemente.	De acordo com o §2º do artigo 136 do COSCIP-PE.
6	Os acionadores manuais deverão ser instalados a uma altura entre 1,20 m e 1,60 m.	De acordo com a alínea “a” do inciso I do artigo 137 do COSCIP-PE.
7	A distância máxima a ser percorrida por uma pessoa em qualquer ponto da área protegida até o acionador manual mais próximo não superior a 30,0 m.	De acordo com a alínea “b” do inciso I do artigo 137 do COSCIP-PE.
8	Os acionadores manuais devem ser alojados em carcaças rígidas, que impeçam danos mecânicos aos dispositivos de acionamento.	De acordo com a alínea “c” do inciso I do artigo 137 do COSCIP-PE.
9	Os acionadores manuais devem possuir instruções de operação, impressas em português no próprio corpo do equipamento, de forma clara e em lugar facilmente visível após a instalação.	De acordo com a alínea “d” do inciso I do artigo 137 do COSCIP-PE.
10	Os acionadores manuais devem possuir dispositivo que dificulte o acionamento acidental, porém facilmente destrutível no caso de operação intencional.	De acordo com a alínea “e” do inciso I do artigo 137 do COSCIP-PE.

Continuação da Tabela 17

11	Os acionadores manuais devem possuir duplo comando, a fim de fornecer informação à central, e permitir o acionamento do alarme do setor ou da edificação.	De acordo com a alínea “g” do inciso I do artigo 137 do COSCIP-PE.
12	Não poderá haver laço comum a dois ou mais pavimentos.	De acordo com o §2º do artigo 137 do COSCIP-PE.
13	Sempre que um mesmo laço atender áreas compartimentadas, deverão ser instalados dispositivos luminosos que os identifique.	De acordo com o §3º do artigo 137 do COSCIP-PE.

Fonte: COSCIP-PE (1997).

Uma terceira forma de detecção, mais que está mais atrelada ao conceito de proteção ativa pode ser a presença de chuveiros automáticos. Eles atuam tanto na detecção quanto na extinção, pois uma vez atingida a temperatura limite para o dispositivo, a rede de pressurização de água, ao qual ele está interligado, será acionada, combatendo ativamente o fogo. São exigências legais para sua instalação e dimensionamento:

Tabela 18 - Exigências legais para o sistema de chuveiros automáticos.

	Exigência	Embasamento legal
1	O sistema deverá estar permanentemente pressurizado, de forma a possibilitar, em caso de um princípio de incêndio, o acionamento automático dos chuveiros.	De acordo com o artigo 109 do COSCIP-PE.
2	O acionamento automático do chuveiro deverá implicar no acionamento simultâneo do respectivo dispositivo de alarme.	De acordo com o parágrafo único do artigo 109 do COSCIP-PE.
3	A válvula de governo ou de bloqueio deverá ser do tipo gaveta, e instalada em local de fácil acesso, fora do local a proteger, devendo ser mantida permanentemente aberta.	De acordo com o §1º do artigo 109 do COSCIP-PE.
4	Os diâmetros da canalização da rede de chuveiros automáticos somente poderão sofrer reduções na direção do fluxo d'água.	De acordo com o §2º do artigo 117 do COSCIP-PE.
5	O afastamento vertical entre os bicos dos chuveiros automáticos para os tetos lisos deverá ser entre 0,025 e 0,30 m.	De acordo com o inciso I do §2º do artigo 121 do COSCIP-PE.
6	O afastamento vertical entre os bicos dos chuveiros automáticos para os tetos com vigas deverá ser entre 0,025 e 0,45 m.	De acordo com o inciso II do §2º do artigo 121 do COSCIP-PE.
7	O afastamento vertical entre os bicos dos chuveiros automáticos para as vigas longitudinais e transversais, nos vãos, deverá ser entre 0,075 e 0,40 m.	De acordo com a alínea “a” do inciso III do §2º do artigo 121 do COSCIP-PE.
9	Deverá ser prevista a existência de um espaço livre de, no mínimo, 1,00 m abaixo e ao redor dos bicos dos chuveiros, a fim de assegurar uma ação eficaz dos mesmos.	De acordo com o §3º do artigo 121 do COSCIP-PE.

Fonte: COSCIP-PE (1997).

Deverão ser adotados os mesmos parâmetros observados na Tabela 08 referente às exigências para o sistema de hidrantes no que se refere às bombas de recalque, automatização do sistema, canalização e registro de recalque, haja vista a adução do sistema poder ser a mesma.

Os valores de s_1 , correspondentes à incógnita que trata do modo de detecção são especificados da seguinte forma:

Tabela 19 - Valores para a variável s_1 do Método de Gretener

s_1	Modo de detecção
1,05	Vigilância noturna e em fins de semana com, pelo menos, duas rondas
1,10	Vigilância noturna e em fins de semana com, pelo menos, rondas a cada duas horas
1,45	Existência de detecção automática conforme o COSCIP-PE
1,20	Existência de chuveiros automáticos conforme COSCIP-PE
1,00	Inexistência de qualquer modo de detecção ou outros modos

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

O intuito de detectar-se um incêndio é poder agir o mais rápido possível evitando os danos causados pela ação do fogo (BRENTANO, 2007). A operação de transmissão de alarme poderá ser efetivada tanto por um ocupante da edificação que acionará o corpo de bombeiros de onde estiver no edifício ou avisando a portaria para que os ocupantes sejam informados do sinistro e abandonem a estrutura antes do descontrole das chamas. Prevendo esse tipo de recurso, o método de avaliação estudo neste trabalho, propõe os seguintes parâmetros e valores para a incógnita s_2 :

Tabela 20 - Valores para a variável s_2 do Método de Gretener

s_2	Transmissão do alarme
1,05	Existência de portaria ocupada permanente por, pelo menos, uma pessoa com acesso a um telefone
1,10	Existência de portaria ocupada permanente por, pelo menos, duas pessoas com acesso a um telefone
1,00	Inexistência de qualquer modo de transmissão de alarme ou outros métodos de transmissão

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

De nada adiantaria uma rápida detecção do incêndio se o corpo de bombeiros da localidade não fosse estruturado bem o suficiente para promover uma eficaz intervenção neste tipo de ocorrência. Essa estruturação das brigadas de incêndio públicas, passa pelo dimensionamento do número de bombeiros escalados diariamente, adequado e constante

treinamento além da disponibilidade de viaturas bem equipadas e com suprimento suficiente de água para o combate.

Os coeficientes previstos para s_3 , variável que traduz a qualidade do corpo de bombeiros local são traduzidos pela expressão seguinte:

$$s_3 = 1 + \frac{s_b + s_{cb}}{10} \quad (11)$$

onde, s_b significa está atrelada ao dimensionamento das brigadas de incêndio públicas e s_{cb} ao suprimento de viaturas de incêndio. Para a determinação de s_b e de s_{cb} , seguir-se-á os critérios abaixo estabelecidos:

Tabela 21 - Valores para a variável s_3 do Método de Gretener

Qualidade do Corpo de Bombeiros	
s_b	Brigada contra incêndio
1	Brigada formada por, pelo menos, 10 pessoas treinadas para extinção, durante a jornada de trabalho
2	Brigada formada por, pelo menos, 20 pessoas treinadas para extinção, durante a jornada de trabalho, com comandante
3	Brigada formada por, pelo menos, 20 pessoas treinadas para extinção, durante e após a jornada de trabalho, com comandante
4	Brigada formada por, pelo menos, 20 pessoas treinadas para extinção, durante e após a jornada de trabalho, com comandante e grupo de quatro pessoas de plantão nos fins de semana
-1	Não existe brigada contra incêndio
Qualidade do Corpo de bombeiros local	
s_{cb}	
1	Corpo de bombeiros não se enquadra nas categorias abaixo, ou inexistente corpo de bombeiros
2	Corpo de bombeiros possui, pelo menos, 20 pessoas treinadas que possam ser convocadas por telefone, plantão aos fins de semana e equipe de intervenção motorizada
3	Idem ao anterior com caminhão pipa e bombeamento
3,5	Idem ao anterior com caminhão de pelo menos 1.200 litros
4	Idem ao anterior com caminhão de pelo menos 2.400 litros
4,5	Idem ao anterior com serviço de plantão permanente
6	Existência de equipe de bombeiros em plantão permanente, alojados em casernas, na zona urbana, preparados para atender às necessidades da região

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

O trânsito das grandes cidades é um problema a ser considerado quando o assunto é o tempo em que as equipes de incêndio dos corpos de bombeiros levam para chegar aos locais de ocorrência. Muito embora os veículos destinados a socorro de incêndio e salvamento, além da prioridade que possuem no trânsito e de gozarem de livre circulação quando em serviço de urgência, podendo seguir no contrafluxo, não estão livres dos

congestionamentos das grandes cidades, o que acaba se tornando um fator de relevância na avaliação dos riscos de propagação dos incêndios (BRASIL, 1997).

A expressão que leva em consideração este aspecto, determina o valor de s_4 e é calculada da seguinte forma:

$$s_4 = 1 + \frac{(5-s_b)+(6-d_{cb})}{90} \quad (12)$$

onde, d_{cb} é a distância do corpo de bombeiro até a edificação em estudo em quilômetros e s_b segue os valores especificados na Tabela 22, resumidos da seguinte forma:

Tabela 22 - Valores para a variável s_4 do Método de Gretener

s_4	Tempo resposta
1,00	Existência de chuveiros automáticos
d_{cb}	Distância ao Corpo de Bombeiros em quilômetro
6	Para $d_{cb} \leq 6$ Km
12	Para $d_{cb} \geq 12$ Km
s_b	Qualidade do Corpo de bombeiros local
	Determinado conforme Tabela 8

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

A variável seguinte introduz um método de extinção não contemplado pela legislação de prevenção contra incêndio em Pernambuco: supressão por gás. Muito embora o agente extintor presente nos aparelhos de CO₂ (o dióxido de carbono) seja um gás, existem equipamentos de combate que utilizam o mesmo princípio de funcionamento dos chuveiros automáticos. Eles atuam na extinção ao tempo em que detectam os sinais de um incêndio.

Esses agentes extintores existem na forma de gás e têm como característica o fato de não agredirem a natureza, muito menos afetando a camada de ozônio. Outras características que indicam a sua aplicabilidade é o fato de serem inodoros, incolores e péssimos condutores de eletricidade além de não corroerem os equipamentos eletrônicos dos ambientes onde são instalados (NFPA, 2002).

Estes são os valores tabelados por Silva e Coelho Filho (2007) que trazem os coeficientes para s_5 :

Tabela 23 - Valores para a variável s_5 do Método de Gretener

s_5	Extinção
2,00	Existência chuveiros automáticos com verificação anual
1,70	Existência chuveiros automáticos
1,35	Existência proteção automática de extinção a gás
1,00	Inexistência dos métodos ou sistemas acima

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

6.1.3 Medidas Construtivas de Proteção

Tão importante quanto os equipamentos de prevenção e combate a incêndios bem dimensionados e devidamente instalados, sistema eficaz de detecção e alarme, corpo de bombeiros local bem estruturado, tempo-resposta otimizado para uma melhor otimização no debelar do fogo são algumas características construtivas que a edificação possui que fazem com que ela possa resistir mais ao incêndio e dificultar a sua propagação pelo seu interior ou iminente colapso estrutural. As medidas construtivas de proteção (E) são definidas através do produtório de quatro fatores: e_1 que se relaciona com a resistência ao fogo das estruturas da edificação, e_2 que trata dessa resistência aplicada a fachadas, e_3 que aplica a lajes e e_4 que leva em consideração as aberturas para ventilação no edifício.

$$E = \prod_1^4 e_i \quad (13)$$

Os valores de e_1 , que está associado à resistência ao fogo das estruturas, deve ser traduzido através da seguinte expressão:

$$e_1 = 1 + \frac{TRF_e}{200} \quad (14)$$

TRF_e é o tempo de resistência ao fogo das estruturas, dado em minutos, estabelecido de acordo com as prescrições da NBR 15200:2004 - Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio – Procedimento, para estruturas de concreto (ABNT, 2004) e conforme a NBR 14323:1999 - Dimensionamento de estrutura de aço em situação de incêndio – Procedimento, para estruturas de aço (ABNT, 1999). Para estruturas formadas por alvenaria, deverá ser utilizada a Instrução Técnica nº 08 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo que trata da segurança estrutural nas edificações e aborda a

resistência ao fogo dos elementos de construção. Deve ser adotado tempo de resistência ao fogo das estruturas de 60 min para $TRF_e \geq 60$ min (SILVA; COELHO FILHO, 2007).

Resumidamente, a tabela a seguir traz os valores possíveis para a variável em análise:

Tabela 24 - Valores para a variável e_1 do Método de Gretener

e_1	Estruturas
1,15	Para estruturas com TRF < 60 minutos
1,3	Para estruturas com TRF \geq 60 minutos

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

Utilizando do mesmo princípio e normativos para a determinação do e_1 , as estruturas de fachada também são levadas em consideração no estudo. A ressalva, neste caso, é que devem ser observados e respeitados a compartimentação vertical da edificação em análise. Essa compartimentação é respeitada quando o peitoril do pavimento possui altura mínima de 1,20 m e se houver marquise, que ela avance por 90 cm na projeção da edificação.

Abaixo, os valores de e_2 que traduzem o estudo desse fator:

Tabela 25 - Valores para a variável e_2 do Método de Gretener

e_2	Fachada
1,075	Para fachadas com TRF < 60 minutos
1,15	Para fachadas com TRF \geq 60 minutos
1	Quando não forem respeitadas as exigências de compartimentação vertical das fachadas

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

A resistência ao fogo das vedações horizontais (lajes) é expressa por e_3 da seguinte forma:

Tabela 26 - Valores para a variável e_3 do Método de Gretener

e_3	Lajes
1	Ligação vertical aberta
1,1	Ligação vertical aberta, com fechamento automático da abertura ou chuveiros automáticos e com estruturas com TRF < 60 minutos
1,25	Ligação vertical aberta, com fechamento automático da abertura ou chuveiros automáticos e com estruturas com TRF \geq 60 minutos

Fonte: Gretener *apud* Silva e Coelho Filho (2007).

O fator e_4 está associado à presença de compartimentos na edificação que possuam menos de 200 m² e que estejam delimitados por portas que resistam ao fogo por mais de 30 minutos. Esses compartimentos são chamados de células corta-fogo e apresentam a função em um incêndio de evitar a sua propagação. Os valores desses fatores são determinados através da seguinte expressão:

$$e_4 = \frac{3000v+800-c}{750} \quad (15)$$

Onde v deve ser a relação entre a área de ventilação do compartimento verificado e a área do seu piso e A_c é a área da maior célula corta-fogo da edificação (compartimento da edificação que esteja isolado de alguma forma, retardando assim, a propagação do incêndio), medida em metros quadrados. O fator e_4 deve estar situado no seguinte intervalo:

$$1,0 \leq e_4 \leq 1,45 - \frac{A_c}{1000} \quad (16)$$

6.1.4 Risco de Incêndio

O fator Risco de Incêndio, calculado pela expressão abaixo, está associado à carga de incêndio mobiliária da edificação, que é a soma das energias caloríficas possíveis a serem desprendidas pela combustão completa de todos os materiais presentes no interior do imóvel, não se excluindo paredes, divisórias, pisos e tetos (BRENTANO, 2007).

$$R = q.c.f.k.i.h.a \quad (17)$$

Os valores relativos à carga incêndio de uma edificação estão discriminados no Quadro 02 (valores dos fatores a serem utilizados no método proposto), constante no Anexo A deste trabalho, e são medidos em MJ/m². Esses resultados estão associados aos tipos de materiais mais comumente presentes em uma determinada ocupação. Sendo assim, em uma igreja, por exemplo, é comum existir uma grande quantidade de madeira (cadeiras, mesas etc). Em uma indústria, máquinas de ferro ou metal. Em um escritório, mesas e computadores predominam no ambiente. Enfim, cada ocupação possui as suas características nos processos de trabalho, o que justifica a diferença nos resultados.

Os valores de M (mobilidade de pessoas) e I (risco de ativação de incêndio) são tabelados, constam no Anexo A deste trabalho, e variam de acordo com a ocupação principal da edificação (hospital, comercial, indústria etc).

7 ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS

Neste capítulo, serão apresentadas as edificações alvos de estudo do trabalho. Através de fotos, serão explicitados os fatores levados em consideração pelo método alternativo proposto a fim de ilustrar a análise desses dados. Em seguida, será feito o enquadramento através das características relevantes ao seu enquadramento (área construída, altura, tipo de ocupação etc) segundo o COSCIP-PE e verificada a sua observância a este normativo ou não. Caso as edificações não se enquadrem, será aplicado o método de Gretnener adaptado e, no caso de não atingir o índice mínimo exigido, serão sugeridas mudanças para a sua satisfação ao método. A escolha do Bairro do Recife se deu pelo fato de ser o mais antigo da cidade, onde a probabilidade de encontrar edificações com características construtivas diversas das nascentes nos dias de hoje seria maior.

7.1 Bairro do Recife

O Bairro do Recife, como é hoje, nasceu no século XVI com a principal função de Porto da Cidade de Olinda. A colonização inicial de Portugal se caracterizou pela ocupação litorânea, numa estreita faixa de terra. Os colonizadores holandeses incendiaram a cidade de Olinda e, a partir de 1630, ocuparam Recife. Daí por diante, a cidade continuou sua expansão, conhecendo seu apogeu no século XVIII, por intermédio de aterros sobre os rios e ao longo da orla marítima (ZÁRATE; MOREIRA, 2010).

Depois de passar por um período de decadência e esquecimento, o Bairro do Recife passou por um importante processo de revalorização no final da década de 90. Através do programa Monumenta, do Ministério da Cultura, e em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) foram desenvolvidas pesquisas arqueológicas com o intuito de restaurar e preservar o berço da cidade Recife, fato este que atraiu grande parte da população recifense para conhecer e “repovoar” essa área do município (BRADLEY; RIBEIRO; MOURA, 2011).

A cidade de Recife está zoneada em duas macrozonas. Essas macrozonas estão divididas em 3 (três) Zonas de Ambiente Construído (ZAC), com ocupações diferenciadas, e 4 (quatro) Zonas de Ambiente Natural (ZAN), delimitadas segundo os principais cursos e

corpos d'água. As Zonas de Ambiente Construído - ZAC são caracterizadas por agruparem edificações de acordo com as especificidades e quanto aos padrões paisagísticos e urbanísticos de sua ocupação, as suas potencialidades urbanas e a intensidade da ocupação desejada. Dentro dessa subdivisão, encontra-se o Bairro do Recife, estabelecido na Zona de Ambiente Construído de Ocupação Moderada, caracterizada por sua ocupação bastante diversificada e pela facilidade de seus acessos, objetivando moderar a ocupação, com potencialidade para novos padrões construtivos de adensamento populacional, observando-se a capacidade das infraestruturas locais (RECIFE, 2008).

Figura 02 - Mapa do Bairro do Recife.



Fonte: Google Earth (2015).

Dentro dessa qualificação, dada pela Lei de Uso e Ocupação do Solo de Recife, percebe-se, na prática, que o Bairro vem servindo de laboratório para constantes experiências no intuito de promover sua ocupação como área de lazer e atrativo turísticos da cidade (GUERRA; PASSOS, 2014). Nesse crescimento, vários meios de trabalho estão sendo inseridos. Restaurantes, centros de compras, escritórios de prédios públicos e de empresas multinacionais estão se inserindo na paisagem e trazendo consigo um ingrediente altamente preocupante quando o assunto é segurança contra incêndio.

O somatório de diferentes processos de trabalho e das inúmeras energias caloríficas com o acúmulo dos materiais necessários para o desenvolvimento das atividades (computadores, mesas, gás de cozinha etc.) resulta num crescimento sem precedentes dos

riscos da eclosão de princípios de incêndios. Antes, com poucos restaurantes na região, a quantidade de GLP utilizado era pequena ou quase inexistente. Sem a presença de grandes escritórios, a existência de poucos computadores não traria a preocupação de possibilidades de curtos-circuitos que iniciariam um incêndio.

Nasce aí a preocupação do planejamento e da verificação dos riscos de incêndios na localidade. Para tanto, buscou-se saber quais as edificações que não poderiam passar por algumas mudanças estruturais devido à preservação do seu patrimônio, tendo em vista representar um risco adicional por não poderem, desta forma, se adequar a algumas possíveis exigências do corpo de bombeiros de Pernambuco.

Existem três edificações tombadas pelo IPHAN no bairro: Igreja de Nossa Senhora do Pilar, Igreja da Madre de Deus e a Fortaleza do Brum. Essas duas últimas foram detalhadas nos subitens adiante e farão parte do estudo de múltiplos casos deste trabalho. Outras edificações, também localizadas no “Recife Antigo” são tombadas em nível Estadual pela Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco (FUNDARPE), mas não foram alvo deste trabalho. São elas: Estação do Brum e a Torre Malakoff.

7.1.1 Análise da Igreja da Madre de Deus: edificação tombada pelo IPHAN

Templo religioso católico romano, localizado na rua homônima, sua construção data do século XVIII. Em 1971, um incêndio danificou as suas acomodações, passando por reformas nas décadas seguintes e hoje abriga eventos religiosos da sociedade pernambucana, tombado desde 20 de julho de 1938, de acordo com certidão anexa a este trabalho.

Figura 03 - Igreja da Madre de Deus



Fonte: Google (2016).

Característica do Bairro do Recife, vários tipos de ocupações se agrupam em suas diversas ruas. Não é diferente na Madre de Deus. Mas o que pode parecer um diversificado pólo de atrações, pode ensejar também um amontoado de riscos de incêndio. Como verificado na figura a seguir, em seu entorno, centros de compras e restaurantes rodeiam a Igreja podendo apresentar riscos diferentes de incêndio.

Figura 04 - Localização da Igreja da Madre de Deus no Bairro do Recife



Fonte: Google Earth (2015).

Internamente, a edificação apresenta grande quantidade de material combustível. Mesas, tapetes, longarinas de madeira, adornos, portas e guarda-corpos de materiais inflamáveis constituem a maior parte de sua decoração e construção, tornando o ambiente altamente propício à propagação de incêndios.

Figura 05 - Materiais combustíveis no interior da Igreja da Madre de Deus



A – Cadeiras de madeira no salão principal

B – Carpetes e mesa de madeira no altar

Fonte: Próprio autor.

Se não bastassem as combinações de materiais altamente combustíveis que contribuem com o rápido alastramento do fogo, a Igreja além de fazer uso de ventiladores em seu salão principal, podendo ser um agente ígneo de um princípio de incêndio, os acumula sem proteção adequada.

Figura 06 - Acúmulo de materiais sem proteção contra incêndio adequada



Fonte: Próprio autor.

O alastramento do fogo não depende somente do acúmulo da carga incêndio existente no prédio. Características construtivas podem e contribuem para tal. A compartimentação vertical e horizontal com portas e paredes corta-fogo é de extrema importância para o confinamento do fogo. A Madre de Deus possui escadas abertas, além de dispor no interior de seu salão de sacadas e janelas que denotam a inexistência dessas subdivisões.

Figura 07 - Ausência de compartimentação vertical no interior da Igreja da Madre de Deus



A - Sacadas e janelas no interior da igreja; B – Escada do tipo comum; C – Balcão dentro da própria edificação.

Fonte: Próprio autor

Toda construída em alvenaria de blocos de concreto (divisórias internas, fachadas) e concreto armado (lajes), a Madre de Deus, muito embora tenha aberturas internas que não garantem a compartimentação, possui nessa característica construtiva uma aliada ao retardamento da propagação do fogo, haja vista estes materiais possuírem alto tempo de resistência ao fogo - TRF - entre 01h30 e 3 horas (PARANÁ, 2012).

Figura 08 - Lajes, divisórias internas e fachadas da Igreja Madre de Deus



A – Janelas; B – Portão de entrada da igreja; C – Divisórias entre os pisos da igreja.

Fonte: Próprio autor.

Como se não bastassem todos esses fatores que podem impulsionar o fogo dentro da Igreja, foi verificado a ausência de sistemas preventivos no seu interior. Os extintores de incêndio que estão instalados encontram-se fora da validade e inadequados ao risco a proteger. Extintores de água pressurizada são os mais indicados para incêndios em madeiras, tecidos e papéis e não os de pó químico seco previstos no local, observando-se, na foto, a instalação de extintores de pó químico seco.

Figura 09 - Extintores fora de validade e inadequados ao risco a proteger



Fonte: Próprio autor.

O confinamento do fogo também é prejudicial, haja vista que a temperatura do ambiente pode se elevar muito rapidamente sem ventilação e os materiais combustíveis se inflamarem, assim, com maior facilidade. Por isso, uma área de ventilação efetiva torna-se importante. Aberturas espessas auxiliam também o combate pelas equipes de bombeiros. A Igreja da Madre de Deus é dotada de muitas aberturas, traduzidas em janelas e portas tanto no pavimento térreo quanto no superior, conforme é possível identificar nas imagens a seguir. Utilizando-se da tabela 06, onde são relacionados os critérios para verificação dos requisitos de instalação dos extintores de incêndio, percebe-se que a edificação descumpre os sub-itens 4, 5, 8, 9, 14 e 15.

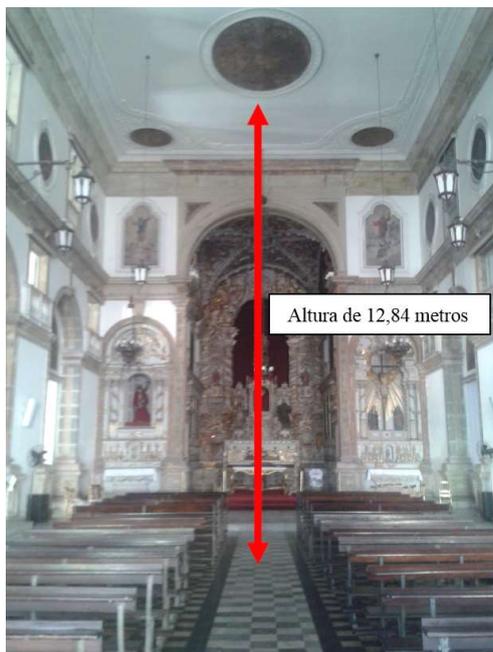
Figura 10 - Aberturas para ventilação e exaustão de fumaça da Igreja da Madre de Deus



Fonte: Próprio autor

Outro critério avaliado pelo Método de Gretener é a maior altura existente dentro da edificação. Foi verificado, no salão principal da Igreja, que existe um espaço entre o piso e o teto de 12,84 metros, variável utilizada na equação 17, proposta pelo método de avaliação de risco em estudo.

Figura 11 - Maior altura livre existente na Igreja da Madre de Deus



Fonte: Próprio autor

Em caso de um princípio de incêndio ou quando as chamas perderem o controle, a presença do corpo de bombeiros local é de suma importância. Importante também é o aparelhamento da instituição tanto em termos de viaturas bem equipadas quanto ao suprimento de pessoal escalado em quantidade suficiente para um combate eficaz ao sinistro. Segundo o Capitão Anderson Castro⁵, o Quartel Central Geral (QCG) do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, unidade que atende a ocorrências no Bairro do Recife, dispõe de duas viaturas do tipo Auto Bomba Tanque, com capacidade para 5.000 litros de água cada, um Auto Tanque, também com suprimento de 5.000 litros, e um Bi Trem, esse com reservatório de 48.000 litros. Ainda segundo o Comandante da 1ª SBI, todos os dias são escalados 16 bombeiros em regime de prontidão 24 horas no quartel.

⁵ Opinião obtida através de entrevista não estruturada em 26 de maio de 2015.

Figura 12 - Viaturas do 1º Grupamento de Incêndio do CBMPE



Fonte: Próprio autor.

Obviamente, de nada adiantaria um corpo de bombeiros bem estruturado se o tempo resposta aos chamados não fosse correspondido. O incêndio logo se alastraria. A distância do quartel aos locais de ocorrência e o trânsito e seus congestionamentos se tornam um inimigo dos bombeiros nessa hora. Através de levantamento feito com o Google Earth, verificou-se que a distância do Quartel Central Geral do CBMPE, onde se localizam as viaturas responsáveis por um possível incêndio no Bairro do Recife, e a Madre de Deus é de aproximadamente 2,6 quilômetros. Essa distância torna-se importantíssima à medida em que foi constatado a ausência de hidrantes públicos de coluna em um raio de cobertura de pouco mais de 100 metros.

Figura 13 - Distância do Quartel Central Geral do CBMPE à Igreja da Madre de Deus



Fonte: Google Earth (2015).

Outra constatação importante é a distância dos hidrantes públicos para a edificação em estudo. Existe um hidrante, o mais próximo, localizado na esquina das ruas Da Moeda e Maria César, distante aproximadamente 181 metros da Igreja, conforme ilustra a foto a seguir:

Figura 14 – Hidrante público mais próximo da Igreja da Madre de Deus



Fonte: Google Earth (2015) e CBMPE (2015).

7.1.2. Análise do Forte do Brum: edificação tombada pelo IPHAN

A Fortaleza de São João Batista do Brum começou a ser construído em 1629 com a finalidade de abrigar armas e pólvoras, como base militar para a guarda de mais um ponto na cidade de Recife. Sua construção foi finalizada pelos holandeses em 1690, sendo sua estrutura basicamente formada por pedras de arrecifes e sua principal ocupação hoje é a de museu, sendo administrada pelo Exército Brasileiro. O Forte foi tombado em 24 de maio de 1938, conforme certidão anexa a este trabalho.

O Forte do Brum fica localizado também no bairro do Recife, assim como a Igreja da Madre de Deus. Na sua vizinhança, potenciais riscos de grandes incêndios, como fábricas, tanques de manipulação de petróleo e seus derivados, grandes galpões e armazéns pertencentes ao Porto de Recife, entre outros.

Favoravelmente, em se tratando de localização, é o fato do Forte dispor na sua calçada principal, um hidrante público de coluna em condições de serem utilizados em caso de incêndios, como ilustra a figura a seguir:

Figura 15 - Hidrante público mais próximo do Forte do Brum.



Fonte: Google Earth (2015) e CBMPE (2015).

Muito embora disponha de um quartel do corpo de bombeiros quase que ao lado, o prédio funciona como um centro de manutenção de viaturas e equipamentos da corporação estadual, não possuindo viaturas de combate a incêndio em seu patrimônio para ocorrências desta natureza, o que torna inócua a sua aproximação com o Forte.

O quartel mais próximo e em condições da edificação é o mesmo da Igreja da Madre de Deus, o Quartel Central do CBMPE, distantes cerca de 3,5 quilômetros um do outro.

Figura 16 – Distância do Quartel Central do CBMPE ao Forte do Brum



Fonte: Google Earth (2015).

Internamente, como sistema preventivo de segurança contra incêndio, o forte dispõe apenas de extintores de incêndios em suas dependências. Ainda assim, percebe-se, pelas fotos, que os extintores existentes (de água pressurizada) não são os adequados para o combate (materiais elétricos energizados) e possuem sinalizações inadequadas (o correto seria a cor branca no lugar da amarela). Utilizando-se da tabela 06, onde são relacionados os critérios para verificação dos requisitos de instalação dos extintores de incêndio, percebe-se que a edificação também descumpre os sub-itens 4, 5, 8, 9, 14 e 15, da mesma forma que a situação existente na igreja da Madre de Deus.

Figura 17 – Extintores inadequado ao risco a proteger



Fonte: Próprio autor.

As estruturas internas, tanto de teto quanto de piso, são em madeira, o que facilita a propagação do fogo pois trata-se de material combustível sem nenhum tratamento antichamas. Ilustra-se na foto a seguir:

Figura 18 – Piso (A) e teto (B) em madeira do Forte do Brum.



Fonte: Próprio autor.

Apesar dessa deficiência, a edificação possui uma arquitetura favorável no que se refere à compartimentação dos pavimentos. Como pode-se perceber na figura 19, muito embora possua dois pavimentos, o acesso ao pavimento superior se dá por uma rampa à céu aberto, o que facilita a exaustão das fumaças provenientes de um possível incêndio.

Figura 19 – Rampa a céu aberto que dá acesso ao pavimento superior do Forte do Brum



Fonte: Próprio autor.

Como mais um exemplo de boa ventilação e dissipação de fumaças, o Forte possui aberturas largas que além da utilidade citada, funciona eficientemente para a evacuação de toda a população prevista para o prédio.

Figura 20 – Abertura na entrada do Forte do Brum



Fonte: Próprio autor.

O Forte possui sua estrutura de fachada e paredes externas composta basicamente por pedras, material altamente resistente ao fogo. Porém, suas divisórias internas são em madeira, o que não facilita a compartimentação horizontal da edificação.

Figura 21 – Estrutura de fachada e divisórias internas do Forte do Brum



Fonte: Próprio autor.

7.1.3 Análise do Edifício Santo Antônio: com limitações estruturais para atendimento as exigências do COSCIP-PE

O Edifício Santo Antônio é um prédio comercial que abriga lojas e escritórios para fins de comércio no centro do Recife, no Bairro de Santo Antônio. A edificação, muito embora não seja tombada pelo IPHAN, é objeto de estudo deste trabalho por apresentar uma característica construtiva que a impede de se adequar às exigências do COSCIP-PE. Tal adequação, explicitada mais a seguir, demandaria grandes mudanças na estrutura do prédio.

A exemplo do Forte do Brum, o edifício possui um hidrante muito próximo à sua entrada principal, como ilustrado na figura a seguir.

Figura 22 – Hidrante público mais próximo do Edifício Santo Antônio



Fonte: Google Earth (2015) e CBMPE (2015).

O prédio comercial é ainda mais próximo do Quartel Central do CBMPE (dois quilômetros de distância) o que melhora o tempo-resposta em caso de ocorrências de incêndio.

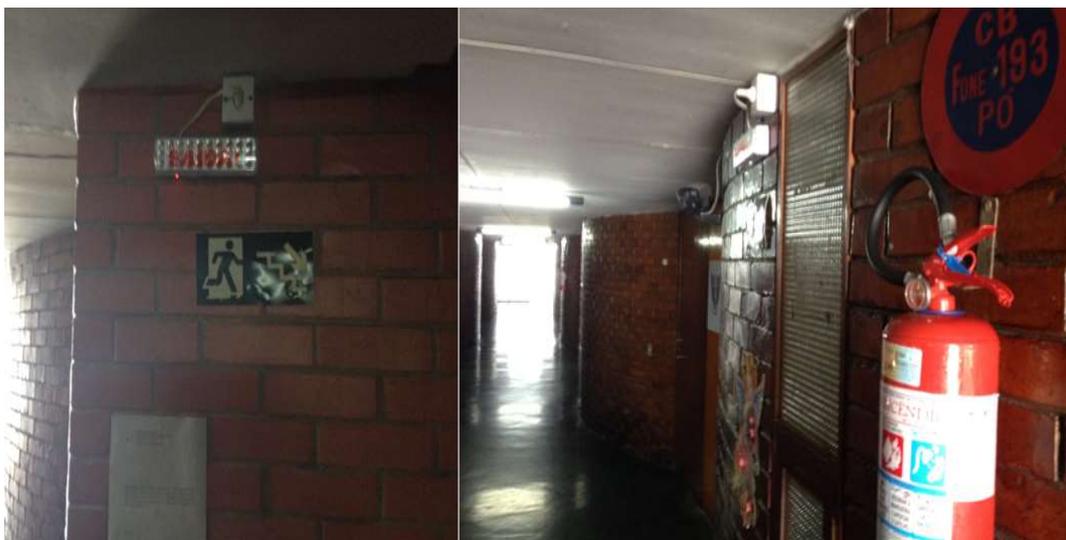
Figura 23 – Distância do Quartel Central do CBMPE ao Edifício Santo Antônio



Fonte: Google Earth (2015).

Internamente, o edifício é dotado de sistemas de sinalização e iluminação de emergência, extintores de incêndio e hidrantes prediais. Como ilustrado na Figura 24.

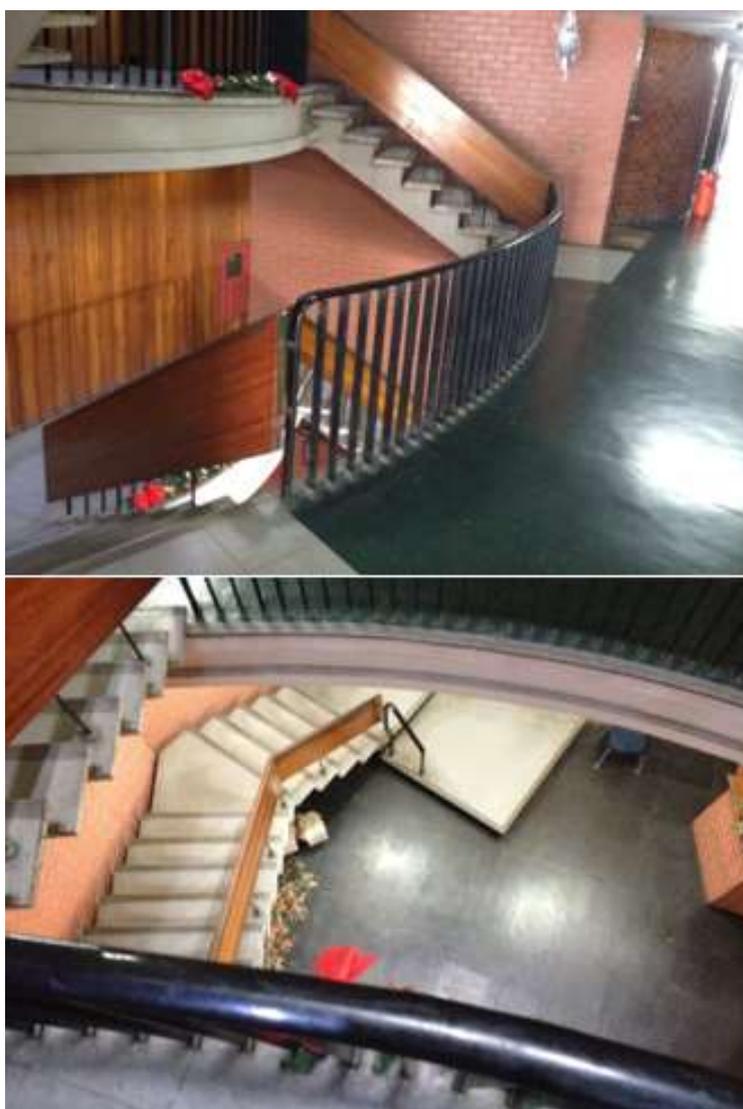
Figura 24 – Sistemas de prevenção contra incêndio existentes no Edifício Santo Antônio



Fonte: Próprio autor.

Muito embora seja dotado destes sistemas, de acordo com a legislação vigente, a edificação necessitaria de sistema de detecção e alarme de incêndio, preventivos que não eram exigidos no ano de sua concepção em projeto e posterior construção. Além disso, com o incremento de maiores exigências para os conceitos de compartimentação vertical através da publicação do COSCIP-PE em 1997, passou-se a ser obrigado, para construção com as suas características, a existência de escadas dotadas de caixas enclausuradas por portas corta-fogo. A figura 25 ilustra essa deficiência:

Figura 25 – Inexistência de compartimentação vertical no Edifício Santo Antônio



Fonte: Próprio autor.

Dessa forma, para fins de obtenção da documentação legal que atesta as condições mínimas de segurança emitido pelo corpo de bombeiros, o prédio não satisfaz a todas as

alguns critérios de dimensionamento e, para que sejam exigidos alguns sistemas, parâmetros devem ser observados nessas edificações para que o enquadramento dos prédios seja processado. A seguir, um quadro resume as características da Igreja da Madre de Deus, Forte do Brum e Edifício Santo Antônio e processa as suas necessidades, comparando-as com o existente *in loco*. Prudente ressaltar que a não observância de apenas um dos requisitos estabelecidos no COSCIP-PE é o suficiente para que a edificação seja reprovada pela fiscalização do CBMPE e não obtenha sua liberação legal para funcionar.

Quadro 08 - Dimensionamento de sistemas preventivos para as edificações em estudo segundo o COSCIP-PE

	Igreja Madre de Deus	Forte do Brum	Edf. Santo Antônio
Ocupação	Templos religiosos (Tipo “P”)	Especial (Tipo “Q”)	Comercial (Tipo “E”)
Classe de Risco	A	A	B
Altura da edificação (em metros)	12,15	7,54	21,83
Área construída (em m²)	1.041,83	2.211, 44	5.056,58
Número de pavimentos	03	02	06
Sistemas existentes	Extintores de incêndio de pó químico seco e escada comum	Extintores de pó químico seco e água pressurizada.	Extintores de pó químico seco e dióxido de carbono, escada comum, hidrantes prediais, iluminação e sinalização de emergência, sistema de proteção contra descargas atmosféricas.
Sistemas exigidos	Extintores de incêndio de pó químico seco, água e dióxido de carbono, sistema de iluminação de emergência, sinalização de emergência, sistemas de hidrantes, sistema de proteção contra descargas atmosféricas e escadas protegidas e enclausuradas	Extintores de dióxido de carbono, hidrantes prediais, alarme manual de incêndio, sinalização e iluminação de emergência.	Além dos existentes, sistema de detecção e alarme de incêndio, sistema de chuveiros automáticos e escada enclausurada.

Fonte: SUSEP (1978) e PERNAMBUCO (1997).

7.3 Verificação do Método de Gretener adaptado por Silva e Coelho Filho

Utilizando-se a planilha de cálculo do fator global de segurança apresentada no Apêndice A e com as informações previstas no Método de Gretener adaptado por Silva e Coelho Filho (2007), calculou-se o fator global de segurança para a verificação dos requisitos para a satisfação da segurança. As figuras 27, 28 e 29 apresentam os cálculos realizados para as três edificações em análise tem em vista dados coletados através de análise documental, entrevistas e visitas *in loco*.

Figura 27 - Planilha de cálculo do fator global de segurança da Igreja da Madre de Deus

DETERMINAÇÃO DO FATOR GLOBAL DE SEGURANÇA												
EDIFICAÇÃO: IGREJA DA MADRE DE DEUS												
ENDEREÇO: Rua da Madre de Deus, nº 300, Bairro do Recife, Recife-PE												
FATORES ASSOCIATIVOS											FATORES	
n_1	0,9	n_2	0,8	n_3	0,42	n_4	0,9	n_5	0,8	n_6	100	$N = \prod_{i=1}^6 n_i$
s_1	1	s_2	1	s_3	1,2	s_4	1	s_5	1	s_6	1	$S = \prod_{i=1}^6 s_i$
e_1	1,15	e_2	1,075	e_3	1	e_4	1,44886667	v	0,09555	A_c	0	$E = \prod_{i=1}^4 e_i$
TRF_e	30	TRF_f	30	f	1	k	1	i	1,1	h	1,574849777	$R = q.c.f.k.i.h.a$
q	1,03402	c	1	f	1	k	1	i	1,1	h	Edifícios de múltiplos andares	$M = \frac{\beta}{13 - \frac{H}{6} - \log A}$
q_f	200	β	10	H	12,84	R	1,44143909	M	1,215579	I	0,85	$\gamma_{fi} = 1,3 \frac{N.S.E}{R.M.I}$
A	430	β	10	H	12,84	R	1,44143909	M	1,215579	I	0,85	$\gamma_{fi} = 0,408484097$
A	430	β	10	H	12,84	R	1,44143909	M	1,215579	I	0,85	$\gamma_{fi} = 0,408484097$
N	0,217728	S	1,2	E	1,791161417	R	1,44143909	M	1,215579	I	0,85	$\gamma_{fi} = 0,408484097$
VALORES DOS FATORES											FATOR GLOBAL DE SEGURANÇA	
N	0,217728	S	1,2	E	1,791161417	R	1,44143909	M	1,215579	I	0,85	$\gamma_{fi} = 0,408484097$

Fonte: Próprio autor.

Figura 29 – Planilha de cálculo do fator global de segurança do Edifício Santo Antônio

DETERMINAÇÃO DO FATOR GLOBAL DE SEGURANÇA												
EDIFICAÇÃO: EDIFÍCIO SANTO ANTÔNIO												
ENDEREÇO: AVENIDA DANTAS BARRETO, N 191, SANTO ANTÔNIO - RECIFE-PE.												
FATORES ASSOCIATIVOS												
FATORES												
n_1	0,9	n_2	0,8	n_3	0,7	n_4	0,9	n_5	0,8			
s_1	1	s_2	1,05	s_3	1,5	s_4	1	s_5	1	s_6	1	
e_1	1,3	e_2	1,15	e_3	1,295	e_4	0,870666667					
TRF ₁	60	TRF ₂	60	v	0,011	A_c	180					
q	1,43539332	c	1,2	f	1,2	k	1,2	i	1	h	0,85	a
q_{fi}	800	β	10	H	3							
A	180	M	0,9761186	R	1,68563243	S	1,58	E	1,49	I	1	a
VALORES DOS FATORES												
N	0,36288	S	1,58	E	1,68563243	R	1,49	M	0,9761186	I	1	a
$N = \prod_{i=1}^5 n_i$ $S = \prod_{i=1}^6 s_i$ $E = \prod_{i=1}^4 e_i$ $R = q \cdot c \cdot f \cdot k \cdot i \cdot h \cdot a$ $M = \frac{\beta}{13 - \frac{H}{6} - \log A}$												
FATOR GLOBAL DE SEGURANÇA												
$Y_A = 1,3 \frac{N \cdot S \cdot E}{R \cdot M \cdot I}$ $Y_A = 0,861120572$												

Fonte: Próprio autor.

Constata-se, mediante o processamento dos dados coletados que as edificações também não satisfazem aos critérios de avaliação do método proposto no trabalho, obtendo índices abaixo de 1, valor mínimo requerido para atestar a segurança do local. Resumidamente, o quadro 09 apresenta os resultados da aplicação da planilha do método adaptado de Gretener para as três edificações analisadas no contexto atual e com possíveis mudanças a fim de melhorar as condições de segurança das edificações. O quadro indica qual o índice obtido nas condições atuais das edificações pelo método de Gretener adaptado, as mudanças sugeridas e qual o índice após a possível aplicação dessas mudanças.

Quadro 09 – Sugestões de mudanças para atendimento ao método proposto

Edificação	Índice anterior	Mudanças sugeridas	Índice após as mudanças
Igreja da Madre Deus	0,41	Redimensionamento e recarga dos extintores, treinamento de funcionários, vigilância noturna com acesso ao telefone, instalação de sistema de detecção WI-FI (sem intervenção estrutural), instalação de extinção a gás, redimensionamento da rede de hidrantes públicos (benefícios a outras edificações);	0,97
Forte do Brum	0,83	Recarga dos extintores de incêndio e instalação do agente extintor adequado e instalação de detecção e alarme de incêndio modo WI-FI (sem intervenção estrutural).	1,21
Edifício Santo Antônio	0,86	Instalação de detecção e alarme de incêndio	1,38

Fonte: Próprio autor.

As sugestões propostas vislumbram os menores transtornos do ponto de vista de intervenções estruturais e custos. A instalação de detectores de incêndio (fumaça, chamas ou de aumento de temperatura) na modalidade WI-FI não demanda a previsão de fiação e conduítes, muito menos alterações em paredes ou no teto para passagem da fiação elétrica. Treinamento de pessoal para uso de extintores, com o incremento de pessoal para vigilância, redimensionamento correto dos aparelhos extintores são ações sem nenhum transtorno físico à edificação e que, de fato, fazem a diferença em um incêndio tendo em

vista que quanto mais rápido seja detectado o sinistro e extinto ainda em seu princípio, naturalmente, as consequências serão mínimas.

8 CONCLUSÕES

Como proposta do trabalho, foram avaliadas três edificações no intuito de verificar se cumprem os requisitos mínimos de segurança vigentes em Pernambuco, através da Lei 11.186, de 22 de dezembro de 1994, estabelecidos pelo Decreto 19644, de 13 de março de 1997, que instituiu o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (especificado neste trabalho como método do COSCIP-PE).

O trabalho constatou que a legislação de segurança contra incêndio e pânico vigente em Pernambuco caminha na contramão do que seguem outros estados da federação. Com sua legislação no tema datada de aproximadamente duas décadas atrás, não acompanhou o desenvolvimento das novas arquiteturas, dos novos sistemas construtivos implantados e dos mais atualizados equipamentos de combate. Resultado disso, é que até os dias atuais 3.000 processos de solicitação de emissão de Atestados de Regularidades, conformando a segurança contra incêndio e pânico de determinados empreendimentos, encontram-se travados pelas exigências do Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do estado de Pernambuco (COSCIP-PE, 1997), ao tempo em que 500 solicitações de adequações ou substituições de sistemas foram protocolados no Centro de Atividades Técnicas da Região Metropolitana do Recife somente no ano de 2015, órgão operativo do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, responsável pelas fiscalizações.

Após o enquadramento da legislação às edificações, através de coleta de dados nos prédios e em seus entornos, procurou-se listar as suas deficiências, relacionando as suas necessidades. Além disso, o método de avaliação de riscos de incêndio proposto pelo engenheiro suíço Max Gretener (Método de Gretener) foi aplicado como alternativa àquelas construções que não conseguirem se ajustar aos preceitos legais da segurança contra incêndio em vigência, até mesmo como uma alternativa da manutenção da segurança sem demandarem grandes alterações estruturais ou o desprendimento de altos custos para as adequações exigíveis.

As três edificações escolhidas foram reprovadas pelos critérios estabelecidos no COSCIP-PE. Como tratado no capítulo 7 deste trabalho, apenas a inobservância de um dos critérios estabelecidos na legislação do estado de Pernambuco, já é o suficiente para a não obtenção do Atestado de Regularidade do CBMPE. Ao aplicar-se o método de Gretner adaptado,

igualmente, as três edificações foram reprovadas. A partir de então, algumas modificações foram testadas prioritariamente aquelas em que não causariam mudanças estruturais para a busca da satisfação do método proposto neste trabalho.

Duas dessas edificações são tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Como tais, algumas intervenções não são recomendadas e feririam normativos de preservação do patrimônio. Procurou-se, assim, propor alternativas através de uma adaptação do método de Gretener, proposta pelos pesquisadores Silva e Coelho Filho (2007).

Uma delas é a Igreja da Madre de Deus. Observou-se que, de acordo com os parâmetros utilizados para o dimensionamento dos sistemas de segurança, a edificação deveria ser dotada de alguns sistemas (extintores de incêndio de pó químico seco, água e dióxido de carbono, sistema de iluminação de emergência, sinalização de emergência, sistemas de hidrantes, sistema de proteção contra descargas atmosféricas e escadas protegidas e enclausuradas), quando foi observada apenas a existência de extintores de incêndio de pó químico seco e escada comum. Pelo procedimento de análise de condições de segurança atuais, a igreja não estaria satisfazendo os requisitos legais caso quisesse ser atestada pelo corpo de bombeiros de Pernambuco como uma construção segura, pelo simples fato de não possuir apenas um dos sistemas listados acima.

Ao aplicar-se o método proposto por Silva e Coelho Filho, percebeu-se também que não atendia ao índice mínimo exigido. Porém, as intervenções e instalações para o cumprimento deste método são bem menos invasivas e complexas do que as estabelecidas por lei em Pernambuco (incluindo: redimensionamento e recarga dos extintores, treinamento de funcionários, vigilância noturna com acesso ao telefone, instalação de sistema de detecção WI-FI, instalação de extinção a gás, redimensionamento da rede de hidrantes públicos que traria benefícios a outras edificações).

A outra edificação tombada pelo IPHAN, alvo do estudo, é o Forte do Brum, também localizado no Bairro do Recife Antigo, assim como a Igreja da Madre de Deus. A edificação também apresenta problemas quanto à deficiência de sistemas preventivos (a saber: extintores de dióxido de carbono, hidrantes prediais, alarme manual de incêndio, sinalização e iluminação de emergência).

Aplicando-se o método proposto, a edificação atinge o índice de 0,83, necessitando de poucos ajustes como a recarga dos extintores de incêndio e instalação do agente extintor adequado além da instalação de detecção e alarme de incêndio modo WI-FI (sem intervenção estrutural) para já ultrapassar o mínimo exigido e atingir o índice de 1,21.

Por fim, na análise de uma terceira edificação (esta não tombada pelo IPHAN), um prédio comercial no centro do comércio de Recife, observou-se que esta também não estava em acordo com a legislação estadual vigente. Ao vislumbrar a instalação de detecção e alarme de incêndio, o edifício saltaria do índice 0,86 para o 1,38.

Diante destes resultados, percebeu-se que existem vários caminhos de se atestar a segurança contra incêndio das edificações. Mostrou-se na revisão da literatura deste trabalho que muito embora o normativo vigente seja implacável (onde apenas a não observância de apenas um item de segurança já ensejaria a reprovação da edificação) ele permite a adoção de medidas alternativas para o suprimento dos conceitos de prevenção contra incêndio. Então, a aplicação do método de Gretener com as adaptações propostas por Silva e Coelho Filho mostrou-se ser um caminho para soluções menos invasivas às estruturas dos prédios e possivelmente mais econômicas.

Tal estudo e conclusão podem se tornar um caminho a ser seguido por proprietários ou responsáveis por edificações que não conseguem ou ao menos teriam dificuldades de adequação dos requisitos presentes no Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico de Pernambuco, acarretando a impossibilidade de obtenção dos alvarás de funcionamento, causando perda no comércio com a não abertura de postos de trabalho, a perda de fontes de consumo e arrecadação de impostos etc, perdendo, com isso, a sociedade e o governo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14276: Programa de brigada de incêndio**. Rio de Janeiro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-1: Edificações habitacionais — Desempenho**. Rio de Janeiro, 2006.
- BARRA, C.P., RODRIGUES, J. P., FITZGERALD, R.W. Avaliação do risco de incêndio dum edifício de triagem de resíduos sólidos urbanos. Comparação entre a aplicação do método de Gretener e o FRAME. **Revista Territorium**, Lisboa, Portugal, v. 21, p. 147-156, 2014.
- BOYD, H. W.; WESTFALL, R. **Pesquisa mercadológica: texto e casos**. 7.ed. Rio de Janeiro: FGV, 1987.
- BRADLEY, Carol; RIBEIRO, Mário; MOURA, Carlos André Silva. **Revista Expediente**, Recife. v 1. n 2. Novembro, 2011.
- BRASIL, 1978. **Circular da Superintendência de Seguros Privados do Brasil nº 019**, de 17 de março de 1978.
- BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>
- BRASIL. **Lei nº 9.503**. Código de trânsito brasileiro, 1997.
- BRASIL. **Portaria nº 412**, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e do Comércio Exterior, de 24 de outubro de 2011.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. **Normas Regulamentadoras**. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 14 jan. 2014.
- BRENTANO, Telmo. **A proteção contra incêndios no projeto de edificações**. 1.ed. Porto Alegre: Editora PURS, 616 p, 2007.
- BRENTANO, Telmo. **A proteção contra incêndios no projeto de edificações**. 1. ed. Porto Alegre: Editora PURS, 630 p, 2015.
- BUKOWSKI, R.W. **An Overview of Fire Hazard and Fire Risk Assessment in Regulation**. ASHRAE Transactions: Symposia, v.112, n.1, p.387-393, 2006.
- CALIXTO, E. Uma metodologia para gerenciamento de risco em empreendimentos: Um estudo de caso na Indústria de petróleo. **XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP/ABEPRO**, 2006.

CAMPOS, Márcio Roberto de. **Projeto e implementação de um serviço de interpretação de contexto em apoio à preparação e resposta a emergências**. São Paulo: UFSCar, 2011. 141f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2011.

CARNEIRO, L. G., XAVIER, A. A. P. Adaptação do método de Gretener a legislação de prevenção contra incêndios – proposta para o código do estado do Paraná. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 11-23, Paraná, 2011.

CARVALHO, Filipa; MELO, Rui Bettencourt. Avaliação de riscos: comparação entre vários métodos de avaliação de riscos de natureza semi-quantitativa. **Revista Territorium**, Lisboa, Portugal, v.18, p 43-54, 2011.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CUMBANE, R. N. Análise do Risco de Incêndios Urbanos no Município de Maputo em Moçambique. **Tese (Doutorado em Território, risco e políticas públicas)**. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Aveiro, Moçambique, 2015.

DEMO, P. **Avaliação qualitativa**. 7.ed. Campinas: Autores Associados, 2002.

RUI, F., RODRIGUES, J. P. C., COELHO, A.L. Avaliação do risco de incêndio em centros urbanos antigos parte I – Aplicação do Método de ARICA ao centro histórico do Funchal. **Revista Territorium**, Lisboa, Portugal, v. 18, p. 99-107, 2011.

FITZGERALD, R. W. **Fundamentals of fire safe building design**. Eighteenth Edition, 1997, Second printing, 2000. Quincy, Massachusetts.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GUERRA, Raphael; PASSOS, Tânia. Bairro do Recife se torna laboratório urbanístico. **Diário de Pernambuco**, Recife, abr. 2014. Disponível em: < http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2014/04/19/interna_vidaurbana,499894/bairro-do-recife-se-torna-laboratorio-urbanistico.shtml> Acesso em: 25 mai. 2015.

JENSEN, N., JORGENSEN, S. B. **Taking credit for loss control measures in the plant with the likely loss fire and explosion index (LL-F&EI)**. Process Safety and Environment Protection, 85(B1), p 51-58, 2007.

JORNAL DO SENADO. **Comissão sugere código nacional contra incêndio**. Disponível em: < <http://www12.senado.gov.br/jornal/edicoes/2013/05/24/comissao-sugere-codigo-nacional-contra-incendio>> Acesso em: 11 de fevereiro de 2016.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LAWLEY, H. G. Operability studies and hazard analysis. **Chemical Engineering Progress**. New York, USA, v.70, n.4, p 45-56, 1974.

LEITE, Rogério Proença. Patrimônio e enobrecimento do bairro do Recife. **Revista CPC**, São Paulo, v.1, n.2, p.17-30, maio/out. 2006.

MACEDO, M. J. M. **Método de Gretener**. 1. ed. Lisboa: Editora Dashofer Holding Ltda, 2008. 121 p. (Verlag Dashofer).

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MUÑOZ, José Luis Villanueva. Evaluación del riesgo de incendio. Método de Gustav Purt. **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo**. Madri, 1984.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). **Fire Protection Handbook**. 18Th Ed. A. E. Cote (ed.) Massachusetts: Quincy, National Fire Protection Association, 2002.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). **Life safety code**: NFPA 101, 2002.

NAVARRO, Antônio Fernando. **Metodologias de mensuração de riscos**. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/antoniofernandonavarro1/metodologias-de-mensurao-de-riscos>>. Acesso em: 15 setembro 2015.

OLIVEIRA, Maxweel Ferreira de. **Metodologia científica**: um manual para a realização de pesquisas em administração. Catalão: UFG, 2011.

ONO, Rosaria. Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97-113, jan./mar. 2007.

PARANÁ. **Norma de Procedimento Técnico 016 do Corpo de Bombeiros Militar do Paraná**: Plano de emergência contra incêndio, 2011.

PARANÁ. **Norma de Procedimento Técnico 008 do Corpo de Bombeiros Militar do Paraná**: Resistência ao fogo dos elementos de construção, 2012.

PEÑA, José Fuertes; ROMERO, Juan Carlos Rubio. Análisis comparativo de los principales métodos de evaluación del riesgo de incendio. **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo**. Madri, 2003.

PERNAMBUCO. **Decreto-Lei nº 19.644**. Regulamenta o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP-PE), de 13 de março de 1997.

PERNAMBUCO. **Decreto-Lei nº 36.284**. Altera o Anexo Único do Decreto nº 18.251 de 21 de dezembro de 1994, e alterações, que aprova o Regulamento Geral do fornecimento de Água e da Coleta de Esgotos, realizadas pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, de 02 de março de 2011.

PONTES, R., LEITE, M.S., DUARTE, D. UMA FILOSOFIA PARA O GERENCIAMENTO DOS RISCOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGP/ABEPRO**, 1998. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art367.pdf> Acesso em: 15 set 2015.

RECIFE. **Decreto-Lei nº 17.511**. Plano Diretor da Cidade de Recife, 2008.

REY, E., AGUAYO, F., PERALTA, M. E., LAMA, J. R., ÁVILA, M. J. Integración de métodos escalares y vectoriales en la evaluación del riesgo de incendio en el ciclo de vida de una construcción. **Informes de la Construcción**, v.67, n 539, Sevilla, Espanha, 2015.

RODRIGUES, L. M. P. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS NO CENTRO HISTÓRICO DO PORTO. **Dissertação (Mestrado em Construção de Edifícios)**. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2009.

SÃO PAULO. **Instrução Técnica 043 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo**: Adaptação às normas de segurança contra incêndio – edificação existentes, 2011.

SÃO PAULO. **Instrução Técnica 016 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo**: Plano de emergência contra incêndio, 2015.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa das relações sociais**. São Paulo: Herder, 1965.

SILVA, Andreza Carla Procoro. Gerenciamento de riscos de incêndios em espaços urbanos históricos: uma avaliação com enfoque na percepção do usuário. 207 pg. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2006.

SILVA, V. P. COELHO FILHO, H. S.. Índice de segurança contra incêndio para edificações. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 103-121, out./dez. 2007.

VALENTÍN, L.R.L. **La Evaluación del Riesgo de Incendios**. Espanha, 2009. Disponível em: <<http://www.monografias.com/trabajos71/evaluacion-riesgoincendios/evaluacion-riesgo-incendios2.shtml>> Acessado em: 13 set. 2015.

VENEZIA, A. P. P. G. Avaliação de risco de incêndio para edificações hospitalares de grande porte - uma proposta de método qualitativo para análise de projeto. **Tese (Doutorado em Arquitetura)**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

WANG, Ji; SONG, Weg-hua. Fire and Explosion Index calculation method incorporating classified safety measure credits. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**. v26, p 1128-1333, 2003.

WATTS, J.; HALL, J.R. **Introduction to Fire Risk Analysis**. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3Th Ed., sec.5, cap.1, Quincy: NFPA, 5/1-7p., 2002.

ZÁRATE, Diana Lira. MOREIRA, Fernando Diniz. Conservação da autenticidade em centros históricos: um estudo sobre o pólo alfândega no Recife. **Textos para discussão**. V 48, Olinda, 2010.

ANEXO A

VALORES DOS FATORES A SEREM UTILIZADOS NO MÉTODO PROPOSTO

Ocupação/Uso	Descrição	Carga de incêndio (q _f) em MJ/m ²	q	c	r	k	I	M
Residencial	Alojamentos estudantis	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	9
	Apartamentos	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	9
Serviços de hospedagem	Hotéis	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	9
	Motéis	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	9
	Apart-hotéis	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	9
Comercial varejista, Loja	Açougue	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	-
	Antiquidades	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Aparelhos domésticos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.20	-
	Armarinhos	800	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Armas	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	-
	Artigos de bijouteria, metal ou vidro	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Artigos de cera	2100	1.7	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Artigos de couro, borracha, esportivos	800	1.4	1.0	1.2	1.0	0.85	-
	Automóveis	200	1.0	1.4	1.2	1.0	1.20	10
	Bebidas destiladas	500	1.3	1.6	1.0	1.0	1.45	-
	Brinquedos	500	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	-
	Calçados	500	1.3	1.2	1.2	1.0	0.85	-
	Drogarias (incluindo depósitos)	1000	1.5	1.6	1.2	1.0	1.00	-
	Ferragens	300	1.2	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Floricultura	80	0.8	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Galeria de quadros	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Livrarias	1000	1.5	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Lojas de departamento ou centro de compras (Shoppings)	800	1.4	1.2	1.2	1.2	1.00	10
	Máquinas de costura ou de escritório	300	1.1	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Materiais fotográficos	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	-
	Móveis	400	1.2	1.2	1.2	1.0	0.85	-
	Papelarias	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Perfumarias	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos têxteis	600	1.3	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Relojoarias	600	1.3	1.2	1.0	1.2	0.85	-
	Supermercados	400	1.2	1.2	1.2	1.2	1.00	10
	Tapetes	800	1.4	1.2	1.2	1.0	0.85	-
	Tintas e vernizes	1000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.00	-
	Verduras frescas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	-
	Vinhos	200	1.0	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Vulcanização	1000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	-

Ocupação/Uso	Descrição	Carga de incêndio (q _f) em MJ/m ²	q	c	r	k	I	M
Serviços profissionais, pessoais e técnicos	Agências bancárias	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	10
	Agências de correios	400	1.2	1.2	1.0	1.0	0.85	10
	Centrais telefônicas	200	1.0	1.2	1.0	1.2	1.00	-
	Cabeleireiros (cosméticos)	200	1.0	1.6	1.0	1.0	1.45	-
	Copiadora (fotocópia)	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Encadernadoras	1000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Escritórios	700	1.4	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Estúdios de rádio ou de televisão ou de fotografia	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.00	-
	Laboratórios químicos	500	1.3	1.6	1.0	1.2	1.45	-
	Laboratórios (outros)	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.00	-
	Lavanderias	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Oficinas elétricas	600	1.3	1.0	1.2	1.0	1.00	-
	Oficinas hidráulicas ou mecânicas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Processamentos de dados	400	1.2	1.2	1.2	1.2	1.00	-
Educacional e cultura física	Academias de ginástica e similares	300	1.0	1.0	1.0	0.85	1.00	-
	Pré-escolas e similares	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	10
	Creches e similares	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	11
	Escolas em geral	300	1.1	1.0	1.0	1.0	0.85	10
Locais de reunião de público	Bibliotecas	2000	1.7	1.2	1.0	1.0	0.85	-
	Cinemas, teatros e similares	600	1.3	1.1	1.0	1.0	1.00	10
	Clubes sociais, boates e similares	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	11
	Igrejas e templos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	0.85	10
	Museus	300	1.1	1.2	1.0	1.2	0.85	10
	Restaurantes	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	10
Serviços automotivos e assemelhados	Estacionamentos	200	1.0	1.4	1.2	1.0	1.00	9
	Oficinas de conserto de veículos e manutenção	300	1.1	1.4	1.2	1.2	1.20	-
	Hangares	200	1.0	1.4	1.2	1.2	1.20	-
Serviços de saúde e Institucionais	Asilos	350	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	11
	Clínicas e consultórios médicos ou odontológicos.	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Hospitais em geral	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	11

Ocupação/Uso	Descrição	Carga de incêndio (q _f) em MJ/m ²	q	c	r	k	I	M
Industrial	Aparelhos eletroeletrônicos, fotográficos, ópticos	400	1.2	1.0	1.2	1.2	1.20	-
	Acessórios para automóveis	300	1.1	1.2	1.2	1.2	0.85	-
	Acetileno	700	1.4	1.6	1.0	1.0	0.85	10
	Alimentação	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Artigos de borracha, cortiça, couro, feltro, espuma	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Artigos de argila, cerâmica ou porcelanas	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Artigos de bijuteria	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Artigos de cera	1000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Artigos de gesso	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Artigos de mármore	40	0.6	1.0	1.0	1.0	0.85	-
	Artigos de peles	500	1.3	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Artigos de tabaco	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Artigos de vidro	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Automotiva e autopeças (exceto pintura)	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.20	-
	Automotiva e autopeças (pintura)	500	1.3	1.4	1.2	1.2	1.45	10
	Aviões	600	1.3	1.4	1.2	1.2	1.20	-
	Balanças	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.20	-
	Baterias/Acumuladores	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Bebidas destiladas	500	1.3	1.6	1.0	1.0	1.45	-
	Bebidas não alcoólicas	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Bicicletas	200	1.0	1.0	1.2	1.0	1.20	-
	Brinquedos	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Café	400	1.2	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Caixotes, barris ou pallets de madeira	1000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Calçados	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Cera de polimento	2000	1.7	1.4	1.2	1.0	1.20	10
	Cerâmica	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Cereais	1700	1.6	1.4	1.0	1.0	1.45	-
	Cervejarias	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Chocolate	400	1.2	1.0	1.0	1.0	1.20	-
	Cimento	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Cobertores, tapetes	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Colas	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Colchões (exceto espuma)	500	1.3	1.4	1.2	1.0	1.20	-
	Condimentos, conservas	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Confeitarias	400	1.2	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Congelados	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Couro sintético	1000	1.5	1.2	1.2	1.2	1.00	-
	Defumados	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.2	-
	Discos de música	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	-
	Doces	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Espumas	3000	1.8	1.4	1.2	1.0	1.20	-

Ocupação/Us	Descrição	Carga de incêndio (q _f) em MJ/m ²	q	c	r	k	I	M	
	Farinhas (amido/albumina)	2000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.45	-	
	Feltros	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	-	
	Fermentos	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	-	
	Fiações	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-	
	Fibras sintéticas	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	-	
	Fios elétricos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.00	-	
	Flores artificiais	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	-	
	Forragem	2000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.20	-	
	Fundições de metal	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	-	
Industrial	Refrigeradores	1000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.00	--	
	Gelatinas	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.20	--	
	Gesso	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-	
	Gorduras comestíveis	1000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20		
	Gráficas (empacotamento)	2000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.00	-	
	Gráficas (produção)	400	1.2	1.6	1.2	1.0	1.45	-	
	Guarda-chuvas	300	1.1	1.2	1.0	1.0	1.00	-	
	Instrumentos musicais	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	-	
	Janelas e portas de madeira	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.45	-	
	Jóias	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-	
	Laboratórios farmacêuticos	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.00	-	
	Laboratórios químicos	500	1.3	1.6	1.0	1.2	1.45	-	
	Lápis de madeira	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.45	-	
	Lâmpadas	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	-	
	Laticínios	200	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-	
	Malharias	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.0	-	
	Máquinas de lavar de costura ou de escritório	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.00	-	
	Massas alimentícias	1000	1.6	1.2	1.0	1.0	1.20	-	
	Mastiques	1000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	-	
	Materiais sintéticos ou plásticos	2000	1.7	1.4	1.2	1.1	1.45	-	
	Materiais sintéticos ou plásticos (artigos em)	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.45	-	
	Materiais sintéticos ou plásticos (estampagem)	400	1,2	1,2	1,2	1,0	1,00		
	Metalúrgica	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-	
	Montagens de automóveis	300	1.1	1.3 1.2	1.2	1.2	1.20	-	
	Motocicletas	300	1.1	1.2	1.2	1.0	1.20	-	
	Motores elétricos	300	1.1	1.0	1.2	1.0	1.20	-	
	Móveis	600	1.3	1.2	1.0	1.0	1.20	-	
	Óleos comestíveis	1000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	-	
	Padarias	1000	1.5	1.2	1.2	1.0	1.20	-	
	Papéis (acabamento)	500	1.3	1.2	1.0	1.0	1.00	-	
	Papéis (preparo de celulose)	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.85	-	
		Papéis (procedimento)	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-

Ocupação/Uso	Descrição	Carga de incêndio (q _f) em MJ/m ²	q	c	r	k	I	M
Industrial	Papelões betuminados	2000	1.7	1.4	1.2	1.0	1.45	-
	Papelões ondulados	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Pedras	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Perfumes	300	1.1	1.6	1.0	1.0	1.45	-
	Pneus	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Produtos adesivos	1000	1.5	1.6	1.2	1.0	1.45	-
	Produtos de adubo químico	200	1.0	1.4	1.0	1.0	1.20	-
	Produtos alimentícios (expedição)	1000	1.5	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos com ácido acético	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos com ácido carbônico	40	0.6	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos com ácido inorgânico	80	0.8	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos com alcatrão	800	1.4	1.4	1.2	1.0	1.20	-
	Produtos com amido	2000	1.7	1.4	1.0	1.0	1.45	-
	Produtos com soda	40	0.6	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Produtos de limpeza	2000	1.7	1.4	1.2	1.0	1.20	-
	Produtos graxos	1000	1.5	1.4	1.2	1.0	1.20	-
	Produtos refratários	200	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	-
	Rações	2000	1.7	1.2	1.0	1.0	1.20	-
	Relógios	300	1.1	1.0	1.0	1.2	1.00	-
	Resinas	3000	1.8	1.6	1.2	1.0	1.45	-
	Roupas	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Sabões	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Sacos de papel	800	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Sacos de juta	500	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Sorvetes	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Sucos de fruta	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Tapetes	600	1.3	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Têxteis em geral	700	1.4	1.2	1.2	1.0	1.0	-
	Tintas e solventes	4000	1.9	1.6	1.2	1.0	1.80	10
	Tintas látex	800	1.4	1.2	1.2	1.0	1.20	-
	Tintas não-inflâmaveis	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Transformadores	300	1.1	1.2	1.2	1.2	1.20	-
	Tratamento de madeira	3000	1.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Tratores	300	1.1	1.0	1.0	1.0	1.20	-
	Vagões	200	1.0	1.2	1.2	1.0	1.00	-
	Vassouras ou escovas	700	1.4	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Velas de cera	1300	1.6	1.2	1.0	1.0	1.00	-
	Vidros ou espelhos	200	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	-
	Vinagres	80	0.8	1.0	1.0	1.0	1.00	-

ANEXO B
CERTIDÃO DE TOMBAMENTO DA IGREJA DA MADRE DE DEUS EMITIDA
PELO IPHAN

ANEXO C

CERTIDÃO DE TOMBAMENTO DO FORTE DO BRUM EMITIDA PELO IPHAN



MINISTÉRIO DA CULTURA
SECRETARIA DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL

CERTIDÃO

Em cumprimento ~~ao despacho~~ à determinação do Senhor Secretário do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional do Ministério da // Cultura, C E R T I F I C O, que revendo o Livro do Tombo Histórico da Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, instituído pelo Decreto-lei número vinte e cinco, de trinta de novembro de mil novecentos e trinta e sete, dele // consta o seguinte a folhas nove: "Número de Inscrição: quarenta e três; Obra: Fortaleza do Brum; Natureza da Obra: Arquitetura Militar; Situação: Município de Recife, Estado de Pernambuco; Proprietária: União Federal; Processo número: cento e 7 um traço T traço trinta e oito; Caráter do Tombamento: Ex-offício; Data da Inscrição: vinte e quatro de maio de mil novecentos e trinta e oito." C E R T I F I C O, ainda, que revendo o Livro do Tombo das Belas Artes da Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, igualmente instituído pelo Decreto-lei número vinte e cinco, de trinta de novembro de mil novecentos e trinta e sete, dele consta o seguinte a folhas quinze: "Número de Inscrição: oitenta e três; Obra: Fortaleza do Brum; Natureza da Obra: Arquitetura Militar; Situação: Município de Recife, Estado de Pernambuco; Proprietária: União Federal; Processo Número: cento e um traço T traço trinta e oito; Caráter do Tombamento: Ex-offício; Data da Inscrição: vinte e quatro de maio de mil novecentos e trinta e oito." É por ser verdade, eu, Edson de Brito Maia, Chefe do Arquivo da Coordenadoria de Registro e Documentação da Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, lavrei a presente/certidão que vai por mim datada e assinada e visada pela doutora Eliana Rezende Furtado de Mendonça, Coordenadora de Registro e Documentação e pelo doutor Italo Campofiorito, Secretário do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Rio de Janeiro, 12 de outubro de 1989.///////



Edson de Brito Maia
Edson de Brito Maia
Chefe Arquivo DRD/SPHAN

Eliana Rezende Furtado de Mendonça
Eliana Rezende Furtado de Mendonça
Coordenadora de Registro
e Documentação da SPHAN

Italo Campofiorito
Italo Campofiorito
Secretário do Patrimônio Histórico
e Artístico Nacional

APÊNDICE A**PLANILHA DE CÁLCULO DO FATOR GLOBAL DE SEGURANÇA**

DETERMINAÇÃO DO FATOR GLOBAL DE SEGURANÇA												
EDIFICAÇÃO:												
ENDEREÇO:												
FATORES ASSOCIATIVOS												
FATORES												
n_1	n_2	n_3	n_4	n_5								$N = \prod_{i=1}^5 n_i$
s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6							$S = \prod_{i=1}^6 s_i$
e_1	e_2	e_3	e_4									$E = \prod_{i=1}^4 e_i$
TRF _e	TRF _f											
q	c	f	k	i	h							$R = q \cdot c \cdot f \cdot k \cdot i \cdot h \cdot a$
q_{fi}												
A	β	H										$M = \frac{\beta}{13 - \frac{H}{6} - \log A}$
VALORES DOS FATORES												
FATOR GLOBAL DE SEGURANÇA												
N	S	E	R	M	I							$\gamma_{fi} = 1,3 \frac{N \cdot S \cdot E}{R \cdot M \cdot I}$
												$\gamma_{fi} =$