UNIVERSIDADE DE SOROCABA

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS

Mário Sérgio Killian

DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS: PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL

Sorocaba/SP
2023

Mário Sérgio Killian

DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS: PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL

Tese apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais - PTA da Universidade de Sorocaba, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor em Processos Tecnológicos e Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves.

Sorocaba/SP
2023

Ficha Catalográfica

Killian, Mário Sérgio
K61d Desastres naturais e tecnológicos : proposta de um modelo de gestão de riscos e proteção da infraestrutura crítica municipal / Mário Sérgio Killian. – 2023.
292 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves.
Tese (Doutorado em Processos Tecnológicos e Ambientais) – Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, 2023.

1. Desastres ambientais. 2. Gestão ambiental. 3. Catástrofes naturais. 4. Catástrofes naturais – Avaliação de riscos. 5. Administração municipal – Brasil. I. Gonçalves, Daniel Bertoli, orient. II. Universidade de Sorocaba. III. Título.

Elaborada por Regina Célia Ferreira Boaventura – CRB-8/6179.

Mário Sérgio Killian

DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS: PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba.

Aprovado em: 28/08/2023

BANCADA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves - Orientador
Universidade de Sorocaba

Prof. Dr. Eduardo Soares de Macedo
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Prof. Dr. Vidal Dias da Mota Junior
Universidade de Sorocaba

Prof. Dr. Nobel Penteado de Freitas
Universidade de Sorocaba

Prof. Dr. José Antonio De Milito
Centro Universitário Facens

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas as pessoas que de alguma maneira caminharam ao meu lado, pois, nada se conquista sozinho. Irmãos e todos os demais familiares e amigos fazem parte dessa etapa e sou grato a cada um.

Aos meus pais, Sergio Francisco Killian *(in memorian)* e Maria Lopes Killian, que foram fonte de bons exemplos e incentivadores para os estudos e também nos ensinamentos para a arte da vida.

A minha esposa Cláudia, parceira incondicional e confidente, testemunha de esforço pessoal despendido e das privações compartilhadas.

AGRADECIMENTOS

No final de um ciclo de muito aprendizado e dedicação pessoal, tendo sido caracterizado por irrestrito apoio familiar e colaboração profissional, muitos são os agradecimentos a serem feitos. Cada pessoa do círculo familiar e dos amigos tem uma parcela de participação na conclusão deste trabalho.

Agradeço a Deus pela força que conduz na produção de algo, que possa trazer algum benefício a todos que vislumbram um mundo melhor.

Aos participantes da pesquisa e das Defesas Civis consultadas, agradeço imensamente, pela atenção e contribuições oferecidas.

Agradecimento ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais - PPGPTA da Universidade de Sorocaba - UNISO, pelo conhecimento a mim transmitido e aos colegas do curso de doutorado, sobretudo pelas oportunidades oferecidas e pelos recursos disponibilizados para execução deste projeto. Entre tantos outros, ao prof. Dr. Rogério Augusto Profeta, e demais professores do programa, assim como a equipe de apoio do PPGPTA, representado pela Cláudia Neres de Meira Andrade.

A instituição UNISO, aos professores e todos seus funcionários, que cuidam com prazer das instalações e dispensam atenção a cada detalhe, pessoas especiais. Especialmente aos profs. Dr. Vidal Dias da Mota Junior, Dr. Nobel Penteado de Freitas e Renan Angrizani de Oliveira que forneceram valiosas contribuições e integral disponibilidade no decorrer do desenvolvimento do trabalho.

Ao professor Dr. José Antonio De Milito pela contribuição, correções e pelo incentivo que sempre dispensou aos alunos.

Agradeço especialmente ao coordenador e orientador, prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves pelos ensinamentos ofertados, pela orientação em toda a trajetória e pela condução do processo, cuja participação em cada etapa foi plena e fundamental.

Agradecimento ao prof. Dr. Eduardo Soares de Macedo do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e sua equipe pelas correções e colaboração ilimitada na pesquisa, cujo trabalho e contribuições técnicas e científicas dignificam a ciência e fortalece o tratamento a esse tema de suma importância.

O homem pretende ser imortal, e para isso defende princípios efêmeros. Um dia, inexoravelmente, descobrirá que para ser imortal deverá defender princípios absolutos. Nesse dia, morrerá para a carne, efêmera, e viverá para o espírito, eterno. Será imortal.

(Celso Charuri)

RESUMO

No Brasil, o acelerado processo de urbanização, o crescimento desestruturado das cidades, a ocupação de áreas impróprias, aliados ao fenômeno das mudanças climáticas em progressão, vem aumentando as situações de perigo e dos níveis de riscos, trazendo desafios de grande complexidade, tais quais os relacionados à proteção da infraestrutura municipal, como as instalações de tratamento de água e de esgoto, hospitais, postos de saúde, escolas, entre outras, que possuem importância estratégica para a manutenção e qualidade de vida das pessoas. A inexistência ou ineficiência de mecanismos de prevenção e de alerta, a falta de conhecimento e de divulgação de informações e percepção dos riscos, a capacitação deficiente de atores para uma resposta imediata, a incapacidade do poder público em gerir aspectos de governança em planejamento territorial, instalações de infraestruturas e sistemas municipais com manutenção e capacidade deficientes, combinados com a variabilidade e incertezas em estimativas de riscos produzem cenários preocupantes. A instituição da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, em 2012, passou a exigir dos municípios ações de gestão de riscos que transcendem sua capacidade técnica e seus limites territoriais, suscitando revisão de suas políticas públicas. Em busca de contribuir com a melhoria deste cenário, o presente estudo desenvolve um conjunto de propostas para a gestão de riscos e proteção da infraestrutura crítica municipal, onde se vislumbra um aumento na objetividade das ações de proteção, cujas técnicas e procedimentos atuais, genéricas, não se aprofundam nessa questão. O trabalho identificou que a maior parte dos estabelecimentos municipais, não possui planos para situações de ocorrência de eventos naturais perigosos e desastres. As propostas apresentadas recomendam que os gestores públicos identifiquem e estabeleçam prioridades na prevenção e mitigação de riscos para o desenvolvimento de estratégias de proteção, aumento da resiliência e manutenção da sua infraestrutura crítica, servindo de um modelo que poderá contribuir para melhoria das ações dos municípios no cumprimento das políticas e diretrizes de sua competência.

Palavras-chave: desastres naturais; gestão de riscos; infraestrutura crítica.

ABSTRACT

In Brazil, the accelerated process of urbanization, the unstructured growth of cities, the occupation of inappropriate areas, allied to the phenomenon of climate change in progress, has increased danger situations and risk levels, bringing challenges of great complexity, such as those related to the protection of municipal infrastructure, such as water and sewage treatment facilities, hospitals, health centers, schools, among others, which are of strategic importance for the maintenance and quality of life of people. The inexistence or inefficiency of prevention and alert mechanisms, the lack of knowledge and dissemination of information and perception of risks, the deficient training of actors for an immediate response, the inability of the public power to manage aspects of governance in territorial planning, infrastructure facilities and municipal systems with poor maintenance and capacity, combined with the variability and uncertainties in risk estimates produce worrying scenarios. The institution of the National Civil Defense and Protection Policy – PNPDEC, in 2012, began to demand risk management actions from municipalities that transcend their technical capacity and territorial limits, prompting a review of their public policies. Seeking to contribute to the improvement of this scenario, the present study developed a set of proposals for risk management and protection of critical municipal infrastructure, envisioning an increase in the objectivity of protection actions, whose current, generic techniques and procedures are not delved into this issue. The work identified that most municipal establishments do not have plans for situations of occurrence of dangerous natural events and disasters. The proposals presented recommend that public managers identify and establish priorities in the prevention and mitigation of risks for the development of protection strategies, increase resilience and maintenance of their critical infrastructure, serving as a model that can contribute to improving the actions of municipalities in the compliance with the policies and guidelines within its competence.

Keywords: natural disasters; risk management; critical infrastructure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma de pesquisa 30
Figura 2 – Desastre oriundo de rompimento de barragem de mineradora 32
Figura 3 – Variação da população urbana e rural do Brasil 40
Figura 4 – Projeção da população urbana e rural do Brasil 41
Figura 5 – Apresenta desastres relatados e suas mortes relacionadas na América do Sul (1970 – 2019) 43
Figura 6 – Prejuízos econômicos relacionados a desastres naturais 1995-2015 44
Figura 7 – Relações entre sistemas, evento perigoso, risco e planejamento de ações e medidas de prevenção e controle 52
Figura 8 – Principais fontes de eventos perigosos, riscos e desastres 53
Figura 9 – Etapas envolvidas na predictabilidade de eventos perigosos 54
Figura 10 – Articulação entre especialistas e decisão 59
Figura 11 – Concepção de risco híbrido 63
Figura 12 – Mapa dos principais desastres no Brasil 68
Figura 13 – Inundação em Porto Velho/RO 69
Figura 14 – Prédio do Paço Municipal de Franco da Rocha/SP 70
Figura 15 – Adutora em Votorantim-SP rompida no ano de 2017 73
Figura 16 – Alagamento por chuvas em Tatuí/SP em janeiro de 2023 74
Figura 17 – Categorias básicas de fontes de eventos perigosos 78
Figura 18 – Escorregamento em Santos/SP em 1928 79
Figura 19 – Escorregamento ocorrido em São Sebastião/SP em 2023 80
Figura 20 – Subsidência ocorrida em Cajamar/SP 83
Figura 21 – Início de recalque em calçada e deformação de aterro 84
Figura 22 – Creche municipal inundada 87
Figura 23 – Hospital inundado em Franco da Rocha/SP 89
Figura 24 – Enchente em uma estação de captação em Porto Feliz/SP 89
Figura 25 – UBS alagada em Bragança Paulista/SP 90
Figura 26 – Enchente que afetou a Prefeitura Municipal de Blumenau/SC 91
Figura 27 – Telhado danificado por vendaval em Criciúma/SC 92
Figura 28 – Desabamento por granizo em Sengés/PR em 2018 93
Figura 29 – Edificação sendo reparada em função de recalques 95
Figura 30 – Etapas do ciclo da gestão de riscos 99
Figura 31 – Sequência temporal da gestão de riscos 100
Figura 32 – Etapas relacionadas com o gerenciamento de riscos. 105

Figura 33 – Perdas e danos por setor - em R$ milhões de reais 110
Figura 34 – Estimativa de distribuição de perdas e danos por setor 111
Figura 35 – Custos sobre os setores públicos e privados em R$ milhões de reais... 111
Figura 36 – Desastre em Petrópolis/RJ 113
Figura 37 – Inundação em estação de captação em Cascavel /PR 114
Figura 38 – Bombas da estação de captação submersas 115
Figura 39 – Hospital inundado em Vila Velha/ES 115
Figura 40 – Edifício pertencente à infraestrutura de saúde 119
Figura 41 – Inundação em Rio do Sul / SC 126
Figura 42 – Inundação na ETE São Miguel/SP 127
Figura 43 – Macro etapas de proteção das ICs 127
Figura 44 – Página do *site* da UNISDR sobre cidades resilientes 131
Figura 45 – Danos em escola em Rio Largo/AL 132
Figura 46 – Desastre em Estação de Tratamento de Água em Cubatão/SP 135
Figura 47 – Inundação em Hospital em Barreirinha/AM 136
Figura 48 – Rompimento de ETE Niterói/RJ 137
Figura 49 – Incêndio em prédio da Prefeitura de Parauapebas/PA 142
Figura 50 – Distribuição das causas de acidentes prediais 146
Figura 51 – O município de Sorocaba e vizinhos da RMS 150
Figura 52 – Estação de Tratamento de Água Cerrado 156
Figura 53 – Infraestrutura crítica de sistema abastecimento de água 157
Figura 54 – ETA Vitoria Regia SAAE Sorocaba 157
Figura 55 – Carta de Suscetibilidade de Sorocaba/SP 158
Figura 56 – Estrutura com pontos de vazamento em uma ETA 162
Figura 57 – Painel elétrico e parede com infiltração 163
Figura 58 – Local das não conformidades encontradas na ETE 164
Figura 59 – Produtos químicos armazenados inadequadamente 165
Figura 60 – Detalhe do pilar de sustentação do reservatório com armadura exposta 165
Figura 61 – Diagrama de Ishikawa exemplificativo 201
Figura 62 – Lista de análise 202
Figura 63 – Objetivos de Desenvolvimento sustentável da ONU 203

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 – Número de vidas impactadas e ocorrências de 2010 a 2019 45
Quadro 1 – Expressões para obtenção de estimativas de risco 55
Quadro 2 – Eventos emergenciais históricos 65
Quadro 3 – Alguns eventos ocorridos no Brasil e suas perdas 70
Quadro 4 – Exemplos de *Hazards* 76
Quadro 5 – Principais elementos ambientais 121
Quadro 6 – Componentes de rede de infraestrutura 123
Quadro 7 – Ameaças a redes de IC 124
Quadro 8 – Critérios de avaliação da criticidade 128
Quadro 9 – Principais etapas para a realização de uma Inspeção Predial 147
Quadro 10 – Não conformidades encontradas em inspeções de campo 2017 159
Quadro 11 – Não conformidades encontradas em inspeções de campo 2019 160
Quadro 12 – Recomendações 2017 161
Quadro 13 – Respostas obtidas – consequências 167
Quadro 14 – Respostas obtidas – sugestões de melhorias 168
Quadro 15 – Respostas obtidas – problemas e dificuldades 173
Quadro 16 – Respostas obtidas – sugestões de melhorias 174
Quadro 17 – Licitações para acessibilidade de edifícios públicos 181
Quadro 18 – Medidas de proteção 185
Quadro 19 – Atributos dos âmbitos do sistema municipal 196
Quadro 20 – Avaliação da situação atual do estabelecimento 197

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEPC	Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil
ARESPCJ	Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
CBH-SMT	Comitê de Bacia Hidrográfica Sorocaba e Médio Tietê
CBPMESP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CEETEPS	Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CEPED	Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
CLCB	Certificado de Licenciamento do Corpo de Bombeiros,
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres.
COMPDEC	Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil
CONPDEC	Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
DAE	Desfibrilação Automático Externo
EM-DAT	*The International Disaster Database*
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GPI	Grupo de Primeiras Intervenções
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Infraestrutura Crítica
INMET	Instituto Nacional de Metereologia
IPA	Instituto de Pesquisas Ambientais
IPCC	*Intergovernamental Panel On Climate Change*
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
IT	Instrução Técnica
NSIEC	Núcleo de Segurança de Infraestruturas Críticas
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU	Organização das Nações Unidas
PDA	Plano Diretor Ambiental
PIB	Produto Interno Bruto
PMS	Prefeitura Municipal de Sorocaba
PMSP	Polícia Militar do Estado de São Paulo
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNRRC	Plataforma Nacional para a Redução do Risco de Catástrofes
PPDC	Plano Preventivo de Defesa Civil
PT	Projeto Técnico
PTIOT	Projeto Técnico para Instalação e Ocupação Temporária
PTOTEP	Projeto Técnico para Ocupação Temporária em Edificação Permanente
PTS	Projeto Técnico Simplificado
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sorocaba
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEESMET	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
TAACB	Termo de Autorização para Adequação do Corpo de Bombeiros
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UN	*United Nations*
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNISDR	*International Strategy For Disaster Reduction*
UNISO	Universidade de Sorocaba
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17

1.1 Justificativa da pesquisa 21

1.2 Premissas e hipóteses 23

1.3 Objetivos 24

1.3.1 Objetivo geral 24

1.3.2 Objetivos específicos 25

2 METODOLOGIA 26

3 REFERENCIAL TEÓRICO 31

3.1 Os desastres naturais 31

3.2 A urbanização das cidades e os desastres naturais 38

3.3 As mudanças climáticas e sua atualidade 45

3.4 Riscos 48

3.4.1 Estimativa dos riscos 50

3.4.2 Os riscos e sua compreensão 57

3.4.3 Riscos híbridos 62

3.5 Eventos emergenciais 63

3.5.1 Exemplos de eventos ocorridos no mundo 64

3.5.2 Eventos perigosos no Brasil 67

3.5.3 Principais aprendizados obtidos dos eventos emergenciais 74

3.6 Eventos naturais indutores de desastres 76

3.7 Tipos de fontes de eventos perigosos 78

3.7.1 As fontes de eventos perigosos de natureza geológica *79*

3.8 Movimentos de massa 79

3.8.1 Consequências dos movimentos de massa gravitacional 81

3.9 Materiais geológicos expansivos, subsidências e materiais geológicos colapsíveis ou metaestáveis 82

3.10 Processos erosivos, assoreamento, movimento de dunas e materiais geológicos dispersivos 84

3.11 Atividades sísmicas 85

3.12 As fontes de eventos perigosos de natureza hidrológica ou hidrometereológica 86

3.12.1 Inundações 86

3.12.2 Enchentes 88

3.12.3 Alagamentos 88

3.12.3.1 Consequências dos eventos de inundações, enchentes e alagamentos ... 88

3.13 As fontes de eventos perigosos de natureza atmosférica e climática .. 92

3.13.1 Fontes atmosféricas 92

3.13.2 Fontes climáticas – chuvas de granizo, neve, descargas elétricas, chuvas torrenciais 93

3.13.3 Consequências dos eventos perigosos de natureza atmosférica e climática 94

3.14 Fontes quase-naturais, natural-tecnológicas e antropogênicas 94

3.14.1 Fontes quase-naturais 94

3.14.2 Fontes natural-tecnológicas 94

3.14.3 Fontes antropogênicas 95

3.15 Fontes físicas, astronômicas, biológicas e antropogênicas 96

3.15.1 Fontes físicas: incêndios espontâneos 96

3.15.2 Fontes astronômicas 97

3.15.3 Fontes biológicas/ecológicas 97

3.15.4 Fontes antropogênicas relacionadas ao uso e atividades 97

3.16 Gestão de risco e Legislação 98

3.17 As inundações em Santa Catarina no ano de 2008 109

3.18 As inundações e deslizamentos no Rio de Janeiro em 2011 109

3.19 Ocorrências em Petrópolis, 2021 112

3.20 Outras ocorrências e desastres recentes 114

4 INFRAESTRUTURA CRÍTICA 116

4.1 Infraestrutura crítica municipal 119

4.2 Caracterização dos elementos do meio ambiente e de infraestrutura crítica municipal 120

4.2.1 Elementos do meio ambiente 120

4.3 A preservação da integridade das infraestruturas críticas 125

4.4 Avaliação da criticidade das infraestruturas críticas 128

4.5 A resiliência das infraestruturas críticas 130

4.5.1 A resiliência das infraestruturas 131

4.5.2 Propostas de medidas de resiliência para estabelecimentos genéricos 137

4.6 A segurança contra incêndio, como apoio para melhoria da resiliência dos estabelecimentos municipais 138

4.6.1 Algumas boas práticas de resiliência em infraestrutura crítica 143

4.6.2 A manutenção predial e inspeções como auxiliares no aumento da resiliência das infraestruturas críticas 145

4.7 Caracterização da área de estudo 149

4.7.1 Caracterização do meio físico de Sorocaba 151

4.7.1.1 Geomorfologia 151

4.7.1.2 Clima 152

4.7.1.3 Vegetação 152

4.7.1.4 Geologia 153

4.7.1.5 Cobertura superficial 153

4.7.1.6 Hidrografia 154

4.8 Infraestrutura críticas do estudo 154

4.8.1 Município de Sorocaba 156

4.8.2 Achados de inspeções e fiscalização em infraestrutura municipal 158

4.9 Coleta de dados 166

4.9.1 Análise de dados coletados 166

5 METODOLOGIA PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO PARA A PROTEÇÃO DE INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS MUNICIPAIS 183

5.1 Propostas de medidas para a proteção das pessoas 184

5.2 Propostas de medidas para a resiliência das infraestruturas em face de sua localização 186

5.3 Propostas de medidas para resiliência em função das características construtivas 187

5.4 Medidas de resiliência para instalações com relação aos sistemas de energia 188

5.5 Medidas de resiliência para instalações com relação aos sistemas de proteção contra incêndio 188

5.6 Medidas de resiliência e proteção contra inundação 190

5.7 Medidas de resiliência e proteção contra deslizamentos 191

5.8 Medidas de resiliência e proteção contra intrusão 192

5.9 Medidas de resiliência em infraestruturas críticas através de capacitação e treinamentos 193

5.10 Gestão para a proteção de infraestruturas críticas municipais 194

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 206

REFERÊNCIAS 210

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA 227

APÊNDICE B – PLANO DE AÇÃO PARA GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL 224

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE) 280

ANEXO B – PROPOSTA DE MEDIDAS DE RESILIÊNCIA PARA ESTABELECIMENTOS GENÉRICOS (BASEADO EM: PNRRC, 2017) 284

1 INTRODUÇÃO

A humanidade sempre conviveu com os desastres naturais e enfrentou suas consequências com os recursos disponíveis em cada época. Desde os primórdios e nascimento dos povoados e das cidades, lugares mais atraentes foram ocupados em face das melhores condições de suprimentos e facilidades próprias.

Muitos dos acontecimentos de eventos naturais têm seus danos potencializados pela acelerada urbanização das cidades e da indiscriminada ocupação das áreas de risco, em função de crescimento populacional e da dinâmica da modificação das condições sociais, econômicas e culturais de cada localidade.

Os eventos perigosos e os desastres podem ocorrer em qualquer região, pois decorrem de combinações de variáveis e efeitos, sendo seus impactos bastante significativos em infraestruturas de serviços, deterioração ou colapso de estabelecimentos e edifícios, em agravamento de problemas ambientais, mortes e ferimentos, além dos efeitos sequenciais de abalos sociais e psicológicos.

O crescimento das populações nas áreas urbanas e a ocupação de áreas com riscos é tendência da maioria dos municípios.

Neste trabalho utilizou-se o termo “desastres naturais” para simplificação do entendimento, embora Brasil (2012b) a partir de 2012 utilize a classificação de desastres quanto à origem em naturais e tecnológicos. Tal entendimento é resultado da interação dos danos e principalmente da estreita relação entre prevenção no tocante às infraestruturas críticas aqui tratadas do município e a proposta de medidas apresentadas, pois a intensidade dos danos está diretamente relacionada com aspectos e lições não aprendidas de casos em plantas industriais e colapsos originados por eventos naturais mais agravados por ações humanas e outras.

Entre as duas vertentes – naturais x antropogênicos e naturais x tecnológicos – os desastres naturais correspondem àqueles agravados ou não pela interferência humana (Günther *et al*. 2017).

O Marco de Sendai (2015) para a Redução do Risco de Catástrofes 2015-2030 foi adotado na Terceira Conferência Mundial sobre a Redução do Risco de Desastres, realizada em março de 2015, em Sendai, Miyagi, no Japão, para adoção de um marco pós-2015 para a redução do risco de desastres, conciso, focado e orientado para o futuro e para a ação, complementação e revisão da implementação do Marco de Ação

de Hyogo 2005-2015, considerando a experiência adquirida. Na oportunidade os Estados reiteraram seu compromisso com a redução do risco de desastres e com o aumento da resiliência, com um senso de urgência do tema no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e integrando em políticas, programas e orçamentos relevantes (The Human [...], 2015).

A Plataforma Nacional de Redução de Risco de Catástrofes de Portugal (PNRRC, 2017) descreve que o Marco (Quadro) de Sendai para a Redução do Risco de Catástrofes 2015-2030, “reforça nos seus objetivos fundamentais a necessidade do envolvimento de todos os setores da sociedade no esforço de criação de estratégias e desenvolvimento de ações com vista à gestão e à redução do risco de catástrofes”, e que essa tarefa deve envolver inúmeros *stakeholders*, de forma transversal à sociedade com importante participação do setor privado, e não somente do público.

O principal objetivo definido pelo Marco (Quadro) de Sendai para o atual ciclo de 15 anos é “prevenir novos riscos e reduzir os riscos de catástrofes existentes, através da implementação de medidas integradas e inclusivas ao nível econômico, estrutural, legal, social, da saúde, cultural, educacional, ambiental, tecnológico, político e institucional”, tudo isso para que haja prevenção e redução da exposição a perigos e vulnerabilidades a catástrofes, aumentando o grau de preparação para resposta e recuperação.

Ao considerar-se que uma das sete metas definidas no Marco (Quadro) de Sendai consiste em “reduzir os danos em infraestruturas críticas e a afetação dos serviços básicos e essenciais”, percebe-se a necessidade urgente de prover os municípios de instrumentos e políticas de gerenciamento de riscos ambientais.

Tais problemas podem ser minimizados através de uma abordagem transdisciplinar.

Aspectos positivos deverão decorrer dessa abordagem, com contribuições aos agentes públicos e organizações privadas, para a formulação de políticas relevantes para a redução do risco e aumento da resiliência da sociedade.

Vários fatores influenciam esse aspecto, dentre eles, a vulnerabilidade relacionada às construções e a dificuldade inerente ao poder público no acompanhamento dos efeitos da expansão urbana.

Nota-se, nesse contexto algumas fragilidades na gestão de riscos no âmbito municipal, assim como nos modelos de urbanização, com pouca atenção direcionada para um planejamento urbano que leve em conta as características relacionadas aos eventos danosos e desastres e na compreensão necessária para a minimização desses riscos.

O poder público municipal trabalha com demandas de várias áreas, via de regra, com dotações orçamentárias priorizando outros setores, como por exemplo, educação e saúde, ficando, portanto, na maioria das vezes dependente de recursos extras (verbas estaduais e federais) para obras estruturais de engenharia e infraestrutura urbana e também para manutenção adequada, constante e sistêmica de seus estabelecimentos que pertencem aos serviços críticos.

A temática gestão de riscos e resiliência nos estabelecimentos críticos municipais tornam-se oportunas e fundamentais para a continuidade do fornecimento de bens e serviços, mesmo havendo políticas públicas e ações de prevenção localizadas e sazonais, incluindo as previstas na legislação.

Soma-se a esse panorama o corte de verbas federais para proteção, sobretudo nos últimos anos, afetando diretamente a Defesa Civil e ações de prevenção de catástrofes.

A área em estudo, Sorocaba, situa-se no interior do Estado de São Paulo. O principal rio é o Rio Sorocaba, principal afluente da margem esquerda do Rio Tietê. Possui uma área territorial de 449,80 km² e população de 723.574 habitantes (IBGE, 2022), sendo que a maioria absoluta da população vive na zona urbana. Em 30 anos (1990-2010) nota-se um expressivo aumento da população em mais de 70%.

Alguns dados para o diagnóstico da situação atual podem ser localizados em alguns trabalhos elaborados, entre eles o Levantamento de Áreas de Risco de Sorocaba (julho/2010), elaborado pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil. Os processos de inundação foram observados em 10 (dez) áreas distintas. Estão relacionadas a eventos de cheia, cujos efeitos podem estar sendo potencializados pelas estruturas urbanas existentes (canalizações, tubulações, pontes, concentração de águas pluviais de ruas asfaltadas de alta declividade, dentre outras). Em relação às áreas com risco de deslizamentos foram identificados 26 pontos em 2010 pela Defesa Civil de Sorocaba.

A cidade também possui um Plano Diretor Ambiental, datado de 2011 como fonte de dados.

Há de se considerar que a Lei Complementar Nº 1.241, de 08 de maio de 2014 criou a Região Metropolitana de Sorocaba – RMS, integrada pelos municípios de Alambari, Alumínio, Araçariguama, Araçoiaba da Serra, Boituva, Capela do Alto, Cerquilho, Cesário Lange, Ibiúna, Iperó, Itu, Jumirim, Mairinque, Piedade, Pilar do Sul, Porto Feliz, Salto, Salto de Pirapora, São Miguel Arcanjo, São Roque, Sarapuí, Sorocaba, Tapiraí, Tatuí, Tietê e Votorantim.

No contexto da RMS torna-se nítido a necessidade e coerência entre ações integradas, possibilitando o tratamento da questão através de um enfoque transdisciplinar. Urge, pois, a devida integração dos instrumentos existentes, levando-se em consideração a abrangência regional e suas consequências futuras.

A área escolhida, sendo um território que engloba várias dimensões, necessita de uma análise sistêmica para um entendimento integrado do objeto, e sofre constantemente transformações, apresenta grande complexidade, sendo necessária uma análise transdisciplinar para ser compreendido em sua totalidade.

Nessa ótica, o município de Sorocaba foi escolhido para um estudo piloto, pelo fato da importância do mesmo no contexto regional, pela sua representatividade na Bacia Hidrográfica Sorocaba e Médio Tietê – CBHSMT (Comitê [...], 2023)[1].

O texto da pesquisa apresenta as seguintes etapas sequenciais: primeiramente apresenta-se como referencial teórico uma revisão bibliográfica sobre o tema desastres naturais, sua conceituação e os principais aspectos relacionados, como a relação da urbanização das cidades, as mudanças climáticas em curso e em evolução e a ocorrência de eventos extremos e desastres.

[1] O CBH-SMT, hoje, é constituído por 35 municípios, órgãos do Estado e representantes da sociedade civil organizada. Em mais de duas décadas de existência, tem contribuído para o fortalecimento do sistema estadual de recursos hídricos, orientado pela Lei 7.663/91. O CBH-SMT também conta com a Fundação Agência de Bacias do rio Sorocaba e Médio Tietê, criada em janeiro de 2003 para apoio técnico, administrativo e financeiro ao Comitê.

Em seguida o trabalho analisa os riscos, as definições para o termo e a estimativa de riscos sobre vários aspectos, incluindo sua compreensão.

Na sequência para melhor conceituação e entendimento são relacionados os muitos eventos emergenciais ocorridos no mundo e no Brasil e suas decorrências prejudiciais à sociedade e danosas em diversos outros aspectos, além dos principais aprendizados obtidos. As fontes de riscos e suas consequências são relacionadas. No prosseguimento aborda-se a gestão de riscos e a legislação aplicável e relacionada com a proteção.

A seção 4 trata da definição utilizada para infraestrutura crítica e a relação e caracterização de infraestrutura crítica municipal e para detalhamento dos elementos do meio ambiente, incluindo a preservação da infraestrutura crítica, sua resiliência e em seguida descrevendo algumas boas práticas existentes para aumento da resiliência desses elementos.

Em continuidade promove-se a caracterização da área de estudo escolhida para a pesquisa, os municípios e seus estabelecimentos abrangendo a coleta e análise dos dados obtidos.

Posteriormente, na seção 5 é apresentada a metodologia proposta de um modelo de gestão para a proteção de infraestruturas críticas municipais, com as recomendações de medidas e propostas para cada aspecto visando o aumento da resiliência desses elementos.

Finalizando, na seção 6 são apresentadas as conclusões obtidas no presente estudo e outras considerações.

1.1 Justificativa da pesquisa

A presente pesquisa apresenta como justificativa a necessidade de se utilizar procedimentos e diretrizes para a proteção dos serviços municipais oriundos de suas instalações físicas de infraestrutura, aqui consideradas críticas, em função do grande número de afetados quando de sua perda de eficiência, paralização ou colapso.

Existe um grande campo de trabalho a ser explorado em estudos e procedimentos para a redução de riscos e das perdas decorrentes de eventos danosos, vislumbrando-se uma lacuna existente nesse tema, bastante estudada com relação às infraestruturas críticas nacionais e para proteção em casos graves de guerra, ações de terrorismo e grandes eventos climáticos, mas pouco difundido para

utilização e adaptado às características e poder de atuação a nível municipal.

O conhecimento sobre os riscos e todos os métodos existentes para mapeamento dos riscos são de utilidade inegável, e estão em constante aprimoramento através dos órgãos dedicados ao tema. A proposta apresentada traz, através da lacuna de conhecimento percebida, uma inovação no sentido da simplificação dos conceitos e no envolvimento dos gestores locais, que sem dúvida, devem constituir-se dos atores principais, além da possibilidade de replicabilidade das mesmas em outros municípios.

A proteção desses elementos é fundamental para alcance de metas do Marco (Quadro) de Sendai com intuito de reduzir danos causados por desastres em infraestrutura básica e interrupção de serviços até 2030. A resiliência das infraestruturas críticas municipais está diretamente ligada à essas prioridades, onde encontra a necessidade da realização de investimentos na redução do risco de desastres para a resiliência.

A proposta mostra-se estritamente alinhada em relação aos ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU - Organização das Nações Unidas Brasil (2023), no que tange à sua contribuição para a construção de infraestruturas resilientes (ODS 09), relaciona-se também com a contribuição para assegurar disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (ODS 06), com extrema cooperação para o objetivo de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (ODS 11), e fomenta melhorias nas ações contra a mudança global do clima (ODS 13), além de possuir estreita ligação com os demais objetivos definidos pela ONU.

Em decorrência da quantidade de municípios que não possuem estrutura suficiente em termos de manutenção de seus estabelecimentos e edifícios públicos que prestam serviços críticos, a proposta de um modelo torna-se importante num momento de aumento de eventos climáticos extremos e previsão de agravamento e incidência de novos problemas relacionados ao clima e aos potenciais desastres.

Essa conjuntura realça uma necessidade de proteção e do aumento da resiliência desses sistemas e estabelecimentos em face do grande número de pessoas afetadas quando da ocorrência de eventos extremos previstos para um futuro próximo e com aumento desses perigos.

Trata-se, além disso, de um problema bastante comum no âmbito da esfera municipal em muitos dos municípios brasileiros. Essa realidade necessita de ações relativas a outras políticas, fora das pautas normais do poder público municipal.

Por consequência, este estudo possui relevância ao sintonizar-se com as diretrizes e objetivos da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC).

No caso do estado de São Paulo, sazonalmente ocorrem desastres, principalmente relacionados aos deslizamentos e às inundações. Em outros estados ocorrem eventos de causas diferentes, porém com elevados prejuízos e registro de mortes, como Santa Catarina, Rio de Janeiro, Alagoas, Acre, Bahia, dentre outros.

No trabalho, são envolvidas instituições e seus estabelecimentos de infraestrutura crítica e as pessoas, tanto as que gerenciam, operam e trabalham nesses locais, quanto as que atuam nos processos e ações de defesa e proteção.

A preocupação crescente com toda essa conjunção, no mundo e no país, vem justificar o presente tema e seus desdobramentos, em especial no âmbito municipal, local onde tudo ocorre.

1.2 Premissas e hipóteses

A premissa do trabalho consiste em preservar o embasamento teórico existente em utilização quanto aos riscos e vulnerabilidades existentes nos municípios, referentes aos desastres naturais e causados pelo homem, cujo entendimento já possui consolidação, perante a legislação e boas práticas existentes adotadas pelos órgãos de Proteção e Defesa Civil, empresas privadas e pelo poder público. A realidade mostra que a maioria dos municípios está sujeito a riscos, pelo próprio crescimento populacional, sendo que medidas planejadas e implementadas para o correto enfrentamento desses eventos e recuperação das condições de continuidade das operações aparentam ser de difícil aplicação na maioria deles.

Partindo-se dessa premissa básica o trabalho estabeleceu a seguinte hipótese: “A estruturação de um modelo de gestão de riscos podem contribuir para o aumento da resiliência frente aos eventos climáticos extremos e os desastres naturais, tecnológicos e ambientais capazes de afetar seriamente a infraestrutura crítica e fornecimento de serviços essenciais da sociedade no âmbito municipal”.

Sustenta-se o projeto na realidade atual da maioria dos municípios e regiões metropolitanas, cuja preocupações com as questões ambientais são grandes, porém

com pouca ação efetiva nas etapas de prevenção e mitigação de efeitos danosos decorrentes de desastres. Planos de contingência, Planos Diretores Municipais, Mapeamento de Riscos, Planos Diretores Ambientais e outros diversos instrumentos, são elaborados com grande competência por diversos órgãos, porém, a efetivação das medidas preconizadas carece de implantação por motivos diversos e com variação de métodos e processos de um município para o outro.

Sabe-se que a maioria desses instrumentos possui uma estrutura bem elaborada, no entanto, estão distanciadas da realidade das cidades com relação a gestão dos riscos existentes, sem o qual nenhum poder público constituído pode fornecer orientação e direcionamento de esforços para prevenção e mitigação.

A pergunta que se pretende responder é: Os sistemas e estabelecimentos considerados críticos na cidade piloto – Sorocaba – estão preparados individual ou coletivamente em face da exposição aos riscos e possibilidade de um evento extremo ambiental catastrófico?

Assim o presente trabalho procura demonstrar que é possível minimizar, mitigar e recuperar o pleno funcionamento das infraestruturas críticas dos municípios, a partir da hipótese levantada.

A proposta de implementação de melhorias na gestão de riscos com intuito de aumentar a resiliência e proteger as infraestruturas críticas das cidades, mesmo perante as dificuldades inerentes ao setor público é uma meta a ser buscada, sobretudo nos dias atuais, onde consideráveis perdas advêm das consequências da ocorrência de eventos extremos resultando em desastres naturais.

1.3 Objetivos

Os objetivos a serem alcançados pelo presente trabalho podem ser elencados como objetivo geral e objetivos específicos.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi desenvolver propostas para melhorar a gestão de riscos de desastres naturais e de eventos extremos para proteger a infraestrutura crítica em nível municipal, com o intuito de aumentar a resiliência e a segurança tanto das infraestruturas quanto da sociedade como um todo.

1.3.2 Objetivos específicos

a) compilar as boas práticas e medidas de proteção e recuperação das infraestruturas críticas, visando estabelecer uma base sólida de conhecimento.

b) verificar a conformidade das propostas desenvolvidas neste modelo com as práticas e procedimentos atuais adotados pelos órgãos municipais, a fim de avaliar sua adequação e viabilidade.

c) analisar as etapas e dificuldades envolvidas na gestão de riscos de desastres, com foco na identificação de melhorias contínuas nos processos.

d) verificar as possibilidades de ações e aplicação das medidas de proteção, vislumbrando-se um teste do modelo na cidade de Sorocaba/SP.

2 METODOLOGIA

Neste tópico estão descritos a sequência dos procedimentos metodológicos aplicados à presente pesquisa, a forma de aplicação e de coleta e da análise dos dados obtidos.

Considerando os objetivos de pesquisa propostos, o presente estudo envolveu uma metodologia de estudo do tipo exploratória, com uma abordagem mista, que combinou elementos qualitativos e quantitativos, de modo a permitir uma compreensão abrangente dos aspectos relacionados à gestão de riscos de desastres naturais e proteção da infraestrutura crítica municipal.

A revisão bibliográfica exploratória, assim como a busca por achados que pudessem ilustrar a situação atual e a aplicação de um questionário, que fazem parte do delineamento da pesquisa serviram de base para se desenvolver as propostas como um produto do trabalho de pesquisa.

A parte qualitativa da pesquisa envolveu uma revisão bibliográfica conceitual sobre a temática de desastres, assim como a busca para compilação de boas práticas, conceitos de riscos e os tipos de eventos perigosos e emergenciais, medidas de proteção e recuperação das infraestruturas críticas, visando uma análise aprofundada de estudos de caso, relatórios técnicos, legislação e experiências de gestão de riscos em outras localidades.

Com relação à pesquisa bibliográfica realizada para a elaboração da fundamentação teórica do trabalho, considerada um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados relativos ao tema (Lakatos; Marconi, 2003), as fontes de consulta abrangeu teses e dissertações, bibliotecas, publicações de artigos científicos, jornais, revistas e publicações de planos e mapas por entidades que tratam da temática, oriundas de fontes secundárias, e outras bibliografias já publicadas, no presente caso com pesquisa sobre os desastres e riscos em relação a uma nova abordagem vislumbrando-se uma área sem muita utilização dos estudos desenvolvidos, que é a possibilidade de aplicação em âmbito municipal.

Segundo Lakatos e Marconi (2003) os dados podem ser obtidos através da utilização de três procedimentos: pesquisa documental, pesquisa bibliográfica e contatos diretos.

A parte quantitativa envolveu a análise de dados estatísticos, como registros de desastres naturais, danos causados às infraestruturas críticas e indicadores de resiliência, com vistas a fornecer informações quantificáveis para avaliar a eficácia das medidas propostas e identificar padrões e tendências relevantes.

Utilizou-se como critérios técnicos a busca por palavras-chaves, no caso, “desastres”, “resiliência”, “infraestrutura crítica”, “eventos extremos”, “mudanças climáticas” “riscos”, “proteção” e “defesa civil”, principalmente aquelas publicações entre 2010-2023. A pesquisa de consulta foi realizada a partir do ano de 2019.

A metodologia incluiu, na sequência, a elaboração de pesquisa observacional descritiva, utilizando-se de questionários, com especialistas e profissionais envolvidos na gestão de riscos municipais, bem como questionários e pesquisas de opinião para obter informações sobre as percepções e necessidades dos *stakeholders* envolvidos.

O questionário para a coleta de dados foi elaborado com perguntas abertas, fechadas e de múltipla escolha, de forma ordenada, entregues aos participantes pessoalmente e para que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), questionários que foram respondidos por escrito, no presente estudo não houve a participação do entrevistador.

Anexo ao mesmo foi enviado uma explicação detalhada para esclarecer o recebedor e com prazos para respostas.

Os questionários foram elaborados pelo autor, sendo o questionário 1 contendo 9 perguntas na primeira parte e 8 tópicos para escolhas de sugestões e uma questão aberta na segunda parte, e o questionário 2 com 10 questões na primeira parte e igual ao questionário 1 na segunda parte. Os mesmos podem ser conferidos no APÊNDICE A.

Na etapa seguinte o referido projeto foi enviado para o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), da UNISO e após a análise e aprovação a mesma foi registrada no parecer consubstanciado do CAAE 61032522.3.0000.5500 e no parecer 5.654.988, na Reunião do Colegiado CEP Uniso. Data de aprovação ética do CEP/CONEP 20/09/2022.

Sequencialmente, a pós a aprovação do projeto pelo CEP Uniso, a pesquisa foi iniciada, sendo que os participantes selecionados foram 06 profissionais experientes e conhecedores do assunto, sendo 3 ligados às instituições que trabalham diretamente nos estabelecimentos municipais e 3 ligados às entidades que tratam do

tema, seja como órgãos de proteção e defesa quanto pesquisadores e professores, localizados na cidade de Sorocaba.

Entre os profissionais um Diretor de Produção do serviço de água e esgoto com 33 anos de experiência, formação em biologia e especialização em meio ambiente, e outro que exerceu a Assessoria Técnica e Diretoria Geral do serviço de água e esgoto, além de drenagem de águas pluviais, formado em engenharia civil, exercendo também o cargo de Secretário de Serviços Públicos e Obras, Secretário de Saneamento e Secretário de Obras e Infraestrutura Urbana, além de assessoria Técnica em prefeituras de cidades da região, possuindo mais de 30 anos de experiência em infraestrutura.

Dentre os outros 4 profissionais dois são Coordenadores Municipais de Proteção e Defesa Civil, sendo um com 7 anos de experiência no setor, mas com 23 anos de experiência na segurança pública, e outro com 6 anos na Defesa Civil com especialização em gestão de projetos e vasta experiência em segurança pública. Outros dois atualmente na área de ensino e pesquisa em universidades, como professores, ambos com mais de 20 anos de experiência, sendo um com mestrado em processos tecnológicos e ambientais e outro com doutorado na área de ciências ambientais e vários cargos exercidos em prefeitura. No total foram 6 indivíduos que responderam ao questionário.

Os critérios de inclusão foram o conhecimento dos estabelecimentos municipais em sua abrangência, a atuação, vivência e experiência no tema e na função de comando desses estabelecimentos, além da possibilidade de agregar informações na elaboração de propostas de melhorias na gestão de desastres nas infraestruturas críticas municipais. Inclusos também participantes de órgãos de proteção e defesa atuantes nos municípios. Também foram escolhidos ex-integrantes dos quadros com vasta experiência no tema devido ao grande tempo que trabalharam nos estabelecimentos em análise em funções de assessoria e diretoria em várias cidades próximas.

Faixa etária acima de 35 anos, com coleta de dados abrangendo o período de setembro de 2022 até dezembro de 2022, na cidade de Sorocaba, estado de São Paulo.

Foram excluídos aqueles participantes que exercem função não gerencial e administrativa, que dispõem de conhecimentos específicos, porém de aspectos

diferentes da gestão e direção dos estabelecimentos, portanto não haveria condições de conhecer e responder às perguntas, devido não abranger suas áreas de atuação. Essa exclusão, inclusive, limitou bastante a quantidade de entrevistados, já que havia necessidade de que tivessem bastante experiência na área e no poder público.

Na sequência foi executado uma pesquisa para levantamento de achados em relatórios de inspeções em IC dos municípios, a partir do ano de 2015, nos *sites* de prefeituras sem obtenção êxito nessa coleta. Porém, foi encontrado em relatórios de vistoria de agência reguladora algumas não conformidades, relativas à área de tratamento de água e esgotos, que foram coletados e tabelados.

Após, foi executada uma pesquisa sobre acessibilidade e sobre AVCB no *site* da prefeitura de Sorocaba para subsidiar as informações sobre a falta dessas conformidades nos prédios públicos. Essas informações públicas podem estar subestimadas, sendo um fator limitador, por motivos operacionais e estruturais de cada município.

Finalizando, foi efetuada a análise interpretativa das respostas obtidas nos Questionários 1 destinado a participantes de estabelecimentos municipais de IC e Questionário 2 destinado a órgãos e entidades que atuam no tema, devolvidos pelos participantes, após os mesmos terem preenchido.

Com esta abordagem a pesquisa procurou oferecer uma visão abrangente e embasada sobre a gestão de riscos de desastres naturais e proteção da infraestrutura crítica municipal, fornecendo subsídios para o desenvolvimento de propostas efetivas.

O fluxograma apresentado na figura 1 ilustra as principais etapas deste trabalho de pesquisa.

Figura 1 - Fluxograma de pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Os desastres naturais

Muitas são as definições acerca do tema. Estabelecem Lemos e Demange (2016, p. 19) que desastres “são os impactos negativos gerados por eventos adversos na vida das pessoas e nos recursos materiais e naturais”.

A ocorrência de eventos com potencial para causar um desastre faz parte da dinâmica da natureza. “A gravidade do desastre é determinada pela magnitude do evento adverso conjugado com as decisões humanas referentes à organização da ocupação do solo e ao estilo de vida adotado – se mais ou menos vulnerável a riscos”. (Lemos; Demange, 2016, p. 29).

Praticamente todas as sociedades do mundo sofrem consequências de desastres naturais, que podem refletir em perdas e efeitos danosos em serviços básicos e sistemas de abastecimento. Os desastres naturais fazem parte da própria natureza do universo. Nunes (2015, p. 13) coloca que “A história da humanidade pode ser contada de inúmeras formas: uma delas é como os seres humanos têm convivido com os desastres naturais”.

A autora descreve que a história possui inúmeros exemplos de grandes tragédias desencadeadas por eventos naturais, citando a erupção do Vesúvio e o terremoto seguido de *tsunami* em Lisboa, e que, apesar dessas ameaças estarem presentes, parte da população mundial encontra-se em áreas de risco elevado. Rocha e Londe (2021) completa que no Brasil os desastres se expandem em cenários políticos e socioambientais complexos.

Tominaga (2015b, p.13) considera:

> Os desastres naturais podem ser provocados por diversos fenômenos, tais como, inundações, escorregamentos, erosão, terremotos, tornados, furacões, tempestades, estiagem, entre outros. Além da intensidade dos fenômenos naturais, o acelerado processo de urbanização verificado nas últimas décadas, em várias partes do mundo, inclusive no Brasil, levou ao crescimento das cidades, muitas vezes em áreas impróprias à ocupação, aumentando as situações de perigo e de risco a desastres naturais.

No Brasil, durante os últimos anos, Rocha e Londe (2021, p. 35) expõe que o país vivenciou vários desastres relacionados a escorregamentos de terra e inundações, cujos impactos foram severos e com grande número de mortes. Esclarece que não só os eventos de grande porte causam danos. A “frequência desses eventos em diferentes regiões do país tem demonstrado impactos expressivos e prejuízos econômicos, afetando a saúde e a qualidade de vida das populações atingidas” (Rocha; Londe, 2021, p. 35).

Alguns desastres trazem consequências gravíssimas em vários aspectos, e além de mortes, causam danos sociais, econômicos e ambientais que demandam décadas para sejam recuperados, muitos deles se transformando em tragédias. A figura 2, a seguir mostra a situação após rompimento de barragem no estado de Minas Gerais em 2015, considerado um dos mais graves em termos ambientais, causado por uma combinação de fatores, incluindo falhas humanas na condução de processos de monitoramento, afetando todo um ecossistema.

Figura 2 - Desastre oriundo de rompimento de barragem de mineradora

Fonte: Rodrigues (2022).

Carvalho (2019) analisando a magnitude do desastre ocorrido em uma barragem e seus danos aponta que ficou evidenciado uma série de negligências por parte as empresas e também do poder público, sendo que após o evento os órgãos competentes se mobilizaram para tentar dar as respostas à sociedade.

Segundo UNISDR (2009), desastre é uma perturbação grave do funcionamento de uma comunidade ou sociedade que excede a capacidade dessas em recuperar com meios próprios, envolve perdas e danos materiais, econômicos e ambientais.

No Glossário da Defesa Civil Nacional, desastre é o “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado” (Castro,1998 *apud* Tominaga 2015b, p.14)

Araújo (2012) mostra que os desastres de uma maneira geral podem manifestar-se de duas formas distintas quanto à sua ocorrência: súbita e cíclica.

Conforme Zuquette (2018), a sociedade, independente do grau de desenvolvimento, em diferentes nações, tem sido atingida por desastres e catástrofes, originados de eventos naturais, quasi-naturais, natural-tecnológicas e antropogênicas. Esses desastres possuem diferentes magnitudes e diferentes graus de dificuldades para sua predictabilidade. Cita que entre 2015 e 2016 ocorreram, além do Brasil, inundações na Inglaterra, Estados Unidos, Austrália, Paraguai e Reino Unido, além de *tsunamis* e terremotos no Chile, Japão e Indonésia.

Sobre a convivência dos seres humanos, Nunes (2015, p. 14) enfatiza:

> A continuidade dessas ocorrências no auge do desenvolvimento científico-tecnológico evidencia a inabilidade crescente do ser humano em conviver com fenômenos que sempre aconteceram e o distanciamento entre as conquistas científicas e tecnológicas dos reais problemas que afligem a sociedade. Revela, ainda, a falta de sintonia entre a capacidade humana em promover alterações no planeta e sua habilidade em gerenciá-las.

A autora pontua que alguns estudiosos do assunto consideram que os desastres naturais se constituem em eventos danosos para os grupos humanos, com possibilidade de superação, enquanto as catástrofes naturais possuem características de trazer consequências irreversíveis para os sistemas atingidos. Nessa mesma linha Zuquette (2018, p. 1) defende que em determinadas situações e dependendo do meio ambiente afetado e da magnitude dos prejuízos, os “eventos transformam-se em desastres e catástrofes e, muitas vezes tem levado a calamidade e crise, em decorrência da magnitude das perdas e danos gerados em uma determinada região”.

De acordo com Farber (2019), o conceito tradicional de desastres compreende eventos súbitos, de causa natural e com impacto expressivo, sendo, entretanto na prática, um termo bastante maleável. Para o autor, o critério “súbito” vem salientar o período emergencial do evento, considerando importante definir se a prevenção e desenvolvimento da resiliência antecipadamente e a compensação e a reconstrução posterior a ocorrência necessita ser incluídos. Já o impacto significativo é dependente do ponto de vista do observador e, quanto a causalidade natural, denota ser enganosa, não existindo como desastre natural.

Nunes (2015, p. 14) também considera que os impactos desses desastres, catástrofes e calamidades dependem da vulnerabilidade da população, que é a capacidade de antecipar, fazer frente a, resistir e se recuperar. Observa que a resiliência é o “nível de mudança que um sistema pode suportar sem alterar seu estado, revelando sua capacidade de se restabelecer e ainda melhorar sua reatividade perante ocorrências similares futuras.”

Acredita que as consequências negativas podem estar relacionadas com a ocupação dos espaços com mais representatividade do que à magnitude do fenômeno desencadeador, e que dois processos sociais se destacam como indutores naturais, em razão de “suas capacidades em alterar rapidamente o ambiente natural: a urbanização e a globalização.”

Desigualdades e desarranjos são apontados pela autora como fatores negativos na ocorrência de desastres, por falta de integração e heterogeneidade dos locais, onde as pessoas possuem ideias diferentes e conhecimento de como agir em casos de desastres, associados à concentração populacional e mobilidade desigual.

Canil, Lampis e Santos (2020) apontam que comumente tratam os desastres naturais separado das dinâmicas sociais e dos processos econômicos, políticos e culturais que transformam o espaço geográfico ao longo da história.

> Nos cenários de desastre, a população pode ser entendida como mais ou menos vulnerável. No entanto, para compreender os desastres e a vulnerabilidade social impingida neles, bem como a gestão de geração do risco e a compreensão da dinâmica dos processos físico-naturais, é necessário incluir processos sociais, econômicos e políticos (Canil; Lampis; Santos, 2020, p. 398).

Essa afirmação encontra respaldo em Morin (2013, p. 25), onde assegura que “a crise ecológica se acentua com a degradação crescente da biosfera, que, por si mesma, vai provocar novas crises econômicas, sociais e políticas.”

Desastres ambientais, como as grandes catástrofes naturais, ocorrem de forma bastante imprevisível, de modo que sempre parecem nos pegar de surpresa e nunca completamente preparados (Farber, 2019, p. 25).

> A crise urbana desenvolve-se nas megalópoles asfixiadas e asfixiantes, poluídas e poluentes, em que os habitantes são submetidos a inumeráveis fontes de estresse, e enormes guetos pobres se ampliam, enquanto os guetos ricos constroem muros ao seu redor (Morin, 2013, p. 26).

Tominaga e Gramani (2016) colocam que existem centenas de municípios com áreas urbanas e rurais que podem ser afetados por acidentes de origem geológico e hidrológico. Completam que para a identificação e avaliação das áreas de risco baseado em dados do meio físico e histórico de eventos são fundamentais para o enfrentamento desses perigos, sendo o mapeamento das áreas de risco as principais ferramentas para o reconhecimento e a caracterização dessas situações.

Todas as situações que envolvem eventos extremos e consequentes desastres, para Rocha e Londe (2021), provocam muitos danos, e levam as cidades a decretar estado de calamidade por não possuírem capacidade de resposta às suas necessidades sem contar com ajuda externa, e nesses casos, a “própria falta de capacidade de resposta está envolvida na geração do desastre, pois, quando um município ou região não consegue atender às demandas geradas”, podendo acentuar as vulnerabilidades locais tornando a população mais exposta.

Kruse (2022) discorre que os desastres, consistem de situações em que o ecossistema todo é afetado, trazendo efeitos adversos e nocivos para a natureza, e que na maioria das vezes quando ocorrem, as consequências são irreparáveis.

Macedo, Santoro e Araújo (2004) salientam que para as questões de inundação e escorregamentos existe o Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC), cujo objetivo é dotar as equipes técnicas municipais de instrumentos de ação, para a redução de risco iminente, de perdas de vidas humanas nesses dois casos.

> O PPDC é, assim, um instrumento de defesa civil importante dos poderes públicos estadual e municipais, para garantir maior segurança aos moradores instalados nas áreas de risco de escorregamentos (Macedo, Santoro; Araújo, 2004, p. 910).

Porém, é sabido que, dentre as inúmeras atribuições dos municípios, aliado ao déficit de técnicos e estrutura física, carecem de efetiva integração dos instrumentos existentes, mas principalmente necessitam de integração dos órgãos e partícipes da agora metrópole e suas políticas públicas.

Araújo (2012) orienta que a administração de desastres corresponde ao esforço de prevenir a ocorrências, mitigar as perdas, preparar-se frente às consequências, alertar sua presença, responder a emergência e recuperar-se de seus efeitos. Quanto ao processo de gestão anti-desastres, o autor explana que o mesmo consiste em uma série de medidas, tendo o cunho preponderante do contexto político sobre o técnico, e devem levar em conta três principais articulações: articulação política, planejamento e tomada de decisão e implementação.

Assim, considerando as variadas definições, Zuquette (2018) elenca aspectos fundamentais para a caracterização de desastre:

- É resultante das perdas e danos gerados por eventos de diversas fontes e intensidades;
- Duração variada entre segundos e meses;
- Caracterizado pelas causas e velocidade dos impactos;
- Extensão e locais variáveis;
- Envolve relação de sistemas físicos e humanos complexos;
- Provoca mortes e perdas de bens, danos em infraestrutura e redes sociais;
- Interrompe funcionamento de escolas, hospitais, sistemas econômicos e sociais;
- Para enfrentamento, necessita de recursos externos.

Finaliza o autor que os desastres podem ser minimizados por ações de preparação, mitigação, resposta, reabilitação e recuperação, através de adoção de medidas públicas.

Essa atuação com propósito de preparação é reforçada por Jacobi e Sulaiman (2017) ao considerarem que o cenário da gestão de riscos de desastre congrega urgência na prevenção, o descompasso entre gestão preventiva da legislação e a

estrutura tecnocêntrica de ações corretivas da Defesa Civil, vulnerabilidade da população e limitada participação social.

Günther *et al.* (2017) explanam que são previsíveis e recorrentes alguns tipos de desastres. Enchentes, deslizamentos e estiagens ocorrem em certas estações e desastres tecnológicos ocorrem quando não há estrutura social e governamental eficiente, fiscalização e controle.

Manifesta os autores que sobre as vertentes para a classificação dos desastres quanto a sua origem, podem ser assim divididas:

Vertente 1: Naturais e antropogênicos.

Vertente 2: Naturais e tecnológicos, com variações entre EM-DAT-*The International Disaster Database* e COBRADE – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres.

A presente pesquisa pretende trazer uma contribuição técnica para a tomada de decisão dos órgãos públicos e de seus gestores. Sugerindo um enfoque acrescentando o uso da transdisciplinaridade, integrando a outras linhas de pensamento, o complexo e o sistêmico, visa contribuir para a solução dos problemas relacionados à gestão de riscos. A complexidade desses fenômenos torna claro a interdependência entre as ciências exatas, humanas e biológicas.

Santos (2005, p. 4) manifesta-se no sentido de se reconhecer a complexidade intrínseca aos fenômenos, pois a vida se manifesta na complexidade das relações que são interdependentes e que são estudadas isoladamente pelas ciências exatas, biológicas e humanas, ele frisa que, “a interdependência é um princípio que sustenta a vida nesse planeta.

Sobre pensamento complexo, o filósofo francês Morin (2015) defende a ideia de que os fenômenos que ocorrem na natureza são complexos, refutando as ideias fragmentadas, simplistas e reducionistas. Morin (2015), admite que o pensamento complexo não resolve os problemas por si só, mas constitui-se num amparo à estratégia que poderá resolvê-los.

Argollo Ferrão *et al.* (2021) sustentam que o pensamento complexo e a abordagem sistêmica são apropriados para a compreensão ampla desses problemas que estão ligados à gestão do território inclusive para proposições de soluções integradas para resolução.

A relação entre investimento de redução de risco e redução de danos de eventos extremos varia. Investir na preparação e prevenção contra os impactos de eventos extremos é muito provavelmente menos do que o custo de impactos e recuperação (Portner, 2019).

3.2 A urbanização das cidades e os desastres naturais

Primeiramente é público e notório que a urbanização desordenada vem despertando frequentes preocupações de organismos internacionais.

Carvalho e Prandini (1998) afirmam que a urbanização acelerada é um fenômeno mundial e os mecanismos e normas estão inadaptados à nova realidade, acrescentando as práticas viciadas e equivocadas que produzem resultados de falência das políticas urbanas.

Braun, Fernandes e Nyakas Júnior (2016) mencionam o crescimento populacional de algumas regiões, intensificado pelos movimentos migratórios internos como responsável pelo desordenamento urbano, pela criação de bolsões de pobreza no entorno das cidades, contribuindo significativamente com a degradação ambiental hoje existente.

Sun (2019, p. 159) assegura que a relação entre densidade populacional e o risco no contexto dos desastres é complexa.

> O uso e a ocupação do solo, de maneira desordenada, levam populações a ocupar áreas de risco, provocando adensamentos humanos mais frágeis e sujeitos a fatores sociais externos, criando um ambiente propício ao surgimento de colapsos e desastres (Braun; Fernandes; Nyakas Junior, 2016, p. 45).

A concentração populacional é uma das razões das crescentes perdas decorrentes de desastres. Brollo e Tominaga (2012) consideram que apesar de políticas públicas para enfrentar as situações de risco já estarem implantadas, os eventos continuam ocorrendo.

Esse intenso processo de urbanização, para Tominaga (2015b, p. 19) é responsável por esse “aumento na incidência de desastres naturais”. Tal processo “levou ao crescimento desordenado das cidades em áreas impróprias à ocupação, devido às suas características geológicas e geomorfológicas desfavoráveis”.

Nas cidades, esse processo histórico de configuração é que estabelece a conexão entre riscos naturais e sociais, e para a análise e entendimento do risco de desastre é necessário evidenciar as relações de poder, tendo em vista que as ocupações dos espaços atenderam interesses políticos e econômicos em detrimento da função social da terra, gerando extensas áreas vulneráveis sob o ponto de vista socioambiental (Jacobi; Sulaiman, 2017).

Se para os municípios maiores tal problema necessita de um iminente e necessário tratamento, não é diferente na área em estudo, cuja população aumentou e trouxe os problemas inerentes. Esse intenso processo de urbanização ocorrido nas últimas duas décadas, a ausência de recursos e de políticas habitacionais e uma crise econômica duradoura, leva à ocupação de áreas geologicamente desfavoráveis, pelas populações menos favorecidas, causando graves situações de risco (Macedo; Santoro; Araújo, 2004).

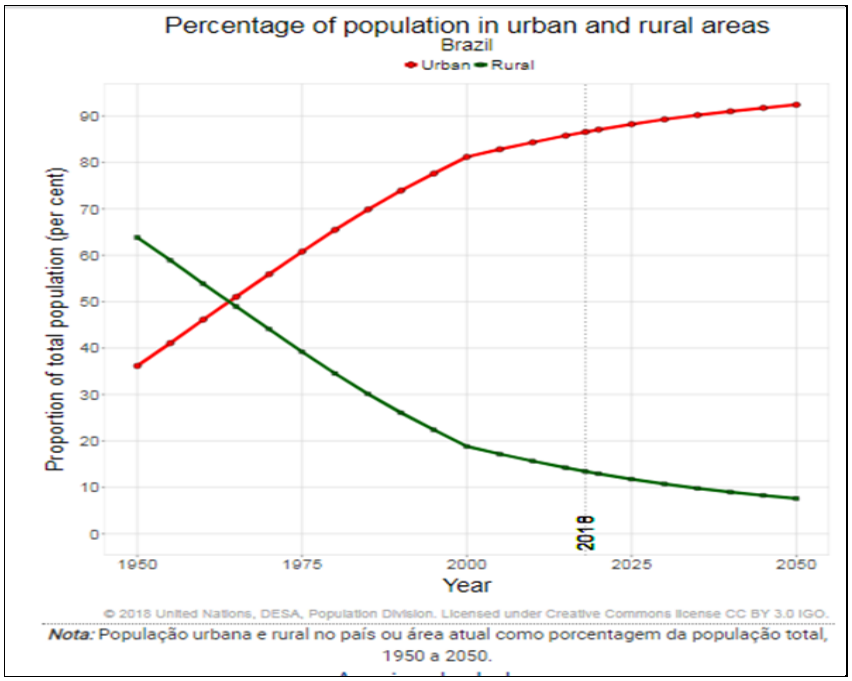
Santos (2017, p. 11), considera as cidades como a “mais radical intervenção modificadora do homem no meio físico natural, compondo um novo e particular ambiente, total e inexoravelmente diverso do ambiente natural então imperante no território virgem.” O autor estima que abrigam hoje como moradores e usuários 80% da população mundial.

Essa grande intervenção antrópica impõe um conjunto de severas solicitações ao meio físico geológico: eliminação da vegetação natural, desequilíbrios geotécnicos impostos por escavações, cortes, aterros e obras subterrâneas, sobrecargas por aterramentos e fundações concentradas e difusas, impermeabilização com aumento do escoamento superficial e redução da infiltração de águas pluviais, completa subversão do sistema de drenagem superficial, exposição de solos à erosão, disposição de resíduos inertes, não inertes e perigosos, lançamento de efluentes industriais tóxicos, alterações climáticas locais etc. Por outro lado, requer desse mesmo meio físico geológico uma série de insumos: disponibilidade de áreas para crescimento urbano, agregados para construção civil areia, argila, brita, materiais para aterramentos, água superficial e subterrânea, terras para produção agrícola hortifrúti, áreas para lazer e funções ambientais, áreas próprias para disposição de resíduos e locação de cemitérios, áreas especiais para instalação de aeroportos, portos, distritos industriais etc. (Santos, 2017, p. 11).

Todo esse crescimento produz cenários urbanos que não são resilientes e seguros de uma forma geral. Nessa ótica, justifica-se reforçar a necessidade de tratar com prioridade o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 da ONU em tornar as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. ONU (2023) cita como uma das metas o aumento substancial das cidades e assentamentos humanos com adoção de políticas e planos integrados envolvendo a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres.

A figura 3 a seguir apresenta a variação da população urbana e rural do Brasil de 1950 até 2050.

Figura 3 - Variação da população urbana e rural do Brasil



Fonte: Infraestrutura [...] (2021).

O gráfico mostra que a população urbana deve ultrapassar 90% até o ano de 2050, permanecendo o ritmo atual.

Ao abordar as ocorrências mais comuns e desastres naturais no estado de São Paulo, Tominaga (2015c) descreve que estão associados aos escorregamentos de encostas, inundações, erosão e tempestades (ventanias, raios e granizo).

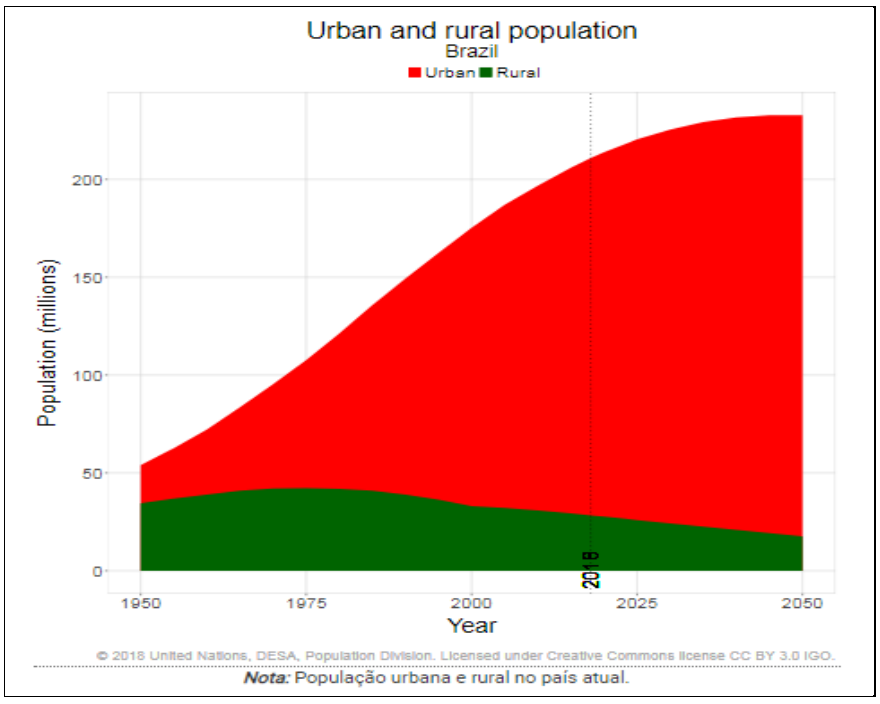
A autora mostra que enchentes e inundações ocorrem em todo estado, ao longo dos cursos d'água, mais intensas no litoral sul, e na maior parte do estado, (central e oeste) apresenta suscetibilidade à erosão, e na região oeste ocorrem os

colapsos de solos, com a região leste predominando escorregamentos e inundações, porém com a Região Metropolitana de São Paulo com maior número de mortes decorrentes de enchentes e inundações, provavelmente devido ao adensamento populacional, associados a outros fatores.

Para Rocha e Londe (2021) a ocorrência conjunta dessas inundações bruscas e dos escorregamentos, devido à gravidade, é o que chama a atenção dos gestores, dos pesquisadores e das comunidades que sofrem estas consequências no Brasil, pois provocam perda de vidas, doenças e agravos à saúde coletiva, além dos vultosos prejuízos econômicos e imensuráveis danos socioambientais.

A figura 4 apresenta a comparação e projeção da população urbana e rural do Brasil em 2018.

Figura 4 - Projeção da população urbana e rural do Brasil



Fonte: Infraestrutura [...] (2021).

O gráfico mostra que no ano de 2018 a população urbana brasileira já ultrapassava os 200 milhões de habitantes, sinalizando um aumento para os próximos 25 anos.

Esse processo de mudança das pessoas para ambientes urbanos acontece também na maioria dos países da América do Sul, e decorrem de diversos aspectos. Nunes (2015) relata que impõe grandes desafios para o desenvolvimento sustentável e qualidade de vida, impactando fortemente a segurança e integridade física da população.

Jacobi e Sulaiman (2017) declaram inquestionável, no atual quadro urbano brasileiro, a necessidade de que políticas públicas sejam implementadas, para contrapor-se ao quadro de deterioração das condições e consequentemente multiplicação de riscos associados a eventos climáticos extremos.

Ao comparar as consequências dos desastres, Nunes (2015) descreve que as cidades agregam população e atividades, sendo possível que qualquer impacto possa afetar um grande número de pessoas, principalmente nos casos de urbanização acelerada com consequente índice de pobreza elevada, meio ambiente degradado, pouca escolaridade, ausência de infraestrutura básica e políticas públicas ineficientes.

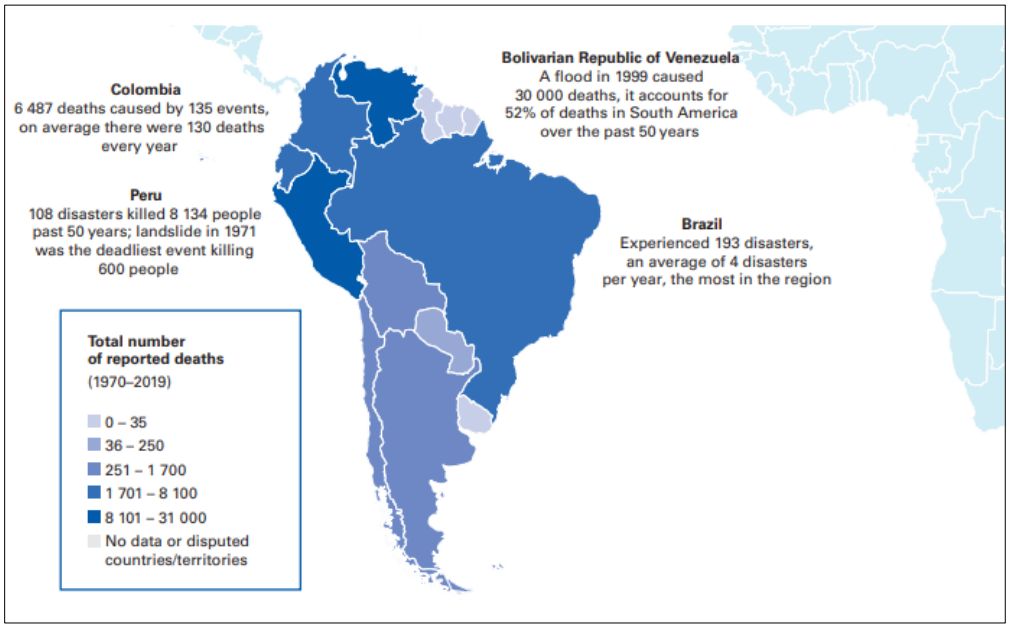
> Embora o aumento das catástrofes tenha frequentemente sido relacionado aos eventos naturais, estes apenas são deflagradores das situações de crise emergentes, que acabam por expor aqueles que estão mais vulnerabilizados nas cidades. Nessa trama perversa, destacam-se a incapacidade dos municípios em lidar com as situações de risco e emergência, e a fragilidade das propostas que tentam organizar e sistematizar ações em torno de um sistema de medidas que visam à redução dos efeitos dos desastres (Berenguel, 2012, p. 159).

As nações sofreram grandes transformações, onde a população se transferiu para a área urbana numa velocidade maior do que os serviços de infraestrutura tiveram possibilidade de acompanhar, segundo Nunes (2015), em busca de melhores condições de vida. No Brasil, esse fenômeno de crescimento populacional, é o que Rocha (2003) chamou de pobres metropolitanos, já que a maioria era formada por pobres rurais que passaram a se concentrar nas metrópoles, e são os que mais sentem os efeitos e estão sujeitos aos maiores riscos.

Porém, a autora ressalva que mesmo cada ambiente da região tenha características, suscetibilidades e potencialidades distintas, nos últimos anos, eles estão sendo ocupados rapidamente e de forma nociva, causando desestruturação de todas as ordens e contribuindo para desastres naturais.

Outros países da América do Sul também sentem efeitos dos desastres e de eventos climáticos. A figura 5 a seguir apresenta os países sul-americanos mais afetados por desastres entre 1970 e 2019.

Figura 5 – Apresenta desastres relatados e suas mortes relacionadas na América do Sul (1970 – 2019)

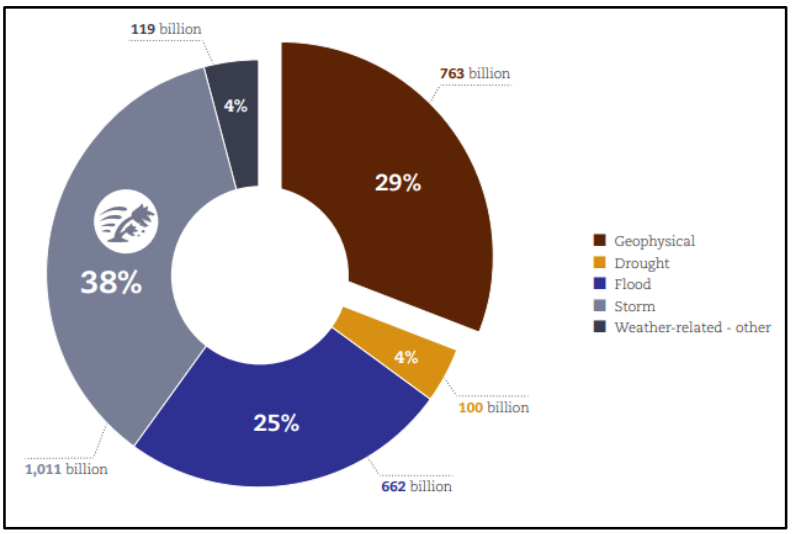


Fonte: WMO (2021).

Embora não haja um número exclusivo para a América do Sul, as perdas econômicas colocam as Américas em primeiro lugar, totalizando 46% dos prejuízos associados aos desastres.

A figura 6 a seguir mostra os prejuízos econômicos registrados por tipo de desastres em todo o mundo.

Figura 6 - Prejuízos econômicos relacionados a desastres naturais 1995-2015



Fonte: The Human [...] (2015).

O gráfico mostra que as tempestades, processos geofísicos e as inundações são os desastres que mais causam perdas econômicas no mundo, detalhando os danos entre 1995 a 2015. Com relação às instalações críticas, The Human [...] (2015) contabiliza no período 130.000 escolas, clínicas, hospitais dentre outras de saúde e educação danificadas ou destruídas, sendo que as inundações e tempestades juntas são responsáveis por cerca de 98% das casas danificadas e 99,9% da educação, saúde e instalações educacionais.

Ao analisar os riscos em algumas localidades urbanas da América do Sul que estão sujeitos a desastres naturais, Nunes (2015) observa essa possibilidade em 56 localidades, com o Brasil se sobressaindo com 26 locais sob risco de um ou mais perigos. Aglomerados urbanos brasileiros acima de 750.000 habitantes fazem parte da lista, como Aracaju, Baixada Santista, Belo Horizonte, Campo Grande, Cuiabá, Curitiba, Florianópolis, Maceió, São Paulo, Sorocaba, Teresina, entre outras, com relação às inundações.

Embora esses dados sejam preocupantes, a autora explana que essas informações possam estar subestimadas devido às dificuldades de obtenção das mesmas, porém, complementa que seja um ponto positivo a diminuição de óbitos em décadas mais recentes.

No entendimento de Rocha e Londe (2021, p. 46-47) mesmo antes de uma cidade se recuperar, outro desastre acontece e os problemas acumulam-se e intensificam-se, considerando-se que, geralmente as áreas sujeitas a inundações,

enxurradas ou deslizamentos possuem condições socioambientais precárias, sofrendo impactos da ameaça, agravando suas vulnerabilidades em um ciclo no qual as comunidades afetadas tornam-se mais vulneráveis e, consequentemente, os impactos desses sucessivos desastres se agravando.

Salvador (2021) apresenta que no período de 2010 a 2019, o total de vidas humanas afetadas pelos desastres naturais causados por fenômenos hidrometeorológicos e climáticos ultrapassou os 211 milhões, com 29.477 de ocorrências registradas. A tabela 1 a seguir apresenta os números e as ocorrências no período.

Tabela 1 - Número de vidas impactadas e ocorrências de 2010 a 2019

Grupos de desastres	Vidas impactadas	Ocorrências
Alagamentos	2.124.747	885
Enxurradas	14.804.237	3.637
Inundações	10.414.792	1.899
Chuvas intensas	15.812.139	2.041
Granizo	2.144.631	694
Estiagem e seca	160.807.995	18.699
Ondas de calor e baixa umidade	1.131.649	31
Ondas de frio	45.832	80
Vendavais e ciclones	4.306.160	1.464
Tornados	197.748	47
Geral	**211.789.930**	**29.477**

Fonte: Salvador (2021).

3.3 As mudanças climáticas e sua atualidade

Não é recente a discussão do tema sobre as mudanças climáticas que ocorrem no mundo e suas consequências danosas, não sendo diferente no Brasil, apenas com cenários e ocorrências diferentes, em magnitude e prejuízos.

Marengo (2010) abordou a questão ao projetar o futuro para o clima indicando mais umidade e mais ocorrências de processos dinâmicos na atmosfera, com maior frequência e intensidade de ocorrência de ventos extremos e outros fenômenos, como aumento da precipitação no sul do Brasil, no oeste da Amazônia e na região litorânea entre o Amapá e o Ceará, menos chuvas no sul e no centro da Amazônia, no centro-oeste e na maior parte da região nordeste, havendo cenários piores em outras regiões.

Ambrizzi e Magaña (2017) declaram que desde 1950 diversas mudanças foram vistas no mundo em termos de extremos climáticos, algumas delas associadas diretamente com as interferências humanas.

Borges (2023, p. IX) considera que “[...] o grande número de eventos extremos e a extensão prolongada no espaço e no tempo destes são indicativos de que as mudanças climáticas estão se intensificando nas últimas décadas.”

Negócios e empresas sofrerão direta ou indiretamente as consequências do aquecimento global, seja para manter os atuais níveis de produção, seja no maior nível de exigência dos consumidores práticas sustentáveis (Marengo, 2010).

Quanto ao número de desastres naturais, estes estão crescendo, principalmente relativos às chuvas intensas, num contexto de vulnerabilidade crescente, que amplia o risco associado ao desastre natural (Ambrizzi; Magaña, 2017).

Ramos e Formiga-Johnsson (2023) analisam que as mudanças climáticas irão afetar profundamente os grandes centros urbanos pelo aumento e intensificação dos eventos hidrológicos extremos e consequentes desastres, em especial as inundações e os escorregamentos, enfatizando as incertezas quanto à dimensão dos impactos futuros, sobretudo na região sudeste e centro-oeste.

Não é possível impedir que ocorram essas mudanças climáticas, mas é possível proteger as sociedades e suas economias dos impactos potenciais dessas mudanças globais de alguma maneira (Ramos; Formiga-Johnsson, 2023).

Ambrizzi *et al.* (2021) citam que existem diferenças entre os termos “aquecimento global” e “mudanças climáticas”, o primeiro se referindo ao aumento da temperatura média terrestre em função do aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera, e o segundo termo às mudanças de longo prazo que vem sendo observadas e projetadas em diversas variáveis climáticas como padrões de precipitação, temperatura e vento, decorrendo tanto fatores naturais quanto de fatores antropogênicos.

As evidências dessas mudanças incluem o aumento da temperatura média na superfície terrestre, aumento da acidificação dos oceanos, diminuição do volume do gelo marinho no Ártico, derretimento de geleiras, elevação do nível do mar, aumento da frequência e intensidade de eventos extremos relacionados a mudanças no ciclo global da água, onde se observam secas longas e severas em algumas regiões e o aumento da precipitação anual em outras (Ambrizzi *et al.*, 2021).

Essa intensificação da frequência de eventos extremos, segundo o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (Portner, 2019) deve-se às mudanças climáticas naturais e antropogênicas que ocasionam o aquecimento global que estão fortemente relacionados ao aumento das emissões dos gases do efeito estufa.

Com essas perspectivas de mudanças climáticas que ocorrerão, cientistas, políticos e governantes do mundo inteiro estão procurando compreender a natureza das mudanças e seus efeitos para as populações e seus sistemas socioeconômicos. Esses custos, com o aumento dos eventos extremos podem ser mais altos, e os impactos substanciais nas áreas afetados, como agricultura, energia elétrica, áreas urbanas e biodiversidade (Marengo, 2010).

Canil, Lampis e Santos (2020) explanam que as ameaças de ordem ambiental, pela união de fatores naturais e sociais, potencializados pela ação humana resultam a ocorrência de eventos extremos, atingindo muitas cidades em todo o mundo. No caso brasileiro, alertam os autores se faz necessária atenção especial sobre as periferias urbanas, moradia da maioria da população de baixa renda, caracterizadas por condições inseguras de habitabilidade, criticidade no abastecimento de água e de saneamento, onde existem conflitos socioambientais e limitações para o controle do crescimento, da mitigação e do gerenciamento do uso do solo.

Consideram áreas de segregação e injustiça socioespacial, agravadas pelo aumento e pela frequência de eventos extremos que estão associados à variabilidade climática regional e global, configurando, assim, em situações de riscos e desastres (Canil, Lampis; Santos, 2020).

Para Coutinho (2022), as pessoas não são atingidas pelos desastres da mesma maneira, sendo as desigualdades sociais e as diferenças de raça e gênero fatores agravantes, sendo assim, seletivos.

3.4 Riscos

Todo esse panorama complexo e seus aspectos apontam para o aparecimento e produção de riscos. Riscos, portanto, estão presentes em qualquer atividade humana, não sendo diferente com relação ao meio ambiente e suas conexões. Beck (2011) considera que todo o progresso e as atividades que fizeram e fazem parte da humanidade geram o que chamou de “sociedade de risco”, ainda hoje produzindo ameaças e destruição.

Assim, insere-se no presente trabalho essa percepção de que sempre haverá um risco, primeiramente porque se trata de milhares de estruturas espalhadas pelo país, diferentes serviços prestados para a sociedade, diferentes panoramas climáticos e um número incalculável de pessoas que estão sujeitas às mais variadas condições de vulnerabilidade.

Assim, conforme o autor, os riscos são um produto histórico, resultado de ações e omissões humanas (Beck, 2011).

Veyret (2013, p. 11) define risco como “a percepção do perigo, da catástrofe possível”, considerando que “ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais”, completando que a convivência se dá por meio de práticas específicas.

Miguez *et al.* (2018) estabelece que os termos risco e perigo se confundem, tendendo a ser como se fossem sinônimos, porém, não sendo adequado esta conceituação.

Risco é um termo usado por diversas áreas, possuindo inúmeras definições. Segundo Zuquette (2018) esse termo – risco – é usado por engenheiros, geólogos, economistas, administradores públicos, entre outros, e refere-se a consequências adversas ao meio ambiente, às pessoas e à sociedade, associado a um evento perigoso e que produzirá efeitos acima de um limite suportável.

A ABNT (2018), define risco como efeito das incertezas nos objetivos sendo normalmente expresso em termos de fontes de riscos, eventos potenciais, suas consequências e suas probabilidades.

Enfatiza Zuquette (2018, p. 2) que “o termo risco tem sido considerado com diferentes enfoques, dependendo das condições de usos e das finalidades”, ou seja:

• em termos coloquiais (significando perigo, aventura, oportunidade);

• em termos técnicos (como a combinação de probabilidade de um evento perigoso e suas consequências) e;

• em termos de seguros (como incerteza ou chance de ocorrer algo não previsto).

Mendonça e Buffon (2021) afirmam que os riscos sempre estiveram presentes e suscitam preocupações desde os primórdios da humanidade, não configurando nenhuma novidade.

> A ideia de risco tomou vulto e impregnou-se na civilização ocidental desde a Grécia Clássica, momento no qual os registros dos sentidos humanos atribuídos à realidade, visando construir uma compreensão do universo, resultaram no nascimento de uma nova forma de relação entre homens, e entre estes e o ambiente circundante (Mendonça; Buffon, 2021, p. 13).

Assim, a noção de risco atualmente, é extremamente importante em face da complexificação e intensificação dos problemas e pela abrangência que mais recentemente tomaram (Mendonça; Buffon, 2021).

Tendo em vista essa complexidade do conceito de risco, e suas diferentes nuances, Miguez *et al.* (2018, p. 26) apresentam algumas definições, baseado em Brasil (2009):

a) Medida de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis.

b) Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos.

c) Probabilidade de danos potenciais dentro de um período especificado de tempo e/ou de ciclos operacionais.

d) Fatores estabelecidos, mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa de ocorrência de um acidente ou desastre.

e) Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.

Por se tratar de preocupação internacional, atingindo todos os países e organizações na esfera do poder político, existe a necessidade de tomada de medidas preventivas e remediativas para a segurança das populações em face dos impactos decorrentes dos desastres serem mais intensos e numerosos (Mendonça; Buffon, 2021).

Completa Veyret (2013, p. 11) que “[...] o risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal”.

A autora explica que diversas abordagens do risco são possíveis, permitindo concebê-lo com sendo um “sistema que articula práticas de gestão, atores e espaços segundo lógicas diversas” (Veyret, 2013, p. 16).

3.4.1 Estimativa dos riscos

Para estudar os eventos perigosos, Zuquette (2018, p. 1) considera importante levar em conta, no mínimo 5 etapas:

- Primeira etapa: predictabilidade, considerando a intensidade e magnitude, ocorrência no espaço e tempo;
- Segunda etapa: o levantamento dos elementos ambientais e o grau de exposição aos efeitos dos eventos e às respectivas vulnerabilidades, assim como a capacidade adaptativa e resiliência;
- Terceira etapa: relativa à estimativa dos possíveis riscos e à avaliação destes em termos de aceitabilidade e tolerabilidade;
- Quarta etapa: adoção de medidas de diferentes naturezas com vistas a minimizar perdas e impactos; e
- Quinta etapa: avaliação pós-ocorrência, quando são avaliadas as perdas reais, o nível atingido de risco e as possíveis medidas de recuperação e pagamento de seguros.

Sobre risco, Zuquette (2018, p. 3) ainda enfatiza que o “risco é decorrente de uma ação (evento perigoso - *hazard*), que ocorre em função das condições naturais e/ou humanas, ou, ainda, do grau de incerteza, e terá sempre caráter probabilístico”.

> A partir das relações entre eventos perigosos naturais, quasi-naturais, natural-tecnológicos e antropogênicos com os elementos do meio ambiente e das características específicas dos elementos ambientais, o evento perigoso pode gerar diferentes efeitos e, consequentemente, perdas e danos com diferentes magnitudes. Portanto, para que ocorra uma condição de risco é necessário, além da ação (evento com uma intensidade), um elemento sujeito a essa ação, o que levará as diferentes grandezas de consequências. Estas dependem de uma proporcionalidade, que deve refletir quão vulnerável está o elemento em relação à ação ou aos efeitos dos eventos perigosos (vulnerabilidade). Assim, risco, em termos técnicos e jurídicos, significa a probabilidade de danos, perdas específicas e/ou globais, decorrentes de uma ação/efeito que provoque danos a qualquer tipo de elemento do meio ambiente. Em termos econômicos, significa possíveis perdas e danos estimados em termos monetários associados a um evento perigoso (*hazard*) (Zuquette, 2018, p. 3)

Coloca o autor que é “fundamental o entendimento de que um evento perigoso (*hazard*) é o que ocorre com uma intensidade/magnitude acima de um limite crítico (*safety threshold*),” e que irá produzir efeitos diretos e indiretos, que trarão impactos nos elementos ambientais, cujos resultados traduzem-se em perdas e danos a um sistema ou unidade.

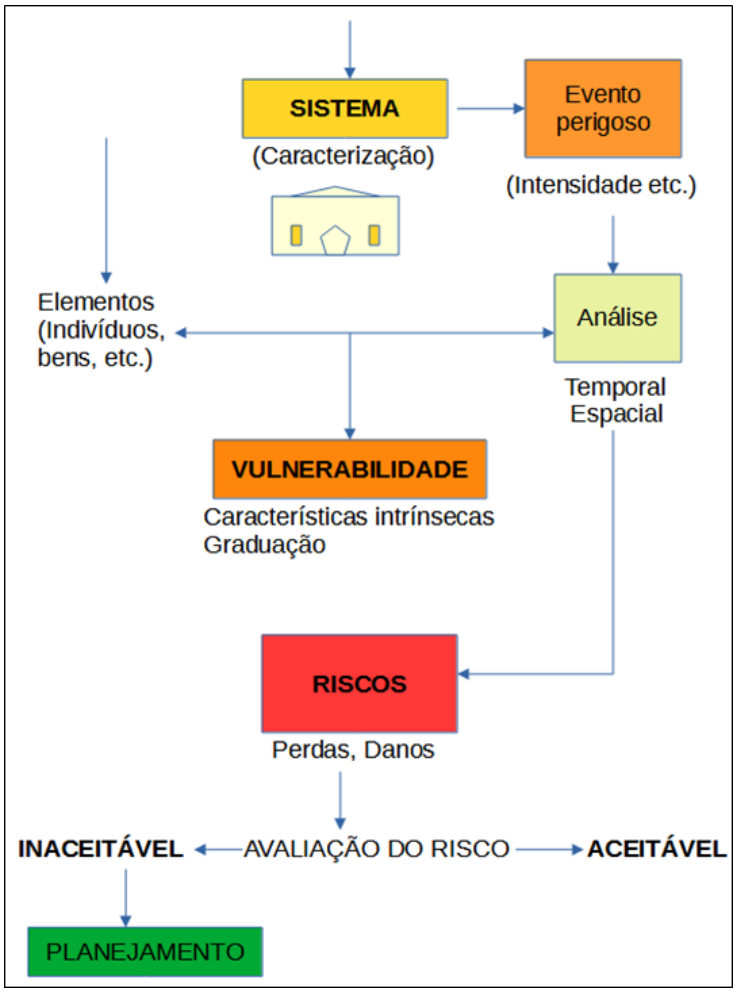
Para o mesmo autor “a estimativa de riscos para um sistema está centrada em diversos pontos fundamentais, que culminam com a avaliação dos níveis de perdas e a adoção de planos para o enfrentamento do risco”.

> Assim, qualquer que seja o sistema, o conhecimento sobre os elementos ambientais e as características do evento perigoso permitem uma avaliação segura dos riscos e, consequentemente, uma tomada de decisão efetiva em termos da redução dos mesmos, caso venha a ocorrer o evento (Zuquette, 2018, p. 3).

A figura 7 a seguir mostra as relações entre sistemas, evento perigoso, risco e planejamento de ações e medidas de prevenção e controle.

“As estimativas de riscos são sempre destinadas à tomada de decisão, no sentido de adoção de ações e medidas que permitam o gerenciamento de riscos” (Zuquette, 2018, p. 4).

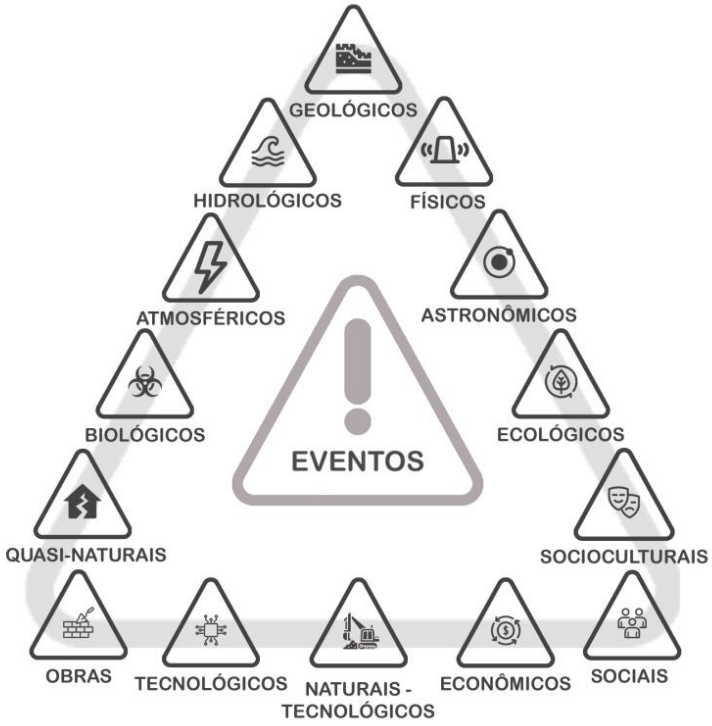
Figura 7 - Relações entre sistemas, evento perigoso, risco e planejamento de ações e medidas de prevenção e controle



Fonte: Adaptado de Zuquette (2018).

Evidencia o autor que os riscos podem ser oriundos de eventos perigosos (que ocorrem frequentemente), gerados por categorias diferentes de fontes naturais. A figura 8 apresenta as principais fontes de eventos perigosos, riscos e desastres.

Figura 8 – Principais fontes de eventos perigosos, riscos e desastres



Fonte: Adaptado de Zuquette (2018).

Alguns dados devem ser obtidos em relação ao evento perigoso, independente da técnica ou método empregado, segundo Zuquette (2018):

• Qual ou quais são os eventos perigosos prováveis?

• Qual a magnitude e intensidade dos eventos?

• Quais as probabilidades das distribuições espaciais e temporais?

• Haverá eventos em cadeia?

• Quais os possíveis efeitos e consequências?

• Quais os tipos de danos e perdas potenciais?

• Quais as probabilidades de ocorrerem os danos e perdas?

• Qual a grandeza dos danos e perdas?

• Como minimizar os possíveis efeitos?

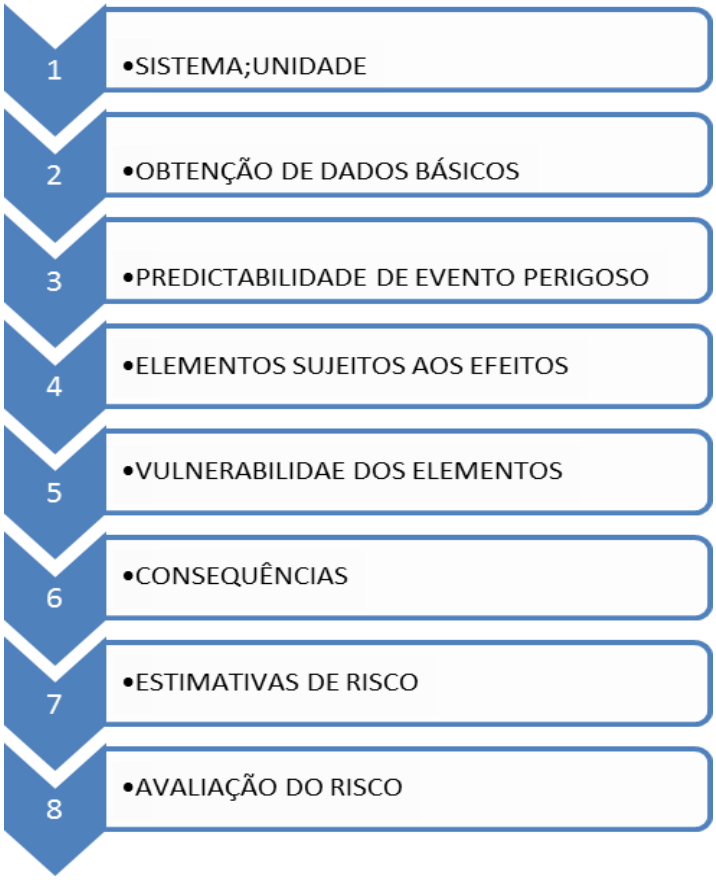
• Como monitorar?

• Quando e com quais critérios reavaliar as características do evento perigoso e a estimativa de risco?

Deve ser considerado nos estudos envolvendo eventos perigosos, sejam eles de qualquer natureza e riscos decorrentes, uma sequência de etapas fundamentais para orientação (Zuquette, 2018).

A figura 9 apresenta as principais etapas envolvidas na predictabilidade de eventos perigosos e estimativa de risco.

Figura 9 - Etapas envolvidas na predictabilidade de eventos perigosos



Fonte: Adaptado de Zuquette (2018).

Tendo em vista a diversidade de teorias e formulações matemáticas para a estimativa de riscos, e das maneiras como ele pode ser obtido, o quadro 1 resume alguns exemplos de expressões para sua estimativa.

Quadro 1 - Expressões para obtenção de estimativas de risco

EXPRESSÃO	SIMBOLOGIA
Rs = H x V	V-Vulnerabilidade P(H)-Probabilidade de evento perigoso Rs-Risco específico
R= H x C	P(H)-Probabilidade de evento perigoso C-Consequências R-Risco
Rt= (H x V) x E	V-Vulnerabilidade P(H)-Probabilidade de evento perigoso E-Elemento do meio ambiente exposto Rt-Risco Total
R (Di) = P(H) x P(S/H) x P(T/S) x P(L/T)	R(Di)-Risco individual P(S/H)-Probabilidade de impacto espacial P(T/S)-Probabilidade de impacto temporal P(L/T)-Probabilidade de perda de vida de um indivíduo P(H)-Probabilidade de evento perigoso
Rt =∑(H x V x E)	Rt-Risco total P(H)-Probabilidade de evento perigoso V-Vulnerabilidade E-Elemento sob risco
R(PD) = P(H) x P(S/H) x V(P/S) x E	R(PD)- Risco específico a propriedade P(H)-Probabilidade de evento perigoso P(S/H)-Probabilidade de impacto a propriedade V(P/S)-Vulnerabilidade E-Valor total do elemento
Rs = P(Hi)x ∑(VxExEx)	E-Valor total do elemento sob risco Rs-Risco específico V-Vulnerabilidade Ex-Exposição P(Hi)-Probabilidade de evento perigoso de determinada magnitude.

Fonte: Adaptado de Zuquette (2018).

São muitos os métodos, procedimentos e ferramentas para estimativa de riscos, quantitativos, qualitativos e semiquantitativos. Cita Zuquette (2018) que o mais comum é o uso de matrizes. Como a finalidade do trabalho é propor uma simplificação da metodologia de análise e melhoria, considera-se todos os elementos de uma infraestrutura municipal sob risco, independente de cenários de intensidade do evento, vulnerabilidade e valores. Essa consideração permite que, para efeito de facilitação, utilizar-se de uma expressão pseudomatemática[2] (Zuquette, 2018), segundo o autor:

R = P * V * E

Onde: R = Risco, V = Vulnerabilidade e E = Exposição.

A escolha da fórmula se deu por simplificar a ideia inicial do presente trabalho, em consonância com a mesma linha de raciocínio de Banco Mundial (2020) ao se referir à gestão de risco de desastres e sua avaliação e aspectos e fatores principais (perigo, exposição e vulnerabilidade).

Sobre os perigos naturais, como as inundações e deslizamentos, Banco Mundial (2020) observa que têm estes têm sido mais severos e frequentes, porém são processos com pouco controle localmente, como no caso das mudanças climáticas. Alerta que “por outro lado, o crescimento dos riscos relacionados ao aumento da vulnerabilidade e da exposição a esses perigos naturais são elementos com maior relação às atribuições dos municípios” (Banco Mundial, 2020, p. 44).

Lemos e Demange (2016) sinalizam para o aumento da incidência de desastres naturais no Brasil, assim como em todo o mundo, devido às mudanças climáticas e do aquecimento global, e defende a adoção de medidas preventivas em todos os âmbitos, inclusive o local.

Adota-se essa fórmula simplificada no presente trabalho por motivo de abranger variações de tipos de eventos e de elementos ambientais da infraestrutura municipal, de forma genérica.

Desse modo, como o presente trabalho possui como objetivo de formular propostas com o intuito de aumentar a resiliência e a segurança das infraestruturas críticas, tal simplificação se encaixa, de maneira que mesmo contando com as incertezas de garantir o acerto nas probabilidades de acontecimento de eventos perigosos, a diminuição das vulnerabilidades e da exposição buscadas, trarão como consequência a diminuição dos riscos.

[2] Termo citado pelo autor, para estimativas de risco de maneira geral.

3.4.2 Os riscos e sua compreensão

Dentre as prioridades do Marco de Sendai encontra-se a compreensão do risco de desastres, onde se encontra declarado que “[...] as políticas e práticas para a gestão do risco de desastres devem ser baseadas em uma compreensão clara do risco em todas as suas dimensões de vulnerabilidade, capacidade, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e meio ambiente” (UNISDR, 2015, p. 10).

Veyret e Richemond (2013, p. 25) enfatizam que “a noção de risco é complexa”. Consideram esses autores que os riscos são “onipresentes para o indivíduo, para a sociedade civil, para aqueles que tomam decisões e mais largamente para os políticos” (Veyret; Richemond, 2013, p. 25).

Sobre a compreensão de riscos UNISDR (2015, p. 10) exprime que “[...] tal conhecimento pode ser aproveitado para realizar uma avaliação de riscos pré-desastre, para prevenção e mitigação e para o desenvolvimento e a implementação de preparação adequada e resposta eficaz a desastres.”

Oliveira (2016) salienta que a criação de uma cultura de defesa civil é necessária para o processo de compreensão dos riscos de desastres, sendo a educação uma das primeiras ferramentas a ser utilizada nessa direção.

Na mesma linha, Guimarães e Cerqueira (2016) sugerem pensar em um processo de alfabetização relacionado aos riscos e aos desastres disponibilizados para toda a população, pois ao conhecer os efeitos dos riscos, compreende-se o sentido de resiliência. Para os autores, enquanto os diferenciados segmentos desconhecerem os perigos e ameaças, ainda predominará as crendices, superstições e respostas improvisadas que dificultam as ações protecionistas.

A UNISDR (2017, p. 9) considera que os responsáveis locais estão na linha de frentes para lidar com o impacto causado por desastres causados por ameaças naturais ou antrópicas, e possuindo responsabilidades abrangentes também necessitam de certas capacidades para tratar esse assunto.

São provavelmente as primeiras instituições a antecipar, gerir e reduzir o risco de catástrofes. Isto é conseguido através da criação de sistemas de alerta precoce e estabelecimento de estruturas organizacionais específicas de gestão de catástrofes/crises (UNISDR, 2017, p. 9).

> Esses eventos podem ser de pequena e média escala ou menos frequência, porém de larga escala. “As alterações climáticas e eventos climáticos extremos são susceptíveis a aumentar a exposição da cidade a perigos e riscos” UNISDR (2017, p. 9).

Evidenciando essa relevância local, UNISDR (2017, p. 9) coloca os governos locais como a primeira linha de atuação durante as catástrofes, sendo então importante considerar os elementos de risco para um entendimento do desenrolar dessas catástrofes.

Os riscos são uma função do perigo (por exemplo, terremoto, inundação, incêndio, tempestades), da exposição de pessoas e bens a perigos, e as condições de vulnerabilidade da população ou ativos expostos.

Complementa a UNISDR (2017, p. 9) que tais fatores não são estáticos, podendo ser melhorados, porém são dependentes da competência institucional e individual para enfrentar e agir para redução dos riscos e aumento da resiliência. “Os padrões de desenvolvimento podem aumentar a exposição e a vulnerabilidade nos sistemas sociais e ambientais e, portanto, criar novos riscos” UNISDR (2017, p. 9).

Pode-se entender, portanto, o risco como sendo uma relação:

$$\textbf{Risco} = \frac{\textbf{Perigo x Exposição x Vulnerabilidade}}{\textbf{Capacidades de resolução de problemas}}$$ UNISDR (2017, p. 9).

As Sete Metas do Quadro de Ação de Sendai para Redução do Risco de Catástrofes estão declaradas em UNISDR (2015), sendo elas:

- Meta a - Reduzir substancialmente a mortalidade global em catástrofes até 2030, visando reduzir a média por 100.000 mortos entre 2020-2030, em comparação com 2005-2015.

- Meta b - Reduzir substancialmente o número de pessoas afetadas mundialmente até 2030, visando diminuir o valor global médio por 100.000 entre 2020-2030, em comparação com 2005-2015.

- Meta c - Reduzir as perdas econômicas diretas por desastres em relação ao produto interno bruto global (PIB) até 2030.

- Meta d - Reduzir substancialmente os danos causados por catástrofes às infraestrutura críticas e a interrupção dos serviços básicos, entre eles a saúde e as instalações educacionais, através do desenvolvimento da sua resiliência até 2030.

- Meta e - Aumentar substancialmente o número de países com estratégias nacionais e locais para a redução dos riscos de catástrofe até 2020.

- Meta f - Reforçar substancialmente a cooperação internacional aos países em desenvolvimento através de um apoio adequado e sustentável para complementar as suas ações nacionais de execução deste quadro até 2030.
- Meta g - Aumentar substancialmente a disponibilidade e o acesso a sistemas de alerta precoce e informações e avaliações de risco de catástrofe para as pessoas até 2030.

Sendo o conceito de risco muito abrangente e seu tratamento e compreensão fundamentais para que se possa gerenciá-lo, Veyret (2013) descreve diferentes aspectos dessas definições, de bastante interesse para este trabalho.

Um importante aspecto, segundo a autora, consiste na identificação e cálculo dos danos eventuais que possam ser considerados controláveis devido à articulação entre especialistas e decisão, associando dois atores principais, os especialistas e os políticos. A figura 10 a seguir representa a articulação entre especialistas e decisão.

Figura 10 – Articulação entre especialistas e decisão

* Álea = acontecimento possível e sua probabilidade de realização.

Fonte: Adaptado de: Veyret (2013).

Embora os aspectos das definições de riscos explanados por Veyret (2013) estejam relacionados aos riscos envolvidos nas sociedades de um modo geral e suas relações, tal colocação encontra espaço na abordagem e objetivos desta pesquisa. Primeiro porque os estabelecimentos de infraestrutura crítica municipais pertencem a órgãos e autarquias sob responsabilidade do Poder Público executivo e são geridos e comandados por funcionários de carreira ou nomeados para cargos comissionados que são responsáveis pela tomada de decisão e possuem especialistas na condição de assessores e gerentes, e segundo porque nesta concepção de hierarquia existe uma complexa relação entre a necessária gestão técnica e a decisão política (seja em termos de investimentos em manutenção, reformas e modernização, seja em contratação de pessoal e a capacitação necessária para o trabalho, entre outras).

Os políticos estão no coração do dispositivo; de fato, eles devem fornecer respostas a sociedade civil apoiando-se no conhecimento dos especialistas. Nessa abordagem, sempre existe uma defasagem entre o grau de gravidade estabelecido pelos especialistas, o reconhecimento pelas autoridades políticas e o percebido pelo público (Veyret, 2013, p. 17).

Porém, uma questão essencial, na visão de Farazmand (2009), diz respeito à gestão de situações de crise e emergência, “que requer treinamento em conhecimentos, habilidades e perspectivas que são muito diferentes de outras tarefas e funções da gestão pública”.

> Educação e treinamento especializados em áreas específicas de planejamento e mitigação, enfrentamento, organização, coordenação, colaboração, supervisão de redes, dinâmica de sistemas de resposta, recuperação e revitalização, bem como os elementos-chave da estrutura de comando central com flexibilidades locais são: requisitos essenciais para sistemas básicos de gestão de emergências. A complexidade dos sistemas se desenvolve à medida que os processos operacionais emergenciais entram em conflito com outras fases ou elementos durante um processo de resposta ou recuperação (Farazmand, 2009, p. 403).

Para Mattedi (2017), a “temática dos desastres constitui um espaço de tensão porque abriga interesses muito heterogêneos”. Nesse raciocínio, o autor também considera que a significação dos desastres constitui um desafio ao mesmo tempo cognitivo e político.

Toda essa complexidade parece estar presente nos poderes da esfera municipal. Se não é fácil para especialistas e estudiosos, muito menos para tomada de decisões a nível local. São muitas as demandas e ainda maiores as dificuldades de entendimento quanto às responsabilidades do município. Morin (2013) manifesta que a fragmentação e a compartimentalização do conhecimento, prejudicam a percepção dos problemas fundamentais, já que as disciplinas não se comunicam.

Mendonça e Buffon (2021) analisam que no tratamento e na gestão de riscos, eles devem ser concebidos como parte de uma tríade formada juntamente com vulnerabilidade e resiliência. Para os mesmos autores, ao focar nessa perspectiva verificam que "[...] são envolvidas não só concepções teóricas-conceituais e metodológicas nos termos em uso, mas também suas aplicabilidades e resultados no âmbito da gestão de desastres que acometem a sociedade" (Mendonça; Buffon, 2021, p. 15).

Farber (2019), ao analisar os desastres ambientais, esclarece que os riscos são muito diversificados e os danos, distintos, existindo, no entanto, uma previsibilidade básica.

Moreira e Klink (2021) consideram difícil separar nitidamente, dentro do contexto urbano, os riscos por categoria (causas naturais, antrópicas e falhas), pois os riscos são aumentados exponencialmente quando eventos corriqueiros estão associados aos sistemas de infraestrutura urbana e atividades produtivas.

O tamanho e a interdependência entre sistemas de infraestrutura de regiões metropolitanas criam uma espécie de "vulnerabilidade da complexidade" (Moreira; Klink, 2021, p. 33).

A convivência com os riscos é inevitável e deve ser entendida. Moura *et al.* (2020) reflete que ela é parte do nosso cotidiano, seja ao atravessar uma rua, um alagamento ou morar em uma área de encostas, onde cada uma dessas situações, nossa capacidade de sair ilesos têm a ver com a identificação/percepção do perigo, o entendimento das suas características e a adoção de cautela, convivência, enfrentamento, redução, controle.

O desenvolvimento de todas essas operações requer esforços, capacidades e recursos que cada pessoa possui em diferentes graus, sendo que a diferença de consequências ou danos desses riscos é o grau de exposição à ameaça, a vulnerabilidade e a fragilidade frente ao perigo de quem está exposto (Moura *et al.*, 2020).

3.4.3 Riscos híbridos

Mendonça e Buffon (2021, p. 17) apresentam que a geração de situações de risco resulta “de uma conjunção de fatores sociais, econômicos, culturais, demográficos e naturais que estão presentes nas relações entre os homens, os grupos sociais, e entre estes e a natureza.”

Os riscos são intermináveis e não podem ser encerrados ou esgotados, tendo em vista que os perigos são presentes numa sociedade globalizada e dinâmica (Mendonça; Buffon, 2021).

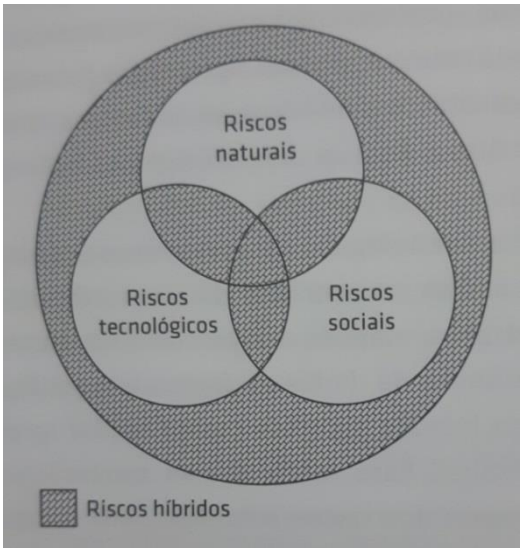
Os autores denominam de riscos híbridos aqueles que pertencem a mais de uma categoria, ou seja, estão relacionados a mais de uma condição, havendo uma forte superposição entre as instâncias da natureza, da tecnologia e da sociedade, sendo, portanto, originados da associação entre dois os mais riscos específicos (naturais, sociais, tecnológicos, etc.).

Os riscos híbridos resultam, portanto, segundo Mendonça e Buffon (2021) da inter-relação entre um ou mais riscos, onde perigo e vulnerabilidade estão intrinsicamente associados a eles.

A ideia de risco híbrido torna-se fundamental importância no contexto do presente trabalho na medida em que expande a possibilidade de compreensão dos riscos, pois aborda uma proposta de modelo para utilização nos municípios, de forma genérica, que posso se adaptar aos diversos riscos envolvidos e as dificuldades de análise destes tendo em vista que “cada tipo de risco é composto por variáveis que possibilitam a mensuração dos elementos e fatores produtores do risco” (Mendonça; Buffon, 2021, p. 25).

A figura 11 mostra os conjuntos de riscos que se unem e se intersectam para formar a concepção de risco híbrido.

Figura 11 - Concepção de risco híbrido



Fonte: Mendonça; Buffon (2021, p. 26).

3.5 Eventos emergenciais

Existem muitos exemplos de eventos naturais que constantemente assolam localidades em diversas partes do mundo, causando ou não mortes, mas trazendo prejuízos em muitos aspectos, desde ambientais até econômicos, afetando diretamente o desenvolvimento local.

Uma das metas do Marco (Quadro) de Sendai (2015) diz respeito à redução de danos às infraestruturas críticas, incluindo serviços de saúde e estruturas de educação. Em se tratando dessas instalações municipais, existe uma grande quantidade de pessoas que as frequentam em horários de expediente, o que coloca essas edificações em condição de potencial perigo.

No caso das infraestruturas municipais de educação, um dos focos da presente pesquisa, Marchezini, Muñoz e Trajber (2018, p. 168) frisam que “são locais onde crianças e adolescentes passam a maior parte do seu tempo e onde se concentra e transita grande quantidade de pessoas por pelo menos cinco dias da semana”. Essa frequência colabora para o aumento do grau de vulnerabilidade das pessoas. Citam que existem centenas de casos históricos: um terremoto na Armênia em 1999, matou mais de 17 mil estudantes; um terremoto em *Bhuj* (Índia) em 2001 vitimou 971

estudantes e 31 professores. Também no Paquistão em 2005 mais de 19 mil estudantes morreram soterrados pelos escombros das suas escolas.

3.5.1 Exemplos de eventos ocorridos no mundo

Para Perez (2016) o momento que a humanidade começou a produzir eventos dessa natureza pode ser estimado como o final da Segunda Guerra em 1945. O autor denomina de acidentes tecnológicos. Importante nesse contexto as contribuições das causas prováveis, apontadas por Perez (2016, p. 15).

A frequência desses tipos de acidente, nos últimos anos, tem sido incrementada significativamente como resultado da proliferação de processos industriais, desenvolvimentos tecnológicos, novas fontes de energia, utilização de diversos produtos químicos e a alta concentração demográfica em centros urbanos.

Perez (2016) considera o ocorrido em *Fukushima* em 2011, um dos mais desastrosos, causado por terremoto, seguido de *tsunami*, danificando uma usina nuclear japonesa. Também relata o *tsunami* devastador que ocorreu em 2004 na Tailândia com milhares de mortes.

Outros eventos são elencados pelo autor como o furacão *Katrina* que atingiu os Estados Unidos em 2005 com mortes e prejuízos econômicos relevantes, cuja destruição afetou a extração de petróleo no Golfo do México.

Com relação a desastres ambientais, Perez (2016) cita o rompimento da barragem de rejeitos de mineração em Minas Gerais no ano de 2015, que “demonstrou que as diversas instituições públicas e privadas ainda possuem intensa fragilidade para gerenciar eventos dessa dimensão e complexidade”.

Em relação aos eventos mais frequentes em nosso país, nota-se, porém, a grande capacidade de resposta, notadamente em desastres envolvendo deslizamentos de terra e inundações.

No que tange a grandes eventos emergenciais, Perez (2016) relaciona alguns que se tornaram referência e contribuem para estudos e parâmetros nos processos de resposta a emergências.

Em 1974 na localidade de *Flixborough* no Reino Unido ocorreu uma explosão com 28 mortos, 36 feridos graves, várias centenas de feridos leves e grande perda material. Vazamentos de produtos químicos e uma série de falhas nas tubulações.

No ano de 1976 em *Seveso* na Itália rompeu-se um elemento do reator de uma empresa química fabricante de pesticidas e praguicidas, permitindo a emissão de substâncias altamente tóxicas, com efeitos cancerígenos causando intoxicação de pessoas e danos ambientais gravíssimos. A nuvem tóxica atingiu uma área de 1.800 hectares.

No México em 1984 ocorreu uma série de explosões e incêndios em um terminal de armazenamento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), cuja planta tinha em suas imediações uma comunidade simples e muitas edificações. A ruptura de um duto de transferência causou um vazamento e explodiu gerando um incêndio de grandes proporções e sucessivas explosões de vasos. Num raio de 300 metros tudo foi destruído causando a morte de 500 pessoas e 7.000 feridos.

No ano de 1984 ainda, em *Bhopal* na Índia, houve um vazamento de 26 toneladas de uma substância tóxica – Isocianato de Metila (MIC) – cuja nuvem matou de 2.500 a 4.000 pessoas com mais de 180.000 feridos. O quadro 2 mostra alguns eventos emergenciais históricos e as causas relatadas.

Quadro 2 - Eventos emergenciais históricos

Local	Ano	Causas principais relatadas
Fixborough, UK	1974	Falhas em componentes do sistema, explosões, modificações sem projetos e sem planejamento, inexistência de sistema de segurança.
Seveso, Itália	1976	Erro de processo de produção, erros no método de destilação na alteração do processo, sistema de controle de pressão único, falhas no sistema de neutralização e tratamento das substâncias emitidas.
Cubatão, SP, Brasil	1984	Falha operacional na transferência de combustível, ruptura da tubulação
San Juan Ixhuatepec, México	1984	Ruptura de tubulação e linhas de transferência
Bhopal, Índia	1984	Deficiências do sistema de segurança, sistema de refrigeração desativado, corrosão
Basiléia, Suíça	1986	Incêndio por armazenamento de produtos inadequadamente
Fukushima, Japão	2011	Terremoto seguido de tsunami

São Francisco do Sul, Brasil	2013	Reações químicas por irregularidade em armazenamento.
Porto de Tianjin, China	2015	Falhas de segurança, autoignição.

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Perez (2016).

Na Suíça em 1986, na Basiléia, um incêndio em um depósito de produtos químicos – aproximadamente 90 tipos diferentes – levou a contaminação do Rio Reno em centenas de quilômetros, da atmosfera e do subsolo. Devido à morte de toneladas de peixes e contaminação das águas do rio, foi considerado um dos maiores acidentes ecológicos da Europa.

O autor também cita um incêndio devastador ocasionado por fenômenos físico-químicos em *Tacoa* na Venezuela em 1982, no descarregamento de combustível na empresa de eletricidade de Caracas, cuja magnitude saiu do controle. Várias explosões e incêndios que destruíram 500 casas, centenas de carros, carros de bombeiros e até helicóptero de socorro, além de mais de 160 pessoas carbonizadas e centenas de desaparecidos nunca encontrados. Considerado importante exemplo de emergência por transbordamento por ebulição – *boilower* – de um tanque de hidrocarbonetos.

Também faz parte da lista o acidente nuclear de Chernobyl na Ucrânia em 1986, mistura de “violação de regulamentos, falhas no projeto, problemas nas comunicações e a falta de procedimentos adequados de segurança [...]”, culminando com o mais catastrófico acidente nuclear conhecido. Total de 2.500 mortes e milhares com problemas de saúde por radiação.

O acidente radioativo com o Césio 137 em Goiânia, Brasil, 1987, também mostra falta de procedimentos para materiais radioativos e desconhecimento dos danos possíveis e das formas de tratamento. Houve a exposição de 112.800 pessoas aos efeitos do césio, com 4 mortes. Algumas fontes estimam 100 mortes.

Outros acidentes são descritos por Perez (2016):

• Piper Alpha, Escócia, 1988: incêndio e explosão em plataforma de gás e óleo, 167 vítimas.

• Paulínia, Brasil, 1993: incêndio em refinaria de petróleo.

• Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Plataforma P-36, Brasil: explosão em plataforma flutuante, 11 mortes.

• *Lousiana*, USA, 2001: incêndio em refinaria.

• BP *Texas City*, USA, 2005: explosões e incêndios em refinaria, com 15 mortes e 180 feridos.

• Buncefield, UK, 2005: explosão em depósito de combustível, 43 feridos.

• *Bayamón*, Porto Rico, 2009: explosões e incêndios em unidade de combustível.

• Macondo, USA, 2010: explosão e incêndio, 11 mortes e 17 feridos.

• Santos, Brasil, 2015: incêndio em produtos químicos.

3.5.2 Eventos perigosos no Brasil

No Brasil encontram-se eventos diversos de forma regionalizada, com algumas das fontes presentes em vários estados.

Zuquette (2018) cita as erosões, inundações, contaminação de águas e materiais geológicos, mencionando que se registra 30 diferentes tipos de fontes de eventos perigosos, ocasionando perdas significativas de bilhões de reais, com destaque para secas e inundações. Indica o autor que diversas regiões sofrem esses eventos anualmente, com danos e perdas em progressão crescente decorrente do aumento da densidade populacional, assim como por pleito por espaço e energia.

Segundo Amaral e Gutjahr (2015), as condições climáticas tornam a região centro-oeste uma das mais afetadas por incêndios florestais. Na região nordeste, o desastre natural mais grave é a seca. A região sul é a área mais afetada pelos vendavais e granizos, devido à ocorrência de frentes frias. Na região sudeste ocorre os escorregamentos devido às condições de relevo de alta declividade.

A figura 12, mostra os principais desastres por regiões no Brasil.

Figura 12 - Mapa dos principais desastres no Brasil

Fonte: Amaral; Gutjahr (2015).

Para os autores, essas ocorrências podem ser induzidas pelas ações humanas e agravadas por essa interferência. “Devido ao crescimento populacional, a urbanização tem se expandido no território, muitas vezes para áreas impróprias à ocupação, o que aumenta as situações de perigo e de risco aos desastres naturais” (Amaral; Gutjahr, 2015, p. 24).

A figura 13 mostra a inundação que atingiu um edifício público em Porto Velho, Rondônia, após uma cheia do rio que limita a cidade.

Figura 13 - Inundação em Porto Velho/RO

Fonte: Enchentes [...] (2014).

Considera Zuquette (2018) que merece olhar mais atento em torno de 2.000 municípios, sendo 1.200 um olhar mais detalhado e 500 de uma análise constante. Esses sofrem com secas, inundações, erosões, movimentos de massa gravitacionais, contaminação de água e materiais geológicos e tempestades, significativamente no Sul e Sudeste, incluindo São Paulo com bastante ocorrência.

A figura 14 a seguir mostra o edifício da Prefeitura de Franco da Rocha/SP atingida por inundação no ano de 2016, onde outros prédios públicos ficaram alagados, sem atendimento ao público incluindo a Secretaria de Infraestrutura, Cartório Eleitoral, Casa de Cultura, Biblioteca Municipal, Ginásio de Esportes, Centro Cultural, Farmácia Popular, escolas municipais e estaduais.

Figura 14 – Prédio do Paço Municipal de Franco da Rocha/SP

Fonte: Uma semana [...] (2016).

Devido a grande área do país, diferentes climas e estações durante o ano, aliado ao relevo e geografia, inúmeros estados estão sujeitos a variados tipos de ocorrências.

Dentre os eventos que ocorrem no Brasil, esses necessitam de uma análise cuidadosa, em face de erros nos registros oficiais de defesa civil e instituições públicas (Zuquette, 2018).

No quadro 3, apresentam-se alguns eventos ocorridos no Brasil e as perdas econômicas e humanas.

Quadro 3 – Alguns eventos ocorridos no Brasil e suas perdas

Ano	Local	Tipo	Perdas econômicas, sociais e ambientais	Mortes/ Pessoas afetadas
1800 até o presente	São Paulo (SP)	Inundação com frequências menores que 5 anos	Perdas variadas, desde interrupção de serviços de transporte até econômicas significativas, com danos e destruição de edificações, estradas e pontes.	-
1811, 1906, 1924	Rio de Janeiro (RJ)	Inundações	Perdas variadas, desde interrupção de serviços de transporte até econômicas significativas, com danos e destruição de edificações, estradas e pontes.	100 (?)

1911	Blumenau (SC)	Inundações	Pessoas e linhas de serviços foram muito afetadas	
1928	Santos (SP)	Movimentos de massa gravitacionais	Destruição parcial de hospital	60
1929	São Paulo (SP)	Inundações	Pessoas e linhas de serviços foram severamente afetadas	
1967	Serra das Araras Piraí (RJ)	Movimentos de massa gravitacionais	Destruição de estradas, hidrelétricas e de centenas de edificações	1800
‘1967	Caraguatatuba (SP)	Movimentos de massa gravitacionais	Destruição de mais de 500 edificações e estradas	150
1983	Blumenau (SC)	Inundações	200.000 pessoas foram afetadas	50
1997	Ouro Preto (MG)	Movimentos de massa gravitacionais e inundações	Perdas econômicas, ambientais e culturais	15
2004	Estado de SC	Furacão com ventos de mais de 155 km/h, de categoria 1 da escala de Saffir-Simpson	Mais de 1500 residências foram destruídas e 40.000 foram danificadas e os prejuízos atingiram a cifra de US$ 1 bilhão	75
2008	Blumenau (SC)	Movimentos de massa gravitacionais e inundações	Mais de 1,5 milhão de pessoas afetadas e perdas econômicas superiores a US$ 2 bilhões	300
2010	São Luiz do Paraitinga (SP)	Movimentos de massa gravitacionais e inundações	Destruição de centenas de edificações residenciais e comerciais	50
2011	Região Serrana estado RJ	Movimentos de massa gravitacionais e inundações	US$ 10 bilhões em perdas e danos em construções	1.000

2014	Acre, Rondônia	Inundações	US$ 125 milhões	
2015	Mariana e Vale do Rio Doce (MG)	Rompimento de barragem de rejeito	US$ 35 bilhões	<10
2016	Petrópolis (RJ)	Escorregamentos	US$ 1,5 milhão	<5

Fonte: Adaptado de Zuquette (2018).

Outros eventos ocorreram, principalmente os movimentos de massa, entre 1988 e 1995 em Cubatão, Petrópolis, São Paulo, Blumenau, Belo Horizonte e Contagem, segundo Zuquette (2018). De 2010 a 2013 outras inundações e movimentos de massa no Rio de Janeiro e Santa Catarina, com elevados danos e ocorrência de óbitos.

Entre outros tantos registrados pela Defesa Civil, tais ocorrências demonstram a inexistência de um planejamento territorial efetivo, sendo necessárias ações preventivas para diminuição dos desastres, mitigando as elevadas perdas.

As consequências são diretamente sentidas pelos municípios onde ocorrem, podendo atingir o fornecimento de insumos básicos e afetando grande parte da população da área da ocorrência. A figura 15, mostra a adutora de água que abastece a cidade de Sorocaba-SP rompida por deslizamento em 2017, implantada na Serra de São Francisco, de onde a água é captada da Represa de Itupararanga, em Votorantim/SP percorrendo 1,5 quilômetros até desembocar na Represa do Clemente.

Figura 15 - Adutora em Votorantim-SP rompida no ano de 2017

Fonte: Lara (2017).

Ao considerar esses eventos, nota-se a variedade das fontes deflagradoras, as diferentes quantidades e magnitudes de perdas, fundamenta-se que a região sudeste concentra grande parte dos prejuízos, sendo primordial o entendimento e estudo das ocorrências e utilização dos aprendizados, para um melhor gerenciamento desses riscos, com maior atenção aos estabelecimentos e infraestruturas críticas municipais.

A figura 16 a seguir mostra uma infraestrutura municipal atingida por águas subitamente após um evento de chuva intensa, no munícipio de Tatuí/SP em janeiro de 2023.

Figura 16 - Alagamento por chuvas em Tatuí/SP em janeiro de 2023

Fonte: Chuva [...] (2023).

3.5.3 Principais aprendizados obtidos dos eventos emergenciais

Para a proposta de um modelo de gestão de riscos e para a proteção de infraestruturas críticas municipais, principalmente objetivando o aumento da resiliência dos estabelecimentos, edifícios e instalações, as informações obtidas de acidentes anteriores e as lições aprendidas são de primordial importância.

Segundo Perez (2016), dentre algumas das principais lições se destacam:

- Controle do poder público às instalações com riscos: em algumas atividades é necessário um adequado controle do poder público.

- Localização dos estabelecimentos: controle territorial e procedimentos para novas instalações em áreas urbanas.

- Controle e notificação das substâncias perigosas: controle das autoridades no armazenamento e utilização de substâncias perigosas.

- Sistema de gestão de segurança para as instalações: melhorias para administração segura das instalações.

- Priorização da produção sobre a segurança: controles e procedimentos de segurança adequados, a não priorização da produção.
- Projetos adequados: necessidade de critérios de projeto rígidos em modificações.
- Controle de modificações: desenvolvimento de controle no caso de projetos de modificações.
- Controle de inventário das substâncias perigosas: procedimentos de controle adequados.
- Projeto e localização das salas de controle e edificações auxiliares.
- Controle da instrumentação.
- Planificação das emergências.
- Investigação de acidentes.
- Procedimentos para inspeção e supervisão em equipamentos de transporte de produtos perigosos.
- Aprimoramento de dispositivos em tanques que transportam substâncias inflamáveis.
- Estabelecimento de rotas específicas para transporte de produtos perigosos: inclusive horários específicos
- Rápido tratamento de vítimas de queimaduras: serviços de emergência e de apoio.
- Comunidade próxima à instalação: a comunidade se desenvolveu sem controle e acompanhamento
- Distribuição e sistemas de proteção de parques de GLP: falhas de sistemas de proteção.
- Sistemas de detecção de gases: falta de sistema de detecção de gases.
- Planificação de emergência: problemas relacionados a acesso de equipes ao local.

• Melhorias no sistema de armazenagem de produtos químicos: novas medidas de controle e novos sistemas de bacias de contenção.

3.6 Eventos naturais indutores de desastres

Nunes (2015) afirma que desastres naturais acarretam impacto na população humana e são deflagrados por um evento físico ou *hazard,* e que, que apesar de distintos, apresentam algumas características comuns: afetam fortemente os locais devido a sua energia, ocorrem naturalmente e possuem alta variabilidade natural.

O quadro 4 apresenta exemplos de *Hazards.*

Quadro 4 – Exemplos de *Hazards*

Hazards	Características	Causas	Consequências
Extremos de temperatura	Diminuição da umidade do ar Temperaturas muito frias	Ilhas de calor Remoção de vegetação	Incêndios e doenças Secas
Tempestades	Previsibilidade Acompanha ventos fortes Neve	Fenômenos climáticos	Descargas elétricas Movimentos de massa Inundações Colapso de estruturas
Abalos sísmicos	Não previsíveis	Fenômenos geológicos	Elevado número de vítimas Prejuízos vultosos Colapso de estruturas
Vulcanismo	Recorrentes	Fenômenos geológicos	Isolamento das vítimas Perdas econômicas

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Nunes (2015).

Dentre os impactos causados por *Hazards,* dois deles merecem destaque: as inundações e os movimentos de massa.

Nunes (2015, p. 22) descreve que as inundações “são determinadas por combinações de feições atmosféricas, topografia, características das bacias hidrográficas e uso da terra [...]”. Complementa que esses aspectos sofrem alterações ao longo do tempo em sua importância, devido o dinamismo dos elementos físicos e da sociedade.

A autora associa as inundações com grandes perdas econômicas, fome, doenças e mortes. De acordo com Cred (2013 *apud* Nunes, 2015, p. 22) “Nas últimas duas décadas, de cada cinco desastres naturais no mundo dois foram inundações, elas responderam por 56% dos afetados [...]”.

Nos casos de movimentos de massa, Nunes (2015) informa que acontecem quando a tensão de cisalhamento do solo é excedida, e o material rochoso e massas de solo são conduzidos abaixo da encosta. Podem ser úmidos ou secos e englobam deslizamentos, quedas de blocos, rastejos, avalanches e subsidências.

São processos comuns associados aos taludes naturais induzidos pela ação da gravidade e da água, podendo deslocar quantidade imensa de material. Podem também ter por contribuintes diversas ações humanas que alteram o equilíbrio instável das encostas (Nunes, 2015, p. 23).

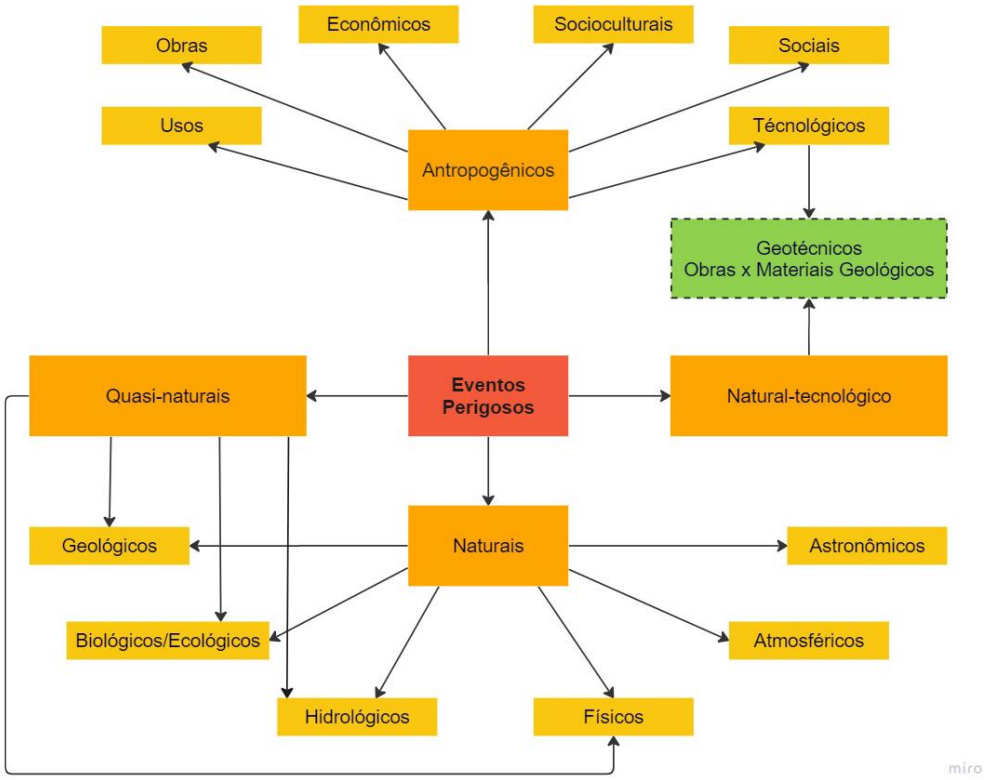
Podem ocorrer muito rapidamente com grande volume de material diversificado, podendo causar enormes danos. Nunes (2015, p. 23) descreve que “assim como outros fenômenos, os movimentos de massa dão sinais de sua iminência, como trincas no solo e na parede das casas, o que pode colaborar para a remoção de pessoas, evitando mal maior.”

Zuquette (2018, p. 17) considera que a expressão evento perigoso (*hazard*) possui diversos conceitos, mas que a maioria “se refere a um evento com determinada intensidade e caráter probabilístico em termos espacial e temporal.”

Com relação às fontes dos eventos, Zuquette (2018) mostra que entre as possibilidades de um agrupamento dos eventos perigosos, a que permite maior amplitude é a que considera a origem dos eventos. Essas são variadas e podem ser enquadradas em grupos em função de origem, magnitude, áreas atingidas etc.

A figura 17, demonstra as categorias básicas de fontes de eventos perigosos.

Figura 17 - Categorias básicas de fontes de eventos perigosos



Fonte: Adaptado de Zuquette (2018).

3.7 Tipos de fontes de eventos perigosos

Existem diferentes tipos de fontes de eventos perigosos. Zuquette (2018) reúne nos seguintes agrupamentos:

• Naturais: geológicas, hidrológicas, atmosféricas e climáticas, biológicas, físicas e astronômicas.

• Quasi-naturais

• Natural-tecnológicas (Natech)

• Antropogênicas: usos, econômicos, sociais e culturais.

Serão abordadas primordialmente as fontes de eventos perigosos naturais, em face do maior interesse para o presente trabalho e por serem mais recorrentes na área de estudo.

3.7.1 As fontes de eventos perigosos de natureza geológica

Esses eventos geológicos possuem características difíceis de classificação e caracterização.

3.8 Movimentos de massa

Para Tominaga (2015c) os escorregamentos, ou deslizamentos, são processos de movimento de massa que envolve materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas (solos, rochas e vegetação). No Brasil são frequentes nas regiões sul, sudeste e nordeste. Trata-se de um processo natural, induzidos pelo aumento da população ocupante de áreas de risco, impróprias para moradias.

A figura 18 a seguir mostra o escorregamento acontecido em 1928 no Monte Serrat em Santos.

Figura 18 - Escorregamento em Santos/SP em 1928

Fonte: Tominaga (2015c).

Zuquette (2018, p. 18) define como “conjunto de movimentos de materiais geológicos naturais e antropogênicos de partes de uma vertente devido a influência direta da gravidade, criando ou aproveitando uma superfície de ruptura [...]. Esses movimentos podem ocorrer em vertentes naturais, seja por alterações antropogênicas (cortes, aterros, depósito de resíduos e rejeitos e escavações).

Também pode haver a colaboração de outros processos, como por exemplo, a entrada de água que altera a estrutura do solo.

A ocorrência deles resulta de condições naturais (relevo, materiais geológicos, condições de umidade, água subterrânea, estado de tensões naturais, tectônica, estruturas geológicas, dentre outros) e antropogênicas (alterações de geometria, aumento das tensões devido a cargas, adição de água, sismos induzidos e outras mudanças que propiciam a diminuição da resistência ao cisalhamento), associadas a deflagradores que afetam o equilíbrio dos materiais geológicos nas vertentes (Zuquette, 2018, p. 17).

Observa-se na figura 19 a seguir um escorregamento ocorrido em São Sebastião/SP em 2023, devido evento extremo de chuvas ocorrido na cidade.

Figura 19 - Escorregamento ocorrido em São Sebastião/SP em 2023

Fonte: Marron; Gomes (2023).

Em suma os movimentos de massa envolvem mecanismos de resistência do solo onde as forças cisalhantes superam a resistência ao cisalhamento, diminuindo o atrito entre as partículas constituintes do solo (Zuquette, 2018, p. 17).

Existem diversas e variadas classificações para os movimentos de massa, envolvendo os diferentes materiais e mecanismos, com muitas denominações, agravado pelo fato de tratar-se de um processo demasiadamente complexo. Dentre as diversas nomenclaturas alguns processos são denominados:

- rastejos – movimentos com baixa velocidade e contínuos de material das encostas, grande volume de solos e rochas, causados por ação da gravidade combinados com a umidade e temperatura;

- escorregamentos – movimentação rápida, volume variando de pequenos a grandes com velocidades médias a altas, com geometria variável;

- quedas – movimentos de queda de blocos rochosos, com velocidade muito alta e volume pequeno a médio;

- corridas – mobilização de rocha, solo ou detritos com velocidade média a altas e grandes volumes.

3.8.1 Consequências dos movimentos de massa gravitacional

Vários fatores potencializam o risco dos movimentos de massa, porém a precipitação pluviométrica se destaca entre os mais importantes, sem subestimar os relacionados a geologia e problemas decorrentes da ocupação do solo.

Quanto às consequências, Zuquette (2018) destaca as perdas econômicas, de condições sociais e vidas humanas e são dependentes fundamentalmente das características de magnitude do evento (volume, massa deslocada, área atingida), intensidade (velocidade, energia cinética, momento), da distribuição espacial e frequência, e também das características intrínsecas e vulnerabilidades, tipos, valores, função dos elementos expostos.

3.9 Materiais geológicos expansivos, subsidências e materiais geológicos colapsíveis ou metaestáveis

Materiais geológicos podem apresentar o aumento de volume por absorção de água ou decorrente do alívio de tensão, denominado expansão mecânica, segundo Zuquette (2018, p. 36). Isso ocorre, segundo ao autor devido as características intrínsecas (tipo e quantidade de minerais argila, arranjo volumétrico das partículas, distribuição granulométrica, cimentação, grau diagenético, dobramentos e efeitos do processo de metamorfismo) e condições extrínsecas (fatores climáticos, variação da temperatura, relevo, umidade inicial dos materiais e a variação do nível e fluxo da água subterrânea).

Segundo Zuquette (2018, p. 38) “quanto aos atributos antropogênicos, há os vazamentos de líquidos de depósitos e as respectivas composições químicas dos produtos, grau de compactação de aterros, tipo de estrutura construída e sistema de drenagem”.

A expansão do solo pode causar danos em fundações e edificações, tubulações enterradas, além de outros problemas. As consequências, segundo o autor também são rupturas e deslocamentos nas estruturas das construções, afetar a estabilidade dos taludes, erosões e contaminação de solo e água por vazamentos.

Já a subsidência, segundo Zuquette (2018, p. 50) está relacionada com processos que provocam deslocamento vertical de material geológico para um nível topográfico inferior.

As subsidências podem ocorrer devido às condições de evolução natural associadas a modificações humanas, como sobrecargas, exploração de água, petróleo e gás, assim como perda de suporte e aceleração do processo de dissolução química de rochas ou, ainda, em decorrência de atividades antropogênicas, como as escavações subterrâneas para minerações e obras subterrâneas, principalmente em áreas urbanizadas (Zuquette, 2018, p. 17).

A figura 20, mostra subsidência de solo ocorrida no município paulista de Cajamar.

Figura 20 - Subsidência ocorrida em Cajamar/SP

Fonte: Cajamar (2010).

As principais consequências são deslocamentos, rupturas, destruição de estruturas além de vazamentos.

Solos colapsíveis, segundo Mendes (2015, p. 88), são chamados os solos que, quando submetidos a carregamentos e “umedecidos por infiltração de água de chuva, vazamentos em rede de água e de esgoto ou ascensão do lençol freático sofrem uma espécie de ‘colapso da sua estrutura’”, que gera recalques súbitos e de grandes proporções.

A ocorrência de colapsos decorre da redução de volume do solo, por aumento de umidade (drenagem inadequada, acúmulo de água ou vazamento de líquidos) ou de carga em materiais de diferentes origens. O aparecimento de trincas e fissuras consideráveis em estruturas e edificações sinaliza para possíveis recalques de fundação.

Zuquette (2018) elenca alguns fatores que influenciam a ocorrência de colapso: geomorfologia e condições climáticas; granulometria e propriedades físicas; características dos carregamentos, entre outros.

A figura 21, mostra deformação de aterro compactado em uma edificação municipal devido infiltração de água por deficiência da drenagem.

Figura 21 - Início de recalque em calçada e deformação de aterro

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.10 Processos erosivos, assoreamento, movimento de dunas e materiais geológicos dispersivos

A erosão pode ser considerada um processo natural devido ação de algum agente, podendo ainda ser dividida em condição natural e antropogênica, segundo Zuquette (2018). Trata-se de um processo de remoção das partículas do solo pela água, vento ou outro agente.

> Com relação aos processos erosivos decorrentes da ação da água destacam-se dois tipos principais, de acordo com a forma como ocorre o escoamento das águas superficiais: a erosão laminar ou em lençol é produzida por escoamento difuso das águas de chuva, e a erosão linear, quando devido à concentração do escoamento superficial, resulta em incisões na superfície do terreno, em forma de sulcos que podem evoluir por aprofundamento, formando as ravinas. No entanto, se a erosão se desenvolve não somente pela contribuição das águas superficiais, mas também por meio das águas subsuperficiais, incluindo o lençol freático, ocorre a presença do processo conhecido por boçoroca ou vossoroca1, incluindo fenômenos de *"piping*" (erosão interna ou tubular) (Santoro, 2015, p. 55).

Zuquette (2018) relaciona alguns tipos de processos erosivos:

• Erosão linear;

• Erosão intersulcos;

• Sulcos;

• Ravinas;

• Voçoroca;

• Erosão interna;

• Erosão marginal;

• Erosão costeira.

As consequências dos processos erosivos acarretam grandes perdas econômicas e danos ambientais de grande monta, segundo Zuquette (2018), com remoção da camada superficial do solo, afetando desenvolvimento de raízes, armazenamento de água, aumento do escoamento superficial, assoreamento de reservatórios, canais de drenagem, lagos, aumento de sulcos e ravinas com perda de sementes e fertilizantes, contaminação por transporte de componentes químicos, destruição de estruturas e construções, comprometimento da instabilidade de taludes.

3.11 Atividades sísmicas

Zuquette (2018, p. 17) relaciona as atividades sísmicas com os terremotos de origem natural e induzidos que geram vibração e “eventos sequenciais como liquefação, movimentos de massa gravitacionais, rupturas de estruturas, vazamentos, incêndios, contaminação de água, materiais geológicos e atmosfera entre outros.”

Tendo em vista a pouca ocorrência dos terremotos de origem natural, do tipo tectônico no Brasil, o trabalho trata dos induzidos, apesar do autor alertar que “qualquer que seja a fonte dos sismos, diversos tipos de ondas são gerados e provocam efeitos tanto nos componentes do meio ambiente quanto nos elementos antropogênicos”.

Os sismos induzidos são cada vez mais frequentes e tornam-se relevantes devido as ações geradoras serem mais intensas “devido à demanda de movimentos que envolvem detonações e alterações das tensões naturais”, segundo Zuquette (2018, p. 115), com predominância de ocorrência em áreas de concentrações populacionais. Suas principais fontes são elencadas pelo autor: explosões subterrâneas e superficiais, exploração mineral, injeção de fluídos de alta pressão, extração de água, petróleo e gases e construção de barragens com enchimento de reservatórios.

As consequências dos sismos são perdas e danos diretos, sinistros em edificações, mortes e acarretam eventos sequenciais como *tsunamis*, movimentos de massa etc., potencializando condições de desastres e catástrofes, observa Zuquette (2018).

3.12 As fontes de eventos perigosos de natureza hidrológica ou hidrometereológica

Existem vários eventos de natureza hidrológica, sendo os mais conhecidos a inundação e as enchentes, além de alagamentos e fluxos. Zuquette (2018) elenca também as secas, que são eventos de diminuição da disponibilidade de água. Cita também alguns eventos litorâneos, como ondas, correntes e *tsunamis.*

3.12.1 Inundações

Os eventos que possuem relação com acúmulo de águas podem possuir como causas, como relaciona Zuquette (2018):

• causas naturais (chuvas);

• causas antropogênicas (construção de barramento);

• materiais geológicos (taxa de infiltração);

• vegetação.

O autor caracteriza o evento de inundação como uma lâmina de água acima de uma determinada cota, de caráter temporário. “Pode ocorrer em condições de relevo variadas, assim como em diferentes características dinâmicas em função da fonte de água, em termos de duração e magnitude” (Zuquette, 2018, p. 151).

> As inundações ocorrem quando uma quantidade de água oriunda de fontes naturais e/ ou antropogênicas é maior que a quantidade de fluxo de uma área ou seção transversal de um canal se extravasa. Nesse caso, recobre áreas secas, atingindo um nível de altitude acima de um valor limite afetando o funcionamento produtivo e social de extensões variadas em função da altura (profundidade) e velocidade da lâmina de água (Zuquette, 2018, p. 151).

São eventos frequentes e perigosos, com ocorrência contínua ao longo do tempo, que gera danos e perdas diversificados e afeta um grupo muito grande de pessoas, e na maioria das vezes com efeitos de desastre e crise social, completa.

Há três grandes grupos em que as inundações podem ser categorizadas, segundo Zuquette (2018), naturais, quasi-naturais e antropogênicas, cujas fontes de água são naturais (chuvas, tempestades, degelo, marés etc.) ou antropogênicas (rupturas de reservatórios, dutos, barragens etc.)

Independente dos tipos de inundações e dos aspectos de área de ocorrência, velocidade e fontes de água, trata-se de um evento potencialmente danoso.

Na figura 22 a seguir é possível verificar os danos causados em uma edificação municipal de educação.

Figura 22 - Creche municipal inundada

Fonte: Melo (2017).

3.12.2 Enchentes

Enchente é um evento associado a elevação de nível de água acima de uma cota de referência de um canal de drenagem, não ultrapassando a cota máxima do canal e sem causar espalhamento (Zuquette, 2018).

3.12.3 Alagamentos

Alagamentos referem-se ao acúmulo de água em depressões, ruas, cavas, de acordo com Zuquette (2018), caracterizando-se por possuir curta ou longa duração dependendo das condições de drenabilidade e volume de água acumulado.

Para o autor, ainda existem tipos de fluxo fora de canais urbanos e agrícolas e fluxos concentrados, chamados de enxurrada, cujos efeitos são danos em linhas de infraestrutura, estradas, aterros e inundações muito rápidas.

3.12.3.1 Consequências dos eventos de inundações, enchentes e alagamentos

Para Amaral e Gutjahr (2015) a ocorrência de enchentes e inundações está associada à impermeabilização do solo, à ocupação inadequada das margens dos cursos d’água, à disposição irregular de lixo e ao desmatamento.

Tais eventos geram inúmeros tipos de danos com diferentes graus de perdas, sendo suas consequências principais as mortes (em função da magnitude e intensidade), perda de animais, diferentes formas de perdas na agricultura, erosões de solo, assoreamento de cursos d’água e contaminação de solo por vazamento de produtos perigosos.

A paralização de serviços essenciais agrava a situação mesmo depois de um tempo da data dessas ocorrências. Pode-se observar na figura 23 um hospital inundado, com a suspensão dos atendimentos de emergência em Franco da Rocha/SP.

Figura 23 - Hospital inundado em Franco da Rocha/SP

Fonte: Lauro Neto (2016).

Elenca Zuquette (2018) ainda, as interrupções de serviços básicos, transportes e danos em edificações, além do fornecimento de água para a população, podendo envolver outras infraestruturas municipais, com perdas sociais de grande monta.

A figura 24 mostra um estabelecimento municipal da cidade de Porto Feliz/SP atingido pelo problema causado pelas chuvas em fevereiro de 2023, onde a captação de água da principal fonte de abastecimento sofreu interrupção.

Figura 24 - Enchente em uma estação de captação em Porto Feliz/SP

Fonte: Camargo (2023).

Amaral e Ribeiro (2015, p. 41) definem inundações e enchentes como “eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d’água, frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou de longa duração”.

Completam os autores que “a probabilidade e a ocorrência de inundação, enchente e de alagamento são analisadas pela combinação entre os condicionantes naturais e antrópicos” (Amaral; Ribeiro, 2015, p. 45). Destacam entre os condicionantes naturais:

a) formas do relevo;

b) características da rede de drenagem da bacia hidrográfica;

c) intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas;

d) características do solo e o teor de umidade;

e) presença ou ausência da cobertura vegetal.

Os serviços municipais de educação e saúde costumam ser prejudicados nesses casos, tornando-se uma preocupação permanente, devendo receber maior atenção do poder público. Na figura 25, observa-se a entrada de água em uma UBS Unidade Básica de Saúde em Bragança Paulista/SP, com consequências graves devido paralização de atividades essenciais de saúde.

Figura 25 - UBS alagada em Bragança Paulista/SP

Fonte: Chuvas [...] (2016).

Já com relação aos condicionantes antrópicos, Amaral e Ribeiro (2015, p. 45) destacam:

a) uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d’água;

b) disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d’água;

c) alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d’água (vazão, retificação e canalização de cursos d’água, impermeabilização do solo, entre outras);

d) intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento dos cursos d’água.

A figura 26, mostra a enchente ocorrida em Blumenau/SC em 1983 que atingiu diversos estabelecimentos do poder público.

Figura 26 - Enchente que afetou a Prefeitura Municipal de Blumenau/SC

Fonte: 35 Imagens [...] (2018).

3.13 As fontes de eventos perigosos de natureza atmosférica e climática

3.13.1 Fontes atmosféricas

Este grupo de eventos ocorre tanto em áreas oceânicas como continentais, cujos mecanismos de formação e dimensões são diferentes (Zuquette, 2018).

Os tipos de fontes, segundo o autor, se dividem em tempestades (quando se dá a combinação de vários aspectos como ventos intensos, chuvas torrenciais, descargas elétricas, granizos e trovoadas) e climáticos. Como exemplo de tempestades estão os ciclones, furacões e tufões.

Segundo Tavares (2015, p. 120):

> A chuva é o principal tipo de precipitação que ocorre no Brasil, uma vez que a precipitação de neve está restrita a áreas serranas da região sul em ocorrências ocasionais. Por isso é comum o termo precipitação ser utilizado para a chuva – o elemento climático que deflagra os principais desastres naturais no Brasil: as inundações e os escorregamentos. A precipitação pluviométrica, ou chuva, tem sido o elemento do clima que provoca as transformações mais rápidas na paisagem no meio tropical e subtropical, sobretudo durante o verão, em episódios de chuvas concentradas (chuvas intensas ou aguaceiros), que ocorrem anualmente. Não raras vezes resultam em tragédias, principalmente nas grandes cidades e zona costeira.

A figura 27 mostra o telhado de um edifício público da cidade de Criciúma atingido por um vendaval.

Figura 27 - Telhado danificado por vendaval em Criciúma/SC

Fonte: Vitor Netto (2020).

3.13.2 Fontes climáticas – chuvas de granizo, neve, descargas elétricas, chuvas torrenciais

Chuvas de granizos são formadas devido às correntes ascendentes em tempestades convectivas, sendo que no Brasil atingem praticamente toda sua extensão, afetando a área rural, rodovias e infraestrutura (Zuquette, 2018).

A figura 28 registra um desabamento por chuva de granizo na cidade de Sengés, Paraná.

Figura 28 - Desabamento por granizo em Sengés/PR em 2018

Fonte: Pelanda (2018).

As tempestades de neve apresentam diversas magnitudes principalmente com ventos muito fortes.

Geadas afetam diversos setores, principalmente produções agrícolas e pastoris, com perdas significativas, em geral nas regiões sudeste e sul, segundo Zuquette (2018). Descargas elétricas são comuns em muitas regiões do país, com bastante incidência nos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, acarretando milhares de mortes anualmente e danos em equipamentos, incêndios em edificações e graves incêndios florestais, descreve o autor.

Outra fonte são eventos de rajadas de vento que causam grande destruição e as chuvas torrenciais caracterizadas por alta intensidade em curtos períodos de tempo.

3.13.3 Consequências dos eventos perigosos de natureza atmosférica e climática

São inúmeras as consequências que esses eventos causam, segundo Zuquette (2018), que vão desde danos em embarcações, poços de gás e petróleo, geradores eólicos, edificações, infraestrutura, áreas agrícolas, mangues etc., e ainda pelos eventos secundários como movimentos de massa e rupturas de elementos de infraestrutura. Há constantemente destruição em áreas rurais e urbanas e perdas econômicas, sendo que dependendo da magnitude atinge veículos e danos em edificações. Podem provocar mortes e afetam diretamente sistemas de transporte e funcionamento de hospitais, escolas e serviços essenciais, segundo o autor.

Zuquette (2018) elenca movimentos de massa gravitacionais, erosões, inundações como consequências, além de perdas econômicas, sociais e ambientais.

3.14 Fontes quase-naturais, natural-tecnológicas e antropogênicas

3.14.1 Fontes quase-naturais

Zuquette (2018b) considera este grupo como eventos naturais que ocorreram em função de alguma atividade humana que propiciou o desencadeamento do evento.

Cita os exemplos de desertificação, causado por variações climáticas, usos e interferência humana, salinização, induzida por processos antropogênicos de irrigação inapropriada, fertilizantes, emissões industriais, desmatamentos e contaminação por rejeitos e resíduos, inundações quasi-naturais que são causadas por mudanças nas condições naturais (ocupações, diques, aterros etc.) e estruturas de acúmulo de água e as erosões, colapsos e escorregamentos por modificação dos aspectos naturais e alteração dos níveis naturais de comportamento do meio ambiente.

3.14.2 Fontes natural-tecnológicas

Enquadram-se nessa categoria, segundo Zuquette (2018, p. 238) os “eventos híbridos gerados em decorrência de eventos naturais que afetam diretamente estruturas e edificações construídas, provocando danos que resultam em eventos secundários de caráter tecnológico.”

Exemplifica como os rompimentos de tanques e dutos de produtos químicos devido escorregamento ou erosão, resultando em contaminação da água, solo e ar, podendo em função da sua magnitude e intensidade transformar-se em poluição e desastre, podendo formar uma cadeia de eventos de longa duração e danos humanos e ambientais.

3.14.3 Fontes antropogênicas

Esses eventos estão associados a diversos grupos de atividades que envolvem o ser humano, Zuquette (2018) separa em:

> Tecnológicos: problemas construtivos, defeitos de materiais, projetos errados, falhas e sobrecargas que geram rupturas, colapsos, acidentes e contaminações etc. São decorrentes de falha humana, combinando problemas técnicos e operacionais.

Podem ser subdivididos em colapsos de estruturas e edificações (como pontes, viadutos, edificações em geral, linhas de alta tensão etc.), relacionados com meios de transporte (aéreos, rodoviários etc.) e com instalações industriais (manejo de produtos químicos, vazamentos de produtos perigosos, rupturas de sistemas de saneamento, poluição do meio ambiente, etc.).

A figura 29 mostra uma edificação escolar recebendo serviços de reforço de sua fundação devido ocorrência de falha construtiva.

Figura 29 - Edificação sendo reparada em função de recalques

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação às obras de engenharia Zuquette (2018) descreve que as obras de engenharia geram diversos níveis de risco e estão sujeitas a diversas fontes de eventos perigosos. Zuquette (2018, p. 249) observa que “o gerenciamento de riscos em projetos de engenharia pode ser baseado em normas ou em princípios gerais definidos por organizações nacionais e instituições internacionais”.

As fontes de eventos que geram riscos nas obras de engenharia são, de acordo com 4 aspectos do meio físico, segundo ao autor: condições do terreno, condição das águas subterrâneas, condições ambientais e relativos ao uso e ocupação.

Contaminação de águas e solos: dependem de uma fonte de contaminante ou poluente, lançamento de produto ou ruptura de duto ou tanque, podendo trazer problemas ao ser humano, animais e meio ambiente.

Zuquette (2018, p. 260) relaciona alguns receptores do meio ambiente que podem ser contaminados: águas superficiais, ar, solo, saprolito, rochas alteradas, rochas sãs, água subterrânea e biota (homem, animais e plantas).

3.15 Fontes físicas, astronômicas, biológicas e antropogênicas

As fontes dessas naturezas, de acordo com Zuquette (2018), são as mais frequentes e que envolvem perdas econômicas e causam mortes, mas também pode ocorrer em grandes extensões, afetar muitas pessoas, mas com poucas ocorrências de mortes.

3.15.1 Fontes físicas: incêndios espontâneos

Segundo Zuquette (2018) “os incêndios espontâneos recebem denominações variadas em função do país, dos profissionais envolvidos e das características regionais e são causados por fatores naturais [...]”. O autor cita que, em termos naturais, pode ter seu início por acúmulo de gases decorrentes da degradação da matéria orgânica, descargas elétricas, aumentos de temperatura e seca, e em áreas urbanizadas, induzidos por outros eventos, como quedas de cabos de energia, sendo a intensidade e a severidade dependentes do clima, disponibilidade de combustível natural e das condições do terreno.

3.15.2 Fontes astronômicas

Zuquette (2018) enquadra os eventos dessa categoria em 2 grupos: os decorrentes de explosões próximas à superfície da terra e as tempestades resultantes das atividades da superfície solar. Como exemplo cita os asteroides e cometas e as tempestades espaciais.

3.15.3 Fontes biológicas/ecológicas

São as infestações e as epidemias. As infestações provocam danos e perdas às pessoas, às plantações, às construções e aos diversos produtos, e são exemplos os cupins, besouros, gafanhotos e outros tipos de insetos (Zuquette, 2018). São eventos que podem surgir sequencialmente de outros naturais ou antropogênicos. As epidemias afetam animais, pessoas e plantas, associadas à outros eventos (tempestades, inundações etc.). Alguns exemplos são: malária, dengue, cólera, febre amarela etc., completa o autor.

3.15.4 Fontes antropogênicas relacionadas ao uso e atividades

Nesse aspecto estão ligados aos usos e atividades econômicas, sociais e culturais, que provocam desequilíbrio e alterações no ambiente.

Dentre esses usos estão, segundo Zuquette (2018): o processo de urbanização que gera mudanças ambientais (relevo, escoamento superficial, infiltração, erosões etc.), desmatamentos, reflorestamentos, exploração de recursos naturais, reservatórios, agricultura, vias de transporte. No caso dos socioculturais estão os atos de terrorismo, sequestros, assassinatos. Com relação aos sociais descreve as greves aglomerações, e os econômicos estão relacionados ao comportamento das empresas (operacional, legal, etc.).

3.16 Gestão de risco e Legislação

Gestão de riscos, para ABNT (2018), genericamente trata-se de atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos devendo se integrar à todas as outras atividades organizacionais.

Segundo Miguez *et al.* (2018), as sociedades organizadas contam com serviços públicos direcionados para a proteção e defesa das pessoas no enfrentamento de desastres, cuja função em âmbito nacional é desempenhada pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e cuja finalidade é “garantir os direitos à vida, à saúde, à segurança, à propriedade e à incolumidade a todos os brasileiros e aos estrangeiros que residem no Brasil, em circunstâncias de desastres.”

> A abordagem da gestão integral de riscos é baseada numa visão sistêmica do ciclo de vida dos desastres e busca definir um fluxo de atividades e processos para a redução e mitigação de desastres a partir dos macroprocessos de Prevenção, Preparação, Resposta e Reconstrução (ou, mais precisamente, Recuperação [...]” (Miguez *et al.*, 2018, p. 13).

Figueira e Bandini (2016) relatam que a promulgação da Lei n° 12.608/2012 (Brasil, 2012a), que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC), quanto à questão da gestão dos riscos ambientais requer dos municípios um reordenamento do seu processo de gestão, onde, em muitos deles, continua centralizado nas Coordenadorias Municipais de Proteção e Defesa Civil (COMPDECs), não possuindo a integração de todas as pastas municipais, como está preconizado na PNPDC.

Ao considerar essa lei, Braun, Fernandes e Nyakas Júnior (2016) consideram que ela incorporou “grandes avanços no ordenamento jurídico nacional sobre gestão de desastres, abrangendo as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, dentro do PNPDEC [...]”, e que esta deve se integrar a outras políticas setoriais para um desenvolvimento sustentável.

A figura 30 apresenta as etapas do ciclo da gestão de riscos.

Figura 30 - Etapas do ciclo da gestão de riscos

Fonte: Elaborado pelo autor.

No contexto da gestão integral dos riscos, Miguez *et al.* (2018) expõe as etapas baseadas na doutrina da Defesa Civil Brasileira.

- Prevenção: nessa fase compreende as atividades de avaliação das áreas com perigos para ocupação, ou seja, uma ação de planejamento e zoneamento de caráter não estrutural. Considera a mitigação como segunda ação associada a essa etapa.

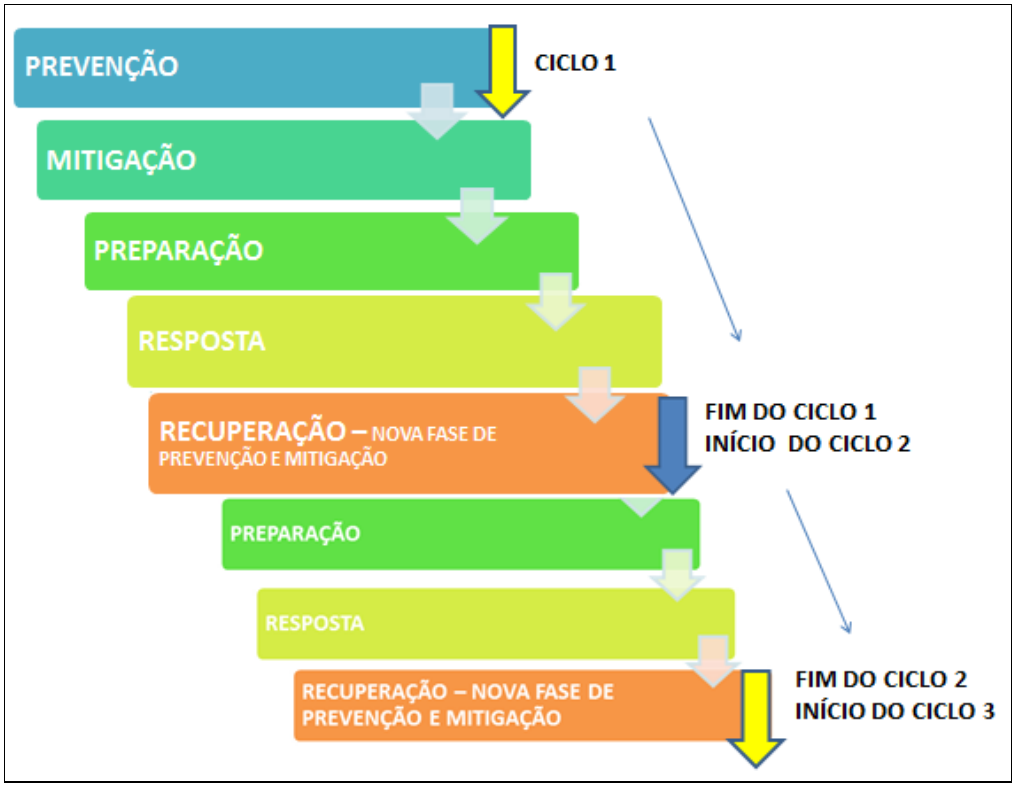
- Preparação: esta fase constitui-se de diversão ações, constituindo-se entre outras de desenvolvimento institucional, monitoramento, planejamento operacional e de contingência etc.

- Resposta: desencadeia-se a partir do alarme, objetivando reagir à ocorrência dos desastres e compõe-se de socorro às populações em risco, assistência aos afetados reabilitação dos cenários de desastres etc.

- Reconstrução (recuperação): etapa com função de restabelecer os serviços essenciais, a economia e o bem-estar da população. Sugere a terminologia recuperação, para dar um caráter mais amplo à etapa.

A figura 31 a seguir demonstra uma sequência temporal das etapas da gestão de riscos.

Figura 31 - Sequência temporal da gestão de riscos



Fonte: Adaptado de Miguez *et al.* (2018).

Como resultado da promulgação da Lei Federal n° 12.608/2012, Braun, Fernandes e Nyakas Júnior (2016) consideram uma importante inovação a distribuição de competências entre os entes da Federação, enfatizando os municípios, já que “neste ente federativo, concentra-se a maior quantidade de atribuições, pois é no município que os desastres ocorrem e devem ser evitados”.

O planejamento urbano preventivo, neste contexto, segundo Braun, Fernandes e Nyakas Júnior (2016, p. 49) “assume importante e necessário papel, para se evitar as ocupações em áreas de risco, ressaltando-se a importância da implantação de ações de prevenção e gestão de situações de risco.”

Os autores observam que cabe a Defesa Civil coordenar as ações, através dos meios necessários, tanto para prevenir quanto para mitigar os resultados dos eventos, e que cada ente federativo tem obrigações a cumprir, recaindo aos municípios de forma mais contundente esses deveres.

Nessa ótica, é bastante óbvio que a gestão de riscos se torna importante, mesmo que existam atribuições dos órgãos de Defesa Civil, a estas não cabe toda a responsabilidade atribuída aos municípios. O panorama se torna mais crítico em função das previsões de aumento de eventos climáticos extremos devido às mudanças climáticas.

> As práticas de gestão de risco que integram as projeções de mudanças climáticas facilitam a tomada de decisão aprimorada, esclarecendo as dimensões do risco, incluindo suas causas, probabilidade de ocorrência e possível gravidade das consequências. Colocar maior ênfase nas medidas de redução de risco é uma forma sustentável de abordar a tendência de aumento dos custos socioeconômicos dos desastres que ocorrem sob abordagens fortemente focadas na preparação e resposta (An emergency [...], 2017, p. 11).

Avila (2015) cita que no caso brasileiro se evidencia em situação de desastres a inexistência de atividades estruturadas anteriores, que poderiam diminuir a vulnerabilidade dos elementos em risco, como também a falta de ações de comunicação, cabendo os salvamentos e abrigos disponibilizados posteriormente. As ações mais amplas para incrementar a capacidade das comunidades deveriam estar contidas nas estratégias de gestão e não apenas na recuperação pós-desastre (Avila, 2015, p. 13).

Entre atribuições dos municípios estão a incorporação de ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal, a identificação e mapeamento das áreas de risco de desastres, a fiscalização das áreas de risco de desastre e a proibição de novas ocupações desses locais, a declaração de situação de emergência e estado de calamidade pública, a vistoria nas edificações e áreas de risco, a promoção da intervenção preventiva e a desocupação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis, a realização de exercícios simulados, a organização e administração de abrigos provisórios, a responsabilidade pelas informações à população sobre áreas de risco, ocorrência de eventos extremos, protocolos de prevenção e alerta, e ações emergenciais em circunstâncias de desastres, além de prover solução de moradia temporária às famílias atingidas, explanam os autores.

Porém, Brasil (2021) demonstrou que a falta de pessoal e de verba é um grande desafio para defesas civis municipais e que os órgãos estão despreparados para o enfrentamento dos desastres climáticos, convivendo com a falta de estrutura. Uma pesquisa aplicada em 1.993 cidades resultou que 72% dos municípios não possuem orçamento próprio para essa atribuição, não contando com verbas de outras secretarias municipais ou, em alguns casos, nem sequer da própria prefeitura.

Através dos dados colhidos, a pesquisa identificou-se que:

• Quanto ao espaço físico, 65% das defesas civis dividem com outra secretaria;

• Predomina no país, equipes compostas por uma ou duas pessoas;

• As necessidades de estruturação estão relacionadas, em especial, a equipamentos como telefone fixo exclusivo e viaturas adequadas (67% não possuem viaturas).

• Falta de recursos financeiros é o maior desafio em relação à estruturação;

• Os custos são apontados pelos participantes como o maior desafio quanto à capacitação;

• A lotação de 49% das defesas civis ocorre no gabinete do prefeito;

• Para ações de comunicação, 56% utilizam redes sociais;

• Apenas 9% oferecem cursos aos Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC);

• Somente 9% possuem parcerias formalizadas com outros municípios;

• O maior desafio em relação à governança diz respeito ao apoio para fiscalizar e coibir ocupação em áreas de risco.

Identificou também que as defesas civis se sentem capacitadas para declarar situação de emergência e de calamidade pública, promover interação com outras secretarias municipais e avaliar danos, e que 69% afirmam que existe legislação municipal sobre defesa civil ou gestão de risco de desastres (Brasil, 2021).

Quanto aos recursos humanos e estrutura é nítido que as defesas civis municipais possuem alta rotatividade nos cargos como o principal fator agravante, aliada às precárias condições de trabalho, falta ou deficiências em treinamento e pouca efetividade na gestão de risco.

Dentre todos os problemas de um município as questões físico-territoriais, econômicas, financeiras, políticas, sociais, ambientais e de gestão são desafios constante e requer um avanço nas técnicas de planejamento, manter o equilíbrio entre os diferentes interesses dessas temáticas e garantir a participação comunitária Diante dessas necessidades e relevâncias, a administração pública municipal demanda competência e efetividade dos seus gestores (Berenguel, 2012).

Decorre dessa ótica, que há uma necessidade impreterível com relação à uma maior atenção para uma gestão de risco e discussão do presente tema, demandando caminhos para a melhoria da proteção das infraestruturas municipais.

A gestão de riscos de desastres teve como divisor de águas os acontecimentos na região serrana do Rio de Janeiro em 2011, que sofreram inundações, deslizamentos e enxurradas, com mais de 900 mortes, 300 mil afetados e grande repercussão, culminado com a promulgação da Lei Federal n° 12.608/2012 que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), avalia Miguez *et al.* (2018).

Com relação à gestão é importante frisar seu significado, e, nessa concepção, Miguez *et al.* (2018) observa que o termo gestão é utilizado como sinônimo de gerenciamento, mas possui um sentido mais amplo.

O processo de gestão se inicia com o conhecimento da situação atual do sistema, desenvolve então uma visão estratégica de onde se deseja chegar, desmembra essa visão em políticas, objetivos e metas e, a partir daí, define todo o arcabouço de atividades, recursos, responsabilidades, padrões para referência e métricas de controle a serem aplicados ao sistema em questão. Desta forma o conceito de gestão traz intrinsicamente a necessidade de caminhar em uma direção definida a partir das necessidades e expectativas das partes interessadas, sendo fundamental se ter clareza do(s) público(s) a ser(em) atendido(s) (Miguez *et al.*, 2018, p. 157).

Na análise de Zuquette (2018, p. 15), “para um sistema de qualquer natureza, o gerenciamento de risco é composto por um conjunto de etapas.” Considera que são etapas sequenciais e que podem formar um ciclo, que implicará na adoção de outras etapas, visando a recuperação de todos os setores e o reinício das atividades produtivas, a continuidade das relações sociais, gerando novo ciclo de gerenciamento de risco.

A gestão de riscos de desastres, conforme visão de Miguez *et al*. (2018), absorve o conjunto de processos e atividades, recursos e capacidades, atores e responsabilidades que se tornam necessárias para a concretização da redução dos riscos no tempo e no espaço e os efeitos danosos na sociedade.

O adjetivo integral refere-se à abrangência da atuação da gestão, que deve contemplar todos os processos presentes no ciclo de vida de um desastre, a saber: Prevenção, Mitigação, Preparação, Resposta e Recuperação (integralidade funcional), além de considerar todos os riscos aos quais o sistema esteja exposto (integralidade de escopo). Ou seja, a gestão integral do risco de desastres deve definir de forma completa a estrutura necessária de ações (de planejamento, implementação, monitoramento e melhoria contínua), em todas as fases (normalidade, pré-impacto, impacto, pós-impacto e restituição da normalidade, de forma mais resiliente do que antes da ocorrência do desastre), para todos os cenários de risco relevantes a um determinado sistema (Miguez *et al.*, 2018, p. 158).

A figura 32 apresenta as etapas relacionadas com o gerenciamento de riscos.

Figura 32 - Etapas relacionadas com o gerenciamento de riscos.

Fonte: Adaptado de Zuquette (2018).

Considera também os autores que a gestão integral do risco de desastres deve ser uma integrada, de modo que os elementos sejam trabalhados em uma visão sistêmica e dinâmica levando-se em conta o inter-relacionamento e a integração.

Para que seja eficaz e eficiente, a gestão de riscos, segundo ABNT (2018), deve reunir elementos e princípios, de maneira que seja considerada:

• Integrada;

• Estruturada e abrangente;

• Personalizada;

• Inclusiva;

• Dinâmica;

• Melhor informação disponível;

• Fatores humanos e culturais;

• Melhoria contínua.

No entendimento de Rocha e Londe (2021, p. 44) um aspecto fundamental na gestão de riscos é a dimensão política dos desastres, pois muitas decisões nesse âmbito influenciam aspectos socioeconômicos.

O poder público acaba intensificando ou produzindo novos riscos ao deixar de seguir diretrizes e acordos internacionais relacionados a desastres, ou mesmo, políticas públicas nacionais e locais que minimizem as vulnerabilidades socioambientais, aumentem a capacidade de resposta e promovam a atenção às populações expostas.

Declara a autora que no caso das inundações e escorregamentos, um dos grandes desafios políticos e socioeconômicos para redução do risco é o desenvolvimento de políticas públicas de caráter mais amplo e global, incorporando medidas alusivas a mudanças climáticas, que ampliam estes eventos, assim como de caráter mais local, promovendo ações para diminuição das vulnerabilidades.

Parece que nesse ponto a gestão de risco especificamente para a infraestrutura municipal encontra um estreitamento, pois o dinamismo requerido e as mudanças no contexto interno e externo contribuem para sua ineficácia, afetada pelas modificações e rotatividade dos políticos e tomadores de decisão.

Argollo Ferrão *et al.* (2021) ao analisar os problemas complexos desse tema, pois abrange a gestão territorial e o desconhecimento das comunidades de sua própria história, sua cultura, suas vocações e os riscos associados ao território que ocupam, oriundos de uma crise de percepção, observa que a solução necessita de uma abordagem que ultrapasse a visão simplista analisando as relações e influência entre as partes e o contexto por meio da abordagem sistêmica, extrapolando o tratamento analítico, reducionista e disciplinar que separa as partes do todo.

Santos (2017, p. 11-12) enfatiza que apesar do amplo conhecimento já produzido na área geológica a respeito do tema e as ferramentas técnicas que existem para sua correta gestão, além dos alertas às autoridades públicas e privadas “as cidades brasileiras insistem em desconsiderar quase por completo suas relações com o meio físico geológico, colhendo com isso enormes problemas, quando não verdadeiras tragédias [...] “. Elenca o autor as enchentes, deslizamentos de solo, danos estruturais em edificações por abatimento de terrenos, perda de mananciais de águas superficiais e subterrâneas, degradação de infraestrutura urbana, deterioração ambiental, acidentes em obras da construção civil, etc.

Todos esses problemas determinam altíssimos custos financeiros e patrimoniais para a administração pública e para os negócios privados, com deterioração da qualidade de vida da população e de sua segurança social e, não raramente, com a estúpida perda de vidas humanas (Santos, 2017, p. 11- 12).

Rocha e Londe (2021, p. 45) destaca que nas regiões atingidas “que contam com ações de prevenção para enfrentá-los de forma rápida e segura, os transtornos e os prejuízos à vida e aos bens são menores e podem até mesmo ser evitados”.

Santos e Serafim (2020) consideram que a gestão de riscos, ou seja, uma atuação de forma preventiva é tão ou mais importante que a gestão do desastre quando o mesmo ocorre.

> A gestão desse tipo de evento é muitas vezes uma operação grande e complexa, que envolve organizações públicas e privadas e está diretamente ligada à vida dos cidadãos e ao bem-estar das sociedades (Santos; Serafim, 2020, p. 5).

Contudo, na visão dos autores “muitos gestores não veem o investimento na gestão de riscos – ou seja, na prevenção – como uma preocupação central”.

Os escorregamentos e outros movimentos de massa dependem de vários fatores ambientais, fazendo parte da evolução das formas de relevo, segundo Tominaga (2015c), porém o aumento expressivo de acidentes possui como causa principal a ocupação desordenada de locais de alta suscetibilidade a escorregamentos.

Medidas preventivas de dois grandes grupos são necessárias para minimização dos danos: as medidas estruturais e não estruturais. A autora revela que são obras de alto custo e envolvem sistemas de drenagem, proteção de taludes e reurbanização. Quanto às medidas não estruturais são as de planejamento e gerenciamento, ou seja, políticas públicas que incluem planos preventivos, educação ambiental etc.

Os mapas de risco são importantes ferramentas nesse sentido. “Os mapas de risco representam os resultados da avaliação de risco, a qual se refere à estimativa da extensão dos prováveis danos decorrentes de um desastre natural (perigo)” (Tominaga, 2015a, p. 155).

São Paulo (2017) destaca que os Planos Preventivos de Defesa Civil e Planos de Contingência (PPDC) são importantes ações de gerenciamento de risco, implantados anualmente no período chuvoso, desde 1988/1989.

Trata-se de um instrumento de gestão de risco visando subsidiar as ações preventivas dos poderes públicos municipais e estaduais, quanto à mitigação de problemas em áreas de risco, atualmente abrangendo 175 municípios. (São Paulo, 2017).

Quanto aos desastres naturais decorrentes de inundações, segundo Amaral e Ribeiro (2015), via de regra, tem como efeito um elevado número de afetados e grande perda econômica, devido paralização de atividades essenciais e abastecimento e danos em edificações e infraestruturas críticas.

3.17 As inundações em Santa Catarina no ano de 2008

Através do relatório Brasil: avaliação de perdas e danos: inundações bruscas em Santa Catarina, publicado pelo Banco Mundial (2008), descrevem que o responsável pela superação do recorde histórico de chuvas no estado foi grande volume de precipitação no final do mês de novembro de 2008 e início de janeiro de 2009, cuja origem se deu após um sistema de alta pressão estacionar em alto mar, o que levou chuvas à costa e também ao interior do estado, e devido sua longa continuidade ocasionou as enchentes progressivas registradas em muitas de suas cidades.

Esse foi considerado o evento causador de um dos piores desastres do estado (junto com as inundações de 1974, 1983, 1984, 1995, 2004 e 2005), devido a sua duração e características singulares, “evidenciadas pelas perdas humanas e prejuízos econômicos e pela recorrência das chuvas e subsequentes impactos no início do ano de 2009”.

3.18 As inundações e deslizamentos no Rio de Janeiro em 2011

Um dos desastres considerados como dos piores acontecidos no Brasil foram ocasionados por eventos em janeiro de 2011, mais graves no Rio de Janeiro.

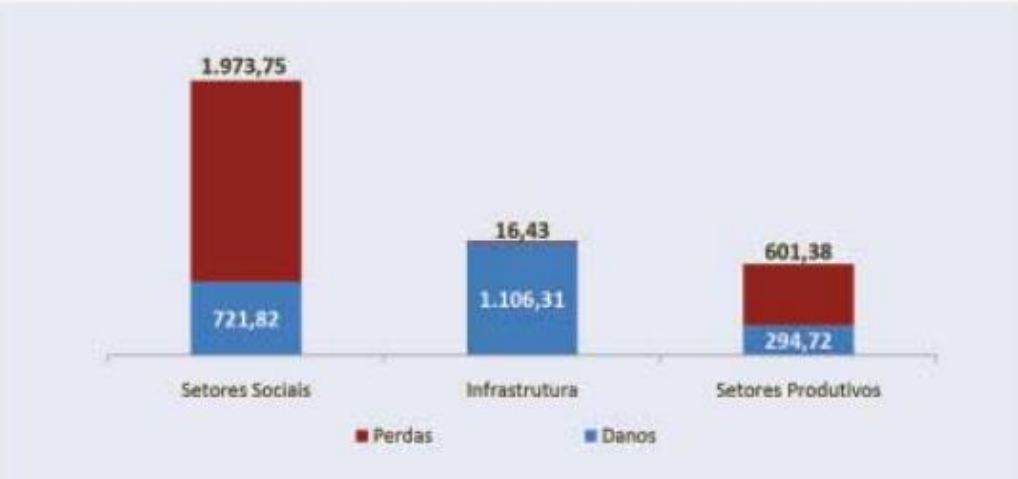
Chuvas torrenciais em sete municípios da Região Serrana do estado causaram a morte de mais de 900 pessoas e afetaram mais de 300 mil pessoas. Grande parte dos impactos foi causada por deslizamentos de terra devido ao grande volume de chuvas registrado na região. Estima-se que houve 166 mm de chuva em determinados locais, o que representa mais de 70% do valor médio histórico para o mês de janeiro, sendo que muitos dos municípios afetados decretaram estado de calamidade pública (Banco Mundial, 2012, p. 9). Ainda segundo o autor, o número de funcionários envolvidos no processo de resposta foi de mil pessoas de diferentes órgãos, como prefeituras, Defesa Civil, governos estaduais, Força Nacional de Segurança Pública entre outros, número que mostra a magnitude desse desastre, cujos impactos não se limitaram aos danos ocorridos.

Com relação às perdas e danos, estimativas do relatório do Banco Mundial (2012, p. 9), apontam para custos totais de R$ 4,78 bilhões. Dentre estes custos, aproximadamente R$ 3,15 bilhões correspondem ao setor público e R$ 1,62 bilhões

são de propriedade privada. Em relação à propriedade dos danos, o setor habitacional foi o que registrou custos privados mais relevantes (R$ 647 milhões).

O desastre e seus impactos configuraram um marco nas políticas de gestão de riscos e desastre no país, representando o início de “um processo duradouro de fortalecimento das práticas de gestão de riscos e desastres a nível nacional” (Banco Mundial, 2012, p. 9). De acordo com o autor, os setores sociais sofreram as maiores perdas e danos, com um custo total estimado em R$ 2.69 bilhões, em seguida o setor de infraestruturas em cerca de R$ 1 bilhão. Já os setores produtivos com custos diretos e indiretos estimados em R$ 896 milhões, enquanto os impactos ambientais foram estimados em R$ 71.4 milhões. O setor de habitação teve perdas de quase R$ 2 bilhões sendo aproximadamente R$ 1,3 bilhões em custos das obras de contenção de encostas e o setor de água e saneamento, o custo de reparo ou reconstrução de canais e sistemas de drenagem representa 89% dos custos totais (ou R$ 410 milhões). A figura 33 mostra a distribuição de perdas e danos em termos econômicos.

Figura 33 - Perdas e danos por setor - em R$ milhões de reais

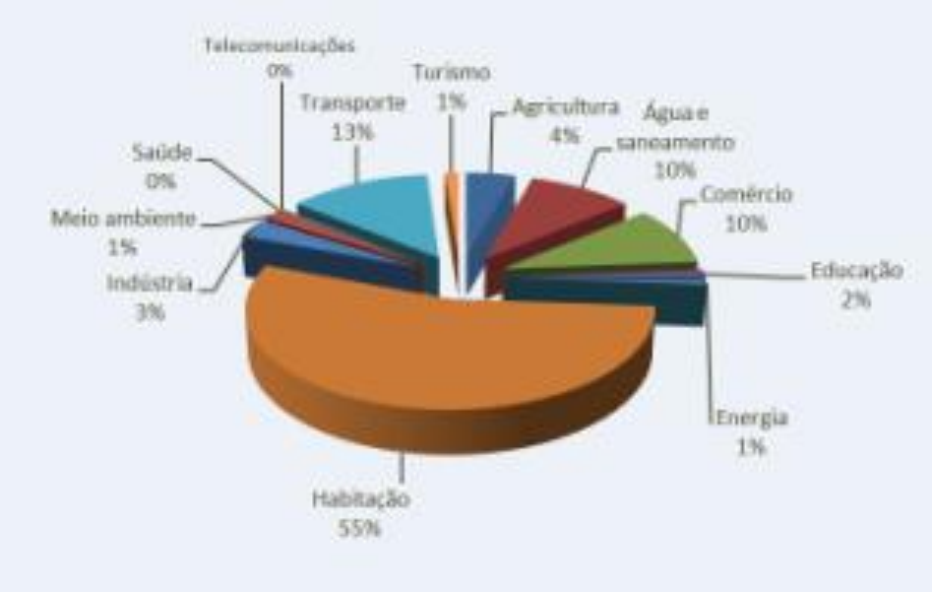


Fonte: Banco Mundial (2012).

“Em relação à distribuição dos impactos, embora parte dos mesmos tenha ocorrido sobre os ativos de empresas privadas, grande parte do custo de reparo da rede é sobre o setor público (R$ 418 milhões), à exemplo do setor de habitação” (Banco Mundial, 2012, p. 10).

A figura 34 demonstra uma estimativa de distribuição de perdas e danos por setor.

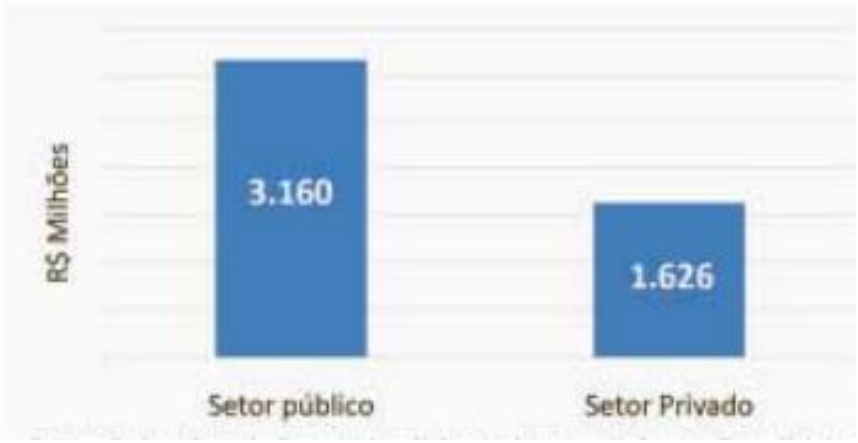
Figura 34 - Estimativa de distribuição de perdas e danos por setor



Fonte: Banco Mundial (2012).

Estima-se que aproximadamente dois terços das perdas e danos são do setor público. A figura 35 mostra a distribuição dos custos.

Figura 35 - Custos sobre os setores públicos e privados em R$ milhões de reais



Fonte: Banco Mundial (2012).

O mesmo autor avalia que os danos afetaram nove estações de tratamento de água, 87.500 metros da rede de distribuição de água e 39.600 metros da rede coletora de esgoto danificada. Também constata que no setor de infraestrutura de saneamento além dos prejuízos aos sistemas de coleta e tratamento de resíduos sólidos, a perda se aproxima de R$ 3 milhões, com as interrupções no abastecimento, custos operacionais, e gastos com medidas para o restabelecimento do fornecimento de água.

Muitos outros custos são subestimados por falta de dados, podendo ser de maiores vultos do que os relatórios apresentam. Além de ser de alta complexidade, a coleta e compilação desses dados trazem embutidos outros custos indiretos, desde os relacionados à saúde pública e os ambientais, chegando até na incidência de doenças decorrentes das inundações e deslizamentos.

Segundo o Banco Mundial (2012), os setores de telecomunicações, educação, saúde e turismo, são prejudicados pela falta de informações detalhadas. Estima-se, porém, no setor educacional, gastos de R$ 74 milhões para a recuperação da rede pública de ensino e sete escolas particulares destruídas com custo de recuperação pelas prefeituras em torno de R$ 630 mil. Já na área da saúde, os danos a rede pública e privada de atendimentos somaram R$ 2.5 milhões, além de R$ 8.7 milhões para ampliação do atendimento hospitalar

No setor turismo indicam danos aos equipamentos da região de R$ 7 milhões e a redução de receitas de R$ 50 milhões.

3.19 Ocorrências em Petrópolis, 2021

No mês de fevereiro de 2022 o município de Petrópolis/Rio de Janeiro foi atingido por fortes chuvas que causaram novos deslizamentos, ocasionando inúmeras ocorrências e com informações de vítimas.

No dia 15 de fevereiro, o grande volume de chuvas na cidade de Petrópolis (RJ) causou diversos deslizamentos em vários pontos do município. Informações da Defesa Civil indicam que foram registradas 95 ocorrências, 80 deslizamentos e 11 pontos de alagamento. Pelo menos seis mortes foram confirmadas, e o número de vítimas ainda deve crescer (Germano, 2022).

Em março de 2022 o município novamente foi palco de chuvas fortes que provocaram 250 ocorrências de deslizamentos, atingindo casas e ruas, distribuídas em 19 localidades, cinco pessoas mortas, três desaparecidas (Agência Brasil, 2022). O índice pluviométrico divulgado foi de 534,4 milímetros em um período de 24 horas, causando o desabamento de casas e inundações. No final foram contabilizadas 234 vítimas fatais.

Nesse mês o município ainda se recuperava dos danos causados em sua infraestrutura de abastecimento de água. Na ocasião, conforme o portal G1 Região Serrana (Reparos [...], 2022) a concessionária de águas da cidade, localizada na Região Serrana do Rio, trabalhava na recuperação do sistema para o restabelecimento do abastecimento em vários bairros. Em outros estava trabalhando pela recuperação.

Nas regiões afetadas e interditadas pela Defesa Civil não havia acesso para realização de reparos. Assim, caminhões-pipa estavam sendo enviados para esses locais. Três veículos reforçavam o abastecimento nos bairros afetados, outros dois estavam auxiliando a Prefeitura, abastecendo pontos de apoio e na lavagem de ruas. Três caminhões atendiam a demanda dos distritos.

A figura 36, mostra danos causados pelo desastre em Petrópolis, Rio de Janeiro.

Figura 36 - Desastre em Petrópolis/RJ

Fonte: Ninno (2022).

3.20 Outras ocorrências e desastres recentes

Sazonalmente ocorrem eventos em toda a parte do território brasileiro. Algumas dessas ocorrências possuem potencial para danificar estruturas e estabelecimentos críticos e estruturas de administração municipal.

Inundações também ocorreram no Paraná comprometendo o sistema de água em dezenas de cidades, houve poços alagados e rompimento das redes. A figura 37 mostra a situação que envolveu uma estação de captação em Cascavel.

Figura 37 - Inundação em estação de captação em Cascavel /PR

Fonte: SANEPAR [...] (2014).

Em 2020 a cidade de Manhuaçu, Minas Gerais, sofreu com a pior enchente de sua história. A autarquia de abastecimento de água teve uma adutora de água bruta rompida, que promove o abastecimento de todo o município, além da captação que ficou inteiramente submersa, junto com as bombas e painéis elétricos, ocasionando perdas e danos aos serviços prestados.

A figura 38, mostra os danos causados nos equipamentos da cidade.

Figura 38 - Bombas da estação de captação submersas

Fonte: Abastecimento [...] (2020).

A figura 39, mostra hospital municipal e maternidade em Vila Velha, Espírito Santo inundado em função de fortes chuvas que deixaram outras unidades de saúde prejudicadas.

Figura 39 - Hospital inundado em Vila Velha/ES

Fonte: Linhares (2018).

4 INFRAESTRUTURA CRÍTICA

Infraestrutura crítica pode ser genericamente definida como uma instalação, sistema ou elemento com função de assegurar serviços básicos para o funcionamento de uma sociedade.

> *Critical Infrastructure: Refers to processes, systems, facilities, technologies, networks, assets and services essential to the health, safety, security or economic well-being of Canadians and the effective functioning of government. Critical infrastructure can be stand-alone or interconnected and interdependent within and across provinces, territories and national borders. Disruptions of critical infrastructure could result in catastrophic loss of life, adverse economic effects, and significant harm to public confidence* (Canadá, 2017, p. 21).

Brasil (2008) define infraestruturas críticas (IEC) todas as instalações, sistemas, bens e serviços, cuja interrupção ou destruição, mesmo que parcial, estando diretamente expostas aos eventos e acontecimentos ou indiretamente implicadas devido às suas dependências e interdependências, ocasionará sério impacto à segurança do Estado e da sociedade: social, ambiental, econômico, político, internacional, necessitando, assim, de medidas especiais de proteção.

Nesse entendimento fica claro que toda essa infraestrutura está interconectada, até mesmo além de fronteiras administrativas dos municípios, sendo que foi escolhido para esta pesquisa as instalações, edificações e redes de abastecimento de serviços pertencentes ao município.

Segundo Santos, Carvalho e Cavalcante (2011) as infraestruturas críticas (IEC) do Brasil, são consideradas como as instalações, serviços, bens e sistemas cuja interrupção do fornecimento de serviços ou a destruição dessas instalações provoca sério impacto social, ambiental, econômico, político, internacional e também a segurança do Estado e da sociedade. A identificação dessas IC cabe ao Núcleo de Segurança de Infraestruturas Críticas (NSIEC), que é o responsável por coordenar os trabalhos.

> Os serviços prestados pelas infraestruturas de comunicações, energia, transportes, finanças, águas e outros são muito importantes para cidadãos, organizações e para o Estado. Possuem dimensão estratégica, uma vez que desempenham papel essencial tanto para a segurança e soberania nacional como para a integração e o desenvolvimento econômico sustentável do País. Problemas no fornecimento desses serviços podem acarretar transtornos e prejuízos ao Estado, à sociedade, à população e ao meio ambiente (Santos; Carvalho; Cavalcante, 2011, p. 2).

Siqueira (2014) coloca que as redes de serviços essenciais, petróleo e gás, finanças, logística, comunicação de energia e saneamento fazem parte da infraestrutura básica, essencial para o correto funcionamento das cidades, das nações e dos continentes. O autor afirma que é requisito básico para garantir a segurança e a qualidade de vida das sociedades modernas, a preservação da sua integridade física e funcional.

Por sua extensão geográfica, capacidade, interdependência e complexidade, estão sujeitas a falhas intrínsecas de natureza tecnológica, e extrínsecas, de causas naturais ou provocadas pelo homem. As consequências afetam pessoas, famílias e empresas, e as áreas sociais, legais, ambientais, geopolíticas, internacionais, técnicas e econômicas de cidades, estados, países e continentes (Siqueira, 2014, p. IX).

Considera-se, dentro do entendimento de Santos, Carvalho e Cavalcante (2011), portanto, que essas infraestruturas críticas podem estar diretamente expostas aos eventos extremos, ou indiretamente envolvidas por motivo de haver dependência e interdependência entre elas. Também, é certo que vários fatores (tais como ameaças resultado da ação humana ou de catástrofes naturais e a ocorrência de falhas diversas) podem afetar a continuidade dos serviços prestados pelas infraestruturas críticas de um país. Os autores incluem ainda vulnerabilidades da estrutura física, sistemas de proteção pessoal, processos e operações envolvidos, ou de outros incidentes que prejudiquem ou interrompam a prestação dos serviços.

Sun (2019) sustenta que a falha em cascata de sistemas independentes de infraestrutura crítica, gera riscos específicos em áreas urbanas, porque são complexos e o tamanho torna dificultoso seu conserto, referindo-se ao suprimento de água, assistência médica e fornecimento de eletricidade.

Infraestrutura crítica é, portanto nesse entendimento, sistemas ou elementos, localizados em qualquer lugar, vital para assegurar o abastecimento de uma sociedade, não necessariamente delimitada por área administrativa, sujeita a falhas e interrupções por eventos naturais, desastres, acidentes, incidentes, sabotagem

(terrorismo), desgaste de edificações, instalações e equipamentos devido ao tempo de construção ou operação, falhas de gestão e administração local, além de outros tipos de ações.

Localizam-se, portanto, nos municípios, estados, regiões, países, blocos de estados-membros (como na União Europeia), inclusive fazendo parte de diversas áreas de interesse de estado, como instalações militares e estruturas privadas de segurança nacional. Directiva [...] (2008, p. 345-377) define Infraestrutura Crítica como:

> «Infra-estrutura crítica», o elemento, sistema ou parte deste situado nos Estados-Membros que é essencial para a manutenção de funções vitais para a sociedade, a saúde, a segurança e o bem-estar económico ou social, e cuja perturbação ou destruição teria um impacto significativo num Estado-Membro, dada a impossibilidade de continuar a assegurar essas funções.

Importante destacar que também define, que “proteção”, refere-se à todas as atividades destinadas a assegurar a funcionalidade, continuidade e integridade de uma infraestrutura crítica com a finalidade de restringir, atenuar e neutralizar uma ameaça, risco ou vulnerabilidade.

Para efeito da presente pesquisa adotou-se a concepção de infraestrutura crítica municipal os estabelecimentos, edificações (escolas, hospitais, postos de saúde, estações de tratamento de água, etc.), estrutura e redes de distribuição, que são utilizadas para produção, distribuição, armazenamento, fornecimento de serviços e produtos, sob gestão municipal, oferecendo a possibilidade de adaptar o modelo para qualquer tipo de próprio municipal, em maior ou menor escala, dado que a proposta é factível de ajustamento para qualquer tipo e escala de estabelecimento.

Essa flexibilização do modelo permite que haja promoção de melhorias na segurança desses locais, e incorporação de medidas abrangentes e relativamente adaptadas à realidade de grande parte dos municípios brasileiros nas ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação dessas infraestruturas, preconizado na legislação, especialmente na Lei Federal n° 12.608/2012.

4.1 Infraestrutura crítica municipal

Uma infraestrutura crítica municipal é composta por estabelecimentos e instalações interligados aos seus diversos sistemas e redes. Essa rede de abastecimento fornece diversos tipos de produtos e serviços indispensáveis à população de uma cidade e propicia a manutenção de outras redes de provimento para a sociedade.

Como os desastres naturais atingem as cidades, estas são as que sofrem os danos e suas primeiras consequências, normalmente com prejuízos de toda a ordem, potencialmente nos aspectos sociais e ambientais.

Dentre as estruturas críticas municipais encontram-se as instalações de tratamento de água, de tratamento de esgoto, hospitais, postos de saúde, escolas, etc. além daquelas que estão instaladas no município, mas que possuem abrangência regional e não são operadas pelo município, caso da energia elétrica e sistemas de comunicação, embora sendo afetadas e produzindo interrupções e danos com reflexos na infraestrutura municipal que dependem diretamente do fornecimento de seus serviços.

Uma infraestrutura municipal de saúde da cidade de Sorocaba/SP é mostrada na figura 40.

Figura 40 - Edifício pertencente à infraestrutura de saúde

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Caracterização dos elementos do meio ambiente e de infraestrutura crítica municipal

4.2.1 Elementos do meio ambiente

Tendo em vista essa suscetibilidade de qualquer infraestrutura crítica municipal, cujos impactos de qualquer evento perigoso são significativos para as localidades em que se inserem, torna-se necessário caracterizar seus elementos principais.

Existem diversas classificações para os elementos do meio ambiente, assim como: edifícios, residências, indústrias, estabelecimentos de saúde, educação, além de outros elementos, tais como culturais, sociais, etc.

Segundo Zuquette (2018, p. 72) “o meio ambiente é composto por dois grandes grupos de elementos que podem estar sujeitos aos efeitos dos eventos perigosos, os naturais e os antropogênicos.” O autor os considera inter-relacionados de formas e maneiras variadas, e se constituem em diferentes sistemas e unidades.

Dentre os principais elementos ambientais existentes em uma cidade, que podem, de certa maneira, serem considerados críticos, estão as escolas. O autor classifica as escolas como infraestrutura fundamental, mas é importante ressaltar que as escolas normalmente são locais transformados em abrigos quando da ocorrência de eventos hidrológicos danosos ou outros tipos de desastres, sendo essa uma prática comum.

Marchezini, Muñoz e Trajber (2018) abordaram a vulnerabilidade escolar cruzando dados de localização de escolas e das áreas de risco brasileiras no sentido de avaliar a situação de vulnerabilidade física, através de um diagnóstico de exposição dessas edificações com relação a ameaças hidrológicas de inundação, enxurrada e alagamento e geológicas relacionadas a deslizamentos em 957 cidades, que são contempladas pelo monitoramento do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Histórico [...], 2023), e encontraram 2.443 dessas escolas em áreas de risco (alto e muito alto, 729 em risco hidrológico, 533 públicas e 196 privadas), além de 1.714 escolas em risco geológico (1.265 públicas e 449 privadas).

Um dado interessante extraído do trabalho é que essa amostra representa apenas 17% dos 5.570 municípios dos registros encontrados, o que pode comprovar que o panorama é bastante crítico.

> Esta análise espacial é somente um diagnóstico preliminar e não exaustivo, com o qual se pretende chamar a atenção e levantar questões sobre a exposição de escolas a inundações, alagamentos e deslizamentos, conhecendo, ainda que preliminarmente, os possíveis riscos de desastre que sistema educacional brasileiro está sujeito (Marchezini; Munõz; Trajber, 2018, p. 166).

A vida de pessoas e das atividades comerciais e industriais, independente do seu tamanho e localização dependem de elementos de infraestrutura crítica. Segundo Siqueira (2014) “redes de infraestruturas críticas formam o arcabouço físico e funcional de suporte a sobrevivência de agrupamentos sociais e empreendimentos comerciais e industriais [...]”

O autor revela que todas as comodidades atuais possuem de alguma maneira relação com as redes sociotécnicas. Exemplifica as redes de energia (eletricidade, gás, óleo, calor etc.), as redes de saneamento (água, esgoto etc.), emergenciais (saúde, segurança, defesa civil etc.), além das redes de transporte, comunicação, financeiras, entre outras.

> Além de formarem sistemas complexos, cobrindo vastas áreas geográficas, múltiplos grupos e empresas, estas redes se interligam por relações de interdependência funcionais e informacionais, tornando mais complexa sua gestão, análise, modelagem e simulação (Siqueira, 2014, p.13).

O quadro 5, apresenta os principais elementos ambientais.

Quadro 5 – Principais elementos ambientais

Principais tipos de elementos ambientais		
Classe	**Subclasse**	**Elementos**
Edificações (tipo, construção, número de edificações por área ou unidade específica, número de pavimentos, uso, idade etc.)	Urbanas	Residências térreas, edifícios
Por tipo de produtos usados e/ou produzidos	Industriais	Parques industriais, indústrias químicas indústrias de transformação
	Outras	Agroindústrias

Infraestrutura fundamental		Hospitais, sistema de emergência, polícia, defesa civil, escolas, creches, edificações de apoio
Infraestrutura de transporte	Essenciais	Metrô, ônibus, rodovias, ferrovias, ciclovias
	Secundários	Aeroportos, Portos
Infraestrutura de suporte	Essencial	Sistemas de energia, água e gás
	Funcional	Sistemas de comunicação, telefone e saneamento
Infraestruturas específicas	Dependem ou são constituídas por especificidades	Túneis, tubulações, mineração, depósitos subterrâneos
População	Distribuição	Densidade, distribuição (espacial, temporal, idade)
	Condição	Idosos, com limitações temporárias ou não, limitações econômicas. Crianças com idade que necessitam acompanhamento. Pessoas em asilos e casas de repouso.
Atividades econômicas	Distribuição (por tipos)	Espacial e temporal
	Tipos	Agrícola, pecuária, industrial, comercial
	Dependências	Energia, água, saneamento, transporte
Culturais	Edificações	Museus, centros culturais e escolas específicas
	Áreas abertas	Monumentos, áreas arqueológicas
Aspectos socioeconômicos	População	Organização populacional
	Cadeia produtiva	Organização social e econômica
Ambientais	Legais	Áreas de proteção, parques naturais, vegetação marginal
	Específicas	Áreas úmidas, áreas sensíveis (como as cársticas)
	Gerais	Florestas, áreas vegetadas, reflorestamentos específicos de proteção

Fonte: Adaptado de Zuquette (2018).

Essas redes sociotécnicas, conforme Siqueira (2014) são consideradas sistemas distribuídos, utilizando-se de recursos humanos e tecnológicos com objetivo de atender necessidades e demandas de serviços essenciais, sociais, comerciais etc., e tem como característica interligar quatro tipos principais de entidades: fornecedores, consumidores, distribuidores e transportadores. O quadro 6 resume os componentes de cada rede de infraestrutura.

Quadro 6 – Componentes de rede de infraestrutura

Setor	**Fornecedor** Provedor de serviço para a rede	**Consumidor** Usuários de serviços prestados pela rede	**Distribuidor** Concentradores e processadores de serviços na rede	**Transportador** Transmissores de serviços através da rede
Elétrico	Gerador	Carga	Subestação	Linha
Água	Aquífero	Consumidor	Reservatório	Aqueduto
Gás	Fornecedor	Consumidor	Estação	Gasoduto
Óleo	Fornecedor	Consumidor	Estação	Oleoduto
Esgoto	Coletor	Descarte	Estação	Canal
Logística	Fornecedor	Mercado	Armazém	Via
Comunicação	Provedor	Usuário	Roteador	Meio
Finanças	Depositante	Empréstimo	Banco	Acordo
Saneamento	Coletor	Descarte	Concentrador	Duto
Dados	Provedor	Usuário	Roteador	Rota
Emergência	Atendimento	Usuário	Posto	Comunicação

Fonte: Adaptado de Siqueira (2014).

Importante no contexto, aponta Siqueira (2014), é a elevada complexidade e dimensões extensas, além de um comportamento dinâmico variável e incerto, e somado a suas múltiplas interdependências, na ocorrência de falhas, produzem impactos consideráveis. Essas falhas podem ter origens endógenas ou exógenas, ou serem intencionais, podendo em muitos casos serem acidentais.

Toda essa complexidade as torna “naturalmente vulneráveis a eventos da natureza ou ações humanas externas”, completa Siqueira (2014, p. 14).

Para as redes de infraestruturas críticas (IC), o autor define proteção ou segurança como os mecanismos e esforço contínuo para que seja garantida a segurança e a funcionalidade das redes de IC, incluindo sistemas de proteção e medidas de prontidão e resposta a incidentes sérios, os quais resultam de dois tipos de forças: forças maléficas e forças malignas. Também as divide em internas e externas. O quadro 7 a seguir mostras as ameaças a redes de IC.

Quadro 7 – Ameaças a redes de IC

Tipo	Interna	Externa
Maléficas Ações intencionais que ameaçam a integridade e operação normal das redes	*Hackers* internos Empregados descontentes Terceirizados descontentes	Hackers externos Ataques terroristas Ataques inimigos Ações de concorrentes Fornecedores descontentes Clientes descontentes Espionagem industrial e econômica Ações de minorias e grupos políticos
Malignas Fenômenos naturais que degradam o funcionamento e normalidade das redes	Deterioração dos materiais Deterioração de processos Sobrecarga de componentes Fadiga de materiais e humana Erros de projeto e especificação Erros e falhas humanas Falhas aleatórias	Terremotos, tremores Avalanches, deslizamentos Enxurradas, cheias, inundações, nevascas, *tsunamis*, secas Vendavais, ciclones, furacões, tornados Tempestades, raios, incêndios Falhas em infraestruturas dependentes Falhas de fornecedores Doenças infecciosas

Fonte: Siqueira (2014).

De especial interesse para a presente pesquisa estão as ameaças das forças consideradas pelo autor como as malignas externas, sem desconsiderar na proposta as forças maléficas.

4.3 A preservação da integridade das infraestruturas críticas

Ao abordar a interdependência das redes de infraestruturas sociais, Siqueira (2014) cita que “os sistemas elétricos de potência e as redes de dados e comunicação desempenham papéis integradores e motores dos mecanismos críticos de funcionamento das sociedades modernas”. Assim, reitera a dependência de todas as redes de utilidades e serviços sociais, militares e econômicos, ao desempenho desses sistemas. Cita o autor que, nos anos 1990 devido a dimensão e extensão além das fronteiras nacionais, foram designadas por Redes Complexas.

No entender desse autor a sociedade questiona a segurança e as responsabilidades na ocasião de ocorrências graves como os “apagões” em sistemas. Também considera os ataques terroristas ou militares aos blocos de países como ameaças à integridade e segurança.

Afirma Siqueira (2014) que “preservar a integridade física e funcional dos setores de infraestrutura básica tornou-se um fator crítico de sucesso de geopolítica, estratégia militar e segurança pública de todas as nações.”

Além das ameaças externas a que estão sujeitas as infraestruturas críticas, há de se atentar para a possibilidade real e cada vez mais presente na realidade da sociedade os eventos danosos relativos aos desastres naturais.

Fenômenos físicos são componentes necessários dos riscos, representando apenas o ponto de partida na abordagem de questões de segurança (Farber, 2019, p. 27-28).

Nesse contexto coloca Siqueira (2014) que “o estudo de catástrofes naturais utilizando modelos de interdependência das infraestruturas básicas de estados, regiões e países, tornou-se possível e necessário, como objeto de pesquisa e política pública”.

A figura 41 a seguir mostra a inundação em Rio do Sul/SC.

Figura 41 - Inundação em Rio do Sul / SC

Fonte: Radar (2015).

A previsão e gestão de calamidades oriundas de eventos da natureza, de origem geofísica (abalos sísmicos, terremotos, avalanches, deslizamentos de terra, *tsunamis*, erupções vulcânicas), de origem hidrológica (chuvas torrenciais, tempestades, enxurradas, inundações), ou de origem diversa (contaminações, vazamentos radiativos), etc. torna-se uma necessidade das sociedades modernas (Siqueira, 2014, p. X).

Finalizando, comenta que para a administração de situações de contingências em redes de estrutura básica, podem ser implementados sistemas multidisciplinares de previsão, acompanhamento, avaliação e controle em tempo real, como simuladores, monitores e diagnosticadores da origem de falhas, catástrofes naturais ou ataques.

Alguns exemplos de eventos de origem hidrológica são observados sazonalmente e atingem também algumas infraestruturas municipais de tratamento de esgoto.

SABESP (2016) aponta que em São Paulo em uma ETE foram muitos os prejuízos, incluindo os ambientais, já que foram danificados os equipamentos que tratam o esgoto, e levam algum tempo para serem consertados, não havendo tratamento do esgoto quando a estação está parada. Considera também que com o

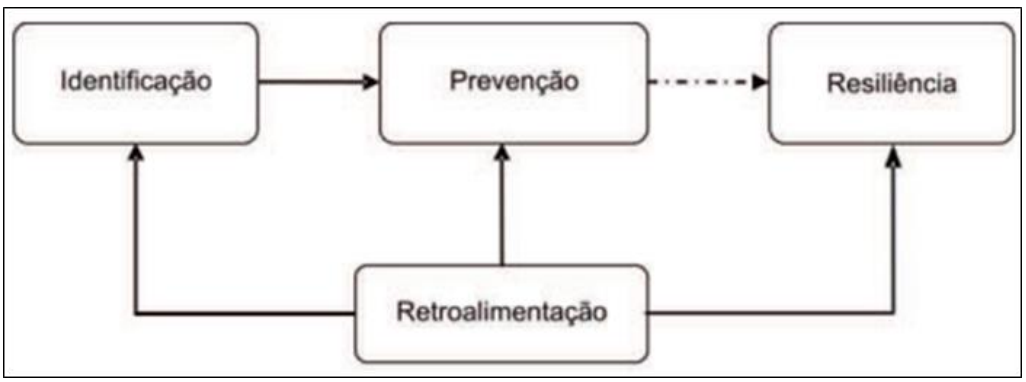
transbordamento e contaminação da lagoa houve grande mortandade de peixes, com riscos de doenças já que além do mau cheiro há a ocorrência de animais que se alimentam dos restos dos peixes. A figura 42 a seguir mostra a inundação ocorrida pela subida da cota do Rio Tietê em São Paulo/SP, que atingiu a Estação de Tratamento de Esgoto São Miguel.

Figura 42 - Inundação na ETE São Miguel/SP

Fonte: SINTAEMA (2016).

Nogueira (2012) comenta que não existe um consenso mundial sobre a melhor metodologia para a proteção das ICs de um país, apresentando uma possibilidade de agrupamento em 4 macro etapas de proteção dessas infraestruturas, conforme figura 43.

Figura 43 - Macro etapas de proteção das ICs



Fonte: Nogueira (2012).

4.4 Avaliação da criticidade das infraestruturas críticas

PNRRC (2017) indica que anteriormente à aplicação de medidas de resiliência, em face das organizações terem recursos limitados e dos riscos não terem o mesmo nível de criticidade, deve-se fazer uma análise para a priorização dessas medidas, tornando-se necessário que adotem ferramentas para permitir a apuração e comparação do nível de risco ou de criticidade dos seus recursos, incluindo pessoas, bens e infraestruturas.

Apresenta, como exemplo, um conjunto de critérios que podem servir de base à definição de Parâmetros de Avaliação de Criticidade das Infraestruturas, os quais utiliza-se para a presente pesquisa.

Os critérios são divididos em:

I. Critérios das Atividades/Serviços dependentes da Infraestrutura.

II. Critérios de Operação e Segurança da Infraestrutura.

III. Critérios de Tipologia e Localização da Infraestrutura.

O quadro 8 a seguir apresenta os critérios de avaliação da criticidade.

Quadro 8 – Critérios de avaliação da criticidade

Critérios	Riscos	Atributos	Nota
I. Critérios das Atividades/Serviços dependentes da Infraestrutura	I.1. Pessoas	Número de pessoas que utilizam o edifício ou a infraestrutura municipal;	
		Tipos de autorizações e cartões de acesso (por ex. acesso permitido apenas a colaboradores internos perante autorização específica vs. cartões de acesso 24h atribuídos a colaboradores externos);	
		Acesso a pessoas e atendimento ao público/terceiros (por ex. sem atendimento vs. atendimento corrente ao público/terceiros).	
	I. 2. Ativos físicos	Valor estimado dos equipamentos dentro do edifício ou infraestrutura.	
	I. 3. Ativos de informação	Nível de confidencialidade da informação existente no edifício ou infraestrutura municipal.	
		Prioridades dos serviços/atividades críticas;	

	I. 4. Serviços / atividades críticas	Número de clientes e/ou utilizadores impactados.	
II. Critérios de Operação	II. 1. Primeiras intervenções	Criticidade das primeiras intervenções pela equipe de Vigilantes (por ex. confirmação de alarmes, combate a incêndio, etc.).	
	III. 2. Sistemas de suporte críticos	Sistemas de suporte críticos para o edifício ou infraestrutura (por ex. nível de dependência face a sistemas de energia socorrida).	
	II. 3. Serviços de emergência externos	Tempo / distância das instalações das Forças de Segurança;	
		Tempo / distância das instalações dos Corpos de Bombeiros.	
III. Critérios de Tipologia e Localização da Infraestrutura	III. 1. Incêndio	Fontes internas de ignição e de combustível de fogo (por ex. armazenamento de produtos, máquinas, combustíveis, etc.);	
		Localização em zonas de risco de fogo (por ex. tipos de edifícios no entorno, vegetação, etc.);	
		Sistemas de detecção e extinção (por ex. sistemas de detecção e de extinção automáticos e operação remota vs. infraestrutura sem sistemas de detecção e de extinção automáticos).	
	IV. 2. Inundação	Localização do edifício ou infraestrutura em áreas suscetíveis de serem inundáveis (por ex. zona de alta vulnerabilidade a cheias, etc.);	
		Natureza e extensão do risco de inundação no entorno (por ex. histórico de ocorrências no entorno);	
		Tipologia do edifício ou infraestrutura e sistemas de detecção de inundação (por ex. edifício com pisos térreos ou subterrâneos e sem sistemas automáticos de detecção de inundação ou localizados em áreas de risco de inundação cadastradas pelo município).	
	III. 3. Sismo e *Tsunami*	Localização em zona de alta ameaça sísmica;	
		Localização em zona suscetível de ser afetada por um *tsunami*;	
		Tipologia da infraestrutura e forma como se encontra construída.	

	III. 4. Intrusão	Vulnerabilidade do edifício ou infraestrutura à intrusão (por ex. edifício predominantemente fechado e protegido vs. edifício com portas e janelas exteriores sem proteção);	
		Existência de sistemas de detecção (por ex. sensores) e dissuasão (por ex. sirene de alarme).	
	III. 5. Deslizamento / movimentos de massa	Localização do edifício ou infraestrutura em áreas suscetíveis de serem atingidas por processos de movimentos de massa (por ex. zona de montanhas, serranas, taludes e arrimos, etc.);	
		Natureza e extensão do risco de deslizamentos / escorregamentos no entorno (por ex. histórico de ocorrências);	
		Tipologia do edifício ou infraestrutura e sistemas (por ex. edifício com divisas muito próximas a taludes, encostas, desníveis ou em áreas de risco de deslizamentos cadastradas pelo município).	

Fonte: Elaborado pelo autor, modificado de PNRRC (2017).

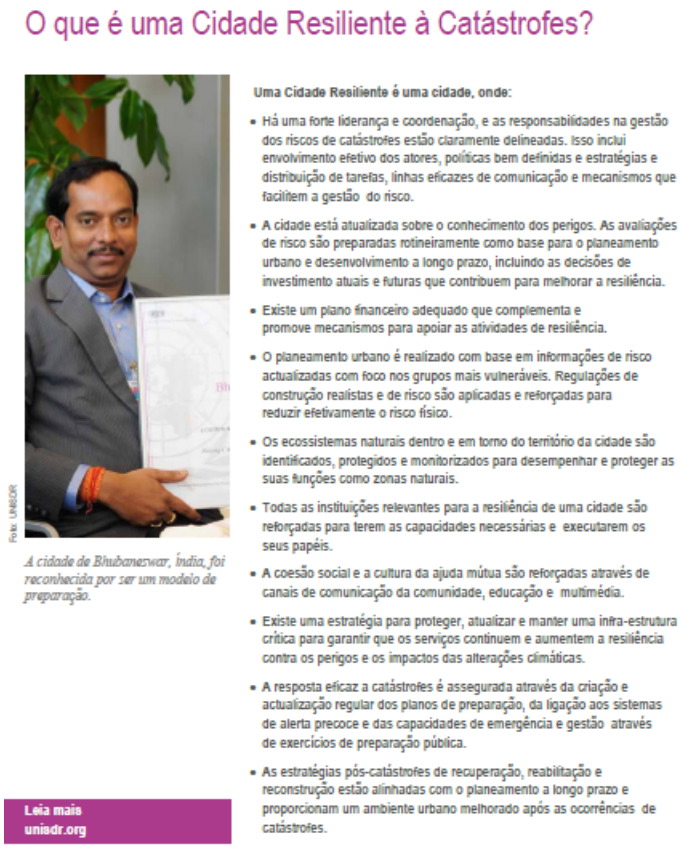
4.5 A resiliência das infraestruturas críticas

A resiliência de uma maneira geral, apesar de possuir diversas conceituações, pode ser descrita como a capacidade de um sistema, ou de suas partes, antecipar, absorver e recuperar-se das consequências decorrentes de um evento perigoso, de tal maneira que o sistema continue em funcionamento (Zuquette, 2018, p. 281).

No entendimento de Gencer (2017) mesmo com os perigos a que estão expostos, são as cidades que podem proporcionar oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Elas podem ser os motores do desenvolvimento econômico, educacional e cultural, ao mesmo tempo em que necessitam de um melhor planejamento e de uma gestão de riscos para a construção de resiliência local. Por isso a participação dos *stakeholders*.

Na figura 44 pode ser visto a página com as considerações de Gencer (2017) para uma cidade resiliente.

Figura 44 – Página do *site* da UNISDR sobre cidades resilientes



O que é uma Cidade Resiliente à Catástrofes?

Foto: UNISDR

A cidade de Bhubaneswar, Índia, foi reconhecida por ser um modelo de preparação.

Uma Cidade Resiliente é uma cidade, onde:

- Há uma forte liderança e coordenação, e as responsabilidades na gestão dos riscos de catástrofes estão claramente delineadas. Isso inclui envolvimento efetivo dos atores, políticas bem definidas e estratégias e distribuição de tarefas, linhas eficazes de comunicação e mecanismos que facilitem a gestão do risco.
- A cidade está atualizada sobre o conhecimento dos perigos. As avaliações de risco são preparadas rotineiramente como base para o planeamento urbano e desenvolvimento a longo prazo, incluindo as decisões de investimento atuais e futuras que contribuem para melhorar a resiliência.
- Existe um plano financeiro adequado que complementa e promove mecanismos para apoiar as atividades de resiliência.
- O planeamento urbano é realizado com base em informações de risco actualizadas com foco nos grupos mais vulneráveis. Regulações de construção realistas e de risco são aplicadas e reforçadas para reduzir efetivamente o risco físico.
- Os ecossistemas naturais dentro e em torno do território da cidade são identificados, protegidos e monitorizados para desempenhar e proteger as suas funções como zonas naturais.
- Todas as instituições relevantes para a resiliência de uma cidade são reforçadas para terem as capacidades necessárias e executarem os seus papéis.
- A coesão social e a cultura da ajuda mútua são reforçadas através de canais de comunicação da comunidade, educação e multimédia.
- Existe uma estratégia para proteger, atualizar e manter uma infra-estrutura crítica para garantir que os serviços continuem e aumentem a resiliência contra os perigos e os impactos das alterações climáticas.
- A resposta eficaz a catástrofes é assegurada através da criação e actualização regular dos planos de preparação, da ligação aos sistemas de alerta precoce e das capacidades de emergência e gestão através de exercícios de preparação pública.
- As estratégias pós-catástrofes de recuperação, reabilitação e reconstrução estão alinhadas com o planeamento a longo prazo e proporcionam um ambiente urbano melhorado após as ocorrências de catástrofes.

Leia mais
unisdr.org

Fonte: Gencer (2017).

No caso desta pesquisa concorda-se com a definição de infraestrutura crítica apresentada por Zuquette (2018, p. 278):

> Estruturas, sistemas e condições de uma região fundamentais para o funcionamento da sociedade e que podem gerar problemas sociais e perdas de diferentes naturezas, caso sejam danificadas ou destruídas com a ocorrência de um evento perigoso.

4.5.1 A resiliência das infraestruturas

A ONU em seu Manual Capítulo 2, Os Dez Princípios para Construir Cidades Resilientes a Catástrofes, explicita em seu Princípio 8: Aumentar a Resiliência das Infraestruturas:

> Avaliar a capacidade e a adequação da infraestrutura crítica, desenvolver um plano ou uma estratégia para a sua proteção, atualização e manutenção. Onde for necessário garantir o desenvolvimento das infraestruturas de proteção e mitigação dos riscos (Gencer, 2017, p. 67).

Tal órgão (Gencer, 2017, p. 67) entende que se deve garantir que, haja planos de continuidade para que os serviços não sofram solução de continuidade e que “os estabelecimentos críticos estejam localizados em áreas de baixo risco e construídos de acordo com os códigos relevantes de construção”. Cita como exemplos os hospitais, escolas, edifícios públicos, subestações elétricas e outros.

Sobre mitigação do risco de desastre, Farber (2019) evidência ser realizada com frequência por engenheiros, sendo tradicional utilizar questões de superdimensionamento em projetos, compensando as incertezas decorrentes dos materiais, das cargas, da execução, da manutenção, dentre outras, valendo-se da adoção de margens de segurança variadas de 1,4 a 5, ou ainda maiores. “Precisamos de uma compreensão muito mais sofisticada de risco para lidar com desastres ambientais” (Farber, 2019, p. 31).

Na figura 45 é mostrada uma escola danificada em função de uma inundação em Rio Largo, Alagoas.

Figura 45 - Danos em escola em Rio Largo/AL

Fonte: Malta (2010).

Dentre as sete metas globais do Marco de Sendai (2015, p. 7) encontra-se a de “Reduzir substancialmente os danos causados por desastres em infraestrutura básica e a interrupção de serviços básicos, como unidades de saúde e educação, inclusive por meio do aumento de sua resiliência até 2030.”

Dentre as prioridades elencada no Marco de Sendai (2015, p. 15) encontra-se a Prioridade 3. Investir na redução do risco de desastres para a resiliência.

O investimento público e privado na prevenção e na redução de riscos de desastres através de medidas estruturais e não estruturais é essencial para melhorar a resiliência econômica, social, cultural e de saúde de pessoas, comunidades, países e ativos, bem como do meio ambiente. Esses podem ser fatores de estímulo para inovação, crescimento e criação de empregos. Tais medidas são custo-eficientes e fundamentais para salvar vidas, prevenir e reduzir perdas e garantir a recuperação e reabilitação eficaz.

Para que se alcance isso, o Marco (Quadro) de Sendai coloca que é importante, dentre outros:

- Alocar os recursos necessários, inclusive financeiros e logísticos, conforme apropriado, em todos os níveis da administração para o desenvolvimento e a implementação de políticas, planos, leis e regulamentos de gestão de risco de desastres em todos os setores relevantes;

- Fortalecer, conforme adequado, os investimentos públicos e privados resilientes a desastres, especialmente por meio de: medidas estruturais, não estruturais e funcionais de prevenção e redução de riscos de desastres em instalações críticas, principalmente em escolas e hospitais e infraestruturas físicas; construir melhor desde o início para suportar os perigos através de projeto e construção adequados, incluindo a utilização dos princípios de *design* universal e a padronização dos materiais de construção; reforma e reconstrução; promover uma cultura de manutenção; e considerar avaliações de impacto econômico, social, estrutural, tecnológico e ambiental.

Banco Mundial (2020) também entende que a construção da resiliência a desastres requer ações intersetoriais integradas que envolvam os atores interessados no problema, autoridades públicas, comunidades, setor privado entre outros, visando a prevenção, mitigação e preparação das comunidades e da infraestrutura crítica frente aos riscos identificados.

A ONU (2022) explicita que uma infraestrutura resiliente é quatro vezes mais econômica que a reconstrução após a ocorrência de desastres[3].

Nogueira (2012) explica que em qualquer escala, recentemente ou não, implicando em mortes ou não, em países desenvolvidos ou não, os sinistros envolvendo uma infraestrutura indispensável à sociedade originam inúmeros prejuízos, desde perda de vidas ou patrimonial.

Considera necessário que se resguarde a integridade desses ativos essenciais ou críticos, para a população que usufrui desses bens e serviços, e que os planos para retomar a operação imediatamente sejam colocados em prática (Nogueira, 2012).

Em âmbito municipal, não é uma atribuição fácil de ser cumprida integralmente, face aos diversos panoramas financeiros e planejamento de investimentos das cidades, porém, há de se ressaltar as competências preconizadas na legislação com relação às incumbências dos municípios tais como incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal, identificar e mapear as áreas de risco de desastres, promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas, vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis, dentre outras (Brasil, 2012).

A falta de cumprimento de responsabilidades contidas na legislação, independente das condições estruturais e econômicas dos municípios geram situações de alto risco na questão de interrupção de serviços e de danos em infraestrutura crítica local.

---

[3] O secretário-geral da ONU, António Guterres, defende um futuro com investimento na infraestrutura resiliente. Em cada dólar aplicado em infraestrutura resiliente a desastres são economizados US$ 4 na reconstrução, na 5ª Sessão Temática Especial da ONU sobre Água e Desastres, em Bruxelas. O lema da reunião é Reconstruindo Melhor para um Mundo Mais Resiliente e Sustentável Pós-Covid-19.

A figura 46, ilustra um desastre em uma infraestrutura crítica – ETA ocorrido na cidade de Cubatão/SP.

Figura 46 - Desastre em Estação de Tratamento de Água em Cubatão/SP

Fonte: Estação [...] (2013).

A proteção das infraestruturas críticas existentes nos municípios é de primordial importância, mesmo não sendo uma tarefa fácil para a administração pública, que normalmente prioriza outras demandas existentes na cidade, havendo necessidade de alocar recursos para o aumento da resiliência desses estabelecimentos e instalações, já que em muitos casos já existem planos e projetos. Importante também a visão integrada de gestão dessa rede municipal, normalmente e bastante presente, limitada a setores de manutenção ou sob responsabilidade de uma secretaria municipal específica, autarquia ou órgãos autônomos, por exemplo pelo tratamento de água e esgoto.

A cultura da manutenção predial é uma forma bastante objetiva de promover um aumento da resiliência face a alguns eventos teoricamente previsíveis, através de vistorias periódicas e estudo dos problemas de cada edificação vulnerável sendo possível empreender melhorias, mesmo aquelas consideradas estruturais. Um exemplo clássico é o caso de pequenas inundações que ocorrem sazonalmente em

épocas de chuvas intensas em alguns municípios e regiões.

A figura 47 ilustra um evento ocorrido em uma infraestrutura crítica – Hospital, ocorrido na cidade de Barreirinha/AM.

Figura 47 - Inundação em Hospital em Barreirinha/AM

Fonte: Barreirinha [...] (2021).

Outras atividades são possíveis para se atingir níveis adequados de resiliência e desempenho em estabelecimentos considerados críticos dentro da atuação municipal, seja através de programas específicos de manutenção desenvolvidos pelo próprio corpo técnico das prefeituras e autarquias, seja pela contratação de serviços de engenharia externos e consultorias para realização desses procedimentos.

Oliveira, Melhado e Mitidieri Filho (2023) consideram que um plano de manutenção contém a definição das atividades de manutenção e sua periodicidade, os responsáveis pela execução, os documentos relativos, as normas e recursos para os sistemas e instalações, para os componentes e equipamentos.

Dentro deste contexto a inspeção predial torna-se bastante apropriada, apesar de ser bastante difundida entre condomínios e edificações em geral. Gomide *et al*. (2019, p. 7) descreve a inspeção predial como “o “*check-up*” da edificação, visando à boa qualidade predial e também à boa saúde de seus usuários”. Coloca o autor que para isso necessita de um diagnóstico de seus sistemas para a tomada de providências de serviços de manutenção e de correções.

Este tipo de trabalho pode antecipar falhas e indícios de problemas com relação aos elementos estruturais inclusive, que sugere tomada de decisão urgente para sanar a provável ocorrência de danos físicos e prejuízos econômicos e graves perdas ambientais, dependendo da estrutura danificada. Esse plano ou programa de manutenção é um conjunto de informações necessárias para a condução de todas as atividades pertinentes à manutenção de maneira orientada e planejada (Oliveira, Melhado; Mitidieri Filho, 2023, p. 97).

Um rompimento estrutural ocorrido na Estação de Tratamento de Esgoto em Niterói/RJ está registra do na figura 48 a seguir.

Figura 48 - Rompimento de ETE Niterói/RJ

Fonte: Estação [...] (2011).

4.5.2 Propostas de medidas de resiliência para estabelecimentos genéricos

PNRRC (2017) apresenta medidas de resiliência concretas para adoção pelos estabelecimentos, devendo ser levado em conta à especificidade de cada localidade e tipologia.

As medidas propostas por PNRRC (2017) estão divididas em:

• Proteção das pessoas;

• Localização da infraestrutura;

• Características construtivas;

• Sistemas de energia;

• Proteção contra incêndio;

• Proteção contra inundação;

• Proteção contra sismos;

• Proteção contra *tsunamis;*

• Proteção contra intrusão;

• Formação e exercícios.

Por força da localização da área de estudo e das características dos eventos mais comuns na região em que se encontram, algumas medidas são adaptadas no presente trabalho para a realidade local. Assim foram retiradas as proteções contra sismos e tsunamis. Entretanto foi acrescentada a proteção contra deslizamentos e outros movimentos de massa. As propostas de medidas estão descritas no ANEXO B**.**

4.6 A segurança contra incêndio, como apoio para melhoria da resiliência dos estabelecimentos municipais

A legislação que trata da segurança contra incêndio em edificações e áreas de risco é bastante ampla e uma temática de elevada importância. Carvalho Júnior (2019) considera que uma instalação predial de segurança contra incêndio um assunto de elevada complexidade, dependente de uma classificação rigorosa na questão dos riscos de incêndio.

As principais legislações que tratam da segurança contra incêndio são segundo São Paulo (2022):

I. Decretos Estaduais, que dispõe sobre as exigências das medidas de segurança contra incêndio nas edificações e nas áreas de risco, no Estado de São Paulo.

II. Instruções Técnicas (IT) do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP), que prescrevem as regras para execução e implantação das medidas de segurança contra incêndio, disponíveis no campo legislação.

III. Normas Técnicas Oficiais da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

IV. Normas complementares (federais, estaduais e municipais).

Considerando o Decreto nº 63.911, de 10 de dezembro de 2018 que institui o Regulamento de Segurança Contra Incêndios das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e dá providências correlatas, cujo Artigo 2º descreve os objetivos do Regulamento, possui ampla conotação prevencionista em consonância com as propostas desta pesquisa e ainda, considerando que essas medidas devem ser cumpridas e encaminhadas através de projetos para análise e aprovação do Corpo de Bombeiros e outros órgãos competentes, servindo de fonte de informações para os gestores, proprietários, usuários e responsáveis dos estabelecimentos municipais, torna-se relevante um exposição mesmo que suscita de algumas exigências. São Paulo (2018) expõe:

I. proteger, prioritariamente, a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndios e emergências;

II. restringir o surgimento e dificultar a propagação de incêndios, estimulando a utilização de materiais de baixa inflamabilidade e reduzindo a potencialidade de danos ao meio ambiente e ao patrimônio;

III. proporcionar, nas edificações e áreas de risco, os meios mínimos necessários ao controle e extinção de incêndios;

IV. evitar o início e conter a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio;

V. viabilizar as operações de atendimento de emergências;

VI. proporcionar a continuidade dos serviços nas edificações ou áreas de risco;

VII. distribuir competências para o fiel cumprimento das medidas de segurança contra incêndios;

VIII. fomentar o desenvolvimento de uma cultura prevencionista de segurança contra incêndios.

Ao detalhar as responsabilidades, o documento descreve que compete ao CBPMESP nas vistorias técnicas de regularização ou de fiscalização, a verificação, de forma visual e por amostragem, das medidas de segurança contra incêndio prevista para as edificações e áreas de risco, não se responsabilizando pela instalação, comissionamento, inspeção, teste, manutenção ou utilização indevida.

Segue com relação à competência do responsável técnico: “adotar, dimensionar e instalar corretamente as medidas de segurança contra incêndio, conforme o disposto neste Regulamento e nas normas técnicas afins.”

Porém, ao tratar das responsabilidades do proprietário ou usuário, promove uma reflexão bastante pertinente aos objetivos do trabalho.

Nas edificações e áreas de risco, é de inteira responsabilidade do proprietário ou usuário, a qualquer título:

I. utilizar a edificação de acordo com o uso para o qual foi projetada, nos termos da licença outorgada pelo CBPMESP;

II. realizar manutenção e testes periódicos das medidas de segurança contra incêndio existentes no local, atendendo às disposições das normas técnicas específicas tomadas como referência nas instruções técnicas, estabelecidas no regulamento, com a devida emissão de relatórios comprobatórios;

III. efetuar, periodicamente, treinamento com os ocupantes do local, bem como manter atualizada a equipe de brigadistas e os planos de emergência;

IV. providenciar a adequação da edificação e das áreas de risco às exigências estabelecidas, nas condições do artigo 4º deste Regulamento.

As Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros fornecem informações para cumprimento das exigências. A Instrução Técnica - IT nº 01/2019 trata dos Procedimentos Administrativos possuindo como objetivo “Estabelecer os critérios do processo de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança contra Incêndio em edificações e áreas de risco”.

Nesse documento explicita com relação às licenças emitidas pelo CBPMESP, por intermédio de aprovação em processo de segurança contra incêndio (São Paulo, 2019, p. 2). Os tipos são:

a) AVCB – Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros;

b) CLCB – Certificado de Licenciamento do Corpo de Bombeiros, e;

c) TAACB – Termo de Autorização para Adequação do Corpo de Bombeiros.

Com relação às formas de apresentação para análise (São Paulo, 2019, p. 3) descreve:

a) Projeto Técnico (PT);

b) Projeto Técnico Simplificado (PTS);

c) Projeto Técnico para Instalação e Ocupação Temporária (PTIOT);

d) Projeto Técnico para Ocupação Temporária em Edificação Permanente (PTOTEP).

Mesmo que esses documentos não sejam de amplo conhecimento dos proprietários ou usuários do estabelecimento municipal, é importante que reconheça a necessidade de, ao menos, saber da existência, dependendo do caso, de alguns deles, primordiais para utilização em etapas de prevenção e mitigação de danos e desastres que porventura estejam sujeitos.

Trata-se, portanto de grande fonte de informações para um gestor da edificação.

Os tipos de incêndio são classificados em classes, Carvalho Júnior (2019, p. 127) observa que essa classificação se “dá devido às diversidades dos combustíveis, reagindo de maneiras distintas e com características próprias”. As classes são: Classe A, B, C, D e K.

O mesmo autor menciona que as medidas de segurança contra incêndio fazem parte de um conjunto de dispositivos e sistemas das edificações cuja finalidade é evitar o aparecimento de um incêndio, limitar a propagação do mesmo, permitir a extinção, para a proteção da vida, patrimônio e meio ambiente.

Uma edificação segura apresenta baixa probabilidade de início de incêndio e alta possibilidade de fuga dos ocupantes/moradores, além de considerar as propriedades vizinhas quanto a possibilidade de risco e à rápida extinção do foco inicial (Carvalho Júnior, 2019, p. 128).

Dentre as medidas agrupa o autor, com relação à arquitetura, as medidas ativas de proteção (acionadas na ocorrência de um incêndio) e as medidas passivas (independentes da ação do incêndio e incorporadas ao projeto).

Silva (2014) explica que não existe uma segurança absoluta contra incêndio, porém as medidas de segurança minimizam sua ocorrência e, ainda assim, restará uma pequena probabilidade de ocorrência.

A figura 49 registra um grande incêndio que atingiu o prédio da Prefeitura de Parauapebas, no Pará, com suspeita do fogo ter se iniciado apontam no sistema elétrico da edificação.

Figura 49 - Incêndio em prédio da Prefeitura de Parauapebas/PA

Fonte: Marquioro (2022).

A observação das medidas de segurança contra incêndio pode ser uma das ações que colaboram para o aumento da resiliência dos estabelecimentos municipais. Conceitua Silva (2014, p. 31) que “o objetivo fundamental da segurança contra incêndio é minimizar o risco a vida. As medidas de proteção empregadas para atingir esse objetivo conduzem também à redução da perda patrimonial”.

Algumas dessas medidas não são devidamente efetivadas em próprios públicos, que vão desde a falta de renovação do AVCB, portas situadas nas saídas de emergência obstruídas, mangueiras, bicos e registros faltando ou em condições impróprias, extintores de incêndio com prazos vencidos, além de outros relacionados a furtos de sistemas elétricos e de proteção contra descargas atmosféricas.

4.6.1 Algumas boas práticas de resiliência em infraestrutura crítica

Algumas organizações implementam boas práticas em suas instalações com o objetivo de aumentar a resiliência frente aos riscos estimados para cada localidade e setores os quais estão relacionados.

A apresentação desses casos reais visa dar uma visão das inúmeras possibilidades de aplicação, sem perder a noção de que cada estabelecimento possui suas peculiaridades e necessidades próprias e adaptam práticas já consolidadas e testadas, independentemente de serem da administração pública ou de gestão privada. Algumas delas são descritas a seguir, consoante PNCCR (2017).

A Caixa Geral de Depósitos de Portugal possui um programa denominado Programa Caixa Segura tendo como visão dotar todos os empregados do grupo de treinamentos e divulgação de conhecimentos com intuito de conduzir a uma cultura de segurança global, minimizando assim o risco.

O programa delimitou espaços físicos para formação, sensibilização e disseminação das informações sobre questões de segurança, onde profissionais com formação avançada em socorrismo e extinção de incêndios ministram formação aos colaboradores diretos e contratados. Proporciona também aos colaboradores e familiares formação em socorrismo, proteção e combate a incêndios, evacuação de edifícios, riscos e prevenção em acidentes graves ou catástrofes.

O Grupo Águas de Portugal possui um projeto que permite o isolamento de células de reservatórios cujo fechamento intempestivo não coloca o sistema em perigo, pois a empresa é responsável pela distribuição de água potável à cidade de Lisboa, possuindo 1.400 km de extensão de uma infraestrutura de distribuição, abastecimento essencial à sociedade.

Portugal possui regiões com suscetibilidade elevada a sismos, cuja ocorrência de um evento de elevado impacto representa para a sociedade perdas econômicas e humanas consideráveis e consequentemente danos significativos nos principais elementos estruturais.

Como não é possível determinar num evento deste, as infraestruturas afetadas, dimensão e impacto, objetiva tal projeto “cativar o maior volume de água na cidade, junto da população abastecida, permitindo garantir de forma racionada a distribuição de água enquanto as infraestruturas afetadas não são reabilitadas” (PNRRC, 2017, p. 40).

Outras práticas, entre inúmeras outras podem ser citadas, no Brasil por exemplo existem várias delas em andamento.

Uma delas é o Programa Brigadas Escolares - Defesa Civil na Escola, parceria entre a Coordenadoria Estadual da Defesa Civil do Paraná, a Secretaria de Estado da Educação, a Secretaria de Estado da Segurança Pública e o Corpo de Bombeiros, que promove ações para assegurar a integridade física e o bem-estar da comunidade escolar estadual e municipal públicas e parceiras.

Entre seus objetivos está a construção de uma cultura de prevenção, proporcionar à comunidade escolar as condições mínimas para enfrentamento de emergências no interior das escolas, capacitação de servidores, promoção de exercícios simulados de abandono emergencial e auxílio em adequações das edificações escolares (Paraná [...], 2021).

Com o nome de PAM HOSPITAIS – Plano de Auxílio Mútuo dos Hospitais a prática tem por objetivo promover, integrar e unir esforços privados e públicos em benefício da proteção de bens individuais e comuns, otimizar ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação com relação a desastres, visando evitar ou minimizar os danos humanos, ambientais e materiais, prejuízos econômicos e sociais, no âmbito das instituições hospitalares e de saúde de Curitiba (Curitiba, 2023).

Outra iniciativa refere-se a uma parceria Japão x Brasil, pois o país é conhecido por sua expertise em gerenciamento de riscos, com muita experiência em desastres naturais, e também devido às características geológicas de seu território, em um projeto chamado GIDES (Projeto para Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos de Desastres Naturais). Por meio do projeto, foi desenvolvido uma metodologia para análise risco relacionados a movimentos gravitacionais de massa (Prevenção [...], 2023).

Segundo a Prevenção [...] (2023), trata-se de uma iniciativa cujo objetivo é aumentar a resiliência brasileira, ou seja, a capacidade do país para prevenção e resposta a desastres naturais. Colaboraram com o projeto, representantes de diversos ministérios, pesquisadores do Serviço Geológico do Brasil (SGB), além de especialistas ministeriais e consultores japoneses da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA).

Outras muitas iniciativas e boas práticas são desenvolvidas no Brasil e no mundo, devendo servir de exemplo para aumento da resiliência de toda infraestrutura, podendo ser adaptadas às características dos municípios e replicadas com pequenas alterações de ações e de modelos.

4.6.2 A manutenção predial e inspeções como auxiliares no aumento da resiliência das infraestruturas críticas

Considerando-se a possibilidade de diminuição considerável dos danos que podem ser causados às infraestruturas críticas dos municípios, prejuízos ambientais e interrupções de serviços básicos, além de promover melhorias na capacidade de antecipação de consequências decorrentes de acidentes e desastres, um programa de manutenção sistemática dos edifícios e instalações municipais previamente classificados e priorizados pode auxiliar nesse contexto.

Na pesquisa, pouco se identificou da existência de programas dessa natureza e nessa abrangência, notando-se apenas, incidência de manutenção corretiva em fases já de ocorrência de necessidade de reparação de determinados sistemas e subsistemas prediais.

De acordo com o IBAPE (2015) muitas tragédias que ocorrem se concentram em edificações em que se verificam baixa qualidade em atividades de manutenção.

Habitualmente, proprietários de imóveis, usuários e gestores prediais negligenciam, ou mesmo ignoram, atividades preventivas, corretivas, reformas e outras que, por definição, deveriam alavancar uma melhor performance de desempenho nos sistemas e elementos construtivos. Essas negligências traduzem-se em prejuízo e, em alguns casos, acidentes (IBAPE, 2015, p. 11)

Também, o autor cita que é de conhecimento técnico que os sistemas e elementos construtivos exigem atividades de manutenção no decorrer de sua vida útil, a fim de que sejam garantidos os níveis aceitáveis relacionados à segurança e ao desempenho das edificações.

Nesta pesquisa, tal entendimento encontra grande aceitação, tendo em vista a similaridade da abordagem do tema, posto que as edificações e estabelecimentos contidos na área em estudo possuem as mesmas características e tempo de uso.

Em análise sobre os acidentes prediais em edificações na fase de uso, excluindo os ocorridos na fase de construção e em edificações com menos de 10 anos, IBAPE (2015) expõe que 66% das prováveis causas estão relacionadas à deficiência de manutenção, e com 34% dos acidentes possuindo causas relacionadas ao chamado vícios construtivos e anomalias endógenas. A figura 50 a seguir ilustra os resultados alcançados.

Figura 50 - Distribuição das causas de acidentes prediais

Fonte: IBAPE (2015).

Na conclusão dos estudos concluiu-se que: “há meios de se diminuir o colapso e a deterioração precoce das edificações” (IBAPE, 2015, p. 12). Assim, conclui o autor que é necessário implementar sistemas de manutenção e avaliações periódicas das condições técnicas, de uso e de manutenção.

Torna-se bastante recomendável esta medida para a proteção das edificações de infraestrutura crítica municipal, tendo em vista não ter sido encontrado na área em estudo nenhum plano de manutenção sistemática desses estabelecimentos.

A fim de prover a administração pública municipal de um resumo das etapas para a realização da Inspeção Predial, o quadro 9 traz a sequência das etapas.

Quadro 9 – Principais etapas para a realização de uma Inspeção Predial

ETAPA	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES
1ª Etapa	Levantamento de dados e documentos da edificação: administrativos, técnicos, de manutenção e operação (planos, relatórios, históricos, etc.).
2ª Etapa	Entrevista com gestor ou síndico para averiguação de informações sobre o uso da edificação, histórico de reforma e manutenção, dentre outras intervenções ocorridas.
3ª Etapa	Realização de vistorias na edificação, realizadas com equipe multidisciplinar ou não, dependendo do tipo de prédio e da complexidade dos sistemas construtivos existentes. O número de profissionais envolvidos na Inspeção Predial e a complexidade da edificação definem o nível de inspeção a ser realizada.
4ª Etapa	Classificação das deficiências constatadas nas vistorias, por sistema construtivo, conforme a sua origem. Essas podem ser classificadas em: - Anomalias construtivas ou endógenas (quando relacionadas aos problemas da construção ou projeto do prédio); - Anomalias funcionais (quando relacionadas à perda de funcionalidade por final de vida útil – envelhecimento natural); - Falhas de uso e manutenção (quando relacionadas à perda precoce de desempenho por deficiências no uso e nas atividades de manutenção periódicas). Todas as deficiências são cadastradas por fotografias que devem constar no Laudo de Inspeção Predial.
5ª Etapa	Classificações dos problemas (anomalias e falhas), de acordo com grau de prioridade, conforme estabelecido em norma, considerando os fatores de conservação, as rotinas de manutenção previstas, os agentes de deterioração precoce, a depreciação, os riscos à saúde, a segurança, a funcionalidade e o comprometimento de vida útil.
6ª Etapa	Elaboração de lista de prioridades técnicas, conforme a classificação de prioridade de cada problema constatado. Essa lista é ordenada do mais crítico ao menos crítico.
7ª Etapa	Elaboração de recomendações ou orientações técnicas para a solução dos problemas constatados. Essas orientações podem estar relacionadas à adequação do plano de manutenção ou a reparos e reformas para a solução de anomalias.
8ª Etapa	Avaliação da qualidade de manutenção, conforme estabelecido em norma. Resumidamente, para essa classificação, consideram-se as falhas constatadas na edificação, as rotinas, a execução das atividades de manutenção e as taxas de sucesso, dentre outros aspectos.
9ª Etapa	Avaliação do Uso da Edificação. Pode ser classificado em regular ou irregular. Observam-se as condições originais da edificação e seus sistemas construtivos, além de limites de utilização e suas formas.

Fonte: IBAPE (2015).

Nessa conjuntura, a chamada “Inspeção Predial”, segundo Gomide *et al.* (2019, p. 8) “insere-se no rol de ferramentas da Engenharia Diagnóstica em Edificações, que é a disciplina de ações positivas visando a qualidade das edificações”, através de diagnósticos, prognósticos e prescrições técnicas para melhoria da gestão predial no decorrer de sua vida útil.

Para o IBAPE (2012), a Inspeção Predial, depois de analisado as anomalias encontradas, com a elaboração de uma lista de orientações técnicas e faz a classificação do estado de manutenção geral ou de partes dos sistemas e da edificação como um todo.

Ainda, pode haver a recomendação da interdição, seja ela parcial ou total, objetivando a garantia da segurança e integridade dos usuários, caso tenha surgido situações de risco crítico conforme os critérios da inspeção (IBAPE, 2012).

Tais inspeções são utilizadas atualmente em condomínios residenciais e edificações, principalmente para adaptação com relação a legislação conhecida como Código de Defesa do Consumidor (CDC), e mais recentemente com a publicação da Norma de Desempenho (ABNT, 2013). “As inspeções técnicas de Engenharia podem ser utilizadas em todas as fases do processo, mas a inspeção predial propriamente dita insere-se na fase de uso (Gomide *et al.*, 2019, p. 10).

Outro aspecto importante revelado pelos autores refere-se aos dados das condições da manutenção predial em edificações no Brasil. Os seguintes pontos foram elencados (Gomide *et al.,* 2019, p. 41-42).

I. Dos empreendimentos vistoriados 98% não possuem programa de manutenção nas instalações civis;

II. 100% não tem planos adaptados à idade e tempo de uso dos sistemas e equipamentos;

III. Procedimentos e rotinas de manutenção são deficientes ou inexistentes;

IV. Informações e históricos dos registros de manutenção inexistentes;

V. Existe apenas utilização parcial dos parâmetros fornecidos pelos fabricantes para os equipamentos nas rotinas de manutenção;

VI. Mecanismos de controle dos planos de manutenção deficientes ou inexistentes;

VII. Contratações inadequadas;

VIII. Falta ou deficiência nas matrizes de responsabilidades relacionadas à manutenção;

IX. Eficiência da manutenção medida por indicadores de *performance* equivocados;

X. Equipes com dimensionamento errado ou reduzido;

XI. Falta de gerenciamento no acompanhamento dos custos de manutenção;

XII. Investimentos em manutenção incoerentes com características e idade das edificações.

Dos pontos relacionados, verifica-se ampla correspondência com a situação atual da maioria dos municípios, primeiro por se tratar da idade de uso da maioria dos edifícios públicos, também pelas condições atuais desses estabelecimentos e pela dificuldade inerente ao poder público em promover tratamento adequado à manutenção e conservação predial de seus próprios.

Essa situação valida a ideia de que uma adequada manutenção dos edifícios utilizados por serviços críticos possa contribuir para o aumento da resiliência frente aos riscos e aos eventos naturais no âmbito municipal.

4.7 Caracterização da área de estudo

De acordo com o Plano [...] (2014) o município de Sorocaba localiza-se na região sudeste do Estado de São Paulo, latitude 23º21’ e 23º35’ Sul e longitude 47º17’ e 47º36’ Oeste, estando a uma altitude média de 632 metros. Possui uma área de 449,08 km², sendo 371,3 km² de área urbana e 84,7 km² de área rural, estando a 87 km da capital paulista. Os municípios limítrofes de Sorocaba são os seguintes:

• Porto Feliz – distante 37,7 km.

• Votorantim – distante 6,3 km.

• Mairinque – distante 33,5 km.

• Itu – distante 38,7 km.

• Araçoiaba da Serra – distante 20 km.

• Salto de Pirapora – distante 24,6 km.

• Iperó – distante 33,2 km.

• Alumínio – distante 25,1 km.

A figura 51, a seguir mostra o município e vizinhos da RMS.

Figura 51 - O município de Sorocaba e vizinhos da RMS

Fonte: IGC (2023).

A cidade possui Plano Diretor Ambiental (PDA), considerado um instrumento estratégico de gestão administrativa, datado de 2011.

> [...] é um dos mecanismos estratégicos que auxiliam o desenvolvimento do Município, tendo em vista a mitigação dos efeitos negativos do crescimento urbano sobre o meio ambiente, tais como: formação e aceleração de processos erosivos; degradação dos mananciais; contaminação dos cursos d'água por lançamento de efluentes sem tratamento adequado; contaminação do solo por disposição inadequada de resíduos sólidos; proliferação de vetores de doenças; poluição atmosférica; descaracterização do patrimônio paisagístico e cultural; entre outros (CAF; SEMA, 2011, p. 10).

Sorocaba também possui um Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCON), e segundo Sorocaba (2018), o PLANCON para deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos foi desenvolvido partindo-se da análise das avaliações e dos mapeamentos de risco realizados no município e dos cenários de risco que foram identificados e caracterizados como hipóteses de desastres, levando ainda em consideração alguns outros pressupostos para o planejamento e que foram adotados como premissas e consideradas importantes para a compreensão e utilização do PLANCON. O levantamento e o mapeamento das áreas de risco foram elaborados no ano de 2005 pelo Instituto Geológico.

O plano considerou para os casos de abrigamento emergencial a disponibilização de prédios públicos ou privados, como: centros esportivos, escolas, igrejas, dentre outros.

4.7.1 Caracterização do meio físico de Sorocaba

4.7.1.1 Geomorfologia

O Município de Sorocaba encontra-se na área de transição entre a Depressão Periférica e o Planalto Atlântico (Silva; Pressinotti, 2005). Nessa área situam-se quatro níveis de relevo, com altitudes decrescentes do embasamento cristalino para a bacia sedimentar e planícies aluvionares, com altitudes variando entre 750 e 900 metros, abrigando escarpas rochosas (declividades maiores que 30 %) correspondendo aos granitos da Serra de São Francisco. O segundo nível, com altitudes entre 650 e 750 metros (declividades entre 15 e 25 %), abrigando morros e morrotes alongados e paralelos com topos aplainados que correspondem às rochas metamórficas do Grupo São Roque e granitos do Maciço Sorocaba. O terceiro nível tem altitudes variando entre 550 e 650 metros (declividades entre 5 e 15 %), compreendendo colinas médias e espigões aplainados constituídos predominantemente por rochas sedimentares arenosas e argilosas do Subgrupo Itararé. Já o nível mais inferior corresponde às várzeas (planícies aluviais), com altitudes entre 500 e 550 metros, abrigando depósitos aluvionares inconsolidados arenosos e siltoargilosos, de acordo com Silva e Pressinotti (2005).

Segundo Sorocaba (2014) o relevo do município de Sorocaba é classificado como ondulado suave, tendo vertentes e altos de serra como formações características. Seu ponto de maior altitude está localizado na cabeceira do rio Pirajibu, 1.028 metros acima do nível do mar, enquanto o de menor, 539 metros, encontra-se no vale do rio Sorocaba.

4.7.1.2 Clima

O município de Sorocaba situa-se na porção sudeste do estado de São Paulo. O clima da região é, segundo classificação de Köeppen, do tipo “Cfa” (subtropical quente), tendo como temperatura média anual 21,4º C, máxima de verão 30,1º C e mínima de inverno 12,2ºc (Plano [...], 2014).

4.7.1.3 Vegetação

Silva e Pressinotti (2005) apresenta que a região de Sorocaba possuía uma vegetação original representada por matas, capoeiras, campos e cerrados, além da vegetação de várzea, acompanhando a diversidade do relevo, dos solos e do clima. A Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê compreende formações florestais ombrófilas e estacionais e cerrado, sendo denominadas de “tensão ecológica”, pelo fato de contato entre os diferentes tipos de florestas e cerrados e também entre florestas. Hoje, a maior parte da vegetação original foi suprimida para uso agrícola ou urbano, restando áreas remanescentes da floresta ombrófila em porções de maior altitude, caracterizada por uma vegetação mais baixa e rasteira (campos), típica de solos rasos e rochosos e nas áreas mais baixas da bacia do Rio Sorocaba, trechos de floresta de cerrado e estacional (capoeiras), apresentando ainda alguns remanescentes de mata ciliar.

4.7.1.4 Geologia

Segundo Silva e Pressinotti (2005) as rochas sedimentares da Bacia do Paraná estão em cerca de dois terços da área do Município de Sorocaba, localizadas nas porções norte, noroeste e oeste, onde afloram arenitos, lamitos e ritmitos do Subgrupo Itararé (Paleozóico), sendo que nas porções sul e sudeste predominam rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino incluindo rochas metamórficas do Grupo São Roque (metarritmitos, filitos, metassiltitos, metarenitos e quartzitos) e granitos representados pelos maciços Sorocaba e São Francisco, além de sedimentos aluvionares associados às planícies aluviais dos principais rios da região (Rio Sorocaba e afluentes como o Ipanema, Pirajibu e Pirajibu-Mirim).

4.7.1.5 Cobertura superficial

Segundo Silva e Pressinotti (2005), as escarpas rochosas caracterizam-se pela ausência de cobertura superficial, enquanto aos morros e morrotes do segundo nível associam-se solos de alteração bem desenvolvidos, com predomínio dos arenosos, de textura grossa, porosos e permeáveis (espessuras de 0,5 a 15 metros), quando originados por granitos do Maciço Sorocaba, e, quando originados das rochas metamórficas do Grupo São Roque, os solos podem ter uma granulometria silto-argilosa e areno-siltosa (espessuras entre 0,5 a 3 metros, chegando a 5-6 metros em pontos localizados). No terceiro nível, as coberturas superficiais podem atingir até 15 m, quando associadas a rochas arenosas do Subgrupo Itararé, resultando em materiais arenosos com fragmentos de rochas, relativamente homogêneos, e com média a alta capacidade de suporte e compactação, e coberturas argilo-siltosos pouco espessas, com média capacidade de suporte, quando associadas a rochas sedimentares de granulometria argilosa. Já nas baixadas os depósitos aluvionares são constituídos por areia e material silto-argiloso e matéria orgânica, com baixa capacidade de suporte a fundações.

4.7.1.6 Hidrografia

Segundo o CAF e SEMA (2011) o Rio Sorocaba atravessa a área urbana do município na direção e sentido sul-norte, e depois faz uma curva de quase 90°, tomando direção e sentido aproximados de leste-oeste, originando-se no município de Ibiúna, pela junção dos rios Sorocabuçu e Sorocamirim, e já nos limites do município de Votorantim, ele foi represado, dando origem ao Reservatório de Itupararanga, que banha os municípios de Ibiúna, Mairinque, Alumínio, Piedade e Votorantim.

Sorocaba encontra-se na UGRHI nº 10, denominada Sorocaba - Médio Tietê (SMT), cuja unidade engloba 34 municípios, sendo 16 situados na Bacia do Médio Tietê e 18 na Bacia do Rio Sorocaba, além de existirem mais 20 municípios de outras UGRHI´s com área na Bacia SMT (Sorocaba, 2011).

Dentro do município de Sorocaba, o rio recebe as águas de diversos afluentes, dentre os quais o rio Pirajibu, que é responsável por suprir parte do abastecimento público da cidade e o Rio Ipanema, e contempla a porção sudoeste do município, existindo rios e córrego menores na área urbana, como o córrego Água Vermelha, Supiriri, Lavapés, Piratininga, Matilde, TicoTico, Curtume Teodoro Mendes, Presídio, Formosa, Matadouro e Itanguá. Após passar pelo município de Sorocaba, o rio Sorocaba segue seu curso, passando por vários municípios até chegar a Laranjal Paulista, no Rio Tietê (Sorocaba, 2011).

4.8 Infraestrutura críticas do estudo

Considerando-se que uma infraestrutura crítica é fundamental para o correto funcionamento de uma cidade, e que os estabelecimentos ou edificações que possuem importância social são as mais críticas em função de uma paralisação de atividades por força de eventos catastróficos, o trabalho de pesquisa utilizou como referências as atividades relacionadas às escolas, as de tratamento e distribuição de água e destinação de esgoto, dado a relevância dos serviços prestados por esses estabelecimentos, e cuja replicabilidade da proposta torna-se bastante coerente para outras áreas.

“Uma infraestrutura danificada pode danificar o meio ambiente; uma infraestrutura natural danificada pode causar ou amplificar desastres naturais” (Farber, 2019, p. 32).

Considerando-se que dentre os princípios norteadores do Marco (Quadro) de Sendai (2015) encontram se a necessidade do “desenvolvimento, o fortalecimento e a implementação de políticas, planos, práticas e mecanismos precisam visar a coerência, conforme necessário, entre as agendas de desenvolvimento sustentável e crescimento, segurança alimentar, saúde e segurança, mudanças e variabilidade climática, gestão ambiental e redução de risco de desastres. A redução do risco de desastres é essencial para alcançar o desenvolvimento sustentável”.

Considera ainda que “embora os fatores de risco de desastres possam ser locais, nacionais, regionais ou globais, os riscos de desastres têm características locais e específicas que devem ser compreendidas para determinar as medidas de redução do risco de desastres”. Assim, a pesquisa buscou estabelecer uma amostragem local para desenvolvimento do projeto piloto na região.

A escolha da cidade de Sorocaba baseou-se nos seguintes critérios:

- Possibilidade de estabelecer diretrizes para identificação, mapeamento, gerenciamento de riscos ambientais em infraestrutura crítica municipal para melhoria da resiliência local; devido à localização e importância do município na RMS Região Metropolitana de Sorocaba.

- Possibilidade de melhor compreensão e avaliação dos riscos de desastres em suas dimensões de vulnerabilidade, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e meio ambiente visando a prevenção, mitigação e resposta eficaz em conformidade com prioridades de ações do Marco de Sendai 2015-2030 (2015).

- O município está entre os que aderiram a MCR2030 Iniciativa “Construindo Cidades Resilientes 2030” que apoia as cidades para a redução de riscos e desenvolvimento de resiliência urbana, com objetivo de assegurar que as cidades se tornem inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis até o ano 2030. Segundo Brasil (2023a) a cidade está inscrita na iniciativa desde 19/06/2021.

- O município também apresenta abrangência e interface física com a represa de Itupararanga que abastece a cidade e cuja preocupação com as condições da

barragem são permanentes. Segundo o SAAE (2021) a captação de Itupararanga se localiza fora dos limites de Sorocaba, em uma área rural do município de Votorantim, sendo que a captação e grande parte das adutoras estão nessa cidade, porém, a operação e manutenção desse sistema é responsabilidade de Sorocaba.

- Outro aspecto bastante importante, conforme mesmo entendimento de Figueira e Bandini (2016, p. 55), “está relacionado à territorialização de riscos ambientais que extrapolam o limite administrativo local, como, por exemplo, os riscos hidrológicos [...]”, que reforçam a necessidade de um futuro enfoque regional.

4.8.1 Município de Sorocaba

Sorocaba possui muitas edificações, sistemas e estabelecimentos que podem ser considerados no âmbito da pesquisa como de infraestrutura crítica municipais (hospitais e postos do sistema de saúde municipal, sistema de emergência, polícia/guarda civil, defesa civil, escolas, creches, edificações de apoio, sistema de abastecimento de água e esgoto, etc.)

No sentido de exemplificar e compreender a proposta, tomou-se como amostra estabelecimentos de tratamento de água e esgoto, escolhidos por possuírem instalações prediais, sistemas de distribuição de água e esgoto e outras redes interligadas e de extrema importância estratégica no fornecimento de serviços.

A figura 52, mostra a Estação de Tratamento de Água do bairro Cerrado na cidade de Sorocaba.

Figura 52 – Estação de Tratamento de Água Cerrado

Fonte: Lara (2020).

A figura 53 a seguir, mostra o sistema de água através da adutora de abastecimento.

Figura 53 – Infraestrutura crítica de sistema abastecimento de água

Fonte: SAAE (2022).

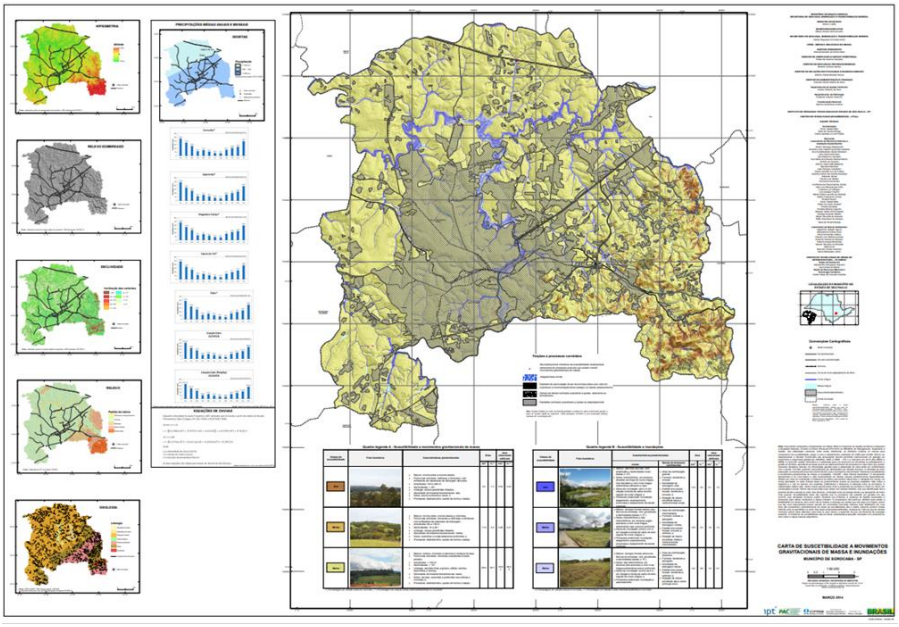
A figura 54, ilustra uma Estação de Tratamento de Água

Figura 54 - ETA Vitoria Regia SAAE Sorocaba

Fonte: SAAE (2022).

A cidade possui a Carta de Suscetibilidade, datada de 2014 (Carta [...], 2014) entre seus instrumentos de identificação de riscos, que tem como objetivo o de fornecer subsídios técnicos para que o Poder Público Municipal planeje e administre o seu território e que possam auxiliar na prevenção e na gestão de riscos geoambientais. (Carta [...], 2014). A figura 55 mostra a Carta de Suscetibilidade do município de Sorocaba.

Figura 55 – Carta de Suscetibilidade de Sorocaba/SP



Fonte: Carta [...] (2014).

4.8.2 Achados de inspeções e fiscalização em infraestrutura municipal

Todos esses estabelecimentos municipais, de alguma maneira possuem obrigatoriedade de cumprimento de legislações e são frequentemente vistoriadas pelos órgãos competentes. Para exemplificar e corroborar com a pesquisa levantou-se alguns dos achados dessas inspeções na área de estudo. No ano de 2017 (Relatório Agosto de 2019 e Janeiro 2020) foram realizadas inspeções de campo pela ARESPCJ - Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí nos subsistemas de água e esgoto do município de Sorocaba. No quadro 10 encontram-se algumas das não conformidades encontradas pelo órgão.

Quadro 10 – Não conformidades encontradas em inspeções de campo 2017

Sistema de Abastecimento de Água (SAA)	**Não Conformidades Encontradas nas Inspeções**	
Estações de tratamento de água	Ausência de tratamento e/ou destinação adequada do lodo Ausência de chuveiros de emergência no laboratório Ausência de macromedidor de entrada Estocagem inadequada de produtos químicos Existência de locais sem guarda corpos ou escadas adequadas	
CD *(Booster*, EEAT, Reservatórios semi enterrados, elevados, apoiados, poços,	Ausência de extintor de incêndio Existência de vazamentos aparentes Existência de vazamentos aparentes nas instalações O reservatório sem tampas de inspeção em boas condições Reservatório sem tubulação de ventilação Existência de locais sem guarda-corpos ou escadas em situação inadequada O reservatório sem tampas de inspeção em boas condições Ausência de identificação da área Inexistência de para-raios em reservatórios elevados Inexistência de telas de proteção contra entrada de insetos e pequenos animais nas tubulações de ventilação Ausência de conjunto moto-bomba reserva Extintor de incêndio com validade expirada	
Sistema de Esgoto (SES)	**Não Conformidades Encontradas nas Inspeções**	
Estações elevatórias de esgoto	Ausência de extintor de incêndio A área não está devidamente cercada Ausência de extintor de incêndio Imediato Ausência de extintor de incêndio Ausência de extintor de incêndio Existência de vazamentos aparentes Ausência de conjunto moto-bomba reserva Existência de vazamentos aparentes	
Estações de tratamento de esgoto	Existência de vazamentos aparentes	

Fonte: ARESPCJ (2017a). Parcial.

No ano de 2019 (Relatório Agosto de 2019 e Janeiro 2020) foram realizadas outras inspeções de campo pela ARESPCJ nos subsistemas de água e esgoto do município, conforme quadro 11.

Quadro 11 - Não conformidades encontradas em inspeções de campo 2019

Sistema de Abastecimento de Água	**Não Conformidades Encontradas nas Inspeções**	
Estações elevatórias de água	Ausência de extintor de incêndio Ausência de identificação da área Existência de vazamentos aparentes Ausência de acesso para manutenção Ausência de manutenção, limpeza, conservação e segurança	
Reservatórios	Ausência de identificação da área Existência de locais sem guarda-corpos ou escadas em situação inadequada Existência de vazamentos aparentes Ausência de manutenção, limpeza, conservação e segurança Inexistência de telas de proteção contra entrada de insetos e pequenos animais nas tubulações de ventilação	
Sistema de Esgoto (SES)	**Não Conformidades Encontradas nas Inspeções**	
Estações elevatórias de esgoto	Ausência de conjunto moto-bomba reserva Ausência de extintor de incêndio Ausência de identificação da área Ausência de manutenção, limpeza, conservação e segurança Gradeamento grosseiro em condições inadequadas de operação A área não está devidamente cercada Extintor de incêndio com validade expirada Existência de vazamentos aparentes DBO média de lançamento em desacordo com Decreto Estadual nº 8468/1976	
Estações de tratamento de esgoto	Ausência de conjunto moto-bomba reserva Ausência de identificação da área DBO média de lançamento em desacordo com Decreto Estadual nº 8468/1976 Extintor de incêndio com validade expirada	

	Ausência de manutenção, limpeza, conservação e segurança Ausência de EPI's para os operadores Ausência de treinamento e kits de emergência adequados, se utilizado Cloro gás DBO média de lançamento em desacordo com Decreto Estadual nº 8.468/1976	

Fonte: ARESPCJ (2017a). Parcial.

Além dessas não conformidades o Relatório de Dezembro de 2017 faz recomendações conforme Quadro 12.

Quadro 12 - Recomendações 2017

Sistema	Recomendações
Estação de tratamento de água	Foram observadas diversas fissuras e trincas com infiltração, vazamento, manchas e eflorescência. Dessa forma, solicita-se avaliação especializada dessas patologias para dirimir os vazamentos e manter a vida útil da estrutura e evitar acidentes.
Estação elevatória de água tratada	Foram observados alguns pontos com manchas de umidade e eflorescência, indicando infiltrações nas paredes. Dessa forma, solicita-se avaliação especializada dessas patologias para dirimir os vazamentos e manter a vida útil da estrutura e evitar acidentes. Solicita-se providenciar conserto do medidor de vazão. Solicita-se providenciar revisão do rolamento dos conjuntos motobombas, pois o ruído elevado das bombas dificulta inclusive o acesso. Foi identificado ponto com manchas de umidade com eflorescência, inclusive com armadura exposta. Solicita-se avaliação e reparo.
Reservatório	Foram observados alguns pontos com manchas de umidade e eflorescência, indicando infiltrações nas paredes. Dessa forma, solicita-se avaliação especializada dessas patologias para dirimir os vazamentos e manter a vida útil da estrutura e evitar acidentes. Vazamentos nas paredes externas e na tubulação de alimentação. Foram constatadas diversas fissuras e trinas com infiltração e vazamento, manchas e eflorescência. Solicita-se avaliação especializada dessas patologias para dirimir os vazamentos e manter a vida útil da estrutura. Solicita-se providenciar limpeza com roça e capina da área.

	Foram identificados vários pontos de oxidação da chapa metálica na lateral do reservatório. Recomenda-se fazer avaliação de possível tratamento/pintura para proteção contra avanço da oxidação e evitar perdas e contaminação da água distribuída.
Estação de tratamento de esgoto	Solicita-se avaliar as condições dos produtos/reagentes químicos estocados, pois alguns encontram-se fora do prazo de validade.
Estação elevatória de esgoto	Solicita-se reparo ou substituição da comporta da caixa de areia da entrada de esgoto bruto.
Rede de esgoto	Recomenda-se instalar guarda-corpo ou tampa removível no topo da câmara a fim de evitar acidentes.

Fonte: ARESPCJ (2017a).

Estes relatórios são periódicos e elaborados a partir de inspeções técnicas em inúmeros municípios. Muitas das não conformidades e recomendações estão inclusas em aspectos de manutenção predial ou de infraestrutura e subsistemas. A figura 56 a seguir mostra uma estrutura com pontos localizados de vazamento.

Figura 56 – Estrutura com pontos de vazamento em uma ETA

Fonte: ARESPCJ (2017a).

A figura 57 mostra um painel elétrico localizado próximo a uma parede com infiltração.

Figura 57 - Painel elétrico e parede com infiltração

Fonte: ARESPCJ (2017a).

Na Região Metropolitana de Sorocaba outros municípios também passaram por inspeção. No dia 07 de novembro de 2017, foi realizada inspeção de campo na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Santa Isabel em Salto, encontrando-se não conformidades como escadas e guarda-corpos existentes em condições inadequadas, vazamentos aparentes (Art. 5.8 da NBR 12.209/1992) e (Art. 2º da Lei Federal n° 11.445/2007), com solicitação de adequação dos guarda-corpos oxidados dos reatores anaeróbios, e passagem da caixa de areia direita. Também se recomendou análise estrutural dos reatores anaeróbios, pois foi constatado algumas fissuras nas instalações.

A figura 58 a seguir mostra os locais onde foram encontradas as não conformidades.

Figura 58 – Local das não conformidades encontradas na ETE

Fonte: ARESPCJ (2017b).

Na cidade de Tietê as recomendações após vistoria foram de providências para um melhor acondicionamento dos tanques de produtos químicos e verificação da necessidade de instalar contenção no local, conforme figura 59.

Figura 59 - Produtos químicos armazenados inadequadamente

Fonte: ARESPCJ (2019).

Na mesma inspeção constatou-se um problema relacionado à estrutura do local, mais precisamente de um pilar de sustentação do reservatório com armadura exposta e bastante degradado, com riscos de gravidade alta, conforme mostrado na figura 60.

Figura 60 - Detalhe do pilar de sustentação do reservatório com armadura exposta

Fonte: ARESPCJ (2019).

Como se trata de inspeções realizadas por agência reguladora, as providências são responsabilidade do proprietário/usuário e possuem prazos para regularização dessas não conformidades e demais condições de sanções previstas.

4.9 Coleta de dados

Um questionário foi aplicado para coleta de dados para a presente pesquisa, proporcionando obtenção de outras informações relevantes com relação à proteção e melhoria da resiliência das estruturas críticas municipais. O questionário completo encontra-se no APÊNDICE A**.**

Também, como forma de coletar outros dados e informações, principalmente com relação aos edifícios públicos, procurou-se obter resultados através de consulta de palavras-chave em *sites* das prefeituras. Duas dessas foram escolhidas por ser de grande interesse para a pesquisa, no tocante a fornecer uma visão geral do problema: “acessibilidade” e “AVCB – Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros”.

4.9.1 Análise de dados coletados

As respostas obtidas da aplicação do Questionário 1 – Destinado aos estabelecimentos municipais considerados de infraestrutura crítica, obteve-se os dados relatados a seguir pelos participantes.

Relativamente à parte A com a pergunta: Em caso de um evento de desastre que afete a infraestrutura municipal a qual o Sr.(a), pertence, quais seriam as prováveis consequências mais relevantes que podem ocorrer? As respostas obtidas encontram-se no quadro 13.

Quadro 13 - Respostas obtidas – consequências

PROBLEMAS OU DIFICULDADES	S*	NS**
Prejuízos ao abastecimento de produtos e serviços à população		
Perigos diversos para as pessoas (funcionários e empregados)		
Dificuldades para a fuga e transporte das pessoas - internamente		
Dificuldades para fuga e transporte das pessoas externamente		
Risco de morte		
Danos ao meio ambiente interno ou externo		
Queda de energia ou falta de água		
Danos à estrutura física do edifício		
Perdas e danos aos equipamentos e ativos		
Vazamento de produtos perigosos		
Ruptura de tubulações e redes de abastecimento		
Dificuldade de acesso de materiais e equipamentos ao edifício para socorro		
Demora no restabelecimento dos serviços		

*S = sugerido; **NS = não sugerido.

Fonte: Elaborado pelo autor. Baseado nos questionários do APÊNDICE A.

Com relação à parte B do questionário as melhorias que os estabelecimentos de infraestrutura, fez-se a seguinte pergunta: Quais melhorias poderiam sugerir para aumento da resiliência das infraestruturas críticas municipais e proteção dessas estruturas baseadas na gestão de riscos de desastres? Obteve-se as seguintes respostas totais, ou seja, somatório de todos os questionários respondidos, relacionadas no quadro 14 a seguir:

Quadro 14 - Respostas obtidas – sugestões de melhorias

SUGESTÕES DE MELHORIAS	*S	**NS
- Proteção das pessoas:		
Criação de Grupo de Primeira Intervenção		
Equipamentos de emergência e primeiros socorros		
Implantação de um sistema de alarme interno para emergências		
Formação especial para socorrismo		
Formação diferenciado para incêndios		
Localização de um ponto de encontro visível e área de abrigo e conhecido		
Equipamentos de Proteção Individual para caso de emergências		
Quadro de avisos com o fluxo para eventos perigosos com procedimentos e responsabilidades		
Programas de educação voltados ao tema		
- Localização da infraestrutura:		
Previsão de medidas estruturais para riscos de deslizamento, inundações		
Estudos e medidas para diminuição de exposição a riscos internos		
Estudos e medidas para diminuição de exposição a riscos externos		
Manutenção sistemática do entorno do edifício		
Controle do ambiente de entorno para evitar novas ocupações irregulares		
- Características construtivas:		
Criação de medidas estruturais para riscos de deslizamento, inundações, etc.		
Modificação de sistemas e estrutura de equipamentos para a proteção dos mesmos no caso de emergências		
Manutenção periódica e sistemática do edifício dos sistemas e subsistemas: civil, elétrico, hidráulico e estrutural		
Prever espaço suficiente para chegada e saída de viaturas, materiais e equipamentos em caso de socorro		
Criação de elementos corta-fogo: portas, barreiras, etc.		
Criação, construção e implementação de elementos protetores para cabos, linhas, geradores, postos de transformação de energia, etc.		
Criação, construção e implementação de elementos ou barreiras de contenção ou proteção para tanques ou elementos de		

armazenamento de materiais e substâncias perigosas, contaminantes e inflamáveis		
Manter sistemas de proteção a descargas atmosféricas em condições de desempenho com manutenção e inspeção periódicas		
Manutenção periódica de vias e portões de acesso às instalações		
- **Sistemas de energia:**		
Implantação de geradores de emergência		
Implantação de mecanismos inibidores de sobrecarga de energia		
Implantação de mecanismos para proteção física das linhas de energia e outras linhas afins		
Manter constante relação com os fornecedores de energia da região (concessionárias) para elaboração e manutenção de protocolos de fornecimento de energia em caso de emergência		
- Proteção contra incêndio:		
Implantação de uma função de responsável pela segurança de incêndio, principalmente nos locais onde não há Brigada de Incêndio oficializada, com formação específica		
Manutenção das condições de segurança de acordo o projeto de proteção e combate a incêndios		
Manutenção das condições estruturais e sistemas de combate a incêndio em condições de desempenho		
Manter as saídas e rotas de fuga em condições de evacuação		
Manter as áreas e pontos de encontro livres		
Manter os locais de armazenamento de produtos inflamáveis de acordo projeto e legislação ou instruções normativas		
Manter os acessos controlados livres em caso de emergência		
Manter regras rígidas para uso de dispositivos produtores de chama e áreas de fumantes		
Manter procedimentos rígidos para serviços com uso de equipamentos produtores de chama ou calor		
Realizar inspeções sistemáticas e periódicas nas instalações de proteção e combate a incêndios		
Realizar treinamentos e simulados constantemente		
Realizar treinamentos em procedimentos de resposta a incêndios, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno		
- Proteção contra inundação, enchente ou alagamento:		
Criar plano de evacuação em face de inundação		

Implantação de sistemas de elevação de estruturas que englobem elementos considerados críticos para o funcionamento e desempenho da infraestrutura		
Construção de novas estruturas a prova de inundação, elevadas ou protegidas por paredes ou diques		
Elevar a entrada da edificação ou estabelecimento através de barreiras físicas		
Construir estruturas físicas resistentes à pressões hidrostáticas		
Instalar sistema de alarme de enchente e inundação		
Instalar sistemas de drenagem físicos ou de bombeamento, com válvulas de retenção		
Instalar sistemas de proteção para os serviços, através da elevação do nível acima da cota prevista de inundação		
Regulamentar uso do espaço interno do estabelecimento		
Proteger equipamentos críticos em espaços próprios		
Implementar plataformas removíveis para equipamentos e materiais críticos		
Prever medidas de proteção com instalação de vedações e tampas, temporárias ou removíveis nas aberturas dos edifícios		
Criar mecanismos de tamponamento em bacias sanitárias e afins		
Realizar manutenção periódica em calhas, condutores, grelhas, canaletas ou outros sistemas de escoamento de água		
Realizar treinamentos em procedimentos de prevenção e resposta a inundações, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.		
- Proteção contra deslizamentos:		
Prever controle e monitoramento dos locais com risco de deslizamento		
Verificar estabilidade de taludes e terrenos do entorno		
Criar plano de evacuação em face de deslizamentos de encostas		
Construção de novas estruturas e medidas estruturais para a proteção contra deslizamentos, através de barreiras físicas		
Construir estruturas físicas resistentes à empuxo de solos onde for de pequena proporção		
Instalar sistema de alarme contra deslizamentos de terra		
Regulamentar uso do espaço interno do estabelecimento para prevenção		
Proteger equipamentos críticos em espaços próprios		

Implementar plataformas removíveis para equipamentos e materiais críticos		
Realizar treinamentos em procedimentos de prevenção e resposta deslizamentos, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.		
Fornecimento de treinamentos específicos para gestão de desastres e situações de emergência quando da criação de Grupo de Primeira Intervenção		
Treinamento para o correto uso de equipamentos de emergência e primeiros socorros		
Treinamento informativo sobre o sistema de alarme interno para emergências		
Formação especial para socorrismo		
Formação diferenciado para incêndios		
Treinamento informativo para evacuação para o ponto de encontro e área de abrigo		
Treinamento para uso do Equipamentos de Proteção Individual para caso de emergências		
Fornecer exercícios simulados para atualização da operação de seu Plano de Contingência		
Implantar testes e verificações regulares dos equipamentos e sistemas		
Promover exercícios, cursos, treinamentos e simulados com participação das entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno		
- Formação e exercícios:		

*S = sugerido; **NS = não sugerido.

Fonte: Elaborado pelo autor. Baseado nos questionários do APÊNDICE A.

Com relação às perguntas classificadas em sua forma como abertas, foi colhido as seguintes respostas:

- Com relação à proteção das pessoas, no estabelecimento de fornecimento de água e esgoto são alocados técnicos de segurança devidamente preparados.
- No item características construtivas e proteção contra incêndio, suas unidades possuem programas e dispositivos específicos para esse fim.
- Quanto aos sistemas de energia as suspensões no fornecimento de energia causam transtornos, principalmente em épocas de temporais (verão).
- Em relação ao item de proteção contra inundação, enchente ou alagamento foi respondido que a cidade carece de bacias de contenção para minimizar os riscos de enchente.
- Quanto as sugestões para a proteção contra deslizamentos, foi declarado que se refere a ações relacionadas à Defesa Civil no município.

Como resultado da pesquisa obtido de respostas do Questionário 2, destinado à órgãos e entidades atuantes no tema, no caso Defesa Civil Municipal (COMPDEC) de duas das cidades da área de estudo (uma delas não forneceu dados), obteve-se as seguintes respostas:

- Maioria dos estabelecimentos de infraestrutura crítica municipal NÃO possui Plano de Contingência para enfrentamento de situações emergenciais.
- NÃO possuem outros tipos de planos para enfrentamento de desastres (emergências ou de maior vulto como inundações e deslizamentos).
- As pessoas que trabalham nessas infraestruturas municipais, de uma forma geral, NÃO estão treinadas para agir na ocorrência desses eventos, principalmente com relação às primeiras intervenções.
- Com relação à comunicação desses eventos os estabelecimentos possuem BOA capacidade e conseguem executar essa etapa importante com boa capacidade, porém uma resposta foi negativa.

- Com relação à localização, de maneira geral, estão localizadas de forma a serem acessadas rapidamente em caso de emergências, com uma resposta negativa acreditando que a maioria não possui acesso rápido e fácil.

- Os estabelecimentos NÃO possuem algum sistema de aviso/alerta interno para eventos danosos.

- Quanto às características construtivas, os projetos NÃO atendem os princípios básicos para acessos, evacuação de pessoas e manobras de viaturas e equipamentos em caso de socorro nos eventos emergenciais.

Relativamente à pergunta: Quais são os maiores problemas ou dificuldades que os órgãos encontram no caso de uma emergência ou desastre para atendimento aos estabelecimentos de infraestrutura crítica nos municípios? - as respostas foram conforme quadro 15 a seguir:

Quadro 15 - Respostas obtidas – problemas e dificuldades

PROBLEMAS OU DIFICULDADES	*S	**NS
Comunicação do evento deficiente ou com informações erradas		
Falta de liderança no estabelecimento para evacuação das pessoas		
Falta de atuação dos empregados/funcionários nas primeiras intervenções		
Dificuldade de acesso ao local do problema, ruas, vias e instalações		
Falta de energia, água ou outro insumo para atendimento		
Tipologia do edifício, alturas, portões, portas, janelas que dificultam o trabalho		
Material estocado erradamente prejudicando o acesso		
Falta de treinamento dos funcionários/empregados para emergências		
Falta de EPIs ou equipamentos para emergências		
Edifício com manutenção precária		
Falta de procedimentos sistemáticos pelo para ocorrências		

Materiais perigosos estocados sem conhecimento pelos empregados		
Equipamentos de pressão e ou especiais sem proteção segura		
Falta de proteção para a população do entorno		
Ocupação irregular de locais no entorno		
Falta de Plano de Emergência		

*S = sugerido; **NS = não sugerido.

Fonte: Elaborado pelo autor. Baseado nos questionários do Apêndice A.

Com relação às melhorias que os órgãos de Defesa Civil e atuantes no tema sugerem, foi respondida à pergunta: Quais melhorias poderiam sugerir para aumento da resiliência das infraestruturas críticas municipais e proteção dessas estruturas baseadas na gestão de riscos de desastres? Foi obtido as seguintes respostas totais, ou seja, somatório de todos os questionários respondidos, relacionadas no quadro 16 a seguir:

Quadro 16 - Respostas obtidas – sugestões de melhorias

SUGESTÕES DE MELHORIAS	*S	**NS
- Proteção das pessoas:		
Criação de Grupo de Primeira Intervenção		
Equipamentos de emergência e primeiros socorros		
Implantação de um sistema de alarme interno para emergências		
Formação especial para socorrismo		
Formação diferenciada para incêndios		
Localização de um ponto de encontro visível e área de abrigo e conhecido		
Equipamentos de Proteção Individual para caso de emergências		
Quadro de avisos com o fluxo para eventos perigosos com procedimentos e responsabilidades		
Programas de educação voltados ao tema		
- Localização da infraestrutura:		
Previsão de medidas estruturais para riscos de deslizamento, inundações		

Estudos e medidas para diminuição de exposição a riscos internos		
Estudos e medidas para diminuição de exposição a riscos externos		
Manutenção sistemática do entorno do edifício		
Controle do ambiente de entorno para evitar novas ocupações irregulares		
- Características construtivas:		
Criação de medidas estruturais para riscos de deslizamento, inundações etc,		
Modificação de sistemas e estrutura de equipamentos para a proteção dos mesmos no caso de emergências		
Manutenção periódica e sistemática do edifício dos sistemas e subsistemas: civil, elétrico, hidráulico e estrutural		
Prever espaço suficiente para chegada e saída de viaturas, materiais e equipamentos em caso de socorro		
Criação de elementos corta-fogo: portas, barreiras etc.		
Criação, construção e implementação de elementos protetores para cabos, linhas, geradores, postos de transformação de energia etc.		
Criação, construção e implementação de elementos ou barreiras de contenção ou proteção para tanques ou elementos de armazenamento de materiais e substâncias perigosas, contaminantes e inflamáveis		
Manter sistemas de proteção a descargas atmosféricas em condições de desempenho com manutenção e inspeção periódicas		
Manutenção periódica de vias e portões de acesso às instalações		
- Sistemas de energia:		
Implantação de geradores de emergência		
Implantação de mecanismos inibidores de sobrecarga de energia		
Implantação de mecanismos para proteção física das linhas de energia e outras linhas afins		
Manter constante relação com os fornecedores de energia da região (concessionárias) para elaboração e manutenção de protocolos de fornecimento de energia em caso de emergência		
- Proteção contra incêndio:		

Implantação de uma função de responsável pela segurança de incêndio, principalmente nos locais onde não há Brigada de Incêndio oficializada, com formação específica		
Manutenção das condições de segurança de acordo o projeto de proteção e combate a incêndios		
Manutenção das condições estruturais e sistemas de combate a incêndio em condições de desempenho		
Manter as saídas e rotas de fuga em condições de evacuação		
Manter as áreas e pontos de encontro livres		
Manter os locais de armazenamento de produtos inflamáveis de acordo projeto e legislação ou instruções normativas		
Manter os acessos controlados livres em caso de emergência		
Manter regras rígidas para uso de dispositivos produtores de chama e áreas de fumantes		
Manter procedimentos rígidos para serviços com uso de equipamentos produtores de chama ou calor		
Realizar inspeções sistemáticas e periódicas nas instalações de proteção e combate a incêndios		
Realizar treinamentos e simulados constantemente		
Realizar treinamentos em procedimentos de resposta a incêndios, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno		
- Proteção contra inundação, enchente ou alagamento:		
Criar plano de evacuação em face de inundação		
Implantação de sistemas de elevação de estruturas que englobem elementos considerados críticos para o funcionamento e desempenho da infraestrutura		
Construção de novas estruturas a prova de inundação, elevadas ou protegidas por paredes ou diques		
Elevar a entrada da edificação ou estabelecimento através de barreiras físicas		
Construir estruturas físicas resistentes à pressões hidrostáticas		
Instalar sistema de alarme de enchente e inundação		

Instalar sistemas de drenagem físicos ou de bombeamento, com válvulas de retenção		
Instalar sistemas de proteção para os serviços, através da elevação do nível acima da cota prevista de inundação		
Regulamentar uso do espaço interno do estabelecimento		
Proteger equipamentos críticos em espaços próprios		
Implementar plataformas removíveis para equipamentos e materiais críticos		
Prever medidas de proteção com instalação de vedações e tampas, temporárias ou removíveis nas aberturas dos edifícios		
Criar mecanismos de tamponamento em bacias sanitárias e afins		
Realizar manutenção periódica em calhas, condutores, grelhas, canaletas ou outros sistemas de escoamento de água		
Realizar treinamentos em procedimentos de prevenção e resposta a inundações, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.		
- Proteção contra deslizamentos:		
Prever controle e monitoramento dos locais com risco de deslizamento		
Verificar estabilidade de taludes e terrenos do entorno		
Criar plano de evacuação em face de deslizamentos de encostas		
Construção de novas estruturas e medidas estruturais para a proteção contra deslizamentos, através de barreiras físicas		
Construir estruturas físicas resistentes à empuxo de solos onde for de pequena proporção		
Instalar sistema de alarme contra deslizamentos de terra		
Regulamentar uso do espaço interno do estabelecimento para prevenção		
Proteger equipamentos críticos em espaços próprios		
Implementar plataformas removíveis para equipamentos e materiais críticos		
Realizar treinamentos em procedimentos de prevenção e resposta deslizamentos, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.		

- Formação e exercícios:		
Fornecimento de treinamentos específicos para gestão de desastres e situações de emergência quando da criação de Grupo de Primeira Intervenção		
Treinamento para o correto uso de equipamentos de emergência e primeiros socorros		
Treinamento informativo sobre o sistema de alarme interno para emergências		
Formação especial para socorrismo		
Formação diferenciado para incêndios		
Treinamento informativo para evacuação para o ponto de encontro e área de abrigo		
Treinamento para uso do Equipamentos de Proteção Individual para caso de emergências		
Fornecer exercícios simulados para atualização da operação de seu Plano de Contingência		
Implantar testes e verificações regulares dos equipamentos e sistemas		
Promover exercícios, cursos, treinamentos e simulados com participação das entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno		

*S = sugerido; **NS = não sugerido.

Fonte: Elaborado pelo autor. Basead6o nos questionários do APÊNDICE A.

No tocante à pergunta: Quais outras sugestões ou melhorias este órgão/entidade vislumbra como importante incluir no presente trabalho de forma que possa proporcionar o aumento da resiliência das infraestruturas críticas municipais e proteção das mesmas, considerando o alto grau de conhecimento e de técnica que o mesmo possui, e que no momento podem estar não sendo aproveitados ou então subutilizados, seja por questão de deficiência estrutural dos municípios ou por algum outro motivo, as sugestões livremente apresentadas pelos questionados foram as seguintes:

Outras observações e propostas gerais resultantes do questionário foram:

a) Propostas formuladas pelos respondentes da Defesa Civil:

- Apresentar os Planos de Contingência à Defesa Civil dos municípios.
- Agregar na grade curricular (municipal) uma disciplina sobre desastres naturais.
- Capacitar os agentes públicos de todos os setores/secretariais municipais: educação, saúde e demais ocupantes/gestores dos prédios públicos e privados.
- Comunicar/divulgar as COMPDECs as ações de emergências sobre planos operacionais de estabelecimentos estaduais ou federais que estão localizados nos municípios ou entorno/divisa. (Neste caso específico refere-se a Aramar/Marinha do Brasil, devido, segundo a Defesa Civil que respondeu ao questionário, desconhecer os planos e ter que atuar no caso de alguma emergência).
- Levar conhecimento do risco às pessoas, pois a prevenção é a etapa mais importante.

b) Propostas formuladas pelos respondentes atuantes no tema em ensino e pesquisa em Universidades:

- Previsão de dotação orçamentária suficiente para investimentos em infraestrutura, equipamentos, simulados e manutenção de brigadas.
- Criação de manuais em linguagem simples para população interna e de entorno.
- Instalação de quadros de aviso.
- Treinamento e orientação constante.

Também obteve alguns dados secundários, através de observações livres dos respondentes, foi observado que alguns órgãos municipais possuem Plano de Contingência ou outros planos de atendimento, mas a maioria não.

Dentre essas propostas formuladas pela Defesa Civil, agregar na grade curricular das escolas dos municípios uma disciplina sobre os riscos de desastres naturais e emergências parece de grande valia, integrando-se à política de educação conforme prevê inclusive a Lei n° 12.608/2012.

Também, a capacitação dos agentes públicos torna-se improtelável, corroborada por Farber (2019, p. 33), onde afirma que as pessoas pensam “em desastres como um fenômeno físico decorrente de eventos naturais”, enfatizando que

a concretização do risco e a extensão dos danos são quase sempre mediadas por ações humanas.

A atuação na gestão de riscos é primordial para aumentar a resiliência da infraestrutura municipal, em consonância com Santos e Serafim (2020).

Para a gestão de situações de crises e nas emergências há necessidade de novos conhecimentos e habilidades que em alguns casos não estão presentes nos gestores em funções públicas, conforme Farazmand (2009).

A proposta sugerida de comunicação e divulgação para as COMPDECs, relativos às ações de emergências planejadas pelos estabelecimentos estaduais ou federais, incluindo os de atividades militares, como é o caso de Aramar, na divisa de Sorocaba com a cidade de Iperó, é de grande premência, tendo em vista que as etapas iniciais de gestão de desastres são primordiais para melhores resultados.

Já com relação a questão de levar conhecimento do risco às pessoas, deve ser uma preocupação constante e implantada de forma sistemática, pois estes, consoante as definições de Veyret e Richemond (2013) são resultantes da crescente complexidade dos sistemas urbanos e da sobreposição de redes de abastecimento em geral, característicos da sociedade atual.

No mesmo enredo, Guimarães e Cerqueira (2016) se alinham ao considerar que a permanência dos riscos e desastres naturais, antropogênicos, ou híbridos, persistem em razão da inadequação de diretrizes de planejamento, falta de políticas públicas, vulnerabilidades socioeconômicas, culturais e naturais aliados aos desequilíbrios e alterações dos sistemas complexos.

Esses mesmos autores consideram que esses aspectos comprometem a resiliência das comunidades, pela falta de compromisso e conscientização da sociedade e também das instituições governamentais, na ineficácia das políticas de prevenção e proteção efetivamente direcionadas a esses eventos.

Através de pesquisa com a palavra-chave “acessibilidade” foram encontradas as seguintes publicações das licitações cujo objeto é contratação de serviços para que as edificações sejam adaptadas à legislação de acessibilidade, conforme quadro 17.

Quadro 17 – Licitações para acessibilidade de edifícios públicos

OBJETO DAS CONTRATAÇÕES	QUANTIDADE	ANO
Sorocaba		
Contratação de empresa especializada para elaboração de projetos de acessibilidade em próprios municipais. Total = 232 unidades.	232	2015
Contratação de empresa especializada para implantação de projetos de melhorias de acessibilidade em equipamentos públicos voltados às pessoas com deficiência ou mobilidade reduzidas das Casas do Cidadão.	2	2019
Contratação de empresa para execução de projetos de acessibilidade nos 05 (cinco) prédios sob a responsabilidade da SERPO para cumprimento a atendimento do TAC para tornar acessíveis os prédios públicos municipais. 2021	5	2021
Contratação de empresa especializada para serviços de reforma de 13 unidades escolares pertencentes à Secretaria da Educação da Prefeitura Municipal de Sorocaba, para as adequações de acessibilidade.	13	2021
Contratação de empresa especializada para serviço de reforma da Unidade Básica de Saúde, para adequações de acessibilidade.	1	2022
Contratação de empresa especializada na execução de projetos de acessibilidade para prédios próprios sob responsabilidade da Secretaria da Saúde Municipal. Em 5 edificações da Secretaria da Saúde de Sorocaba.	5	2022

Fonte: Sorocaba (2023).

Em relação à pesquisa sobre Autos de Vistorias aprovados pelo Corpo de Bombeiros (AVCB), foi encontrado menção em Antunes (2022) sobre cobrança em prefeitura do AVCB de 139 escolas municipais do município. A falta de energia elétrica e água potável em ao menos 8 escolas também foi investigada, sendo os furtos e depredações os principais motivos desses problemas, segundo alegações.

Outros achados foram encontrados em Martins (2022) com relação à região metropolitana de Sorocaba, onde foi encontrado pela fiscalização do Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (TCESP) em oito municípios a falta e AVCB em

museus e unidades de saúde.

Fica evidente que existe uma necessidade da promoção de ações de proteção e principalmente daquelas relacionadas com a prevenção no ambiente municipal, na mesma linha de Guimarães e Cerqueira (2016), por meio de Programas de Proteção e Defesa Civil, fomentando uma cultura que envolva a governança, participação e responsabilidade da cogestão, apresentando novos conhecimentos e experiências, que resultarão em maiores gradientes de resiliência no enfrentamento dos riscos e desastres ambientais.

Quanto às propostas apresentadas pelos respondentes atuantes no tema em ensino e pesquisa em Universidades, a necessidade de dotar o tema com investimentos para aumento de resiliência encontra respaldo nas metas do Marco (Quadro) de Sendai conforme visto na pesquisa, sendo, portanto, de caráter urgente.

De maneira geral, observou-se, seja pela experiência do autor em serviço público na área de manutenção de próprios e na área de apoio da Defesa civil municipal que na maioria dos municípios, não existe uma estrutura gestora para a proteção de sua infraestrutura, sendo descentralizada, com funções atribuídas para diversos órgãos ou secretarias municipais da administração direta, fato que se conclui que não existe efetividade para avançar na gestão de riscos e proteção da infraestrutura municipal.

5 METODOLOGIA PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO PARA A PROTEÇÃO DE INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS MUNICIPAIS

No desenvolvimento da pesquisa e elaboração do presente trabalho, assim como na revisão de literatura, foram encontrados inúmeros pontos e sequência de erros que ocasionaram ou cooperaram de certa forma para o acidente ou desastre em estabelecimentos, instalações ou sistemas.

Erros das mais variadas origens podem ocorrer com consequências catastróficas, cujos resultados e danos em se tratando de infraestruturas críticas, tendem a causar prejuízos grandiosos e afetar necessidades básicas das populações dos municípios.

O estudo comprova a ampla gama de causas relacionadas aos desastres que afetam plantas produtivas e serviços, podendo ter efeitos danosos no abastecimento de água, nos sistemas de tratamento de esgotos, no fornecimento de eletricidade, nos sistemas de saúde e educação etc.

Dos erros elencados por Perez (2016) concernente aos diversos acidentes estudados, esses podem ser resumidos em:

- Sistemas de ordens de serviço inadequados e não seguidos;
- Sistemas anti-incêndio não funcionando;
- Rotas de fugas não conhecidas;
- Ausência de áreas seguras;
- Falta de treinamento em Planos de Emergência;
- Falta de paredes corta-fogo;
- Falta de execução de auditorias de segurança em instalações.

Ao considerar apenas os danos ambientais, acidentes estudados forneceram alguns dados importantes. Perez (2016) cita explosão no Golfo do México, “tornando-se um dos maiores desastres ambientais da história atual dos Estados Unidos.” (Perez, 2016, p. 91), na Itália em 1976, houve danos ambientais intensos na flora e fauna, contaminação de solo, com efeitos até hoje, em face do vazamento de uma substância conhecida como TCDD – 2,3,7,8-tetraclorodibenzeno-p-dioxina, em

Cubatão, Brasil, uma ruptura de tubulação espalhou 700 mil litros de gasolina pelo mangue, entre outros.

A apresentação dessas falhas conduz a uma necessária e urgente modificação de procedimentos e de condutas no gerenciamento de riscos em infraestruturas críticas municipais com adoção de medidas rígidas, incorporando-se às rotinas de trabalho dessas localidades.

Se por um lado toda essa problemática atinge a maioria dos municípios na atualidade, por vezes parece que se tenta resolver os velhos problemas desde tempos passados. Depara-se com problemas de inundação com erros elencados por Gramani *et al.* (2004), ocorridos em áreas urbanas densamente povoada e com infraestrutura básica, devido a:

a) grande quantidade de lixo e entulho, favorecendo a obstrução dos sistemas de drenagem e elevação do nível de água;
b) travessias de drenagem mal dimensionadas;
c) estrangulamentos artificiais dos canais por meio de pontes e travessias;
d) intenso assoreamento com redução da capacidade de escoamento superficial;
e) impermeabilização dos terrenos com aumento da velocidade de escoamento superficial das águas;
f) ocupação de margens de córregos provocando a obstrução do escoamento das águas, aterros em áreas alagáveis, deposição de grande quantidade de lixo e entulho; e
g) modificações de drenagem natural por retificação dos cursos d’água e construção sobre os córregos.

5.1 Propostas de medidas para a proteção das pessoas

A proteção da vida das pessoas que trabalham no estabelecimento ou edifício municipal considerado e as que possam ser afetadas pela emergência deve ser prioridade máxima, e para tanto, propõe-se instituir as seguintes medidas mínimas, que devem estar adaptadas às características e peculiaridades de cada local:

a) Grupo de Primeira Intervenção (GPI);

b) alarme sonoro;

c) comunicação do evento/emergência;

d) equipe de Resposta a Emergências (ERE);

e) caixas, malas ou armários de primeiros socorros;

f) equipamento de DAE (Desfibrilação Automático Externo);

g) treinamentos e exercícios simulados sistematicamente.

Quadro 18 - Medidas de proteção

Item	Medidas de proteção	Função/ação	Providência sugerida ao município	Responsável
1	Grupo de Primeira Intervenção (GPI)	Condução das pessoas ao local de encontro externo Acionamento do alarme	Instituir oficialmente e treinar	Membro do grupo GPI
2	Alarme sonoro	Alertar os ocupantes do local Verificar situação do local para comunicar os órgãos	Instalar em local sinalizado e treinar os ocupantes e visitantes do local	Membro do grupo GPI
3	Comunicação do evento/emergência	Comunicar aos órgãos a emergência Avisar Defesa Civil/Bombeiros/Autoridades	Instalar telefone ou outro meio de aviso e treinar os responsáveis	Gestor/responsável pelo edifício
4	Equipe de Resposta a Emergências (ERE)	Atuação na situação de emergência Tomar providências iniciais	Instituir equipe oficialmente treinar	Líder do ERE
5	Caixas malas ou armários de primeiros socorros	Primeiro socorro à vitimas		Gestor/responsável pelo edifício e SEESMET
6	Equipamentos de DAE (Desfibrilação Automático Externo),	Socorro a vítimas		Gestor/responsável pelo edifício e SEESMET
7	Treinamentos e exercícios simulados sistematicamente	Preparação das equipes		SEESMET e parceiros

Fonte: Elaborado pelo autor, modificado de PNRRC (2017).

5.2 Propostas de medidas para a resiliência das infraestruturas em face de sua localização

A localização do edifício e seus sistemas possui grande importância em se tratando de melhoria de sua resiliência no contexto da gestão dos riscos de desastres. Obviamente, salvo as obras que ainda estejam em fase de projeto, as infraestruturas municipais já encontram construídas e em funcionamento nas localidades atuais, portanto a proposta se restringe ao monitoramento e acompanhamento da situação e características do entorno. As seguintes medidas mínimas podem colaborar para aumento da proteção das mesmas:

a) quando construídas na proximidade de encostas naturais, taludes de corte ou aterro, maciços rochosos, estruturas instáveis, suscetíveis a movimentos de vertente, que possam ser atingidas por pedras, estruturas ou deslizamento de solo devem ser monitoradas frequentemente;

b) quando edificadas em áreas com risco de inundações, enchentes ou enxurradas, próximos a córregos, canais, diques, reservatórios de detenção de cheias, canalizações ou travessias, devem ser monitoradas a partir da deflagração de chuvas localizadas ou na cidade/cidades de entorno;

c) quando localizadas em áreas suscetíveis à inundação provenientes de ruptura/colapso/vazamento total ou parcial de barragens, deverão ser monitoradas e inspecionadas a partir de informações ou alarmes das operadoras ou dos órgãos de Defesa Civil;

d) próximas do mar ou lagos a uma cota, de modo a não serem atingidas em caso de tempestades, ventos e condições de formação de ondas, deverão ser monitoradas;

e) quando edificadas próximo a áreas com indústrias ou comércio de produtos perigosos ou inflamáveis e postos de combustíveis, ou na existência de estradas e vias de transporte de materiais perigosos, devem ser monitoradas constantemente;

f) quando localizadas nas redondezas de locais, plantações ou florestas com risco de incêndio florestal que possa afetá-la deverá ser monitorada na suspeita ou ocasião de incêndio.

5.3 Propostas de medidas para resiliência em função das características construtivas

As infraestruturas críticas de um município deveriam ser projetadas e construídas com características prevendo-se ocorrência de eventos danosos e desastres naturais.

Devido à maioria das cidades da região em estudo estar com suas construções já consolidadas e em funcionamento a proposta sugere que reformas ou adaptações possam ser feitas de modo a garantir minimamente as consequências das ocorrências:

a) as edificações, instalações ou redes de distribuição devem prever ou implantar espaços físicos suficientemente amplo para que equipamentos de emergência e viaturas de socorro possam manobrar e se movimentar em caso de necessidade de apoio, seja na ocorrência de incêndio ou de outro evento;

b) devem possuir medidas e instalações adequadas para armazenagem de substâncias perigosas;

c) as instalações devem estar em conformidade com suas instalações elétricas e outros sistemas de segurança, incluindo o sistema de para-raios adequadamente instalado e testado, assim como os de gases e de pressões;

d) os revestimentos, materiais e sistemas construtivos devem possuir características e composições que atendam a legislação atual e possuam aprovação dos órgãos competentes;

e) possuir o Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros ou outro documento de aprovação da construção para os fins a que se destina, assim como a manutenção das instalações e equipamentos aprovados, incluindo-se bombas, mangueiras, extintores, registros, reservatórios, geradores, etc.

5.4 Medidas de resiliência para instalações com relação aos sistemas de energia

Os sistemas de energia instalados nos estabelecimentos devem possuir características e dispositivos que garantam a segurança e a continuidade das suas atividades. Assim, as medidas mínimas devem ser:

a) possuir geradores de eletricidades para casos de interrupções do fornecimento pela rede pública e de emergência que garantam a continuidade da entrega de energia e funcionamento dos equipamentos e sistemas;

b) sistemas de Uninterruptible Power Supply (UPS) que assegurem a operacionalidade ininterrupta/imediata em caso de falhas (incluindo micro falhas) nos circuitos de energia que alimentam os sistemas informáticos ou sistemas de segurança críticos. Estes sistemas críticos deverão estar fornecidos por, pelo menos, dois circuitos de energia independentes e alternativos;

c) mecanismos estabilizadores de tensão que inibam a sobrecarga e picos de energia nos circuitos de alimentação da edificação;

d) mecanismos para proteção física das linhas de energia;

e) separação física das linhas de energia com as de comunicação evitando problemas com carga eletromagnética das linhas de energia;

f) instalar equipamentos ou dispositivos para evitar inundações ou entrada de água em equipamentos elétricos, seja com soluções elevação dos mesmos até execução de barreiras físicas.

5.5 Medidas de resiliência para instalações com relação aos sistemas de proteção contra incêndio

Para os sistemas de proteção contra incêndio nos estabelecimentos de infraestrutura municipais é imprescindível a adoção de medidas para evitar-se danos e prejuízos às instalações, serviços e equipamentos.

Sugere-se, independentemente das brigadas de incêndio quando existentes legalmente, a nomeação de um responsável, a quem compete implementar medidas de proteção e consequentemente assegurar a manutenção das condições de

segurança contra incêndio no local. Algumas medidas sugeridas são:

a) manter as condições de segurança contra risco de incêndio, definidas e aprovadas projeto de segurança contra incêndio e AVCB;

b) qualquer alteração de uso ou de projeto deve ser atualizado junto aos órgãos competentes e divulgados por meio de treinamento aos usuários;

c) manter as saídas de emergência e caminhos de evacuação do edifício, não permitindo o trancando, obstrução ou redução da largura de saída e não ocupar locais de refúgio ou encontro externo;

d) manter todas as instalações técnicas, equipamentos e sistemas de segurança em boas condições de funcionamento e manutenção, garantindo seu desempenho;

e) manter o armazenamento de líquidos e gases combustíveis dentro das exigências legais e dos projetos aprovados incluindo sua localização e quantidades permitidas de armazenamento;

f) manter desobstruída as portas resistentes ao fogo que façam parte dos caminhos de evacuação, das câmaras corta-fogo, das vias verticais ou horizontais de evacuação ou saídas;

g) os sistemas de controle de acessos devem ser dotados de dispositivos que permitam ser desativados em casos de emergência, de maneira que a circulação esteja livre para as pessoas em situações de evacuação;

h) restrições e regras rígidas para uso de chama ou procedimentos para fumantes no interior do edifício;

i) procedimentos divulgados implementados limitando a execução de trabalhos a quente;

j) realização de inspeções periódicas com intuito de verificar as condições de segurança contra incêndio e o respeito às medidas proteção, seja através do SEESMET ou empresas especializadas terceirizadas.

5.6 Medidas de resiliência e proteção contra inundação

A proteção das instalações e estruturas contra eventos de inundação dependem da observação de medidas de segurança, como forma de prevenção e mitigação de consequências danosas dessas ocorrências.

Caso seja possível deve-se incorporar medidas estruturais para prevenir danos decorrentes do aumento do nível de água nas estruturas. Mesmo em reformas ou adaptações esse tipo de medida pode proporcionar melhorias significativas na resiliência do local.

Em conjunto com as medidas estruturais, as chamadas não-estruturais podem minimizar significativamente os prejuízos causados pelas inundações em face de sua aplicação.

As medidas estruturais propostas são:

a) elevação de estruturas existentes que sustentam elementos críticos ou construção de muros ou paredes de contenção ou de novas estruturas elevadas ou em locais mais seguros;

b) elevação da cota da entrada do estabelecimento ou proteção através de barreiras físicas de contenção resistentes à inundação;

c) construção de paredes resistentes no exterior da edificação, com capacidade de resistir à pressão hidrostática, e utilizar materiais e sistemas resistentes à ação da água em locais com cotas inferiores à referência de inundação;

d) proteger sistemas e equipamentos geradores de energia, estações, caixas e transformadores através de recursos físicos e sistemas de afastamento de água, como calhas, condutores, drenos etc.;

As medidas não estruturais propostas são:

a) instalação de um sistema de detecção de inundação através de alarme e ligação à central de segurança;

b) instalação de sistemas de drenagem que inclua corte geral de água e bombas de escoamento de água com descarga para o exterior da infraestrutura;

c) providenciar a instalação dos serviços essenciais (incluindo os associados à rede elétrica) em níveis do edifício ou infraestrutura acima da cota prevista de inundação;

d) implementar regras sobre o uso do solo no espaço da edificação, de modo os equipamentos críticos fiquem localizados em andares ou plataformas acima da cota prevista de inundação;

e) confinar esses equipamentos em espaços protegidos com barreiras;

f) prever e construir plataformas interiores removíveis para colocação de equipamentos e conteúdos críticos em caso de enchente e inundação;

g) prever uso e instalação de vedação temporária ou permanente nas aberturas das estruturas edificadas;

h) prever e construir barreiras removíveis de emergência nas portas;

i) executar procedimentos periódicos de prevenção de inundação, tais como a manutenção da cobertura, calhas e condutores de águas pluviais e a limpeza preventiva de fossas;

j) havendo risco de inundação, incluir planos de evacuação que definam caminhos, com indicação dos pontos de encontro e locais de refúgio;

k) proceder a formação e treino regular dos procedimentos de evacuação e outros a acionar em caso de inundação.

5.7 Medidas de resiliência e proteção contra deslizamentos

Mesmo que as instalações e edificações já estejam construídas algumas medidas podem ser tomadas visando a redução dos riscos de deslizamentos e minimizar seus efeitos nas infraestruturas, tanto com relação à sua estrutura construtiva como na proteção e mitigação de danos aos sistemas, equipamentos e elementos não estruturais.

Dentre algumas medidas podem ser propostas:

a) dimensionamento ou reforço das estruturas para o risco de deslizamentos;

b) implementação de medidas construtivas adequadas para ambientes em risco;

c) prever e adaptar estruturas auxiliares para a proteção de sistemas e equipamentos críticos, fixação dos transformadores elétricos, assim como reforçar ligações, postes e fundações, para o caso dos transformadores aéreos; e outros como por exemplo, geradores de energia, estações, caixas, etc.

d) respeitar as orientações de distâncias mínimas recomendáveis e instruções de risco de deslizamento e escorregamento.

e) confinar baterias em estruturas fixas ao solo;

f) fixar armários, bastidores, equipamentos de controle, máquinas etc.;

g) melhorar o travamento e fixação de tubos e condutores;

h) adotar outras medidas em equipamentos ou estruturas individuais que possam ser tomadas.

i) proceder a formação e treinamentos regular sobre a ocorrência de deslizamentos fenómenos e divulgando comportamentos de autoproteção adequados às características do local, as rotas de evacuação, pontos de encontro e de refúgio.

5.8 Medidas de resiliência e proteção contra intrusão

A proteção contra intrusão deverá levar em conta a utilização de sistemas de segurança contra intrusão e roubo, através da implementação de meios humanos, mecânicos e/ou eletrônicos de modo a efetuar a gestão dos acessos, garantir a segurança e a preservação das instalações.

Algumas medidas propostas são:

a) implantar serviço de vigilância permanente com chefia devidamente identificado, seja próprio ou terceirizado, certificada, com pessoal treinado e habilitado;

b) instituir regulamentos internos que especificam as medidas de proteção, políticas e operações relacionadas com os sistemas eletrônicos de segurança;

c) possuir central de segurança ou posto de segurança que coordene a vigilância 24h, seja presencial ou remotamente;

d) instalar um sistema automático de controle de acessos com capacidade de assegurar eficazmente um nível de proteção global das zonas de acesso controlado, limitado ou de proibição, consoante os graus de segurança pretendidos, a regulamentação aplicável, e o grau de ameaça e os critérios de segurança exigidos mantendo-se o equipamento central (CPU) do sistema numa área controlada e protegida contra qualquer ataque ou adulterações;

e) prover o sistema de controle de acessos de mecanismos que facilitem a saída de pessoas em situação de emergência.

5.9 Medidas de resiliência em infraestruturas críticas através de capacitação e treinamentos

Uma das medidas para aumento da resiliência nos estabelecimentos considerados como críticos diz respeito à formação, capacitação e treinamentos dos colaboradores. Algumas medidas podem ser sugeridas:

a) formação obrigatória em utilização dos equipamentos de combate a incêndios (extintores e mangueiras de combate a incêndios);

b) formação obrigatória em evacuação dos edifícios ou infraestruturas, de modo a saírem de forma organizada em caso de evacuação;

c) Divulgação de Informações sobre comportamentos seguros e resilientes, medidas de autoproteção e procedimentos adequados para situações de desastres, acidente grave ou catástrofes;

d) outras informações e/ou formações complementares na área da segurança em ambiente profissional, em primeiros socorros e suporte básico de vida, medidas de autoproteção contra todos os outros desastres possíveis;

e) promoção de exercícios de evacuação (por ex. anuais);

f) exercícios para testar os procedimentos de coordenação e execução previstos nos planos de emergência internos, incluindo parcerias e articulação com entidades externas intervenientes na resposta em termos de proteção e socorro;

g) testes e verificações regulares (por ex. mensais), pela própria organização ou por entidade subcontratada, do estado de conservação/operacionalidade dos equipamentos e sistemas de segurança;

h) auditorias/inspeções regulares (por ex. anuais), por entidade independente e devidamente credenciada, aos equipamentos e sistemas de segurança;

i) manter registros e evidências da execução dos programas de manutenção e de teste;

j) promover e participar em exercícios com órgãos de proteção e defesa civil e promover exercícios envolvendo os fornecedores e/ou com os prestadores de serviços.

5.10 Gestão para a proteção de infraestruturas críticas municipais

Para que haja uma gestão correta para a proteção de qualquer tipo de estabelecimento, rede, edifício ou estrutura no âmbito municipal é necessário que seja implantado um sistema que assegure o cumprimento dos processos, atividades e atribuições contidos no mesmo.

Brasil (2009, p. 169) define que sistema é o “conjunto de subsistemas (substâncias, mecanismos, aparelhagem, equipamentos e pessoal) dispostos de forma a interagir para o desempenho de uma determinada tarefa.”

Thomaz (2001) ao abordar a organização de um sistema da qualidade em empresas de construção entende que um sistema pode ser descrito como um conjunto de procedimentos que visam uma gestão aperfeiçoada e o controle de todas as atividades de um empreendimento, incluindo o que fazer, como fazer, quando fazer,

como verificar, além das responsabilidades (quem faz) e dos recursos necessárias (com que fazer).

Embora a palavra sistema possua várias definições dependendo do tema tratado, a colocação do autor abrange um aspecto abrangente e viável para a finalidade deste trabalho, pois colabora para um controle planejado das atividades propostas para proteção dos estabelecimentos municipais.

Quando se trata de eventos perigosos, extremos, acidentes e possibilidade dessas ocorrências transformarem-se em desastres torna considerável que os gestores e responsáveis pelo estabelecimento municipal crítico possua um mínimo de conhecimento e inter-relacionamento com todos os envolvidos nessas atividades. Deve haver rotinas estabelecidas e recursos adequados adaptados e coerentes com as especificidades da localidade.

Para a estruturação de um sistema de gestão municipal sugere-se a divisão desse sistema em 5 âmbitos:

- Âmbito gerencial
- Âmbito documental
- Âmbito de responsabilidades
- Âmbito de relações
- Âmbito de ações

A divisão dessa primeira etapa torna-se necessária tendo em vista que todas as ações e aspectos relacionados com a proteção e aumento da resiliência desses elementos possuem atividades que precisam estar alinhadas a rotina do local e efetivado por funcionários que entendam de todo o funcionamento e conheçam as peculiaridades locais.

As lições elencadas no presente trabalho mostram que em caso de eventos danosos e desastres existe muita confusão quanto às responsabilidades de cada envolvido, que vão desde a comunicação do problema aos órgãos legais e de socorro até a falta de coordenação das ações de resposta ao acidente.

Os atributos de cada âmbito estão elencados no quadro 19 a seguir:

Quadro 19 - Atributos dos âmbitos do sistema municipal

Âmbito	Atributos
Gerencial	Atribuições Procedimentos Normas Planos Fluxogramas
Documental	Manuais Normas Técnicas Planos de contingência Plantas e mapas Vistorias e autorizações Fichas de controle
Responsabilidades	Autoridade Gestor ou gerente local Engenharia Encarregados Vigilantes Funcionários
Relações	Internas locais Externas locais Defesa Civil Corpo de Bombeiros Policia Saúde Imprensa/Mídia
Ações	Rotineiras Planejadas Preventivas Manutenção Alerta Resposta

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tendo como pressuposto que o estabelecimento necessite estruturar esse sistema de gestão, torna-se necessário uma pré análise e avaliação da situação atual dessa unidade municipal, mesmo que na visão do gestor atual ou de seu gerente ou superior tudo esteja correto.

A sugestão de elaboração de uma tabela para que seja atribuído uma avaliação conceitual que varia de 1 até 10, sendo o conceito 1 considerado a menor nota e 10 a melhor nota. Necessário frisar que trata-se de conceitos a atribuir em itens que são variáveis para cada tipo de infraestrutura municipal, não se restringindo ao proposto no quadro 20.

Quadro 20 - Avaliação da situação atual do estabelecimento

Avaliação da Situação Atual – Proteção da Infraestrutura										
Local:	**Data da Revisão**				**Tipo de IC**					
	CONCEITOS									
ITEM	1-2 PÉSSIMO 3-4 RUIM 5-6 RAZOÁVEL 7-8 BOM 9-10 MUITO BOM									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1. Possui pessoas ou grupo para as primeiras intervenções em caso de desastres ou incidentes										
2. Dispõe de equipamentos de emergência e materiais para primeiros socorros										
3. Possui sistema de alarme interno para uso em caso de emergências										
4. Formação especial para socorrismo e para combate a incêndios										
5. Dispõe de um ponto de encontro visível e área de abrigo para emergências										

6. Disponibiliza Equipamentos de Proteção Individual para caso de emergências										
7. Possui um quadro de avisos com o fluxo para eventos perigosos com procedimentos e responsabilidades										
8. Implanta programas de educação voltados ao tema acidentes e desastres										
9. Possui estudos e medidas para diminuição de exposição a riscos internos e externos										
10. Executa manutenção sistemática e periódica do entorno do edifício										
11. Controle do ambiente de entorno para evitar novas ocupações irregulares										
12. Planeja e executa manutenção periódica e sistemática do edifício, dos sistemas e subsistemas: civil, elétrico, hidráulico e estrutural										
13. Espaço suficiente para chegada e saída de viaturas, materiais e equipamentos em caso de socorro										
14. Mantem sistemas de proteção a descargas atmosféricas em condições de desempenho com manutenção e inspeção periódicas										
15. Executa manutenção periódica de vias e portões de acesso às instalações										
16. Possui e mantem geradores de emergência										
17. Mantem constante relação com os fornecedores de energia da região (concessionárias) para elaboração e manutenção de protocolos de fornecimento de energia em caso de emergência										
18. Implantação de uma função de responsável pela segurança de incêndio, principalmente nos locais onde não há Brigada de Incêndio oficializada, com formação específica										
19. Manutenção das condições de segurança de acordo o projeto de proteção e combate a incêndios										
20. Manutenção das condições estruturais e sistemas de combate a incêndio em condições de desempenho										

21. Mantem as saídas e rotas de fuga em condições de evacuação										
22. Manter as áreas e pontos de encontro livres										
23. Mantem os locais de armazenamento de produtos inflamáveis de acordo projeto e legislação										
24. Mantem procedimentos rígidos para serviços com uso de equipamentos produtores de chama ou calor										
25. Realização de inspeções sistemáticas e periódicas nas instalações de proteção e combate a incêndios										
26. Realização de treinamentos e simulados constantemente										
27. Realização de treinamentos em procedimentos de resposta a incêndios, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.										
28. Realização de manutenção periódica em calhas, condutores, grelhas, canaletas ou outros sistemas de escoamento de água										
29. Fornecimento de treinamentos específicos para gestão de desastres e situações de emergência quando da criação de Grupo de Primeira Intervenção										
30. Treinamento em geral para o correto uso de equipamentos de emergência e primeiros socorros, sobre o sistema de alarme interno para emergências, socorrismo, etc.										
31. Fornecer exercícios simulados para atualização da operação de seu Plano de Contingência										
32. Implantação de testes e verificações regulares dos equipamentos e sistemas										
Soma Total										

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conquanto a tabela proposta possa ser adaptada à realidade de cada município e dentro das características próprias de cada unidade (estabelecimento, edifício, estrutura etc.) escolhida, é interessante que seja elaborada com bastante critério, e que, possa, ao ser concluído, servir de parâmetro para tomada de decisão pela autoridade que esteja liderando esse processo no município, com objetivo de fazer uma triagem das diversas possibilidades, de tal maneira que selecione as melhores oportunidades de obter crescimento da sua capacidade de resiliência frente aos diversos eventos a que estão sujeitos, garantindo menores danos e rápida retomada de suas atividades.

Sugere-se como limites de notas que apontará a conveniência e a necessidade de implantação desse sistema, tendo 32 itens x 10 = 320 pontos, ou seja, variando de 32 até 320. Pode ser utilizado, como exemplo a seguinte pontuação:

- De 193 a 320 – Promover ações pontuais nos quesitos onde os conceitos foram inferiores a 6.
- De 129 a 192 – Deverão ser tomadas ações urgentes para melhorias em geral.
- De 32 a 128 – Concretizar o sistema de gestão urgentemente, primordialmente todos os conceitos menores que 4.

Independente da avaliação proposta torna-se imperioso a tomada de decisão imediata para correção dos itens que possuam pontuação menor que 4, devido a necessidade de cumprimento de leis e normas legais no âmbito dos órgãos fiscalizadores.

Em face da diversidade de problemas que possam ser identificados e da complexidade relativa de cada um deles, esses podem ser melhores investigados, sendo a base dessa investigação os que possuem maior influência para potenciais consequências danosas à infraestrutura, sobretudo relacionados a pessoas, meio ambiente e estrutura física. Em alguns casos, haverá necessidade, inclusive, de aporte financeiro imediato.

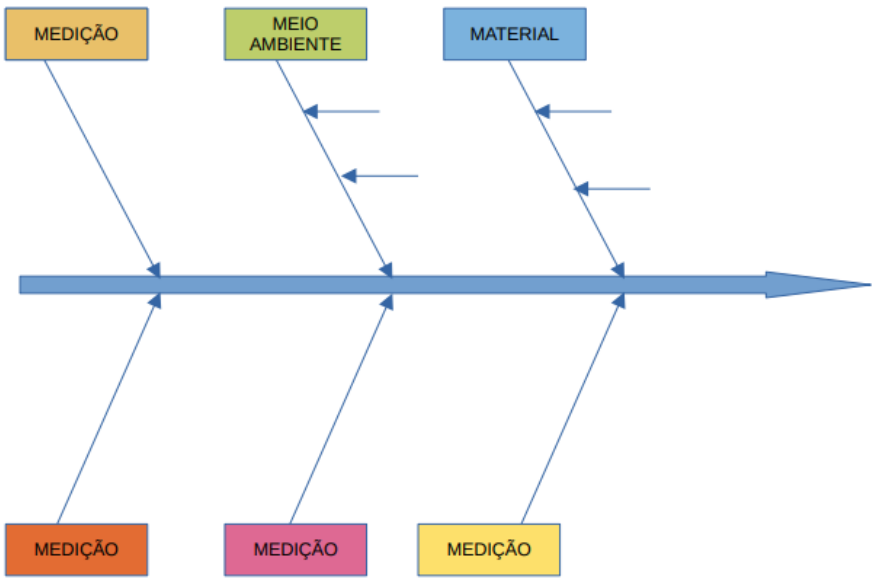
A investigação dos problemas pode ser realizada através de diversos métodos, seja através de reuniões tipo “*brainstorming*” com o grupo envolvido, além de diversas outras possibilidades, como por exemplo, elaboração de listas complementares para análise dos problemas.

Para o caso de levantamento através das reuniões, Calegare (1985) explana que “uma vez escolhido o problema que vai ser combatido, as suas causas prováveis, são levantadas em *“brainstorming*” efetuado pelo próprio grupo, utilizando-se do auxílio do diagrama de Causa-Efeito”.

Nessa mesma linha, Campos (1992) considera como essencial o controle de processo, e que o primeiro passo é a compreensão da relação causa-efeito. "Sempre que algo ocorre (efeito, fim, resultado) existe um conjunto de causas (meios) que podem ter influenciado." (Campos, 1992, p. 17). Surgiu, devido à confusão que esses dois conceitos trazem, o chamado "Diagrama de *Ishikawa*" ou "diagrama de causa e efeito", ou "espinha de peixe", para se correlacionar o efeito com todas as suas causas e subcausas, uma forma bastante utilizada para colaborar na solução de problemas.

Devido a facilidade de elaboração e bons resultados que podem advir dessa ferramenta, é possível relacionar as causas possíveis de uma infraestrutura ser pouco resiliente a eventos danosos ou incidentes potencialmente desastrosos, podendo ser representado conforme mostrado na figura 61.

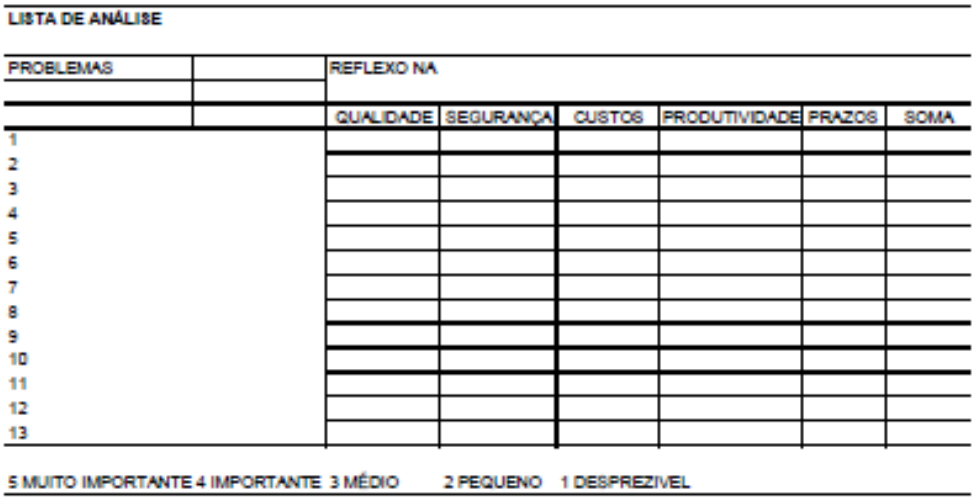
Figura 61 - Diagrama de Ishikawa exemplificativo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outra possibilidade é a elaboração de listas para observação e análise de problemas. Ao abordar a utilização de listas de análise de problemas em construções, Thomaz (2001) sugere a lista de análise mostrada na figura 62 a seguir.

Figura 62 - Lista de análise



LISTA DE ANÁLISE

PROBLEMAS		REFLEXO NA					
		QUALIDADE	SEGURANÇA	CUSTOS	PRODUTIVIDADE	PRAZOS	SOMA
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							

5 MUITO IMPORTANTE 4 IMPORTANTE 3 MÉDIO 2 PEQUENO 1 DESPREZIVEL

Fonte: Adaptado de Thomaz (2001).

O autor ainda esclarece que empregando tal metodologia possibilitará a identificação de problemas principais e a área mais problemática, e ainda podendo ser preparadas outras tabelas ou desdobradas em outras mais detalhadas. Após, já tendo sido identificados os problemas mais importantes, segue-se para o diagnóstico de cada um deles, sendo essa metodologia capaz de gerar análise mais precisas (Thomaz, 2001).

Com relação às informações para a gestão de risco, Diesel (2009) considera que devem, no mínimo, permitir identificar o fenômeno, caracterizando, localizando e descobrindo suas causas para poder propor as alternativas de intervenção.

A legislação referente ao tema preconiza em seu Art. 2º que “É dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre”.

Assim, para que seja implantado o modelo proposto neste trabalho, sugere-se que seja constituído um grupo de trabalho multidisciplinar, tendo em vista que a própria legislação se refere à obrigações dos municípios, não mencionando nem exigindo que nenhum cargo seja responsável exclusivamente pelas ações.

Em que pese a existência dos órgãos de proteção, tal qual a Defesa Civil Municipal, as COMPDECs, é imprescindível que este órgão atue na colaboração com todos os outros órgãos envolvidos, com o intuito de fornecer informações e propor melhorias no plano, e não como responsável pela sua implantação.

As propostas se amparam em um tema bastante importante e ao mesmo tempo complexo. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que são tratados pela ONU como “um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade” (ONU, 2023). Esses objetivos são metas para os quais as Nações Unidas estão contribuindo.

Segundo ONU (2023) trata-se de 17 objetivos ambiciosos e interconectados sobre os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo. São mostrados na figura 63.

Figura 63 - Objetivos de Desenvolvimento sustentável da ONU

Fonte: ONU (2023).

Outrossim, não há como dissociar desse tema as organizações e institutos que os tratam com tanta competência, e que, além de toda sua capacidade, oferecem serviços e conhecimento tanto para a área acadêmica, quanto para a área pública e privada. Dentre tantos outros, o CEMADEN, o IPT, os CEPEDs, a UNICAMP, USP, UFSC, CENAD, o IG (hoje denominado IPA), todos podem contribuir fartamente para o alcance dos resultados pelos municípios.

O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) é um órgão ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e tem como papel a realização de monitoramento das ameaças naturais e desastres em municípios brasileiros, além de contribuir com pesquisas e inovações tecnológicas de monitoramento previsões hidrometeorológicas e geodinâmicas, objetivando a prevenção e mitigação de desastres e a redução do

número de vítimas e prejuízos materiais (Histórico [...], 2023).

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo é uma instituição que se vincula ao Governo do Estado de São Paulo, colaborando para o desenvolvimento nacional desde 1899, criando e aplicando soluções tecnológicas para órgão governamentais, para os setores da economia, iniciativa privada e sociedade apoiando na superação de desafios. Possui uma infraestrutura laboratorial de tecnologia avançada e equipes multidisciplinares altamente capacitadas, atuando em quatro grandes áreas: pesquisa, desenvolvimento & inovação; serviços tecnológicos; serviços metrológicos; e educação em tecnologia. O órgão é capacitado para a realização de ensaios, análises, calibrações e certificações, além de monitoramento, inspeção, prestação de consultoria e desenvolvimento de produtos e processos (IPT, 2023).

Sobre o Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (Sobre [...], 2023) é um órgão que atua na cooperação para o desenvolvimento técnico, científico e cultural nas áreas de ensino, pesquisa e extensão relacionadas à redução de riscos de desastres. Assim como ele existem outros vinculados à Universidade de Campinas (UNICAMP), à Universidade de São Paulo (USP) e CEETEPS.

Trata-se de uma parceria entre estado e essas instituições de ensino e pesquisa, com esses centros implantados no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), na Universidade de São Paulo (USP) e na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), visando a produção, integração, contextualização, disseminação e disponibilização do conhecimento como forma de contribuição nas ações de prevenção, mitigação e preparação para gestão de risco e nas ações de resposta e recuperação para a gestão de desastres (São Paulo, 2023).

O Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) possui como objetivo o gerenciamento das ações estratégicas de preparação e resposta a desastres em âmbito nacional, sob a coordenação da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, contando com monitoramento e alerta 24 horas por dia, dos possíveis desastres. Promove a articulação com informações das diversas agências parceiras relacionados ao tempo e temperatura, condições geológicas de áreas de risco, acompanhamento das bacias hidrográficas, queimadas e incêndios e produtos perigosos, encaminhando as informações aos órgãos de proteção e defesa civil dos estados e municípios (Brasil, 2023b).

Já o Instituto Geológico (IG), hoje Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), criado em 2021, é fruto da reunião de três instituições, Instituto de Botânica, Florestal e Geológico, que tiveram relevante atuação na área ambiental desde a década de 1980, tendo atualmente como objetivo reunir toda a experiência acumulada por estes institutos, para desempenhar de forma interdisciplinar na temática ambiental, desenvolvendo pesquisas científicas nas áreas de biodiversidade, botânica, geociências e ciências florestais, entre outras atribuições (IPA, 2023).

O grupo de trabalho que se propõe pode se embasar no modelo de Portugal, através do Guia de Orientação para Constituição de Plataformas Locais para a Redução do Risco de Catástrofes, que é um documento orientador objetivando prestar apoio ao poder público municipal, que no caso português se articula com a Plataforma Nacional para a Redução do Risco de Catástrofes (PNRRC).

Portugal (2020), considera essencial o fortalecimento, ao nível local, a governança na gestão de riscos através do envolvimento de todas as partes interessadas. Julga tratar-se de um projeto desafiante, mas que vai impulsionar a colaboração e parcerias entres as diversas entidades locais para a implementação e execução dos instrumentos de prevenção, mitigação, preparação, resposta e reabilitação nas situações de eventos climáticos extremos, acidentes graves e catástrofe.

O esforço que este trabalho propõe é melhorar os níveis de proteção dos elementos ambientais a nível local, através de propostas para uma gestão de riscos. Conforme Mendonça e Buffon (2021, p. 27) proclamam “os riscos antecedem os desastres, portanto realizar sua gestão é possibilitar uma ação preditiva que visa controlar tais desastres”.

Partilhando de afirmação de Almeida (2021) de que apesar das melhorias atuais com relação ao planejamento, tomada de decisões, cultura de risco e discussão acadêmica sobre o assunto desastres a partir de 2011, é necessário ainda muito esforço para aumentar a resiliência devido a barreiras e desigualdades no país, mas deve haver uma atenção especial com os municípios em relação aos eventos climáticos futuros e vulnerabilidades existentes atualmente a nível local.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

São diversos os eventos perigosos a que estão sujeitos os estabelecimentos da infraestrutura crítica nos municípios, com potencial para causarem as catástrofes e os desastres em função de sua magnitude ou dos danos causados.

Conforme apontou a pesquisa esses elementos, na sua grande maioria, possuem pouca ou nenhuma manutenção periódica sistemática compatível com a atual necessidade, a começar pelo modelo mais comum de manutenção corretiva, e não preventiva.

Inicialmente, a pesquisa almejou abranger diversos municípios da Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), no entanto, a ausência de dados comprobatórios disponíveis, que se relacionem com o tema abordado, impediu a ampliação da pesquisa para outros municípios.

Inspeções rotineiras em edifícios públicos são raras e com interesse despertado recentemente em face de problemas e acidentes ocorridos, tendo em vista o tempo que a maioria dos edifícios públicos de infraestrutura crítica foi construído, sendo uma das problemáticas relativas ao poder público, decorrentes de falta de investimento em manutenção e por problemas estruturais na gestão das edificações.

Existe um entendimento equivocado por parte dos gestores e dos trabalhadores nos estabelecimentos municipais objeto do estudo com relação à ocorrência de danos resultantes de eventos climáticos ou desastres de qualquer natureza, em que compreendem que a atribuição de socorrer e atuar na emergência cabe aos órgãos estabelecidos, notadamente Defesa Civil e Corpo de Bombeiros, havendo necessidade de esclarecimentos e ampla divulgação, já que primeiramente em caso de desastres, cabem ao próprio corpo de funcionários as primeiras intervenções, conforme o presente trabalho propõe, já que essas entidades, via de regra, possuem diversificadas atribuições legais, atendem uma vasta região delimitada, existindo um tempo necessário para o deslocamento das viaturas em função de variáveis diversas, como trânsito, distância entre outras.

Algumas constatações são bastante preocupantes, não conformidades resultantes do desconhecimento pelos gestores/usuários das edificações, mais recorrentes com relação ao descumprimento de normas de proteção e combate a incêndio e falta de treinamentos, exercícios e disseminação de conhecimentos específicos para as suas equipes.

É muito improvável que a proteção total de uma IC seja possível, porém, através de determinadas ações propostas os riscos à que estão sujeitas fiquem dentro de condições admissíveis, proporcionando em caso de ocorrência de desastres a reação e resposta para a volta à normalidade do fornecimento dos serviços e restabelecimento da situação.

A criação e manutenção de uma estrutura interna multidisciplinar para a gestão dos riscos dos elementos identificados como infraestrutura crítica do município com autonomia e atuação sistêmica no controle torna-se necessário, pois, em que pese alguns municípios possuírem seus órgãos de proteção e Defesa Civil Municipal, é imprescindível que este atue na colaboração e interface com todos os outros órgãos envolvidos, em todas as fases, e não como órgão responsável pela sua implantação e manutenção.

É fundamental que cada governo municipal reconheça que a gestão de riscos necessita de um foco prioritário na sua implantação, também que haja direcionamento de recursos do município, que crie uma responsabilidade compartilhada entre todas as secretarias municipais lideradas pela secretaria de governo municipal.

Algumas providências tornam-se urgentes devido a presente pesquisa mostrar que requisitos normativos e exigências legais não estão sendo devidamente cumprido, fato que traz comprometimento à estratégia de resiliência necessária para enfrentamento de ameaças e desastres naturais. Somado a isso a comprovada evolução e recorrência das mudanças e seus eventos climáticos causam preocupações.

Os formulários, com sugestões de propostas para cada tópico, deverão servir de base para um imediato incentivo aos municípios envolvidos na pesquisa, com grande potencial para a criação de uma cultura de proteção e aumento da resiliência de sua infraestrutura crítica, conforme definido para o estudo, pois, restou comprovado, que muitas das sugestões são de simples implantação e utilização.

Pelo porte e características do município amostrado, não resta dúvida que a atuação do poder público local em medidas de prevenção que contribuam para o aumento da resiliência de sua infraestrutura municipal e consequentemente para a redução das vulnerabilidades, trará ganhos em todos os aspectos, pois como é sabido, os prejuízos na ausência de algumas dessas providências são elevadíssimos.

As limitações da pesquisa referem-se às incertezas na avaliação dos riscos e na dissimilaridade dos padrões e tipologias construtivas e nas diferentes e variadas vulnerabilidades de cada infraestrutura, que podem gerar diferentes interpretações e análises quanto aos riscos.

Sugere-se para pesquisas futuras a elaboração de um mapeamento e construção de um banco de dados com a situação atual da infraestrutura identificada pelo município como crítica e seus sistemas interligados e interdependentes, de modo a propiciar informações para uma melhor tomada de decisão pelo governo local e viabilizar as providências, desde os investimentos necessários atualmente e futuros que possam melhorar a resiliência de cada uma delas.

Conclui-se, baseado na pesquisa, que a infraestrutura municipal amostrada, ainda possui aspectos deficientes tanto na questão construtiva quanto primordialmente na manutenção predial, não podendo ser consideradas totalmente resilientes (mesmo que isso seja quase impossível frente a eventos extremos e desastres naturais), necessitando, assim, de atenção especial com os elementos mais antigos e com os estabelecimentos de educação e saúde por suas características de sofrerem impactos e causar maiores danos no atendimento das necessidades essenciais.

Nos sistemas de tratamento e distribuição de água, em que pese suas muitas instalações e sistemas de redes interligadas, e possuírem planos de manutenção preventiva, possuem deficiências em localidades pontuadas nos relatórios pesquisados, necessitando de investimentos e melhoria da gestão de riscos.

Assim, torna-se necessário que a municipalidade, no sentido de garantir legalidade à sua intervenção, discipline a gestão de riscos de desastres em seus domínios, tendo como pilar a Lei Federal n° 12.608/2012.

Em suma, que identifique e estabeleça prioridades dos estabelecimentos e sistemas mais críticos para prever e promover investimentos e destinar recursos humanos e materiais para aumentar sua resiliência e assim melhorar sua proteção e

segurança com relação às próprias instalações, ao meio ambiente e à sociedade, cujo presente estudo mostrou atualmente bastante carente. O foco atual, portanto, não está direcionado especificamente para a redução de riscos de desastres e resiliência, como as prioridades do Marco (Quadro) de Sendai (2015) prioriza.

A participação das instituições acadêmicas, de pesquisa e desenvolvimento, a sociedade civil e todas as outras partes interessadas podem contribuir ativamente no processo.

Mesmo que haja uma variabilidade de condições de governança e de desigualdades entre municípios, além dos riscos a que estão sujeitos e do nível de vulnerabilidade e exposição de suas infraestruturas críticas, a adoção desta proposta de modelo contribui para a proteção e para o aumento da resiliência desses elementos frente aos desastres naturais, tecnológicos e ambientais em face dos eventos climáticos extremos e acidentes.

REFERÊNCIAS

35 IMAGENS que marcaram a grande enchente de 1983, em Blumenau. **O Município Blumenau**, Blumenau, 30 jul. 2018. Disponível em: https://omunicipioblumenau.com.br/35-fotos-que-que-marcaram-a-grande-enchente-de-1983-em-blumenau/. Acesso em: 06 ago. 2023.

ABASTECIMENTO de água após enchente ainda está comprometido em Manhuaçu. **Cidades do Café**, Minas Gerais, 29 jan. 2020. Disponível em: https://www.cidadesdocafe.com/abastecimento-de-agua-apos-enchente-ainda-esta-comprometido-em-manhuacu/. Acesso em: 22 ago. 2023.

ABNT. **ABNT NBR 15575**: edificações habitacionais: desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT. **ABNT NBR ISO 31.000**: gestão de riscos: diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

AGÊNCIA BRASIL. Petrópolis registrou 250 deslizamentos em 24 horas por causa da chuva. **UOL**, São Paulo, 21 mar. 2022. Disponível em: https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-brasil/2022/03/21/petropolis-registrou-250-deslizamentos-em-24-horas-por-causa-da-chuva.htm. Acesso em: 26 set. 2023.

ALMEIDA, Lutiane Queiróz de. Índice DRIB: indicadores de risco de desastres e mudanças climáticas no Brasil. *In:* BUFFON, E. A. M. *et al.* **Riscos híbridos**: concepções e perspectivas socioambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. p. 39-59.

AMARAL, Rosangela do; GUTJAHR, Mirian Ramos. **Desastres naturais.** São Paulo: IG/SMA, 2015. (Série Cadernos de Educação Ambiental, 8). Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2016/09/CEA_DESASTRES_3Ed_Rev.pdf. Acesso em: 01 out. 2023.

AMARAL, Rosangela do; RIBEIRO, Rogério Rodrigues. Inundações e enchentes. *In:* TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. p. 39-52.

AMBRIZZI, Tércio *et al.* **Mudanças climáticas e a sociedade.** São Paulo: IAG, 2021. *E-book.* Disponível em: https://www.climaesociedade.iag.usp.br/. Acesso em: 24 set. 2023.

AMBRIZZI, Tércio; MAGAÑA, Victor. Mudanças climáticas e projeções futuras de eventos extremos. *In:* GÜNTER, Wanda Maria Risso; CICCOTTI, Larissa; RODRIGUES, Angela Cassia (org.). **Desastres:** múltiplas abordagens e desafios. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. p. 115-133.

AN EMERGENCY management framework for Canada: ministers responsible for emergency management. Canada: Public Safety, 2017. Disponível em: https://www.publicsafety.gc.ca/cnt/rsrcs/pblctns/2017-mrgnc-mngmnt-frmwrk/2017-mrgnc-mngmnt-frmwrk-en.pdf. Acesso em: 31 jul. 2023. p. 11.

ANTUNES, Wilma. Prefeitura de Sorocaba é cobrada sobre AVCB em escolas municipais. **Jornal Cruzeiro do Sul**, Sorocaba, 05 ago. 2022. Disponível em: https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/noticias/2022/08/698191-prefeitura-de-sorocaba-e-cobrada-sobre-avcb-em-escolas-municipais.html. Acesso em: 10 nov. 2022.

ARAÚJO, S. B. **Administração de desastres**: conceitos & tecnologias. São Paulo: Sygma, 2012.

ARESPCJ - Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Relatório de fiscalização técnica dos sistemas de água e esgoto do município de Sorocaba**. Americana, SP, dez. 2017a. Disponível em: https://www.arespcj.com.br/public/media/arquivos/1624382254-relatorio_r2_-_nc_-_sorocaba_-_dezembro_2017.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.

ARESPCJ - Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Relatório de fiscalização técnica dos sistemas esgoto do município de Salto.** Americana, SP, nov. 2017b. Disponível em: https://www.arespcj.com.br/public/media/arquivos/1624622465-relatorio_r10_-_salto_-_novembro_2017.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.

ARESPCJ - Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Relatório de fiscalização técnica dos sistemas de água e esgoto do município de Tietê**. Americana, SP, jun. 2019. Disponível em: https://www.arespcj.com.br/public/media/arquivos/1624544903-relatorio_r08_-_tiete_-_junho_2019.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.

ARGOLLO FERRÃO, André Munhoz de *et al.* Aspectos de governança e de gestão integrada na região hidrográfica do Alto Rio Jundiaí. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 489-499, 2021. Disponível em: https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/13802/12159. Acesso em: 13 jun. 2023.

AVILA, Luciele Oliveira de. **Vulnerabilidade das áreas sob ameaça de desastres naturais na cidade de Santa Maria/RS**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/134683. Acesso em: 25 set. 2023.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de perdas e danos**: inundações bruscas em Santa Catarina: novembro de 2008. Brasília: Banco Mundial, 2008. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Inundaes-Bruscas-em-Santa-Catarina.pdf. Acesso em: 01 out. 2023.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de perdas e danos**: inundações e deslizamentos na região serrana do Rio de Janeiro: janeiro de 2011. Brasília: Banco Mundial, 2012. Disponível em: https://documents1.worldbank.org/curated/en/260891468222895493/pdf/NonAsciiFileName0.pdf. Acesso em: 27 set. 2023.

BANCO Mundial. Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. **Resiliência e risco de desastres**: um guia para atuação municipal. Florianópolis: FAPEU, 2020. Disponível em: https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2022/04/Guia_VF.pdf. Acesso em: 15 ago. 2020.

BARREIRINHA: com risco de ter hospital inundado, atendimentos são transferidos para escola. 13 maio 2021. Disponível em: https://www.portaltucuma.com.br/barreirinha-com-risco-de-ter-hospital-inundado-atendimentos-sao-transferidos-para-escola/. Acesso em: 06 ago. 2023.

BECK, Ulrich. Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: Editora 34, 2011.

BERENGUEL, Orlando Leonardo. A atuação do sistema nacional de defesa civil nas enchentes do município de Capivari – SP. 2012. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/901835. Acesso em: 26 set. 2023.

BORGES, Lidiane Aparecida. **Análise de eventos extremos sob cenários de mudanças climáticas na bacia do rio Itajaí-Açu.** 2023. Tese (Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2023. Disponível em: http://mtc-m21d.sid.inpe.br/col/urlib.net/www/2021/06.04.03.40.25/doc/mirrorget.cgi?languagebutton=pt-BR&metadatarepository=sid.inpe.br/mtc-m21d/2023/03.17.12.35.15&index=0&choice=full. Acesso em: 26 set. 2023.

BRASIL. Gabinete de Segurança Institucional. Portaria nº 2, de 8 de fevereiro de 2008. Institui Grupos Técnicos de Segurança de Infraestrutura Críticas (GTSIC) e dá outras providências. Brasília: Gabinete de Segurança Institucional, 2008. Disponível em: https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/198823-infra-estruturas-cruticas-gtsic-institui-grupos-tucnicos-de-seguranua-de-infra-estruturas-cruticas-gtsic-e-du-outras-providuncias.html. Acesso em: 24 set. 2023.

BRASIL. **Lei Federal 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil –PNPDEC, dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC, autoriza a criação do sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs. 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2012a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 24 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional. **Construindo Cidades Resilientes 2030.** Brasília: Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional, 2023a. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/cidades-resilientes. Acesso em: 24 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional. **Proteção e defesa civil**: perguntas frequentes. Brasília: Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional, 2023b. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/perguntas-frequentes-defesa-civil. Acesso em: 12 ago. 2023

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012**. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2012b. Disponível em: https://www.defesacivil.se.gov.br/wp-content/uploads/2020/07/instru%C3%A7%C3%A3o_normativa_n%C2%BA_01_de_24_de_agosto_de_2012-2.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres. [Coordenação] Antônio Luiz Coimbra de Castro. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, [2009]. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/glossario.pdf. Acesso em: 27 jul. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Diagnóstico de capacidades e necessidades municipais em proteção e defesa civil. [Coordenação] Victor Marchezini. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/Versao_WEB__Projeto_Elos_Diagnostico_Municipal___Volume_Brasil.pdf. Acesso em: 22 ago. 2023.

BRAUN, Armin; FERNANDES, Sidnei Furtado; NYAKAS JÚNIOR, Walter. Política e sistema nacional de proteção e defesa civil. *In*: SÃO PAULO (ESTADO). Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. **Redução de risco de desastres**: uma construção de resiliência local. São Paulo: Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil, 2016. p. 43-52. Disponível em: https://igc.usp.br/biblioteca/wp-content/uploads/sites/6/2018/11/Reducao_de_Risco_de_Desastres_Uma_Constr.pdf. Acesso em: 25 set. 2023.

BROLLO, Maria José; TOMINAGA, Lídia Keiko (org.). **Desastres naturais e riscos geológicos no Estado de São Paulo**: cenário de referência - 2012. São Paulo: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, 2012. Boletim n. 1 – Grupo de Articulação de Ações Executivas (GAAE). Disponível em: https://pt.slideshare.net/mjbrollo/desastres-naturais-e-riscos-geolgicos-no-estado-de-so-paulo-cenrio-de-referncia-2012-boletim-n-1-grupo-de-articulao-de-aes-executivas-gaae-programa-estadual-de-preveno-de-desastres-naturais-e-de-reduo-de-riscos-geolgicos. Acesso em: 22 ago. 2023.

CAF; SEMA. **Plano diretor ambiental de Sorocaba.** Sorocaba: WALM, 2011. v. 1 Disponível em: https://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/gestaoambiental/wp-content/uploads/sites/4/2015/12/pda-finalvoli.pdf. Acesso em: 01 out. 2023.

CAJAMAR. Câmara Municipal. O buraco de Cajamar: a cidade ficou famosa a nível nacional devido a este acontecimento. Cajamar, 08 set. 2010. Disponível em: https://www.cmdc.sp.gov.br/texto/14. Acesso em: 23 jul. 2022.

CALEGARE, Álvaro José de Almeida. **Técnicas de garantia da qualidade.** Rio de Janeiro: LTC, 1985.

CAMARGO, Vinicius. Porto Feliz pode ter falta de água após chuva inundar ECA. **Jornal Cruzeiro do Sul**, Sorocaba, 13 fev. 2023. Disponível em: https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/noticias/2023/02/709992-porto-feliz-pode-ter-falta-de-agua-apos-chuva-inundar-eca.html. Acesso em: 06 ago. 2023.

CAMPOS, Vicente Falconi de. **TQC:** controle da qualidade total (no estilo japonês). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni; Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

CANIL, Kátia; LAMPIS, Andrea; SANTOS, Kauê Lopes dos. Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na macrometrópole paulista. **Caderno Metrópole**, São Paulo, v. 22, n. 48, p. 397-416, maio/ago. 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cm/a/Z5xJKs6ZfmrCSrrVkCCRX6S/?format=pdf. Acesso em: 09 ago. 2023.

CARTA de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: município de Sorocaba – SP. São Paulo: IPT; CTGeo, 2014. Disponível em: http://www.sidec.sp.gov.br/map_risco/uploads/doc1439997509.pdf. Acesso em: 10 ago. 2023.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Interfaces prediais**: hidráulica, gás, segurança contra incêndio, elétrica, telefonia e NBR 15575: edificações habitacionais – desempenho. São Paulo: Edgard Blücher, 2019.

CARVALHO, Edézio Teixeira de; PRANDINI, Fernando Luiz. Áreas urbanas. *In*: OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos; BRITO, Sergio Nertan Alves. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Oficina de Textos; ABGE, 1998. p. 487-497.

CARVALHO, Natan Ferreira de. **A mediação na reparação de danos provocados pelo rompimento da Barragem de Fundão aos faiscadores e pescadores artesanais da região de Rio Doce/MG**. 2019. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/218096. Acesso em: 25 set. 2023.

CHUVA forte causa alagamentos e prejuízos em Tatuí. **Jornal Cruzeiro do Sul**, Sorocaba, 28 jan. 2023. Disponível em: https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/noticias/2023/01/709136-chuva-forte-causa-alagamentos-e-prejuizos-em-tatui.html. Acesso em: 06 ago. 2023.

CHUVAS provocam estragos em unidades de saúde. **Em Pauta**, São Paulo, 16 jan. 2016. Disponível em: https://jornalempauta.com.br/chuvas-provocam-estragos-em-unidades-de-saude-2/. Acesso em: 06 ago. 2023.

COMITÊ de Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê. Portal SigRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/cbhsmt/apresentacao. Acesso em: 26 jul. 2023.

COUTINHO, Elenice Aparecida. **A produção de desastres de mineração em Minas Gerais:** a barragem de Fundão e a contaminação de paisagens. 2022. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/246493. Acesso em: 25 set. 2023.

CURITIBA. Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil. **Formulário de boas práticas em proteção e defesa civil.** Curitiba: Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/boas-praticas/004_boaspraticas_iniciativacomunidades_plano_auxilio_mutuo_hospitais_curitiba_pr_fev2022.pdf. Acesso em: 12 ago.2023.

DIESEL, Lilian Elizabeth. **Proposta de um sistema de gestão de riscos viários usando geointeligência para rodovias do estado de Santa Catarina Sul do Brasil.** 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92189. Acesso em: 25 set. 2023.

DIRECTIVA 2008/114/CE do Conselho, de 8 de dezembro de 2008, relativa à identificação e designação das infra-estruturas críticas europeias e à avaliação da necessidade de melhorar a sua proteção. **Jornal oficial da União Europeia,** Luxemburgo, 23 dez. 2008**.** Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0114. Acesso em: 30 set. 2023.

ENCHENTES interditam delegacia da Receita Federal em Porto Velho. **Jornal Rondônia Agora**, Rondônia, 01 mar. 2014. Disponível em: https://www.rondoniagora.com/geral/enchentes-interditam-delegacia-da-receita-federal-em-porto-velho. Acesso em: 06 ago. 2023.

ESTAÇÃO de água fica destruída por destroços de enchente em Cubatão. **G1 Santos e Região**, Santos, 25 fev. 2013. Disponível em: http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2013/02/estacao-de-agua-fica-destruida-por-destrocos-de-enchente-em-cubatao.html. Acesso em: 06 ago. 2023.

ESTAÇÃO de tratamento de esgoto se rompe e deixa feridos em Niterói. **G1 Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 17 abr. 2011. Disponível em: http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2011/04/estacao-de-tratamento-de-esgoto-se-rompe-e-deixa-feridos-em-niteroi.html. Acesso em: 06 ago. 2023.

FARAZMAND, Ali. Hurricane Katrina, the crisis of leadership, and chaos management: time for trying the 'surprise management teory in action'. **Public Organization Review**, EUA, v. 9, n. 4, p. 399-412, 2009.

FARBER, Daniel A. Navegando a interseção entre o direito ambiental e o direito dos desastres. *In:* FARBER, Daniel A., CARVALHO, Délton Winter de (org.). **Estudos aprofundados em direito dos desastres**: interfaces comparadas. 2. ed. Curitiba: Appris, 2019. p. 23-57.

FIGUEIRA, Ronaldo Malheiros; BANDINI, Marcos Pellegrini**.** A incorporação das ações de proteção e defesa civil em âmbito municipal. *In*: SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. **Redução de risco de desastres**: uma construção de resiliência local. São Paulo: Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil, 2016. p. 53-67. Disponível em: https://igc.usp.br/biblioteca/wp-content/uploads/sites/6/2018/11/Reducao_de_Risco_de_Desastres_Uma_Constr.pdf . Acesso em: 25 set. 2023.

FRANCISCO, Vanessa Pacola (coord.). **Inspeção predial**: a saúde dos edifícios. São Paulo: IBAPE, 2015.

GENCER, Ebru A. **Como construir cidades mais resilientes**: um manual para líderes do governo local: uma contribuição para a campanha mundial de 2010-2020 construir cidades resilientes – “A Minha Cidade Está a Preparar-se!”. Genebra: UNISDR, 2017. Disponível em: https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/toolkit/documents/Handbook%20for%20local%20government%20leaders%20%5B2017%20Edition%5D_PT_Jan2019.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.

GERMANO, Camilla. Chuvas causam deslizamentos em Petrópolis: seis mortes são confirmadas. **Correio Braziliense**, Rio de Janeiro, 15 fev. 2022. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2022/02/4985604-chuvas-causam-deslizamentos-em-petropolis-veja-imagens.html. Acesso em: 22 ago. 2023.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira *et al.* **Inspeção predial total**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

GRAMANI, Marcelo Fischer *et al.* Diagnóstico das inundações em áreas urbanas do rio Paraíba do Sul e Mantiqueira, SP: subsídio para o plano de contingência. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais** [...] Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 539-553. CD-ROM.

GUIMARÃES, Solange T. de Lima; CERQUEIRA, Homero de Giorge. A percepção dos riscos e desastres ambientais: a busca de paisagens de resiliência. *In*: SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. **Redução de risco de desastres**: uma construção de resiliência local. São Paulo: Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil, 2016. p. 229-240. Disponível em: https://igc.usp.br/biblioteca/wp-content/uploads/sites/6/2018/11/Reducao_de_Risco_de_Desastres_Uma_Constr.pdf . Acesso em: 25 set. 2023.

GÜNTHER, *et al.* O desafio da avaliação da resiliência comunitária aos desastres: uso de indicadores. *In*: GÜNTER, Wanda Maria Risso; CICCOTTI; Larissa; RODRIGUES, Angela Cassia (org.). **Desastres**: múltiplas abordagens e desafios. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. p. 33-51.

HISTÓRICO da criação do Cemaden. São José dos Campos, SP: CEMADEN, 2023. Disponível em: http://www2.cemaden.gov.br/historico-da-criacao-do-cemaden/. Acesso em: 11 ago. 2023.

IBAPE - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. **Inspeção predial**: check-up predial: guia da boa manutenção. São Paulo: Leud, 2012.

IBAPE - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. **Inspeção predial**: a saúde dos edifícios. São Paulo: IBAP, 2015.

IBGE. **Cidades e Estados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sorocaba.html. Acesso em: 26 set. 2023.

IGC (São Paulo). **Região metropolitana de Sorocaba**. São Paulo: IGC, 2023. Disponível em: http://www.igc.sp.gov.br/Imagens/mapRas/rm_sorocaba_mini.jpg. Acesso em: 26 set. 2023.

INFRAESTRUTURA resiliente é quatro vezes mais econômica que reconstruir após desastres. Bruxelas, 25 jun. 2021. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2021/06/1754862. Acesso em: 02 ago. 2023.

IPA (São Paulo). **Missão e campo de atuação**. São Paulo: IPA, 2023. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/ipa/missao/. Acesso em: 25 ago. 2023.

IPT (São Paulo). **Sobre o IPT**. São Paulo: IPT, 2023. Disponível em: https://www.ipt.br/institucional. Acesso em: 29 set. 2023.

JACOBI, Pedro Roberto; SULAIMAN, Samia Nascimento. Educar para a sustentabilidade no contexto dos riscos de desastres. *In*: GÜNTER, Wanda Maria Risso; CICCOTTI; Larissa; RODRIGUES, Angela Cassia (org.). **Desastres**: múltiplas abordagens e desafios. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. p. 03-15.

KRUSE, Bárbara Cristina. **Desastres ambientais e incapacidade de enfrentamento jurídico à dinâmica ambiental do capital no contexto brasileiro**. 2022. Tese (Doutorado em Ciências Sociais Aplicadas) –Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2022. Disponível em: https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/3616. Acesso em: 25 set. 2023.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LARA, Carlos. Consumo elevado de água preocupa e autarquia pede colaboração de todos. **Agência Sorocaba de Notícias,** Sorocaba, SP, 9 set. 2020. Disponível em: https://noticias.sorocaba.sp.gov.br/19387-2/. Acesso em: 05 ago. 2023.

LARA, Carlos. Trabalhos avançam no local do rompimento da adutora. **Agência Sorocaba de Notícias,** Sorocaba, SP, 2 fev. 2017. Disponível em: https://agencia.sorocaba.sp.gov.br/trabalhos-avancam-no-local-do-rompimento-da-adutora/. Acesso em: 06 ago. 2023.

LAURO NETO. Hospital fica inundado, e emergência é suspensa em Franco da Rocha. **O Globo,** Rio de Janeiro, 11 mar. 2016. Disponível em: https://oglobo.globo.com/politica/hospital-fica-inundado-emergencia-suspensa-em-franco-da-rocha-18857532. Acesso em: 06 ago. 2023.

LEMOS, Patrícia Faga Iglecias; DEMANGE, Lia Helena Monteiro de Lima. Aspectos jurídicos da gestão de desastres. *In*: SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. **Redução de risco de desastres**: uma construção de resiliência local. São Paulo: Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil, 2016. p. 27-41. Disponível em: https://igc.usp.br/biblioteca/wp-content/uploads/sites/6/2018/11/Reducao_de_Risco_de_Desastres_Uma_Constr.pdf . Acesso em: 25 set. 2023.

LINHARES, Fábio. Chuva no ES: oito bebês são retirados de maternidade alagada em Cobilândia, Vila Velha. **G1 Espírito Santo**, Espírito Santo, 09 nov. 2018. Disponível em: https://g1.globo.com/es/espirito-santo/noticia/2018/11/09/chuva-no-es-oito-bebes-sao-retirados-de-maternidade-alagada-em-cobilandia-vila-velha.ghtml. Acesso em: 26 set. 2023.

MACEDO, Eduardo Soares de; SANTORO, Jair; ARAÚJO, Regina Elsa. Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) para deslizamentos, Estado de São Paulo, Brasil. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 908-919. CD-ROM.

MALTA, Adnilson. Enchente em Rio Largo: secretário de educação convoca reunião extraordinária para definir estratégias de atuação. **Educação é Notícia**: Órgão informativo da Secretaria de Educação de Rio Largo, Rio Largo, Alagoas, 25 jun. 2010. Disponível em: http://semedriolargo.blogspot.com/2010/06/enchente-em-rio-largo-secretario-de.html. Acesso em: 15 ago. 2023.

MARCHEZINI, Victor; MUNÕZ, Viviana Aguilar; TRAJBER, Rachel. Vulnerabilidade escolar frente desastres no Brasil. **Territorium**, Coimbra, v. 25, p. 161-177, 2018. Disponível em: http://impactumjournals.uc.pt/territorium/article/view/1647-7723_25-2_13/4851. Acesso em: 12 ago. 2023.

MARCO de Sendai para redução do risco de desastres 2015-2030. EUA, 07 abr. 2015. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf. Acesso em: 26 set. 2023.

MARENGO, J. A. Mudanças, condições metereológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. *In*: MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H. S.; ZEE, D. M. W. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. São Paulo: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2010.

MARQUIORO, Tay. Parauapebas está em situação de emergência após incêndio na prefeitura. **Oliberal.com**, Pará, 03 ago. 2022. Disponível em: https://www.oliberal.com/para/parauapebas-esta-em-situacao-de-emergencia-apos-incendio-na-prefeitura-1.570218. Acesso em: 06 ago. 2023.

MARRON, Fernando. GOMES, Beatriz. Volta a chover em São Sebastião e há alerta de risco de novos deslizamentos. **Jornal de Brasília**, Brasília, DF, 28 fev. 2023. Disponível em: https://jornaldebrasilia.com.br/noticias/brasil/volta-a-chover-em-sao-sebastiao-e-ha-alerta-de-risco-de-novos-deslizamentos/. Acesso em: 21 ago. 2023.

MARTINS, Ana Cláudia. Dez unidades de saúde não possuem AVCB. **Jornal Cruzeiro do Sul**, Sorocaba, 29 out. 2022. Disponível em: https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/noticias/2022/10/703797-dez-unidades-de-saude-nao-possuem-avcb.html. Acesso em: 07 ago. 2023.

MATTEDI, Marcos. Dilemas e perspectivas da abordagem sociológica dos desastres naturais. **Tempo Social**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 261-285, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ts/a/qQZRRgCqVjjz7kwHqGdjXCC/. Acesso em: 18 jul. 2023.

MELO, Jamildo. MEC levanta o tamanho dos estragos nas escolas atingidas pelas enchentes. **UOL**. Blog de Jamildo, São Paulo, 30 maio 2017. Disponível em: https://jc.ne10.uol.com.br/blogs/jamildo/2017/05/30/mec-levanta-o-tamanho-dos-estragos-nas-escolas-atingidas-pelas-enchentes/. Acesso em: 06 ago. 2023.

MENDES, Rodolfo Moreda. Colapso e subsidência de solos. *In*: TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. p. 85-98.

MENDONÇA, Francisco; BUFFON, Elaiz Aparecida Mensch. Riscos Híbridos. *In*: BUFFON, E. A. M. *et al.* **Riscos híbridos**: concepções e perspectivas socioambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. p.13-38.

MIGUEZ, Marcelo Gomes *et al.* **Gestão de riscos e desastres hidrológicos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MOREIRA, Renata Pinto; KLINK, Jeroen Johannes. Governança metropolitana de riscos: câmara temática metropolitana CTM-GRA e as cartas geotécnicas de aptidão. **Diálogos Socioambientais**, São Bernardo do Campo – SP, v. 4, n. 12, nov. 2021. Disponível em: https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/598. Acesso em: 21 ago. 2023.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo.** Porto Alegre: Sulina, 2015.

MORIN, Edgar. **A via para o futuro da humanidade.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

MOURA, Rodolfo Baêsso *et al.* Remoções em áreas de risco: repensando práticas de mapeamento com base na justiça territorial e nos saberes da comunidade. *In*: MOREIRA, Fernanda Accioly; ROLNIK, Raquel, SANTORO, Paula Freire (org.). **Cartografias da produção, transitoriedade e despossessão dos territórios populares**: observatório de remoções: relatório bianual 2019-2020. *e-book*. São Paulo: Raquel Rolnik, 2020. p. 223-255. Disponível em: https://www.academia.edu/RegisterToDownload/RelatedWorks. Acesso em: 21 ago. 2023.

NINNO, Lucas. Desastre em Petrópolis: população vulnerável acentua impacto da crise climática. **National Geographic Brasil**, São Paulo, 25 fev. 2022. Disponível em: https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2022/02/desastre-em-petropolis-populacao-vulneravel-acentua-impacto-da-crise-climatica. Acesso em: 06 ago. 2023.

NOGUEIRA, Fábio. O papel do serviço de inteligência na segurança das infraestruturas críticas. **Revista Brasileira de Inteligência**, Brasília, DF, n. 7, p. 79-92, jul. 2012. Disponível em: Revista Brasileira de Inteligência (www.gov.br). Acesso em: 25 jul. 2023.

NUNES, Luci Hidalgo. **Urbanização e desastres naturais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

OLIVEIRA, José Roberto Rodrigues de. Redução de risco de desastre e desenvolvimento local sustentável. *In*: SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. **Redução de risco de desastres**: uma construção de resiliência local. São Paulo: Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil, 2016. 272 p. Disponível em: https://igc.usp.br/biblioteca/wp-content/uploads/sites/6/2018/11/Reducao_de_Risco_de_Desastres_Uma_Constr.pdf . Acesso em: 25 set. 2023.

OLIVEIRA, Luciana Alves de; MELHADO, Sílvio Burrattino; MITIDIERI FILHO, Cláudio Vicente. **Desempenho das edificações**: projeto, construção e manutenção. Rio de Janeiro: LTC, 2023.

ONU - Organização das Nações Unidas Brasil. **Divisão de população**: perspectivas da população mundial 2022**.** Brasília: Nações Unidas, 2022. Disponível em: https://population.un.org/wpp/. Acesso em: 30 set. 2023.

ONU - Organização das Nações Unidas Brasil. **Os objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil.** Brasília: Casa ONU Brasil, 2023. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 26 set. 2023.

PARANÁ. Coordenadoria Estadual da Defesa Civil. **Programa brigadas escolares:** defesa civil na escola (PBEDCE). Curitiba: Coordenadoria Estadual da Defesa Civil, 2021. Disponível em: https://www.defesacivil.pr.gov.br/Pagina/Programa-Brigadas-Escolares. Acesso em: 29 set. 2023.

PELANDA, Lorena. Prédios de Câmara Municipal e de delegacia desabam com chuva de granizo no Paraná. Biguá News, Paraná, 31 jul. 2018. Disponível em: https://biguanews.com.br/predios-de-camara-municipal-e-de-delegacia-desabam-com-chuva-de-granizo-no-parana. Acesso em: 06 ago. 2023.

PEREZ, Rubens César. **Emergências tecnológicas**. Sorocaba: [s.n.], 2016.

PLANO municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Sorocaba – SP: diagnóstico da situação atual da gestão de resíduos sólidos em Sorocaba. Sorocaba: Câmara Municipal; SHS, 2014. Tomo 1. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/cpla/2017/05/sorocaba-vol.-1.pdf. Acesso em: 01 out. 2023.

PMSP - Polícia Militar do Estado de São Paulo. Secretaria de Segurança Pública. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica 01/2019**: procedimentos administrativos. São Paulo: PMSP, 2019. Disponível em: http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT-01-19.pdf. Acesso em: 07 nov. 2022.

PNRRC - Plataforma Nacional para a Redução do Risco de Catástrofes. **Boas práticas de resiliência de infraestruturas críticas:** setor privado e setor empresarial do estado. Portugal: PNRRC, 2017. Disponível em: https://prociv.gov.pt/media/hvglhx52/boas_praticas_resiliencia_infraestruturas_criticas-setor_privado_e_empresarial_estado_2017.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.

PORTNER, Hans-Otto *et al.* **The ocean and cryosphere in a changing climate**: a special report of the intergovernmental panel on climate change. EUA: IPCC, 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/12/SROCC_FullReport_FINAL.pdf. Acesso em: 08 ago. 2023.

PORTUGAL. Divisão de Riscos e Ordenamento – DRO. **Guia de orientação para a constituição de plataformas locais para a redução do risco de catástrofes.** Carnaxide, Portugal: Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, 2020. Disponível em: https://prociv.gov.pt/media/xvhdcgqz/ct_27_guia_plataformas_locais_rrc.pdf. Acesso em: 25 ago. 2023.

PREVENÇÃO de desastres: uma década de colaboração Brasil-Japão na busca do aprimoramento da resiliência brasileira. Brasília: Serviço Geológico do Brasil (SGB), 2023. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Prevencao-de-desastres%3A-uma-decada-de-colaboracao-Brasil-Japao-na-busca-do-aprimoramento-da-resiliencia-brasileira-8080.html. Acesso em: 15 ago. 2023.

RADAR, Luis Carlos. Fotos: enchente em Rio do Sul cota de segurança 11,50m. **Radar**: altovale.com, Taió, SC, 22 out. 2015. Disponível em: http://radaraltovale.com/noticia/noticias/fotos-enchente-em-rio-do-sul-cota-de-seguranca-11-50m-21488. Acesso em: 26 set. 2023.

RAMOS, Marilene; FORMIGA-JOHNSSON, Rosa Maria. **Água, gestão e transição para uma economia verde no Brasil**: propostas para o setor público. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS. 2023. Disponível em: https://www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-23.pdf. Acesso em: 08 ago. 2023.

REPAROS no sistema de abastecimento de água continuam em áreas afetadas pela chuva em Petrópolis. **G1 Região Serrana**, Petrópolis, 26 mar. 2022. Disponível em: https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2022/03/26/reparos-no-sistema-de-abastecimento-de-agua-continuam-em-areas-afetadas-pela-chuva-em-petropolis.ghtml. Acesso em: 06 ago. 2023.

ROCHA, Sônia. **Pobreza no Brasil**: afinal, de que se trata? Rio de Janeiro: FGV, 2003.

ROCHA, Vânia; LONDE, Vânia. **Desastres**: velhos e novos desafios para a saúde coletiva. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2021.

RODRIGUES, Léo. Tragédia em Mariana: sistema controverso já indenizou quase 60 mil. **Agência Brasil**, Rio de Janeiro, 14 maio 2022. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/justica/noticia/2022-05/tragedia-em-mariana-sistema-controverso-ja-indenizou-quase-60-mil. Acesso em: 30 set. 2023.

SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sorocaba. 2022. Disponível em: https://www.saaesorocaba.com.br/agua/. Acesso em: 09 nov. 2022.

SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sorocaba. **Plano de contingência do sistema de abastecimento de água 2021**. Sorocaba, set. 2021. Versão 1.

SALVADOR, Mozar de Araújo (org.). **Danos sociais e econômicos decorrentes de desastres naturais em consequência de fenômenos meteorológicos no Brasil**: 2010 – 2019. Brasília: INMET, 2021. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/uploads/publicacoesDigitais/impactos-clima-2010-20192.pdf. Acesso em: 24 jul. 2023.

SANEPAR trabalha para normalizar o abastecimento de água em todo o Estado. Paraná: VVALE, 2014. Disponível em: https://www.vvale.com.br/seguranca/sanepar-trabalha-para-normalizar-o-abastecimento-de-agua-em-todo-o-estado/. Acesso em: 26 set. 2023.

SANTORO, Jair. Erosão continental. *In:* TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. p. 53-70.

SANTOS, Akiko. O que é transdisciplinaridade. **Rural Semanal**, Rio de Janeiro, 22-28 ago.; 29-04 set. 2005. Disponível em: http://ufrrj.br/leptrans/arquivos/O_QUE_e_TRANSDISCIPLINARIDADE.pdf. Acesso em: 23 ago. 2023.

SANTOS, Álvaro Rodrigues dos. **Cidades & Geologia**: discussão técnica e proposição de projetos de lei de grande interesse para as populações urbanas. São Paulo: Rudder, 2017.

SANTOS, Daiene Bittencourt; CARVALHO, Bruno Eustáquio Ferreira Castro de; CAVALCANTE, Sarita de Paula Pereira. Segurança de infraestruturas críticas no Brasil. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS, 19., 2011, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: Associação Brasileira de Recursos Hídrico, 2011. Disponível em: https://www.gov.br/servidor/pt-br/acesso-a-informacao/servidor/carreiras/gestao-estrategica/estudos/carvalho-et-alli_2011_seguranca-de-infraestruturas-criticas.pdf. Acesso em: 26 set. 2023.

SANTOS, Laís Silveira; SERAFIM, Maurício C. Quando o desastre bate à porta: reflexões sobre a ética da gestão pública de riscos e de desastres. **Administração Pública e Gestão Social**, Viçosa, v. 12, n. 2, 2020. Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=351562414007. Acesso em: 18 jul. 2023.

SÃO PAULO (Estado). Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. Segurança contra incêndio. Legislação: consulta. São Paulo: CBPMESP, 2022. Disponível em: http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/portalcb/_seguranca-contra-incendio/legisconsulta.php. Acesso em: 26 set. 2023.

SÃO PAULO (Estado). Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 01/2019**: procedimentos administrativos. São Paulo: CBPMSP, 2019. Disponível em: http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT-01-19.pdf. Acesso em: 07 nov. 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 63.911, de 10 de dezembro de 2018**. Institui o Regulamento de Segurança Contra Incêndios das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. São Paulo: Governo do Estado, 2018. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2018/decreto-63911-10.12.2018.html. Acesso em: 22 ago. 2023.

SÃO PAULO (Estado). Governo do Estado de São Paulo. **Centro de estudos e pesquisas sobre desastres.** São Paulo: Núcleo de Gerenciamento de Emergência, 2023. Disponível em: http://www.defesacivil.sp.gov.br/centro-de-estudos-e-pesquisas-sobre-desastres/. Acesso em: 01 out. 2023.

SÃO PAULO (Estado). Governo do Estado de São Paulo. **Relatório da operação dos planos preventivos de defesa civil – PPDC**: operação verão 2016-2017. São Paulo: Instituto Geológico (IC), 2017. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/11/RELAT_PPDC_2016-2017_FINAL.pdf. Acesso em: 01 out. 2023.

SILVA, Paulo César Fernandes da; PRESSINOTTI, Márcia Maria Nogueira (coord.). **Mapeamento de áreas de risco a escorregamento e inundação:** termo de cooperação técnica IG-CEDEC de 30/09/2004. Sorocaba: IG; CEDEC, 2005. Disponível em: http://www.sidec.sp.gov.br/map_risco/uploads/doc1350327277.pdf. Acesso em: 01 out. 2023.

SILVA, Valdir Pignatta e. **Segurança contra incêndio em edifícios**: considerações para o projeto de arquitetura. São Paulo: Blucher, 2014.

SINTAEMA – Sindicato dos Trabalhadores em Água, Esgoto, e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **SABESP**: inundação na ETE São Miguel. São Paulo: Sintaema, 2016. Disponível em: https://sintaemasp.org.br/noticias/sabesp-inundacao-na-ete-sao-miguel. Acesso em: 26 set. 2023.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Redes de infraestruturas críticas**: análise de desempenho e riscos dos setores de energia, gás, água, finanças, logística e comunicações. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

SOBRE O CEPED. Florianópolis, SC: CEPED UFSC, 2023. Disponível em: https://www.ceped.ufsc.br/institucional/. Acesso em: 12 ago. 2023.

SOROCABA (SP). **Acessibilidade**. Sorocaba: Câmara Municipal, 2023. Disponível em: https://api.sorocaba.sp.gov.br/pub-consulta/#/publicacoes?filter_fields=descricaoObjeto%2aACESSIBILIDADE. Acesso em: 25 jul. 2023.

SOROCABA (SP). **Decreto nº 24.038, de 5 de setembro de 2018**. Dispõe sobre o Plano de Contingência de Defesa Civil de Sorocaba e dá outras providências**.** Sorocaba: Câmara Municipal, 2018. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a1/sp/s/sorocaba/decreto/2018/2404/24038/decreto-n-24038-2018-dispoe-sobre-o-plano-de-contingencia-de-defesa-civil-de-sorocaba-e-da-outras-providencias?q=24038. Acesso em: 01 out. 2023.

SUN, Lisa Grow. Smart growth: expansão urbana inteligente em lugares pouco inteligentes: sustentabilidade, desastres e o futuro da cidade americana. *In*: FARBER, Daniel A., CARVALHO, Délton Winter de. (org.). **Estudos aprofundados em direito dos desastres**: interfaces comparadas. Curitiba: Appris, 2019. p. 149-198.

TAVARES, Renato. Clima, tempo e desastres. *In:* TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. p. 111-146.

THE HUMAN cost of weather-related disasters: 1995-2015. Brussels, Belgium: CRED; UNISDR, 2015. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/46796_cop21weatherdisastersreport2015.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Pini, 2001.

TOMINAGA, Lídia Keiko. Análise e mapeamento de risco. *In:* TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2015a. p. 147-160.

TOMINAGA, Lídia Keiko. Desastres naturais: por que ocorrem? *In:* TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2015b. p. 11-23.

TOMINAGA, Lídia Keiko. Escorregamentos. *In*: TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2015c. p. 25-38.

TOMINAGA, Lídia Keiko; GRAMANI, Marcelo Fischer. Identificação e mapeamento de áreas de risco de desastres naturais. *In*: SÃO PAULO (ESTADO). Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. **Redução de risco de desastres**: uma construção de resiliência local. São Paulo: Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil, 2016. p. 69 -93. Disponível em: https://igc.usp.br/biblioteca/wp-content/uploads/sites/6/2018/11/Reducao_de_Risco_de_Desastres_Uma_Constr.pdf . Acesso em: 25 set. 2023.

UMA SEMANA após enchente, Franco da Rocha tem lama e desabrigados. **G1 São Paulo**, São Paulo, 18 mar. 2016. Disponível em: https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/03/uma-semana-apos-enchente-franco-da-rocha-tem-lama-e-desabrigados.html. Acesso em: 06 ago. 2023.

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **Terminology on united nations international strategy for disaster risk reduction.** Geórgia: PNUD, 2009. Disponível em: https://www.undp.org/georgia/publications/united-nations-international-strategy-disaster-reduction-unisdr-terminology-2009. Acesso em: 30 set. 2023.

VEYRET, Yvette (org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2013.

VEYRET, Yvette; RICHEMOND, Nancy Meschinet de. Definições e vulnerabilidades do risco. *In*: VEYRET, Yvette (org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2013. p. 25-46.

VITOR NETTO. Vendaval afeta estrutura da prefeitura de Criciúma. **4oito,** Criciúma, SC, 19 dez., 2020. Disponível em: https://www.4oito.com.br/noticia/vendaval-afeta-telhado-da-prefeitura-de-criciuma-39572. Acesso em: 06 ago.2023.

WMO - World Meteorological Organization. **WMO atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water extremes (1970–2019).** Geneva, Switzerland: Publications Board, 2021.Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10989. Acesso em: 08 ago. 2022.

ZUQUETTE, Lázaro. **Riscos, desastres e eventos naturais perigosos**: aspectos conceituais na análise e estimativa de riscos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

APÊNDICE A – Questionário de pesquisa

Sorocaba, ____ de_____ de 2022

Prezado Senhor(a), _____

Como etapa parcial contida no desenvolvimento de minha tese de Doutorado em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba - UNISO, estou procedendo a realização de uma pesquisa sobre o tema "Desastres naturais: proposta de um modelo de gestão de riscos e proteção da infraestrutura crítica municipal“.

Esta tese de Doutorado em fase de elaboração e de coleta de dados tem como orientador o Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves do PPGPTA – Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba.

O objetivo desta pesquisa é verificar se a proposta deste modelo, conforme está apresentado no trabalho visando o aumento da resiliência das infraestruturas críticas municipais e proteção dessas estruturas baseadas na gestão de riscos de desastres, através dos estudos realizados pelo autor e da análise das práticas correntes em outros países, estão em consonância com a experiência e com os procedimentos atuais adotados pelos estabelecimentos e órgãos municipais em estudo, sobretudo abordando melhorias contínuas nos processos e analisando as dificuldades que envolvem as etapas de gestão de riscos e possibilidades de ações na retomada das atividades após algum desastre ou evento danoso, principalmente os que afetam diretamente o funcionamento da sociedade, em especial inundações e deslizamentos e seus eventos secundários.

Neste contexto, venho solicitar a cordialidade da sua resposta a presente pesquisa e também de outros especialistas e/ou colaboradores que porventura estejam diretamente envolvidos na segurança e proteção dessas infraestruturas, assim como no gerenciamento de processos e manutenção das estruturas e instalações.

Essas respostas serão tratadas de forma sigilosa quanto à fonte das informações e terão fundamental importância na sequência e resultados do trabalho de pesquisa, sendo fundamental para incorporação de sugestões.

Declaro, outrossim, meu compromisso com sigilo e comprometo-me a compartilhar os resultados obtidos no presente trabalho.

Antecipadamente agradeço a sua participação e cooperação nesta etapa parcial da pesquisa colocando-me à disposição e empenho para quaisquer outros esclarecimentos com relação ao tema e esta solicitação.

Atenciosamente,

Mário Sérgio Killian
Doutorado/Aluno PPGPTA
Processos Tecnológicos e Ambientais UNISO Universidade de Sorocaba.

Questionário 1 – Destinado a estabelecimentos municipais

Nome:_____

Empresa:_____

Cargo/Função:_____

Escolaridade: _____

Especializações: _____

Tempo de empresa:_____

Parte A

1. Qual é o estabelecimento (infraestrutura) municipal, ou órgão que o Sr (a) atua?:

( ) Tratamento de água

( ) Tratamento de esgoto

( ) Energia

( ) Industria

( ) Escolar

( ) Saúde

( ) Outros:_____

2. Seu estabelecimento possui Plano de Contingência para enfrentamento de situações emergenciais? Este Plano contempla desastres?

( ) Sim

( ) Não

3. Qual é o número estimado de funcionários que trabalham nas instalações?

( ) até 100

( ) 100 a 500

( ) mais de 500

4. Alguns colaboradores de seu estabelecimento exercem atividades externas com frequência?

( ) Sim

( ) Não

5. O estabelecimento/órgão possui um modelo para promover a adequada preservação, proteção e segurança das infraestruturas críticas e uma cultura de gestão de risco e resiliência para as suas atividades?

( ) Sim

( ) Não

( ) Não sei opinar

6. No atual panorama de mudanças climáticas e aumento de ocorrências e danos às infraestruturas o estabelecimento/órgão possui previsão em definir e planejar estratégias para reduzir a probabilidade de ocorrência de eventos e, ou as suas consequências e impactos?

( ) Sim

( ) Não

( ) Não sei opinar

7. O estabelecimento possui algum sistema de aviso/alerta interno para eventos perigosos ou emergências?

( ) Sim

( ) Não

( ) Não sei opinar

8. O estabelecimento já foi afetado por algum evento perigoso que tinha possibilidade de afetar o meio ambiente e/paralisar as atividades e fornecimento? (mesmo que tenha sido de pequena magnitude)

( ) Sim

( ) Não

( ) Não sei opinar

9. Em caso de um evento de desastre que afete a infraestrutura municipal a qual o Sr(a). pertence, quais seriam as prováveis consequências mais relevantes que podem ocorrer:

( ) Prejuízos ao abastecimento de produtos e serviços à população

( ) Perigos diversos para as pessoas (funcionários e empregados)

( ) Dificuldades para fuga e transporte das pessoas – internamente

( ) Dificuldades para fuga e transporte das pessoas – externamente
( ) Risco de morte
( ) Danos ao meio ambiente interno ou externo
( ) Queda de energia ou falta de água
( ) Danos à estrutura física do edifício
( ) Perdas e danos aos equipamentos e ativos
( ) Vazamento de produtos perigosos
( ) Ruptura de tubulações e redes de abastecimento
( ) Dificuldades de acesso de materiais e equipamentos ao edifício para socorro
( ) Demora no restabelecimento dos serviços
( ) Outros:_____

Parte B

Quais melhorias os Srs. (Sras.) que atuam em estabelecimento de infraestrutura poderiam sugerir para aumento da resiliência das infraestruturas críticas municipais e proteção dessas estruturas baseadas na gestão de riscos de desastres?

- Proteção das pessoas:
( ) Criação de Grupo de Primeira Intervenção
( ) Equipamentos de emergência e primeiros socorros
( ) Implantação de um sistema de alarme interno para emergências
( ) Formação especial para socorrismo
( ) Formação diferenciado para incêndios
( ) Localização de um ponto de encontro visível e área de abrigo e conhecido
( ) Equipamentos de Proteção Individual para caso de emergências
( ) Quadro de avisos com o fluxo para eventos perigosos com procedimentos e responsabilidades
( ) Programas de educação voltados ao tema
( ) Outras sugestões: _____

- Localização da infraestrutura:
( ) Previsão de medidas estruturais para riscos de deslizamento, inundações etc,
( ) Estudos e medidas para diminuição de exposição a riscos internos
( ) Estudos e medidas para diminuição de exposição a riscos externos
( ) Manutenção sistemática do entorno do edifício

( ) Controle do ambiente de entorno para evitar novas ocupações irregulares
( ) Outras sugestões: _____

- Características construtivas:
( ) Criação de medidas estruturais para riscos de deslizamento, inundações etc,
( ) Modificação de sistemas e estrutura de equipamentos para a proteção dos mesmos no caso de emergências
( ) Manutenção periódica e sistemática do edifício dos sistemas e subsistemas: civil, elétrico, hidráulico e estrutural
( ) Prever espaço suficiente para chegada e saída de viaturas, materiais e equipamentos em caso de socorro
( ) Criação de elementos corta-fogo: portas, barreiras etc.
( ) Criação, construção e implementação de elementos protetores para cabos, linhas, geradores, postos de transformação de energia etc.
( ) Criação, construção e implementação de elementos ou barreiras de contenção ou proteção para tanques ou elementos de armazenamento de materiais e substâncias perigosas, contaminantes e inflamáveis
( ) Manter sistemas de proteção a descargas atmosféricas em condições de desempenho com manutenção e inspeção periódicas
( ) Manutenção periódica de vias e portões de acesso às instalações
( ) Outras sugestões:_____

- Sistemas de energia:
( ) Implantação de geradores de emergência
( ) Implantação de mecanismos inibidores de sobrecarga de energia
( ) Implantação de mecanismos para proteção física das linhas de energia e outras linhas afins
( ) Manter constante relação com os fornecedores de energia da região (concessionárias) para elaboração e manutenção de protocolos de fornecimento de energia em caso de emergência
( ) Outras sugestões:_____

- Proteção contra incêndio:

( ) Implantação de uma função de responsável pela segurança de incêndio, principalmente nos locais onde não há Brigada de Incêndio oficializada, com formação específica

( ) Manutenção das condições de segurança de acordo o projeto de proteção e combate a incêndios

( ) Manutenção das condições estruturais e sistemas de combate a incêndio em condições de desempenho

( ) Manter as saídas e rotas de fuga em condições de evacuação

( ) Manter as áreas e pontos de encontro livres

( ) Manter os locais de armazenamento de produtos inflamáveis de acordo projeto e legislação ou instruções normativas

( ) Manter os acessos controlados livres em caso de emergência

( ) Manter regras rígidas para uso de dispositivos produtores de chama e áreas de fumantes

( ) Manter procedimentos rígidos para serviços com uso de equipamentos produtores de chama ou calor

( ) Realizar inspeções sistemáticas e periódicas nas instalações de proteção e combate a incêndios

( ) Realizar treinamentos e simulados constantemente

( ) Realizar treinamentos em procedimentos de resposta a incêndios, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.

( ) Outras sugestões:_____

- Proteção contra inundação, enchente ou alagamento:

( ) Criar plano de evacuação em face de inundação

( ) Implantação de sistemas de elevação de estruturas que englobem elementos considerados críticos para o funcionamento e desempenho da infraestrutura

( ) Construção de novas estruturas a prova de inundação, elevadas ou protegidas por paredes ou diques

( ) Elevar a entrada da edificação ou estabelecimento através de barreiras físicas

( ) Construir estruturas físicas resistentes à pressões hidrostáticas

( ) Instalar sistema de alarme de enchente e inundação

( ) Instalar sistemas de drenagem físicos ou de bombeamento, com válvulas de retenção

( ) Instalar sistemas de proteção para os serviços, através da elevação do nível acima da cota prevista de inundação

( ) Regulamentar uso do espaço interno do estabelecimento

( ) Proteger equipamentos críticos em espaços próprios

( ) Implementar plataformas removíveis para equipamentos e materiais críticos

( ) Prever medidas de proteção com instalação de vedações e tampas, temporárias ou removíveis nas aberturas dos edifícios

( ) Criar mecanismos de tamponamento em bacias sanitárias e afins

( ) Realizar manutenção periódica em calhas, condutores, grelhas, canaletas ou outros sistemas de escoamento de água

( ) Realizar treinamentos em procedimentos de prevenção e resposta a inundações, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.

( ) Outras sugestões:_____

- Proteção contra deslizamentos:

( ) Prever controle e monitoramento dos locais com risco de deslizamento

( ) Verificar estabilidade de taludes e terrenos do entorno

( ) Criar plano de evacuação em face de deslizamentos de encostas

( ) Construção de novas estruturas e medidas estruturais para a proteção contra deslizamentos, através de barreiras físicas

( ) Construir estruturas físicas resistentes à empuxo de solos onde for de pequena proporção

( ) Instalar sistema de alarme contra deslizamentos de terra

( ) Regulamentar uso do espaço interno do estabelecimento para prevenção

( ) Proteger equipamentos críticos em espaços próprios

( ) Implementar plataformas removíveis para equipamentos e materiais críticos

( ) Realizar treinamentos em procedimentos de prevenção e resposta deslizamentos, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.

( ) Outras sugestões:_____

- Formação e exercícios:

( ) Fornecimento de treinamentos específicos para gestão de desastres e situações de emergência quando da criação de Grupo de Primeira Intervenção

( ) Treinamento para o correto uso de equipamentos de emergência e primeiros socorros

( ) Treinamento informativo sobre o sistema de alarme interno para emergências

( ) Formação especial para socorrismo

( ) Formação diferenciado para incêndios

( ) Treinamento informativo para evacuação para o ponto de encontro e área de abrigo

( ) Treinamento para uso do Equipamentos de Proteção Individual para caso de emergências

( ) Fornecer exercícios simulados para atualização da operação de seu Plano de Contingência

( ) Implantar testes e verificações regulares dos equipamentos e sistemas

( ) Promover exercícios, cursos, treinamentos e simulados com participação das entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.

( ) Outras sugestões:_____

- Outras melhorias gerais:

( ) Sugestões livres:

Questionário 2 – Destinado a órgãos e entidades atuantes no tema

Nome: _____

Órgão: _____

Cargo/Função: _____

Especializações: _____

Tempo de serviço: _____

Parte A

1. Qual é o órgão que o Sr(a) atua?:

( ) Saúde

( ) Defesa Civil

( ) Bombeiros

( ) Polícia/Segurança Pública

( ) Ensino/Pesquisa/Universidades

( ) Outros: _____

2. Na atuação de seu órgão é praxe os estabelecimentos de infraestrutura crítica municipal possuir Plano de Contingência para enfrentamento de situações emergenciais?

( ) Sim

( ) Não

3. De forma geral eles possuem alguns outros tipos de planos para enfrentamento de desastres, sejam eles emergências ou de maior vulto como inundações e deslizamentos?

( ) sim

( ) não

4. As pessoas que trabalham nessas infraestruturas municipais, de uma forma geral, estão treinadas e conseguem agir na ocorrência desses eventos, principalmente com relação às primeiras intervenções?

( ) Sim

( ) Não

5. Com relação à comunicação desses eventos os estabelecimentos possuem capacidade e conseguem executar essa etapa importante com boa capacidade, já que essa ação de comunicação é muito importante?

( ) Sim

( ) Não

( ) Não sei opinar

6. Com relação à localização das infraestruturas municipais, de maneira geral, estão localizadas de forma a serem acessadas rapidamente em caso de emergências e eventos críticos?

( ) Sim

( ) Não

( ) Não sei opinar

7. O estabelecimentos possuem algum sistema de aviso/alerta interno para eventos danosos?

( ) Sim

( ) Não

( ) Não sei opinar

8. Quanto às características construtivas, os projetos atendem os princípios básicos para acessos, evacuação de pessoas e manobras de viaturas e equipamentos em caso de socorro nos eventos emergenciais?

( ) Sim

( ) Não

9. Os órgãos em que os srs. (a) trabalham sentem alguma dificuldade com relação ao fornecimento de energia ou água para suprimento de seus equipamentos em caso de emergências?

( ) Sim

( ) Não

10. Quais são os maiores problemas ou dificuldades que os órgãos encontram no caso de uma emergência ou desastre para atendimento aos estabelecimentos de infraestrutura crítica nos municípios? (pode marcar mais de um):

( ) Comunicação do evento deficiente ou com informações erradas
( ) Falta de liderança no estabelecimento para evacuação das pessoas
( ) Falta de atuação dos empregados/funcionários nas primeiras intervenções
( ) Dificuldade de acesso ao local do problema, ruas, vias e instalações
( ) Falta de energia, água ou outro insumo para atendimento
( ) Tipologia do edifício, alturas, portões, portas, janelas que dificultam o trabalho
( ) Material estocado erradamente prejudicando o acesso
( ) Falta de treinamento dos funcionários/empregados para emergências
( ) Falta de EPIs ou equipamentos para emergências
( ) Edifício com manutenção precária
( ) Falta de procedimentos sistemáticos pelo estabelecimento para ocorrências
( ) Materiais perigosos estocados sem conhecimento pelos empregados
( ) Equipamentos de pressão e ou especiais sem proteção segura
( ) Falta de proteção para a população do entorno
( ) Ocupação irregular de locais no entorno
( ) Falta de Plano de Emergência
( ) Outros:_____

Parte B

Quais melhorias os órgãos que tratam desse tema poderiam sugerir para aumento da resiliência das infraestruturas críticas municipais e proteção dessas estruturas baseadas na gestão de riscos de desastres? (marcar com um x)

- Proteção das pessoas:
( ) Criação de Grupo de Primeira Intervenção
( ) Equipamentos de emergência e primeiros socorros
( ) Implantação de um sistema de alarme interno para emergências
( ) Formação especial para socorrismo
( ) Formação diferenciado para incêndios
( ) Localização de um ponto de encontro visível e área de abrigo e conhecido

( ) Equipamentos de Proteção Individual para caso de emergências

( ) Quadro de avisos com o fluxo para eventos perigosos com procedimentos e responsabilidades

( ) Programas de educação voltados ao tema

( ) Outras sugestões: _____

- Localização da infraestrutura:

( ) Previsão de medidas estruturais para riscos de deslizamento, inundações etc,

( ) Estudos e medidas para diminuição de exposição a riscos internos

( ) Estudos e medidas para diminuição de exposição a riscos externos

( ) Manutenção sistemática do entorno do edifício

( ) Controle do ambiente de entorno para evitar novas ocupações irregulares

( ) Outras sugestões: _____

- Características construtivas:

( ) Criação de medidas estruturais para riscos de deslizamento, inundações etc,

( ) Modificação de sistemas e estrutura de equipamentos para a proteção dos mesmos no caso de emergências

( ) Manutenção periódica e sistemática do edifício dos sistemas e subsistemas: civil, elétrico, hidráulico e estrutural

( ) Prever espaço suficiente para chegada e saída de viaturas, materiais e equipamentos em caso de socorro

( ) Criação de elementos corta-fogo: portas, barreiras etc.

( ) Criação, construção e implementação de elementos protetores para cabos, linhas, geradores, postos de transformação de energia etc.

( ) Criação, construção e implementação de elementos ou barreiras de contenção ou proteção para tanques ou elementos de armazenamento de materiais e substâncias perigosas, contaminantes e inflamáveis

( ) Manter sistemas de proteção a descargas atmosféricas em condições de desempenho com manutenção e inspeção periódicas

( ) Manutenção periódica de vias e portões de acesso às instalações

( ) Outras sugestões:_____

- Sistemas de energia:

( ) Implantação de geradores de emergência

( ) Implantação de mecanismos inibidores de sobrecarga de energia

( ) Implantação de mecanismos para proteção física das linhas de energia e outras linhas afins

( ) Manter constante relação com os fornecedores de energia da região (concessionárias) para elaboração e manutenção de protocolos de fornecimento de energia em caso de emergência

( ) Outras sugestões:_____

- Proteção contra incêndio:

( ) Implantação de uma função de responsável pela segurança de incêndio, principalmente nos locais onde não há Brigada de Incêndio oficializada, com formação específica

( ) Manutenção das condições de segurança de acordo o projeto de proteção e combate a incêndios

( ) Manutenção das condições estruturais e sistemas de combate a incêndio em condições de desempenho

( ) Manter as saídas e rotas de fuga em condições de evacuação

( ) Manter as áreas e pontos de encontro livres

( ) Manter os locais de armazenamento de produtos inflamáveis de acordo projeto e legislação ou instruções normativas

( ) Manter os acessos controlados livres em caso de emergência

( ) Manter regras rígidas para uso de dispositivos produtores de chama e áreas de fumantes

( ) Manter procedimentos rígidos para serviços com uso de equipamentos produtores de chama ou calor

( ) Realizar inspeções sistemáticas e periódicas nas instalações de proteção e combate a incêndios

( ) Realizar treinamentos e simulados constantemente

( ) Realizar treinamentos em procedimentos de resposta a incêndios, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.

( ) Outras sugestões:_____

- Proteção contra inundação, enchente ou alagamento:

( ) Criar plano de evacuação em face de inundação

( ) Implantação de sistemas de elevação de estruturas que englobem elementos considerados críticos para o funcionamento e desempenho da infraestrutura

( ) Construção de novas estruturas a prova de inundação, elevadas ou protegidas por paredes ou diques

( ) Elevar a entrada da edificação ou estabelecimento através de barreiras físicas

( ) Construir estruturas físicas resistentes à pressões hidrostáticas

( ) Instalar sistema de alarme de enchente e inundação

( ) Instalar sistemas de drenagem físicos ou de bombeamento, com válvulas de retenção

( ) Instalar sistemas de proteção para os serviços, através da elevação do nível acima da cota prevista de inundação

( ) Regulamentar uso do espaço interno do estabelecimento

( ) Proteger equipamentos críticos em espaços próprios

( ) Implementar plataformas removíveis para equipamentos e materiais críticos

( ) Prever medidas de proteção com instalação de vedações e tampas, temporárias ou removíveis nas aberturas dos edifícios

( ) Criar mecanismos de tamponamento em bacias sanitárias e afins

( ) Realizar manutenção periódica em calhas, condutores, grelhas, canaletas ou outros sistemas de escoamento de água

( ) Realizar treinamentos em procedimentos de prevenção e resposta a inundações, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.

( ) Outras sugestões:_____

- Proteção contra deslizamentos:

( ) Prever controle e monitoramento dos locais com risco de deslizamento

( ) Verificar estabilidade de taludes e terrenos do entorno

( ) Criar plano de evacuação em face de deslizamentos de encostas

( ) Construção de novas estruturas e medidas estruturais para a proteção contra deslizamentos, através de barreiras físicas

( ) Construir estruturas físicas resistentes à empuxo de solos onde for de pequena proporção
( ) Instalar sistema de alarme contra deslizamentos de terra
( ) Regulamentar uso do espaço interno do estabelecimento para prevenção
( ) Proteger equipamentos críticos em espaços próprios
( ) Implementar plataformas removíveis para equipamentos e materiais críticos
( ) Realizar treinamentos em procedimentos de prevenção e resposta deslizamentos, com participação e entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.
( ) Outras sugestões:_____

- Formação e exercícios:
( ) Fornecimento de treinamentos específicos para gestão de desastres e situações de emergência quando da criação de Grupo de Primeira Intervenção
( ) Treinamento para o correto uso de equipamentos de emergência e primeiros socorros
( ) Treinamento informativo sobre o sistema de alarme interno para emergências
( ) Formação especial para socorrismo
( ) Formação diferenciado para incêndios
( ) Treinamento informativo para evacuação para o ponto de encontro e área de abrigo
( ) Treinamento para uso do Equipamentos de Proteção Individual para caso de emergências
( ) Fornecer exercícios simulados para atualização da operação de seu Plano de Contingência
( ) Implantar testes e verificações regulares dos equipamentos e sistemas
( ) Promover exercícios, cursos, treinamentos e simulados com participação das entidades parceiras, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia, inclusive população do entorno.
( ) Outras sugestões:_____
Quais outras sugestões ou melhorias este órgão/entidade vislumbra como importante incluir no presente trabalho de forma que possa proporcionar o aumento da resiliência das infraestruturas críticas municipais e proteção das mesmas, considerando o alto grau de conhecimento e de técnica que o mesmo possui, e que no momento podem

estar não sendo aproveitados ou então subutilizados, seja por questão de deficiência estrutural dos municípios ou por algum outro motivo.

- Outras melhorias gerais:
( ) Sugestões livres:

APÊNDICE B – Plano de ação para gestão de riscos e proteção da infraestrutura crítica municipal

APRESENTAÇÃO

SUMÁRIO

1 IINFORMAÇÕES

1.1 Introdução

1.2 Objetivo

1.3 Recursos humanos

1.4 Recursos documentais

1.5 Fontes de informações

2 DESCRIÇÃO DO LOCAL

2.1 Dados do local/infraestrutura

2.1.1 Descrição

2.1.2 Localização

2.1.3 Características construtivas

2.1.4 Fotografia

3 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS

3.1 Sistemas de comunicação

3.2 Alimentação de energia

3.3 Recursos em situações de desastres/eventos extremos

4 SITUAÇÕES EMERGENCIAIS

4.1 Identificação das situações críticas

4.2 Avaliação preliminar

5 NOTIFICAÇÃO

5.1 Notificação interna

5.2 Notificação externa

5.3 Sistemas de alerta

6 RESPONSABILIDADES

6.1 Responsabilidade do proprietário/usuário

6.2 Responsabilidade equipe de segurança

6.3 Responsabilidade órgãos externos/parceiros

7 AVALIAÇÃO DO PLANO

8. MEDIDAS PROPOSTAS

7.1 Medidas propostas para aumento da resiliência - proteção das pessoas

7.2 Medidas propostas para aumento da resiliência – em face da localização

7.3 Medidas propostas para aumento da resiliência – em face das características construtivas

7.4 Medidas propostas para aumento da resiliência – em relação aos sistemas de energia

7.5 Medidas propostas para aumento da resiliência – com relação aos sistemas de proteção contra incêndios

7.6 Medidas propostas para aumento da resiliência – com relação aos sistemas de proteção contra inundação

7.7 Medidas propostas para aumento da resiliência – com relação aos sistemas de proteção contra deslizamentos e outros movimentos de massa

7.8 Medidas propostas para aumento da resiliência – proteção contra intrusão

7.9 Medidas propostas para aumento da resiliência – formação e treinamento

7.10 Medidas propostas para aumento da resiliência – inspeção predial preventiva

1 INFORMAÇÕES

1.1 Introdução

O presente “Plano de Ação para Gestão de Risco e Proteção da Infraestrutura Crítica Municipal” estabelece informações para efetivação de propostas para que os gestores públicos identifiquem e estabeleçam prioridades com relação aos estabelecimentos e sistemas pertencentes às infraestruturas críticas municipais, com finalidade de aumentar a resiliência, proteção e sua segurança com relação às próprias instalações, ao meio ambiente e à sociedade.

As edificações, sistemas e instalações consideradas de infraestrutura crítica no âmbito municipal são normalmente descentralizadas do edifício da prefeitura e por esse motivo não dispõe de toda documentação e seus administradores não possuem conhecimento de todas as características importantes para uma atuação preventiva em caso de eventos perigosos e extremos.

Trata-se assim de uma compilação de informações já existentes que se encontram espalhadas pelos diversos locais do órgão público.

1.2 Objetivo

O “Plano de Ação para Gestão de Risco e Proteção da Infraestrutura Crítica Municipal” é um documento que tem por objetivo identificar, classificar e propor as medidas de proteção e segurança para as edificações públicas municipais e outras infraestruturas críticas.

Estas medidas visam o aumento da resiliência dessas infraestruturas e de emergência que possam pôr em risco a integridade das estruturas e instalações, bem como definir ações e responsabilidades dos colaboradores e instituições envolvidas, corroborando para a prevenção e mitigação dos desastres ocasionados por adversidades, às quais estão sujeitas o empreendimento em estudo os seguintes itens:

(i) Descrição dos recursos humanos disponíveis na localidade;

(ii) Descrição dos recursos documentais;

(iii) Descrição do local do estabelecimento, sua localização e suas características construtivas;

(iv) Descrição dos recursos materiais e logísticos, sistemas de comunicação disponíveis, alimentação de energia, recursos em situações de desastres/eventos extremos;

(v) Descrição das situações emergenciais que possam afetar a infraestrutura, identificação das situações críticas e avaliação preliminar;

(vi) Informações sobre a notificação, notificação interna, notificação externa e sistemas de alerta existentes;

(vii) Descrição das responsabilidades, responsabilidade do proprietário/usuário, da equipe de proteção e segurança, responsabilidade órgãos externos/parceiros.

(vii) Detalhamento das medidas propostas.

1.3 Recursos humanos

A _____deverá possuir uma equipe de proteção e segurança (Equipe de Resposta a Emergências) formada com o objetivo de desenvolver as ações necessárias ao cumprimento da legislação, garantia da segurança dos colaboradores e das pessoas que possam ser atingidas em caso de ocorrência de eventos extremos e desastres, além da proteção das instalações e equipamentos da localidade.

Importante existir um quadro nominal de cada colaborador, empregado ou terceirizado que esteja lotado no estabelecimento.

1.4 Recursos documentais

Deve haver uma adequada localização e armazenamento de documentos importantes referentes a presente _____, mesmo que em forma de cópia, em arquivo protegido e bem localizado. A lista de documentos pode não ser a mesma para todos os estabelecimentos, mas adequada a cada localidade. Trata-se de documentação importante para casos de emergência pois carregam informações de diversas atividades e material técnico específico.

A fonte de consulta ou fornecimento do respectivo documento pode ser uma determinada secretaria municipal, uma autarquia, um órgão externo etc. Os

documentos podem variar de um município para o outro, além das fontes que podem ser diferentes dependendo do organograma.

Documento	Fornecedor/fonte
Projetos: Arquitetônico, plantas, fachadas etc.	Secretaria municipal responsável
Projetos legais completos da edificação, das instalações: estrutural, hidráulica, elétrica, etc.	Secretaria municipal responsável
Alvará de Construção	Secretaria municipal responsável
Licenças de funcionamento	Secretaria municipal responsável
Laudos e atestados de SPDA, estanqueidade de gás, pressurização etc.	Secretaria municipal responsável
Certificado de Brigada de Incêndio	Secretaria municipal gestora Secretaria municipal responsável
AVCB Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros	Secretaria municipal gestora Secretaria municipal responsável
Contas de energia, água e outras	Secretaria municipal responsável
PPRA Programa de Prevenção de Riscos Ambientais	Secretaria municipal responsável
PCMSO Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional	Secretaria municipal responsável
Mapa de riscos do município	Defesa Civil
Carta de suscetibilidade	Defesa Civil
Plano de Contingência Municipal	Defesa Civil

1.5 Fontes de informações

As fontes de informações que podem ser acessadas pela_____ se referem a fontes internas ao estabelecimento, diretamente ligadas hierarquicamente ou externas. Devem ser listadas e sempre atualizadas para casos de emergência.

Fontes internas	**Contato**	**Fontes externas**	**Contato**
Prédio Prefeitura			
Secretarias municipais			
		Defesa Civil	
		Corpo de Bombeiros	
		Guarda Civil Municipal	
		Policia Militar	
		Polícia Civil	
		Polícia Rodoviária	
		Polícia Ambiental	
		Cetesb	
		Empresa Telefônica	
		Concessionária de Água	
		Concessionária de Esgoto	
		Concessionária de Gás	
		Serviço Metereológico	
		Serviços médicos	

2 DESCRIÇÃO DO LOCAL

2.1 Dados do local/infraestrutura

2.1.1 Descrição

Aqui deve haver uma descrição sucinta da infraestrutura crítica pertencente à Prefeitura de _____ e demais elementos ou sistemas integrados.

2.1.2 Localização

Esta infraestrutura está localizada na cidade de _____, situado à Rua/Avenida _____número_____, Bairro de _____.

- Coordenadas:
- Meios de acesso à Infraestrutura:
- Administração da Infraestrutura: Prefeitura/Concessão/Estado/União/Particular

2.1.3 Características construtivas

-Nome da Infraestrutura:
-Ano de construção:
- Tipo de estrutura:
- Sistema construtivo:
- Área do terreno ($m^{2)}$:
- Área da construção (m^2):
- Edifício é tombado pelo Patrimônio Histórico?:
- Em estudo de tombamento/tombado. CMDP, Condephaat, Iphan

2.1.4 Fotografia

Inserir neste campo uma fotografia da fachada do estabelecimento.

3 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS

3.1 Sistemas de comunicação

Os sistemas de comunicação disponíveis na infraestrutura devem ser descrita de forma específica e detalhada. Sistemas comuns são compostos de telefone, rádio comunicador

O sistemas disponíveis são:_____

3.2 Alimentação de energia

A alimentação de energia elétrica é fornecida pela concessionária _____(CPFL, etc.), através de uma entrada de energia localizada na_____ e possui as seguintes características:_____

3.3 Recursos em situações de desastres/eventos extremos

Aqui devem ser elencados todos os recursos existentes nesta _____para enfrentamento de situações de desastres ou eventos extremos danos são compostos por:

_____

_____

4 SITUAÇÕES EMERGENCIAIS

4.1 Identificação das situações críticas

As situações críticas a que a infraestrutura está sujeita e que existe iminência de acontecimento deve ser imediatamente identificada.

_____

_____

4.2 Avaliação preliminar

A avaliação preliminar deve ser executada pelo representante nomeado no quadro de responsabilidades, podendo fazer conjuntamente com o corpo de técnicos de outras secretarias e parceiros com conhecimento.

_____
_____
_____
_____

5 NOTIFICAÇÃO

5.1 Notificação interna

A notificação interna de situações emergenciais deve ser realizada através de _____pelo representante nomeado no quadro de responsabilidades.

5.2 Notificação externa

A notificação externa de situações emergenciais deve ser realizada através de _____pelo representante nomeado no quadro de responsabilidades.

5.3 Sistemas de alerta

Os sistemas de alerta devem ser acionados conforme_____
_____

6 RESPONSABILIDADES

6.1 Responsabilidade do proprietário/usuário

6.2 Responsabilidade equipe de proteção e segurança

6.3 Responsabilidade órgãos externos/parceiros

7 AVALIAÇÃO DO PLANO

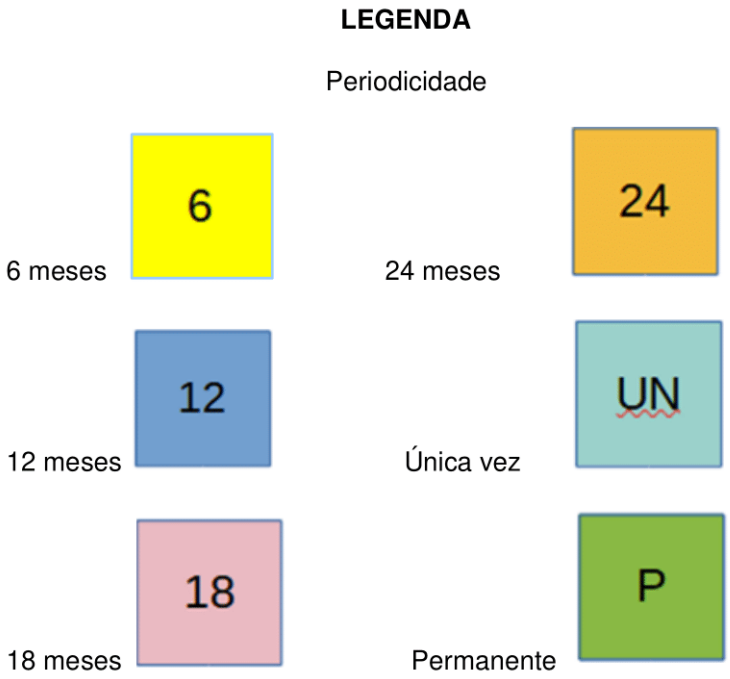
As avaliações do presente Plano devem ser realizadas periodicamente ou em função de mudanças de colaboradores, mudança de cargos de chefia e ainda em caso de alteração do quadro de pessoal do estabelecimento.

Recomendável também em caso de mudanças de projeto arquitetônico, modificações estruturais ou alteração de *lay-out* da infraestrutura crítica atual.

Prioritariamente em caso de ocorrência de eventos perigosos ou desastres na localidade como forma de retroalimentação e redirecionamento de ações e melhoria de medidas de resiliência.

8 MEDIDAS

Conforme anexos.



IDENTIFICAÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL

PLANO DE AÇÃO PARA GESTÃO DE RISCO E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL
VISTORIA PREVENTIVA PARA PROTEÇÃO DA IC

LOCAL: _____

Data da vistoria: / / 2023

Edificação:	Nome:
Sistema:	Endereço:
Ano da edificação:	
Órgão Público: / Particular:	Prédio próprio: Alugado: Patrimônio histórico:
Secretaria Municipal Gestora:	
Utilização e Ocupação:	
Inspeção interna:	
Inspeção externa:	
CARACTERÍSTICAS DAS CONSTRUÇÕES:	
Tipologia e padrão construtivo:	
Concreto armado:	
Alvenaria estrutural:	
Madeira:	
Misto:	
Pré-moldado:	
PVC Concreto:	
Calçadas externas:	Largura: (m)
Rua pavimentada:	Asfalto: Concreto: Paralelepípedo:
Plano de manutenção:	Possui PM: Não Possui PM:
Vistoria interna	
Fundações e contenções:	Fissuras, trincas, rachaduras: Recalques: Infiltrações: Vazamentos: Destacamentos: Solapamentos: Corrosão:

	Colapso iminente:
Estrutura:	Fissuras, trincas, rachaduras: Deformações: Deterioração: Infiltrações: Vazamentos: Destacamentos: Solapamentos: Corrosão de armaduras: Deterioração de juntas: Colapso iminente:
Vedações/alvenarias:	Trincas e fissuras na região de encunhamento: Trincas e fissuras na ligação vedação x estrutura: Trincas nas quinas de vãos: Fissuras inclinadas: Fendas: Destacamentos: Fissuras higroscópicas:
Revestimentos: **Paredes e pisos** **Fachadas**	Desplacamentos: Descolamentos: Infiltrações: Juntas: Manchas: Rejuntes: Fissuras:
Instalações elétricas:	Surtos de tensão: Queima de equipamentos: Danos: Interrupção: Descargas elétricas: Quedas de tensão: Falta de barreiras: Falta de aterramento: Falta de SPDA: Falta de proteção das descidas SPDA: Fixações: Corrosão:
Instalações hidráulicas:	Corrosão: Deformações: Vazamentos: Infiltrações: Obstruções: Falta de alimentação: Entupimento: Quebras:
Cobertura:	Deformações estrutura: Infiltrações: Deslocamentos de telhas: Corrosão: Defeitos de rufos, calhas: Transbordamentos e entupimentos:

	Colapso:
Esquadrias:	Estanqueidade: Ferrugem: Pintura: Corrosão: Deficiência em abertura e fechamento: Folgas:
Pintura:	Eflorescência: Descascamento: Fissuras: Manchas Bolhas: Trincas:
Impermeabilização:	Sistemas de impermeabilização: Falhas: Vazamentos:
Prevenção e combate a incêndios:	Verificação especial: AVCB/CLCB: Equipe multidisciplinar: Documentação: Testes:
Acessibilidade NBR 9050:	Verificação especial: Equipe multidisciplinar: Acessibilidade parcial: Acessibilidade total:
Vistoria externa	
Encosta próxima:	Distância do edifício: (m)
Córrego próximo:	Distância: (m)
Encosta natural:	Distância do edifício até a base: (m)
	Altura: (m)
	Inclinação: (graus)
Taludes de corte:	Material do talude:
	Distância do edifício: (m)
	Distância: (m)
	Distância do edifício até a base: (m)
	Altura: (m)
	Inclinação: (graus)
Taludes de aterro:	Material do talude:
	Distância do edifício: (m)
	Distância: (m)
	Distância do edifício até a base: (m)
	Altura: (m)

Presença de Matacões no entorno:	Sim Não
Deposição de materiais no entorno:	Lixo Terra Entulho
Elementos de drenagem:	Canaletas Escadas Tubulações
Drenagem natural:	Superficial
Concentração de água no entorno:	Chuva: Vazamento: Águas servidas: Fossas:
Vegetação:	Árvores: Rasteira: Cultivo: Desmatada:
Evidências:	Trincas na edificação:
	Trincas no terreno externo:
	Trincas nos muros:
	Degraus de abatimento:
	Muros embarrigados:
	Árvores, postes e muros inclinados:
	Solapamento de margens:
	Processos erosivos:
	Quedas de blocos:
	Desplacamentos:
	Escorregamentos:
	Fraturas em rocha:
Muros de divisa:	Existentes: Não existentes: Alambrados: Outros:
Outras evidências:	Descrever:
Mapeamento de áreas risco do município:	Está contido nas áreas de risco? Sim: Não:
CONCLUSÃO:	**Descrever as necessidades e providências necessárias**:
Vistoriador:	Sorocaba, de de 202 .
Responsável:	

GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL			
Município:		Área:	
Estabelecimento:		Data do documento:	2023
Proprietário:		Revisão:	
Resp. Pelo Uso:		Data da Análise:	2023

Medidas propostas para aumento da resiliência: PROTEÇÃO DAS PESSOAS			
Medidas propostas	**Descrição das ações**	**Responsável**	**Periodicidade**
Grupo de primeira intervenção (GPI)	Condução das pessoas ao local de encontro externo Acionamento do alarme	Membro do GPI	UN
Alarme sonoro	Alertar os ocupantes do local Verificar situação do local para comunicar os órgãos	Membro do GPI	P
Comunicação do evento/emergência	Comunicar aos órgãos a emergência. Avisar Defesa Civil, Bombeiros, Autoridades etc.	Gestor ou responsável no período	UN
Equipe de resposta a emergências (ere)	Atuação na situação de emergência Tomar providências iniciais	Líder do ERE	P
Caixas, malas ou armários de primeiros socorros	Prestação de primeiro socorro às vítimas	Gestor ou responsável ou SEESMET	P
Equipamentos de DAE (desfibrilação automático externo) *	Prestação de socorro às vítimas *Verificar questões legais	Gestor ou responsável ou SEESMET	P
Treinamentos e exercícios simulados sistematicamente	Preparação das equipes Capacitação permanente	SEESMET e parceiros	6

Quadro de avisos e telefones	Implantação e atualização	Gestor ou responsável	P
Local de ponto de encontro	Implantação de local para abrigar em caso de eventos perigosos	Gestor ou responsável	P

Documentos de consulta e referências para ações:

- Mapeamento de riscos do Município.
- Acompanhamento da previsão do tempo e alertas da Defesa Civil.
- Plancon – Plano de Contingência do município.
- Plano Verão municipal.
- Mapa do entorno.
- Análise de histórico anterior de ocorrência de eventos.

GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL			
Município:		Área:	
Estabelecimento:		Data documento:	2023
Proprietário:		Revisão:	
Resp. Pelo Uso:		Data da Análise:	2023

Medidas propostas para aumento da resiliência: EM FACE DA LOCALIZAÇÃO			
Medidas propostas	**Descrição das ações**	**Responsável**	**Periodicidade**
Monitoramento periódico deslizamentos	Quando construídas na proximidade de encostas naturais, taludes de corte ou aterro, maciços rochosos, estruturas instáveis, suscetíveis a movimentos de vertente, devem ser monitoradas frequentemente	Proprietário/ Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	6
Monitoramento periódico inundação, enchente	Quando edificadas em áreas com risco de inundações, enchentes ou enxurradas, próximos a córregos, canais, diques, reservatórios de detenção de cheias, canalizações ou travessias, devem ser monitoradas a partir da deflagração de chuvas localizadas ou na cidade/cidades de entorno	Proprietário/ Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	6
Monitoramento ocorrências em barragens	Quando localizadas em áreas suscetíveis à inundação provenientes de ruptura/colapso/vazamento total ou parcial de barragens, deverão ser monitoradas e inspecionadas a partir de informações ou alarmes das operadoras ou dos órgãos de Defesa Civil	Proprietário/ Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	UN

Monitoramento – proximidades mar	Próximas do mar ou lagos a uma cota, de modo a não serem atingidas em caso de tempestades, ventos e condições de formação de ondas, deverão ser monitoradas	Proprietário/ Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	UN
Monitoramento – produtos perigosos/inflamáveis	Quando edificadas próximo a áreas com indústrias ou comércio de produtos perigosos ou inflamáveis e postos de combustíveis, ou na existência de estradas e vias de transporte de materiais perigosos, devem ser monitoradas constantemente	Proprietário/ Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	6
Monitoramento – incêndios no entorno	Quando localizadas nas redondezas de locais, plantações ou florestas com risco de incêndio florestal que possa afetá-la deverá ser monitorada na suspeita ou ocasião de incêndio;	Proprietário/ Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	6
Treinamentos e exercícios simulados sistematicamente	Preparação das equipes internas	Proprietário/ Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	6
Distribuição de manuais técnicos e cartilhas	Capacitação das equipes internas e população do entorno	Proprietário/ Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	P

Documentos de consulta e referências para ações:

- Mapeamento de riscos do Município.
- Acompanhamento da previsão do tempo e alertas da Defesa Civil.
- Plancon – Plano de Contingência do município.
- Plano Verão municipal.
- Mapa do entorno.
- Análise de histórico anterior de ocorrência de evento.

GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL			
Município:		Área:	
Estabelecimento:		Data do documento:	2023
Proprietário:		Revisão:	
Resp. Pelo Uso:		Data da Análise:	2023

Medidas propostas para aumento da resiliência: EM FACE DAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS			
Medidas propostas	**Descrição das ações**	**Responsável**	**Periodicidade**
Espaços físicos suficientemente amplos para que equipamentos de emergência	Acompanhamento permanente e modificações necessárias para prover as instalações de espaços para uso em caso de emergência e acessos de viaturas de socorro.	Proprietário/Usuário	12
Instalações adequadas para armazenagem de substâncias perigosas	Adequação de locais para a correta armazenagem de produtos perigosos. Monitoramento.	Proprietário/Usuário	12
Instalações devem estar adequadas	Monitoramento e adequações quanto às instalações elétricas em conformidade com suas instalações elétricas e outros sistemas de segurança	Proprietário/Usuário	P
Revestimentos, materiais e sistemas construtivos	Revestimentos, materiais e sistemas construtivos devem possuir características e composições que atendam a legislação atual e aprovação dos órgãos competentes. Adequações e acompanhamento.	Proprietário/Usuário	12
Auto de vistoria do corpo de bombeiros ou outro documento de aprovação da construção	Manter documentação ou cópia em local protegido e de fácil consulta. Atualização.	Proprietário/Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	P

Treinamentos e exercícios simulados sistematicamente	Preparação das equipes internas Capacitação das equipes internas e população do entorno	Proprietário/Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	6

Documentos de consulta e referências para ações:

- Mapeamento de riscos do Município.
- Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros – AVCB (ou CLCV).
- Normas Regulamentadoras NRs.
- Plancon – Plano de Contingência do município.
- Projetos arquitetônicos e complementares do edifício.
- Projeto de Proteção e Combate a Incêndios do estabelecimento.
- Mapa do entorno.
- Análise de histórico anterior de ocorrência de eventos.

GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL			
Município:		Área:	
Estabelecimento:		Data do documento:	2023
Proprietário:		Revisão:	
Resp. Pelo uso:		Data da análise:	2023
Medidas propostas para aumento da resiliência: COM RELAÇÃO AOS SISTEMAS DE ENERGIA			
Medidas Propostas	**Descrição das Ações**	**Responsável**	**Periodicidade**
Geradores de eletricidades para casos de interrupções do fornecimento pela rede pública e de emergência	Instalar geradores e manutenção periódica, em caso de necessidade para continuidade de serviços essências da localidade.	Proprietário/Usuário	P
Sistemas de UPS (*uninterruptible power supply)* que assegurem a operacionalidade ininterrupta/imediata em caso de falhas (incluindo micro falhas)	Em caso de serviços que não podem ser interrompidos	Proprietário/Usuário	P
Mecanismos estabilizadores de tensão	Para inibir a sobrecarga e picos de energia nos circuitos de alimentação da edificação Instalação e manutenção de estabilizadores de tensão	Proprietário/Usuário	P
Mecanismos para proteção física das linhas de energia	Instalação e manutenção	Proprietário/Usuário	P
Separação física das linhas de energia com as de comunicação	Acompanhamento e atualização	Proprietário/Usuário	P

Equipamentos ou dispositivos para evitar inundações ou entrada de água em equipamentos elétricos	Instalação e manutenção periódica de dispositivos de contenção.	Proprietário/Usuário	P
Treinamentos e exercícios simulados sistematicamente	Preparação das equipes internas Capacitação das equipes internas e população do entorno	Proprietário/Usuário/Parceiros	6

Documentos de consulta e referências para ações:

- Mapeamento de riscos do Município.
- Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros – AVCB (ou CLCV).
- Normas Regulamentadoras NRs.
- Plancon – Plano de Contingência do município.
- Projeto das instalações elétricas, dados, telefonia do estabelecimento.
- Projeto de Proteção e Combate a Incêndios do estabelecimento.
- Mapa do entorno.
- Análise de histórico anterior de ocorrência de eventos.

GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL			
Município:		Área:	
Estabelecimento:		Data documento:	2023
Proprietário:		Revisão:	
Resp. Pelo Uso:		Data da Análise:	2023

Medidas propostas para aumento da resiliência: COM RELAÇÃO AOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS			
Medidas propostas	**Descrição das ações**	**Responsável**	**Periodicidade**
Manter as condições de segurança contra risco de incêndio	Manutenção permanente e implantação das medidas.	Proprietário/ Usuário	P
Qualquer alteração de uso ou de projeto deve ser atualizado	Atualização dos projetos e de lay-out devem ser feitos pelos setores responsáveis.	Proprietário/ Usuário	UN
Saídas de emergência e caminhos de evacuação do edifício	Manutenção das rotas de fuga desimpedidas e monitoramento constante das saídas.	Proprietário/ Usuário	P
Manter as instalações técnicas, equipamentos e sistemas de segurança em boas condições	Manutenção permanente de todas as instalações conforme legislação, com vistorias programadas.	Proprietário/ Usuário	P
Armazenamento de líquidos e gases combustíveis dentro das exigências legais	Manter dentro das exigências legais. Manutenção permanente de todas as instalações conforme legislação, com vistorias programadas.	Proprietário/ Usuário	P
Manter desobstruída as portas resistentes ao fogo	Manutenção e monitoramento.	Proprietário/ Usuário	P

Sistemas de controle de acessos	Devem ser dotados de dispositivos que permitam ser desativados em casos de emergência Manutenção e monitoramento.	Proprietário/ Usuário	12
Uso de chama ou procedimentos para fumantes	Restrições e regras rígidas para uso de chama ou procedimentos para fumantes Manutenção e monitoramento.	Proprietário/ Usuário	P
Procedimentos limitando a execução de trabalhos a quente	Manutenção e monitoramento.	Proprietário/ Usuário	P
Realização de inspeções periódicas com intuito de verificar as condições de segurança contra incêndio	Manutenção e monitoramento.	Proprietário/ Usuário	6
Treinamentos e exercícios simulados sistematicamente	Preparação das equipes internas Capacitação das equipes internas e população do entorno	Proprietário/ Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	6

Documentos de consulta e referências para ações:

- Mapeamento de riscos do Município
- Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros – AVCB (ou CLCV)
- Norma Regulamentadora NRs.
- Plancon – Plano de Contingência do município.
- Projeto das instalações elétricas, dados, telefonia do estabelecimento.
- Projeto de Proteção e Combate a Incêndios do estabelecimento.
- Mapa do entorno.
- Análise de histórico anterior de ocorrência de eventos.

GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL			
Município:		Área:	
Estabelecimento:		Data documento:	2023
Proprietário:		Revisão:	
Resp. Pelo Uso:		Data da Análise:	2023

Medidas propostas para aumento da resiliência: COM RELAÇÃO AOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INUNDAÇÃO			
Medidas propostas	**Descrição das ações**	**Responsável**	**Periodicidade**
Elevação de estruturas existentes que sustentam elementos críticos	Quando edificadas em áreas com risco de inundações, enchentes ou enxurradas, devem prever a instalação e manutenção de contenções. Construção de muros ou paredes.	Proprietário/Usuário	12
Elevação da cota da entrada ou proteção através de barreiras físicas de contenção	Quando edificadas em áreas com risco de inundações, enchentes ou enxurradas, próximos a córregos, canais, diques, reservatórios de detenção de cheias, canalizações ou travessias, devem ser monitoradas a partir da deflagração de chuvas localizadas ou na cidade/cidades de entorno	Proprietário/Usuário	12
Construção de paredes resistentes no exterior da edificação	Quando localizadas em áreas suscetíveis à inundação provenientes de ruptura/colapso/vazamento total ou parcial de barragens, deverão ser monitoradas e inspecionadas a partir de informações ou alarmes das operadoras ou dos órgãos de Defesa Civil	Proprietário/Usuário	12

Proteger sistemas e equipamentos geradores de energia, estações, caixas e transformadores	Próximas do mar ou lagos a uma cota, de modo a não serem atingidas em caso de tempestades, ventos e condições de formação de ondas, deverão ser monitoradas	Proprietário/Usuário	P
Instalação de um sistema de detecção de inundação	Instalação e manutenção do sistema de alarme	Proprietário / Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	P
Instalação de sistemas de drenagem que inclua corte geral de água	Instalação de sistemas e manutenção	Proprietário / Usuário	P
Serviços essenciais em níveis do edifício ou infraestrutura acima da cota de inundação	Providenciar a instalação dos serviços essenciais em níveis do edifício ou infraestrutura acima da cota prevista de inundação	Proprietário / Usuário	P
Implementar regras sobre o uso do solo no espaço da edificação	Criar e implementar	Proprietário / Usuário	12
Equipamentos críticos em espaços protegidos	Confinar equipamentos críticos em espaços protegidos com barreiras	Proprietário / Usuário	12
Prever e construir plataformas interiores removíveis	Prever e instalar	Proprietário / Usuário	12
Prever uso e instalação de vedação temporária ou permanente nas aberturas	Prever e instalar	Proprietário / Usuário	UN
Barreiras removíveis de emergência nas portas	Prever e construir barreiras removíveis de emergência nas portas	Proprietário / Usuário	UN

Executar procedimentos de manutenção periódicos de prevenção de inundação	Monitoramento do entorno quanto a deposição de resíduos sólidos no entorno, nas bocas de lobo, pátios e ruas adjacentes	Proprietário / Usuário	6
Incluir planos de evacuação em caso de inundação	Acompanhamento de previsões metereológicas	Proprietário / Usuário	P
Treinamentos e exercícios simulados sistematicamente	Capacitação	Proprietário / Usuário	6

Documentos de consulta e referências para ações:

- Mapeamento de riscos do Município.
- Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros – AVCB (ou CLCV).
- Norma Regulamentadora NRs.
- Plancon – Plano de Contingência do município.
- Projeto das instalações elétricas, dados, telefonia do estabelecimento.
- Projeto de Proteção e Combate a Incêndios do estabelecimento.
- Mapa do entorno.
- Análise de histórico anterior de ocorrência de eventos.

GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL			
Município:		Área:	
Estabelecimento:		Data documento:	2023
Proprietário:		Revisão:	
Resp. Pelo Uso:		Data da Análise:	2023

Medidas propostas para aumento da resiliência:
COM RELAÇÃO AOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESLIZAMENTOS E OUTROS MOVIMENTOS DE MASSA

Medidas propostas	Descrição das ações	Responsável	Periodicidade
Monitoramento periódico deslizamentos	Quando construídas na proximidade de encostas naturais, taludes de corte ou aterro, maciços rochosos, estruturas instáveis, suscetíveis a movimentos de vertente, devem ser monitoradas frequentemente.	Proprietário/Usuário	6
Reforço de estruturas	Dimensionar ou redimensionar estruturas de reforço para minimizar riscos de deslizamentos e movimentos de massa.	Proprietário/Usuário	P
Medidas construtivas	Implementar medidas construtivas adequadas para ambientes em risco.	Proprietário/Usuário	12
Adaptação de estruturas	Prever e adaptar estruturas auxiliares para a proteção de sistemas e equipamentos críticos, fixação dos transformadores elétricos, assim como reforçar ligações, postes e fundações, para o caso dos transformadores aéreos; e outros como por exemplo,	Proprietário/Usuário	P

	geradores de energia, estações, caixas etc.		
Manter distâncias seguras	Respeitar as orientações de distâncias mínimas recomendáveis e instruções de risco de deslizamento e escorregamento.	Proprietário/Usuário,	P
Proteção de equipamentos essenciais	Confinar baterias e outros equipamentos essências em estruturas fixas ao solo;	Proprietário/Usuário	P
Serviços essenciais em locais seguros	Providenciar a instalação dos serviços essenciais em locais seguros quanto ao risco de deslizamento.	Proprietário/Usuário	P
Adaptação de equipamentos	Fixar armários, bastidores, equipamentos de controle, máquinas etc.;	Proprietário/Usuário	P
Fixação de sistemas e estruturas críticas	Melhorar o travamento e fixação de tubos e condutores; Adotar outras medidas em equipamentos ou estruturas individuais que possam ser tomadas.	Proprietário/Usuário	12
Confinar equipamentos críticos em espaços protegidos	Confinar equipamentos críticos em espaços protegidos com barreiras	Proprietário/Usuário	P
Procedimentos de manutenção	Executar procedimentos de manutenção periódicos de prevenção de inundação Monitoramento do entorno quanto ao risco de deslizamento e outros movimentos de massa.	Proprietário/Usuário	6
Incluir planos de evacuação em caso de deslizamentos	Acompanhamento de previsões metereológicas	Proprietário/Usuário	P

Treinamentos e exercícios simulados sistematicamente	Proceder a formação e treinamentos regulares sobre a ocorrência de deslizamentos fenómenos e divulgando comportamentos de autoproteção adequados às características do local, as rotas de evacuação, pontos de encontro e de refúgio.	Proprietário/Usuário	6

Documentos de consulta e referências para ações:

- Mapeamento de riscos do Município;
- Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros – AVCB (ou CLCV);
- Norma Regulamentadora NRs.
- Plancon – Plano de Contingência do município.
- Projeto das instalações elétricas, dados, telefonia do estabelecimento.
- Projeto de Proteção e Combate a Incêndios do estabelecimento.
- Mapa do entorno.
- Análise de histórico anterior de ocorrência de eventos.

GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL			
Município:		Área:	
Estabelecimento:		Data documento:	2023
Proprietário:		Revisão:	
Resp. Pelo Uso:		Data da Análise:	2023
Medidas propostas para aumento da resiliência: PROTEÇÃO CONTRA INTRUSÃO			
Medidas propostas	**Descrição das ações**	**Responsável**	**Periodicidade**
Serviço de vigilância permanente	Implantar serviço de vigilância permanente Instalação e monitoramento constante	Proprietário/Usuário	P
Iregulamentos internos para as medidas de proteção	instituir regulamentos internos que especificam as medidas de proteção Implantação e atualização	Proprietário/Usuário	12
Central de segurança ou posto de segurança 24 horas	Implantação e manutenção	Proprietário/Usuário	P
Sistema automático de controle de acessos	Implantação	Proprietário/Usuário	P
Sistema de controle de acessos que facilitem a saída de pessoas em situação de emergência	Prover o sistema de controle de acessos de mecanismos que facilitem a saída de pessoas em situação de emergência, implantação de sistemas próprios.	Proprietário/Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	P

Treinamentos e exercícios simulados sistematicamente	Capacitação e treinamento equipes internas e viigilância	Proprietário/Usuários	6

Documentos de consulta e referências para ações:

- Mapeamento de riscos do Município.
- Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros – AVCB (ou CLCV).
- Norma Regulamentadora NRs.
- Plancon – Plano de Contingência do município.
- Projeto das instalações elétricas, dados, telefonia do estabelecimento.
- Projeto de Proteção e Combate a Incêndios do estabelecimento.
- Mapa do entorno.
- Análise de histórico anterior de ocorrência de eventos.

GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL			
Município:		Área:	
Estabelecimento:		Data documento:	2023
Proprietário:		Revisão:	
Resp. Pelo Uso:		Data da Análise:	2023
Medidas propostas para aumento da resiliência: FORMAÇÃO E TREINAMENTO			
Medidas propostas	**Descrição das ações**	**Responsável**	**Periodicidade**
Formação em utilização dos equipamentos de combate a incêndios	Formação obrigatória em utilização dos equipamentos de combate a incêndios. Implantação de programas de treinamento	Proprietário/Usuário	12
Formação em evacuação dos edifícios ou infraestruturas	Formação obrigatória em evacuação dos edifícios ou infraestruturas	Proprietário/Usuário	6
Informações sobre comportamentos seguros e resilientes	Divulgação de informações sobre comportamentos seguros e resilientes implementar medidas informativas	Proprietário/Usuário	P
Formações complementares na área da segurança em ambiente profissional	Outras informações e/ou formações complementares na área da segurança em ambiente profissional implantar	Proprietário/Usuário	P
Promoção de exercícios de evacuação	Implantar	Proprietário/Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	12

Exercícios e procedimentos de coordenação e execução planos de emergência internos	Implantar exercícios para testar os procedimentos de coordenação e execução previstos nos planos de emergência internos	Proprietário/Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	6
Testes regulares do estado de conservação/ operacionalidade dos equipamentos e sistemas de segurança	Testes e verificações regulares do estado de conservação/ operacionalidade dos equipamentos e sistemas de segurança	Empresa externa CBPMSP	6
Auditorias/inspeções regulares em equipamentos e sistemas de segurança	Auditorias/inspeções regulares, por entidade independente e devidamente credenciada, aos equipamentos e sistemas de segurança	Entidade externa	12
Registros da execução dos programas de manutenção e de teste	Registros e evidências da execução dos programas de manutenção e de teste	Proprietário/Usuário	P
Exercícios com órgãos de proteção e defesa civil e exercícios com os fornecedores e/ou com os prestadores de serviço chave.	Promover e participar em exercícios com órgãos de proteção e defesa civil e promover exercícios envolvendo os fornecedores e/ou com os prestadores de serviço chave.	Proprietário/Usuário, Defesa Civil COMPDEC e parceiros	6

Documentos de consulta e referências para ações:

- Mapeamento de riscos do Município.
- Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros – AVCB (ou CLCV).
- Norma Regulamentadora NRs.
- Plancon – Plano de Contingência do município.
- Projeto das instalações elétricas, dados, telefonia do estabelecimento.
- Projeto de Proteção e Combate a Incêndios do estabelecimento.
- Mapa do entorno.
- Análise de histórico anterior de ocorrência de eventos.

GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL			
Município:		Área:	
Estabelecimento:		Data documento:	2023
Proprietário:		Revisão:	
Resp. Pelo Uso:		Data da Análise:	2023
Medidas propostas para aumento da resiliência: INSPEÇÃO PREDIAL PREVENTIVA			
Medidas propostas	**Descrição das ações**	**Responsável**	**Periodicidade**
Inspeção predial	Realização de Inspeção Predial Preventiva, com objetivo de identificar o estado geral da edificação/estabelecimento/instalações. Atividade que possui norma e método próprios. Classifica as deficiências constatadas na edificação com visão sistêmica e gera lista de prioridades técnicas com orientações ou recomendações para a sua correção.	Proprietário/Usuário, Profissional habilitado/capacitado	12
Laudo de inspeção predial	Elaboração de Laudo de Inspeção Predial, documento para apresentar visão detalhada das condições físicas da IC, seguindo diretrizes técnicas para ser elaborado, demonstrando todas as etapas do trabalho e fundamentar a conclusão.	Proprietário/Usuário, Profissional habilitado/capacitado	12
Treinamentos e exercícios simulados sistematicamente	Implantar	Proprietário/Usuário	6

Documentos de consulta e referências para ações:

- Mapeamento de riscos do Município.

- Projetos, desenhos.
- Manual de Uso, operação e manutenção.
- Programa de manutenção.
- Catálogos, manuais memoriais descritivo.
- Registro de contratação e execução de serviços.
- Laudo de Inspeção Predial anteriores.
- Plancon – Plano de Contingência do município.
- Plano Verão municipal.
- Norma Técnica ABNT NBR 5674.
- Mapa do entorno.
- Análise de histórico anterior de ocorrência de eventos.

ANEXO A – Termo de consentimento livre esclarecido (TCLE)

Universidade de Sorocaba

TCLE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) Sr(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) desta pesquisa. A sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, poderá desistir e retirar seu consentimento.

Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a Instituição.

Este documento, é elaborado em duas vias originais, que será assinado pelo pesquisador e por você, visando assegurar seus direitos. Solicitamos que leia com atenção este termo e caso tenha alguma dúvida, entre em contato com o pesquisador responsável e sua equipe de pesquisa, podendo esclarecer dúvidas do projeto e de sua participação. Uma via original ficará com o(a) Sr(a) e a outra ficará conosco.

TÍTULO DA PESQUISA: DESASTRES NATURAIS: PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Mário Sérgio Killian

ENDEREÇO: Rua Hugo Pires 326 – Bairro Ibiti – Sorocaba – SP CEP18086350

TELEFONE: (15) 981070951

PESQUISADOR PARTICIPANTE: Daniel Bertoli Gonçalves

ENDEREÇO: Rodovia Raposo Tavares, km 92,5, Sorocaba, São Paulo 1° Piso da Biblioteca Aluísio de Almeida Cidade Universitária Professor Aldo Vannucchi CEP 18023-000

TELEFONE: (15) 991085025

OBJETIVOS: O objetivo desta pesquisa é verificar se a proposta deste modelo, conforme está apresentado no trabalho visando o aumento da resiliência das infraestruturas críticas municipais e proteção dessas estruturas baseadas na gestão de riscos de desastres, através dos estudos realizados pelo autor e da análise das práticas correntes em outros países, estão em consonância com a experiência e com os procedimentos atuais adotados pelos estabelecimentos e órgãos municipais em estudo, sobretudo abordando melhorias contínuas nos processos e analisando as dificuldades que envolvem as etapas de gestão de

Universidade de Sorocaba

riscos e possibilidades de ações na retomada das atividades após algum desastre ou evento danoso, principalmente os que afetam diretamente o funcionamento da sociedade, em especial inundações e deslizamentos e seus eventos secundários.

PROCEDIMENTOS DO ESTUDO: Envio ao participante de uma pesquisa com questionário para resposta. Recebimento dos questionários para análise das respostas e tratamento dos dados para validação das hipóteses e proposição das melhorias que os entrevistados sugerirem, sem identificação.

RISCOS, DESCONFORTOS E O COMO O PARTICIPANTE SERÁ ATENDIDO NESTE CASO: Os possíveis riscos envolvidos na pesquisa tratam-se de fornecimento de informações que possam conduzir a um mau entendimento por parte de ocupante de cargo superior do sentido da pesquisa, cuja intenção desta não é expor o orgão pesquisado à algum tipo de não conformidade mas sim de propor melhorias. Este risco será minimizado com a antecipação dos objetivos da pesquisa e esclarecimentos anteriores ao inicio da mesma, de forma clara e objetiva. O pesquisador irá expor amplamente o sentido da proposta de melhoria que o trabalho pretende.

Outro risco pode ser que o entrevistado forneça alguma informação não atualizada sobre o seu estabelecimento, podendo ser corrigido conferindo-se os dados antes da tabulação e analisa dos dados fornecidos.

Pode haver um desconforto ao entrevistado em responder alguma pergunta em face de seu cargo, porém será minimizado através da intervenção do pesquisador caso ocorra essa situação, tendo em vista o sigilo do participante e de suas respostas. Os dados das respostas serão utilizados também sem identificação, apenas com letras por ex: empresa "x", estabelecimento "y" e ntre outros.

BENEFÍCIOS: Os benefícios da pesquisa ao participante que o projeto tem como objetivo é a implementação de propostas para a gestão de riscos dos desastres naturais nos estabelecimentos ou órgãos que trabalham, melhorar a resiliência e a proteção das infraestruturas críticas municipais onde atuam e da sociedade e das comunidades inseridas no contexto que sua atuação proporciona.

Melhoria na gestão como um todo ao compilar as diretrizes e riscos avaliados para a tomada de decisão para proteção e recuperação das infraestruturas críticas.

DESASTRES NATURAIS: PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL

Nome do pesquisador: Mário Sérgio Killian - Tel (15)981070951

Universidade de Sorocaba

Aplicação da metodologia para implementação de melhoria contínua nos processos possibilitando ações mais eficazes na retomada das atividades do seu local de trabalho e comunidades adjacentes após algum desastre ou evento danoso.

CUSTO/REEMBOLSO PARA O PARTICIPANTE: Não haverá custo ou reembolso para o participante desta pesquisa.

CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA: Esta pesquisa possui garantia de manutenção do sigilo e da privacidade dos sues participantes durante todas as fases da pesquisa. O pesquisador declara a preservação da privacidade e pelo sigilo das informações que serão obtidas e utilizadas para o desenvolvimento do estudo.

CONTATO: Em caso de dúvidas sobre esta pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores, que estão discriminados no início deste documento.

Em caso de denúncias ou dúvidas sobre outras questões éticas, você poderá entrar em contato com a Secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa CEP-Uniso, nos seguintes horários: segunda-feira das 9h às 12h30, quarta-feira das 13h30 às 16h e sexta-feira das 9h às 12h30, situado na Rodovia Raposo Tavares, Km 92,5; CEP 18023-000 Sorocaba – SP; telefone (15) 2101-7085; email: cep@uniso.br.

Assinatura do Pesquisador Responsável:

Mário Sérgio Killian

TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPANTE DA PESQUISA

Eu, , declaro que li as informações contidas no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do projeto intitulado "DESASTRES NATURAIS: PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL", que tem como pesquisador responsável Mário Sérgio Killian e equipe de pesquisa Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves, fui devidamente

Universidade de Sorocaba

informado(a) dos procedimentos que serão utilizados, riscos e desconfortos, benefícios, custo/reembolso dos participantes, confidencialidade da pesquisa e concordo em participar.

Foi garantido ao participante da pesquisa:

- Que todas as informações obtidas a seu respeito neste estudo, serão analisadas em conjunto com as de outros participantes, não sendo divulgada a sua identificação ou de outros participantes em nenhum momento;

- Que pode retirar o consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade;

- A qualquer momento, se for de seu interesse, pode ter acesso a todas as informações obtidas a seu respeito;

- Quando o estudo for finalizado, será informado sobre os principais resultados e conclusões obtidos neste estudo, bem como sobre a possibilidade de publicação destes dados em revista ou apresentação em encontros científicos.

Título da Pesquisa: DESASTRES NATURAIS: PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL

Nome do pesquisador: **Mário Sérgio Killian** - Telefone de contato: (15) 981070951

Equipe de pesquisa: Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves do PPGPTA – Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba.

Declaro que recebi uma via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e concordo em participar da pesquisa.

Sorocaba, de de 2022.

NOME E ASSINATURA DO PARTICIPANTE OU RESPONSÁVEL:

Nome por extenso:

DESASTRES NATURAIS: PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE RISCOS E PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA CRÍTICA MUNICIPAL

Nome do pesquisador: Mário Sérgio Killian - Tel (15)981070951

ANEXO B – Proposta de medidas de resiliência para estabelecimentos genéricos (baseado em: PNRRC, 2017)

1 Proteção de pessoas

Para efeitos da proteção das pessoas que permaneçam nos seus edifícios ou infraestruturas ou que se encontre em deslocamento, deve ser previsto a existência de:

- Equipes de emergência, podendo ser constituídas pelos Grupos de Primeira Intervenção (GPI) que são responsáveis por conduzir os utilizadores dos edifícios ou infraestruturas para os pontos de encontro exteriores numa situação de emergência, bem como pelas Equipes de Resposta a Emergência (ERE), com formação diferenciada nas áreas do socorrismo e combate a incêndios, e que podem atuar em primeiro alarme em caso de acidente, em complemento das equipes de vigilantes;
- Caixas/malas/armários de primeiros socorros, devendo o seu conteúdo, bem como a quantidade e respetiva localização e acessibilidade destes equipamentos, serem definidos em função do número e dispersão dos utilizadores dos edifícios ou infraestruturas, do tipo de atividade do local e dos fatores de risco profissional;
- Equipamentos de DAE (Desfibrilação Automático Externo), incluindo a existência de elementos operacionais formados em número suficiente para assegurar a utilização dos equipamentos de forma eficaz e eficiente, especialmente em edifícios com elevado número de utilizadores internos e/ou de grande afluência de público;
- Medidas de apoio aos colaboradores em deslocamento que incluam, entre outros, contatos de emergência, informação situacional sobre destinos de risco, recomendações sobre alimentação em locais exóticos, recomendações de segurança para proteção individual e de bens em viagem, equipamentos básicos de proteção individual (máscaras, medicamentos, etc...)

2 Localização da infraestrutura

A localização das infraestruturas é fundamental para a sua resiliência, em caso de acidente grave ou catástrofe.

As infraestruturas municipais, em especial as que forem consideradas críticas, não devem preferencialmente estar localizadas:

- Perto de encostas ou declives suscetíveis a movimentos de vertente, que possam ser atingidas por deslocamento de pedras ou deslizamento de terras;
- Numa zona com risco significativo de inundações, por exemplo em zonas de leito de cheia ou de difícil escoamento de águas pluviais;

- Em zonas de perigos ou atividade sísmica elevada;
- Próximo do mar em zonas sujeitas a inundações costeiras, de modo a não serem atingidas por ondas, em caso de tempestade;
- Perto do mar e/ou a uma cota altimétrica suficientemente baixa, de modo a não serem atingidas em caso de *tsunami*;
- Em áreas suscetíveis à ação das ondas de inundação provenientes de ruptura total ou parcial de barragens;
- Perto de áreas industriais onde se processam materiais perigosos ou produtos inflamáveis, de linhas por onde circulem matérias perigosas ou próximas de estações de abastecimento de combustíveis;
- Perto de vias por onde reiteradamente circulem veículos de transporte de matérias perigosas;
- Na proximidade de áreas de elevado risco de incêndio florestal de modo que possam ser afetadas, respeitando sempre as faixas de segurança previstas em Lei.

Caso as infraestruturas se encontrem nas condições anteriormente descritas, deverão adotar medidas complementares de segurança adequadas à sua exposição ao risco.

3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

As infraestruturas da devem ser projetadas e construídas de modo a:

- Existir espaço exterior suficientemente amplo para as viaturas de socorro poderem manobrar em caso de incêndio ou de outra catástrofe;
- Terem uma correta implementação e manutenção das barreiras corta-fogo aplicáveis no edifício, incluindo as seguintes situações: classe de resistência ao fogo adequada das portas corta-fogo e das paredes; funcionamento correto das portas corta-fogo; selagem das linhas de cabos; separação corta-fogo para áreas com postos de transformação de energia e com geradores de emergência; etc.;
- Possuir medidas adequadas para efetuar uma armazenagem segura de substâncias perigosas;
- Disporem de um sistema de para-raios adequado;
- Limitar-se a utilização de materiais inflamáveis, incluindo na fachada exterior, cobertura, divisões interiores e revestimentos exteriores/interiores, devendo ser mantida uma ficha técnica com as características dos revestimentos.

4 SISTEMAS DE ENERGIA

Deverá providenciar a instalação de sistemas de energia que garantam a segurança e a continuidade das suas atividades/serviços críticos. As infraestruturas devem ter:

- Geradores elétricos de emergência que possibilitem, em caso de falha da rede pública de energia, a continuidade de fornecimento de energia aos diversos espaços e equipamentos da infraestrutura;

- Sistemas de UPS (*Uninterruptible Power Supply*) que assegurem a operacionalidade ininterrupta/imediata em caso de falhas (incluindo micro falhas) nos circuitos de energia que alimentam os sistemas informáticos ou de segurança críticos. Estes sistemas críticos deverão estar fornecidos por, pelo menos, dois circuitos de energia independentes e alternativos;

- Mecanismos que inibam a sobrecarga e picos de energia nos circuitos de alimentação (estabilizadores de tensão);

- Mecanismos para proteção física das linhas de energia, recorrendo às melhores práticas existentes e/ou recomendadas pelos fornecedores;

- Separação física das linhas de comunicação face às linhas de energia, de forma a evitar a contaminação das linhas de comunicação com o ruído introduzido pela carga eletromagnética das linhas de energia.

5 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

A Organização deve manter as condições de segurança contra risco de incêndio, definidas e aprovadas nas medidas de autoproteção e no projeto de segurança contra incêndio sem introduzir quaisquer alterações:

- Ao uso, total ou parcial dos edifícios ou recintos sem que seja dado cumprimento às exigências legais, nomeadamente ao projeto de segurança e medidas de autoproteção;

- Aos meios de compartimentação ao fogo e ao isolamento e proteção, não sendo permitida a abertura de vãos de passagem ou de novas comunicações entre espaços que agravem o risco de incêndio;

- Aos elementos com capacidade de suporte de carga, estanquidade e isolamento térmico, para classes de resistência ao fogo com desempenho inferior ao exigido, que agrave o risco de incêndio;

- Aos materiais de revestimento e acabamento das paredes e tetos interiores, para classes de reação ao fogo inferiores ao exigido, no que se refere à produção de fumaça, gotículas ou partículas incandescentes;

- Aos equipamentos e sistemas de segurança contra incêndio, bem como de instalações técnicas com interesse para a segurança contra incêndio de que o edifício disponha e a legislação exija.

- Manter as saídas de emergência e caminhos/vias de evacuação praticáveis, não trancando, obstruindo ou introduzindo elementos que possam reduzir a respetiva largura;

- Dispor de instalações técnicas, equipamentos e sistemas de segurança em boas condições de funcionamento e manutenção;

- Não ocupar ou usar as zonas de refúgio, se existentes;

- Não armazenar líquidos e gases combustíveis em violação dos requisitos determinados para a sua localização ou quantidades permitidas;

- Não obstruir, reduzir, ocultar ou anular as portas resistentes ao fogo que façam parte dos caminhos de evacuação, das câmaras corta-fogo, das vias verticais ou horizontais de evacuação ou saídas de evacuação.

- Quando existam sistemas de controle de acessos, os mesmos devem ser dotados de dispositivos que, perante situações de emergência, permitam ser desativados/libertados, de modo a permitir a livre circulação dos utilizadores em áreas restritas, caso essas áreas façam parte das vias de evacuação;

- Regras para fumar ou acender qualquer tipo de chama dentro do edifício ou infraestrutura;

- Processos implementados para limitar, autorizar e executar a realização de trabalhos a quente, quando necessários, como por exemplo soldas ou outros trabalhos com chama/calor.

6 PROTEÇÃO CONTRA INUNDAÇÃO

Deverá providenciar a instalação de medidas de segurança contra inundação, de modo a prever e mitigar eventuais danos caso a criticidade e a localização do edifício ou infraestrutura em causa justifique o investimento nessas medidas.

O conceito de “projetar à prova de inundações” pode ser definido como o conjunto de medidas para reduzir as perdas em zonas inundáveis, durante a ocorrência das inundações. Para tal, podemos considerar medidas do tipo estruturais e do tipo não estruturais. As medidas estruturais são medidas de carácter permanente, nas quais a ação humana modifica o sistema ribeirinho ou costeiro existente na tentativa de minimizar eventos de inundações.

As medidas não-estruturais são as de carácter não permanente, e podem, em conjunto com as estruturais, minimizar significativamente os prejuízos suscetíveis de serem causados pelas inundações, muitas vezes com custos avultados.

Quanto às medidas estruturais, deve:

- Elevar estruturas existentes que contenham elementos críticos ou construir novas estruturas elevadas;
- Construir pequenas paredes ou diques circundando as estruturas;
- Elevar a entrada do edifício ou proteger a entrada com barreiras físicas resistentes à inundação;
- Construir paredes resistentes no exterior do edifício, capazes de resistir à pressão hidrostática, e usar material resistente à água em cotas inferiores à referência de inundação.

Quanto às medidas não estruturais, deve:

- Instalar um sistema de detecção de inundação que cubra as áreas da infraestrutura onde esse risco é mais relevante, com alarme e ligação à central de segurança;
- Instalar um sistema de drenagem que inclua corte geral de água e bombas de escoamento de água com descarga para o exterior da infraestrutura;

- Localizar os serviços essenciais (incluindo os associados à rede elétrica) em níveis do edifício ou infraestrutura acima da cota prevista de inundação;
- Implementar regulamentação interna sobre o uso do solo no espaço do edifício ou infraestrutura, por exemplo localizando equipamentos críticos em andares superiores acima da cota prevista de inundação;
- Confinar esses equipamentos em espaços protegidos com barreiras;
- Construir plataformas interiores removíveis para colocação de equipamentos e conteúdos críticos;
- Instalar vedação temporária ou permanente nas aberturas das estruturas edificadas;
- Instalar barreiras removíveis de emergência nas portas;
- Instalar tampas em grelhas de ventilação;
- Instalar válvulas de retenção na rede de drenagem;
- Prever mecanismos de tamponamento nas bacias sanitárias;
- Executar procedimentos periódicos de prevenção de inundação, tais como a manutenção da cobertura e calhas de escoamento de águas pluviais e a limpeza preventiva de fossas e calhas de escoamento de águas pluviais;
- Integrar no seu planejamento de contingência medidas face ao risco de inundação, incluindo planos de evacuação que definam caminhos a seguir pelos utilizadores do edifício ou infraestrutura, com indicação dos pontos de encontro e locais de refúgio;
- Assegurar a ligação a sistemas externos de alerta precoce para o risco de inundação ou adaptar à sua realidade um que já esteja em utilização;
- Coordenar a resposta com os serviços de emergência e outras entidades participantes no socorro, se uma inundação ocorrer;
- Proceder a formação e treinamento regular dos procedimentos de evacuação e outros a acionar em caso de inundação.

7 PROTEÇÃO CONTRA INTRUSÃO

A Organização deverá providenciar a instalação de sistemas de segurança contra intrusão e roubo, através da implementação de meios humanos, mecânicos e/ou eletrônicos de modo a efetuar a gestão dos acessos, a garantir a segurança do perímetro e a preservar a propriedade privada, física e intelectual.

Devem ter:

• Um departamento central de segurança, independentemente da sua designação, chefiado por um diretor de segurança devidamente habilitado para o efeito e de um serviço de vigilância, devidamente habilitado;

• Regulamentos internos que especificam as medidas de proteção, políticas e operações relacionadas com os sistemas eletrônicos de segurança;

• Vigilância humana 24 hs/dia devidamente certificada (nos edifícios ou infraestruturas mais críticas) ou vigilância remota (nas restantes);

• Uma central de segurança ou posto de segurança que coordene a vigilância 24h/dia;

• Facultativamente, uma redundância para a central de segurança ou posto de segurança;

• Um sistema automático de detecção de intrusão e roubo com capacidade de assegurar eficazmente um nível de proteção global, consoante a regulamentação aplicável, o grau de ameaça e os critérios de segurança exigidos pelos seus clientes, como sejam:

– O equipamento central do sistema automático de detecção de intrusão e roubo, referido anteriormente, numa área controlada e protegida contra qualquer ataque ou adulterações;

– O sistema automático de detecção de intrusão e roubo deve ter registo histórico de eventos;

– O sistema automático de deteção de intrusão e roubo deve ter monitorização na central de segurança ou, em alternativa, ser controlado através de central receptora de alarmes de empresa da especialidade.

- Um sistema automático de controle de acessos com capacidade de assegurar eficazmente um nível de proteção global das zonas de acesso controlado, limitado ou de proibição, consoante os graus de segurança pretendidos, a regulamentação aplicável, e o grau de ameaça e os critérios de segurança exigidos;

- O equipamento central do sistema de controle de acessos instalado numa área controlada e protegida contra qualquer ataque ou adulterações;

- Um sistema de controle de acessos dotado obrigatoriamente de mecanismos ou meios que facilitem a saída de pessoas em qualquer situação de emergência;

- Um sistema de controle de acessos com monitorização na central de segurança ou posto de segurança.

8 FORMAÇÃO E EXERCÍCIOS

A infraestrutura deve proporcionar aos seus colaboradores:

- Formação e capacitação obrigatória em utilização dos equipamentos de combate a incêndios;

- Formação e capacitação obrigatória em evacuação dos edifícios ou infraestruturas, de modo a saírem de forma organizada em caso de evacuação;

- Informação sobre comportamentos seguros e resilientes, medidas de autoproteção e procedimentos adequados a ter para diferentes situações de acidente grave ou catástrofes;

- Outras informações e/ou formações complementares na área da segurança em ambiente profissional e/ou doméstico, como por exemplo, sensibilização em primeiros socorros e suporte básico de vida, medidas de autoproteção contra sismos e *tsunamis*, acidentes geomorfológicos ou incêndios.

Deve promover:

• Exercícios de evacuação (por ex. anuais) onde se possa aferir a formação dada;

• Exercícios para testar os procedimentos de coordenação e execução previstos nos seus planos de emergência internos, quer ao nível da estrutura interna da Organização, quer na articulação com entidades externas intervenientes na resposta em termos de proteção e socorro;

• Testes e verificações regulares (por ex. mensais), pela própria Organização ou por entidade subcontratada, doestado de conservação/operacionalidade dos equipamentos e sistemas de segurança existentes;

• Auditorias/inspeções regulares (por ex. anuais), por entidade independente e devidamente credenciada, aos equipamentos e sistemas de segurança anteriormente referidos;

• A manutenção dos registros e evidências da execução dos programas de manutenção e de testes;

• Participar em exercícios com a proteção civil e promover a realização de exercícios envolvendo os principais fornecedores e/ou com os prestadores de serviço chave para a atividade.