



ANÁLISE DOS RISCOS TECNOLÓGICOS PRESENTES NOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS DO PROJETO HABITACIONAL PENÍNSULA DO IPASE, NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS – MA

Franck Roniel Furtado Araújo¹
Carlos David Veiga França²

RESUMO

O risco tecnológico está presente em todo território maranhense com destaque para o conjunto edificado da capital do Estado. Assim, o presente estudo visou analisar os riscos tecnológicos do Projeto Habitacional Península do Ipase, sito ao município de São Luís – MA. Para tanto, foi necessário identificar, classificar e definir o grau de risco das manifestações patológicas por sistemas construtivos, além de definir a prioridade interventiva das ações corretivas. Os procedimentos metodológicos perpassaram pela coleta de dados primários por meio de um *checklist* denominado Mapeamento de Manifestações Patológicas adaptado da combinada a NBR 16.747:2020 da ABNT e Matriz GUT de Verzola et al (2014) com tratamento da estatística descritiva, utilizando o software de planilha eletrônica Excel 2016 versão estudantil para aplicação do Diagrama de Pareto de demais produtos estatísticos. Como resultados obtidos, destacaram-se os sistemas estrutural e de instalações elétricas por apresentarem elementos construtivos com maior nível de degradado. Por outro lado, as falhas foram classificadas como as manifestações patológicas mais incidentes nos elementos construtivos edificados. Ademais, as medidas interventivas apresentaram-se como instrumento fomentador da tomada de decisão dos órgãos estatais e sociedade civil organizada para a mitigação do risco tecnológico. Outrossim, foram identificadas 257 unidades residenciais expostas ao risco tecnológico.

Palavras – Chave: Risco tecnológico; Manifestações Patológicas; Projeto Habitacional Península do Ipase.

¹ Capitão do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão. Graduação em Curso de Formação de Oficiais BM. Pós em Engenharia de segurança, proteção e prevenção contra incêndio e pânico. Aperfeiçoamento em. Curso de Especialização em Prevenção de Incêndio. Corpo de Bombeiro Militar do Maranhão, CBMMA, Brasil.

² Capitão do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão. Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Maranhão.

1 INTRODUÇÃO

O território maranhense apresenta a materialização de diversos riscos tecnológicos relativos ao colapso ou queda de obras civis. Segundo França *et.al.* (2022), no ano de 2021 foram registrados 378 atendimentos pelo Departamento Técnico da Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Maranhão (CEPDECMA), sendo 77% relativos à queda ou colapso de estrutura civil. Nesse contexto, França *et.al.* (2022) destaca o município de São Luís com a maior concentração dos riscos tecnológicos do Estado do Maranhão.

Ademais, a situação de risco identificada retrata um cenário voltado para adoção das diretrizes de Proteção e Defesa Civil com destaque para a fase de gerenciamento do risco de desastres. Sob esse aspecto, ampara-se o Projeto Habitacional Península do Ipase composto por um conjunto residencial vertical multifamiliar acometido por manifestações patológicas em seus sistemas construtivos que fomentam o risco à incolumidade da vida, eclosão de acidentes tecnológicos e impactos danosos ao entorno (MARANHÃO, 2022).

Ante ao exposto, o problema de pesquisa perpassa pelo seguinte questionamento: de que forma pode ser mitigada a situação de vulnerabilidade dos estratos populacionais residentes nos 26 blocos do Projeto Habitacional Península do Ipase, situado no município de São Luís – MA, aos riscos de acidentes tecnológicos?

Sob essa perspectiva, partilha-se o pressuposto que a adoção de medidas de proteção e defesa civil pautadas no gerenciamento dos riscos de desastres tecnológicos fomenta a produção de informações técnicas que subsidiem as autoridades competentes para a tomada de decisão de caráter protetivo em tempo hábil.

Destarte, o objetivo deste estudo foi analisar os riscos tecnológicos presentes nos sistemas construtivos do Projeto Habitacional Península do Ipase, no município de São Luís – MA. Com esta finalidade foi necessário identificar e classificar as manifestações patológicas dos sistemas construtivos em situação de degradação, determinar o grau de risco dos sistemas construtivos inspecionados e definir a prioridade interventiva para adoção das ações protetivas.

Logo, a pesquisa requerida funciona como um mecanismo para a produção de informação técnica que fundamente a tomada de decisão dos órgãos gestores quanto ao enfrentamento dos riscos tecnológicos identificados nos conjuntos habitacionais verticais maranhenses.

2 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos adotados para a realização deste trabalho foram iniciados com a resolução do seguinte problema de pesquisa: de que forma pode ser mitigada a situação de vulnerabilidade dos estratos populacionais residente no Projeto Habitacional Península do Ipase? Dessa forma, os métodos investigatórios foram pautados na hipótese que a análise do risco tecnológico seguido da produção de peça técnica com prioridade interventiva pode mitigar os riscos tecnológicos fundamentando a tomada de decisão das autoridades competentes. Nesse contexto, Gil (2019) destaca que o método hipotético dedutivo parte de uma situação geral para um particular visando validar ou refutar as hipóteses.

Assim, quanto a natureza, a pesquisa é classificada como quantiquantitativa, pois visou levantar as manifestações patológicas de um aglomerado residencial e discutir os seus resultados conforme a legislação e autores sobre a temática. Gil (2019) ratifica que as pesquisas quantitativas utilizam números e medidas que descrevem uma determinada população ou fenômeno, enquanto as pesquisas qualitativas, visam estudar a experiência de pessoas e ambientes sociais complexos, considerando a ótica dos atores sociais.

Considerando os objetivos propostos, esta pesquisa enquadra-se como descritiva e exploratória, pois visou identificar, classificar, definir o grau de risco e propor as medidas para enfrentamento do risco tecnológico presente. Por outro lado, utilizou-se da experiência do autor do trabalho na função de vistoriador do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão, proporcionando proximidade ao objeto vistoriado. Sob esse enfoque, Lakatos (2021) discorre que a pesquisa descritiva caracteriza uma determinada população fenômeno, enquanto Gil (2019), cita que a pesquisa explicativa visa identificar contribuintes para a resolução de um dado fenômeno.

Os procedimentos metodológicos adotados neste artigo consistiram em um levantamento bibliográfico narrativo com a utilização de autores clássicos sobre temática de manifestações patológicas em aglomerados residenciais verticais urbanos, além das legislações e normas referentes à Proteção e Defesa Civil e a atividade bombeiro militar no território maranhense.

Além disso, seguindo o que estabelecem as diretrizes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o presente trabalho buscou meios de subsidiar parecer sobre a situação estrutural do conjunto edificado da Península do Ipase - MA, devido a apresentação de anomalias, falhas, irregularidades de uso e manifestações patológicas desse sistema.

A linha metodológica adotada baseia-se, portanto, em vistoria classificada como Inspeção de Nível 1, sem levar em consideração testes, ensaios, medições e outros. Corroborando a isso, a análise preliminar de risco desenvolveu-se por intermédio do método hipotético-dedutivo, correlacionando os fatos existentes e as relações que os definem. Logo, a intenção foi definir um diagnóstico que mostre a realidade do sistema construtivo, analisando a sua segurança e os eventuais riscos oferecidos aos usuários, meio ambiente e ao patrimônio do entorno; que podem interferir ou prejudicar a saúde e, em maior magnitude, gerar um desastre.

A análise atende aos ditames da Associação Brasileira de Normas Técnicas, em especial a NBR 5674/2012 (Norma de Manutenção em Edificações) e a NBR 13752/1996 (Norma de Perícias de Engenharia na Construção Civil). A característica principal é realizar um diagnóstico geral na área requerida. Este documento considera conceitualmente que a inspeção em nível 01, caracteriza-se pela análise e avaliação de falhas e anomalias, classificação dessas deficiências quanto ao grau de risco e indicações de orientações técnicas para cada problema verificado. Nesse contexto, a anomalia representa a irregularidade relativa à construção e suas instalações, enquanto a falha diz respeito à manutenção e irregularidade de uso indevido de determinando elemento ou sistema construtivo (ABNT, 2020).

A definição citada complementa o disposto na NBR 5674/2012 a ABNT, conforme mencionado, no qual a inspeção é a “avaliação do estado da edificação e de suas partes constituintes, realizadas para orientar as atividades de manutenção”. A análise do risco consiste na classificação das anomalias e falhas identificadas nos diversos componentes de uma edificação, quanto ao seu grau de risco, relacionado com fatores de conservação, depreciação, saúde, segurança, funcionalidade, comprometimento de vida útil e perda de desempenho.

Ademais, fora utilizada as diretrizes da NBR 16.747:2020 que trata sobre Inspeção Predial para a identificação, classificação e definição de grau de risco que as manifestações patológicas impõem aos sistemas construtivos. Assim, a referida norma, em seu item 5.3.7, discorre sobre os seguintes patamares de urgência prioridade 1 (crítico), prioridade 2 (médio) e prioridade 3 (mínimo).

- a) prioridade 1: ações necessárias quando a perda de desempenho compromete a saúde e/ou a segurança dos usuários, e/ou a funcionalidade dos sistemas construtivos, com possíveis paralisações; comprometimento de durabilidade (vida útil) e/ou aumento expressivo de custo de manutenção e de recuperação. Também devem ser classificadas no patamar “Prioridade 1” as ações necessárias quando a perda de desempenho, real ou potencial, pode gerar riscos ao meio ambiente;

- b) prioridade 2: ações necessárias quando a perda parcial de desempenho (real ou potencial) tem impacto sobre a funcionalidade da edificação, sem prejuízo à operação direta de sistemas e sem comprometer a saúde e segurança dos usuários;
- c) prioridade 3: ações necessárias quando a perda de desempenho (real ou potencial) pode ocasionar pequenos prejuízos à estética ou quando as ações necessárias são atividades programáveis e passíveis de planejamento, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor da edificação. Neste caso, as ações podem ser feitas sem urgência porque a perda parcial de desempenho não tem impacto sobre a funcionalidade da edificação, não causa prejuízo à operação direta de sistemas e não compromete a saúde e segurança do usuário. (ABNT, 2020).

Associado a isso, foi idealizado um checklist, denominado Mapeamento de Manifestações Patológicas, para a coleta de dados primários, composto pelos campos ambientes, sistemas construtivos, identificação e classificação das manifestações patológicas, Matriz de Gravidade Urgência e Tendência (GUT) e definição do grau de risco. A Matriz (GUT) foi adaptada de Verzola, Marchori e Aragon (2014) com o objetivo de priorização das ações interventivas. Segundo França *et.al* (2022, p 2), a Matriz GUT define “parâmetros para a intensidade que os danos podem causar, o tempo para eclosão dos danos e o desenvolvimento que o problema ocasionará mediante ausência de ação.” Ademais, França *et. al* (2022, p 2) destaca que a “Matriz GUT considera 3 classes e 5 subclasses, distribuídas em pesos individuais variando de 1 a 5.”

Ato contínuo, para cada sistema construtivo analisado são atribuídos pesos a respectiva variável, isto é, Gravidade, Urgência e Tendência, sendo gerado uma nota resultante do produto destes fatores (G x U x T). O Quadro 1, a seguir, exemplifica os itens e ponderações da Matriz GUT.

Quadro 1 – Matriz GUT

	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
1	Sem gravidade	Sem urgência	Sem tendência de piora
2	Pouco grave	Pouco urgente	Piora a longo prazo
3	Grave	Urgente	Piora a médio prazo
4	Muito grave	Muito urgente	Piora a curto prazo

5	Extremamente grave	Extremamente urgente	Piora imediata
---	--------------------	----------------------	----------------

Fonte: Adaptado de *Verzola, Marchiori e Aragon (2014)*

Para efeitos de modelação, no critério de arguir os elementos estruturais, convém destacar que não fora apresentado qualquer tipo de projeto e/ou documentação técnica. Sendo assim, apenas verificados os reflexos negativos sobre os elementos construtivos, suas deformações, defeitos e agressões, bem como os impactos que podem causar na materialização das ameaças identificadas em um ambiente em situação de vulnerabilidade, proporcionando insegurança à integridade física dos colaboradores, além de danos e prejuízos ao erário público.

É imperioso ressaltar que o escopo pretendido visou estabelecer um processo informativo e esclarecedor. Isto, pois, em havendo uso, o rigor sempre é a doutrina da Proteção e Defesa Civil, mesmo que por período temporário ou ocasional.

3 ATRIBUIÇÕES DO CBMMA NA EFETIVAÇÃO DA PNPDEC

Incube ao Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão (CBMMA) a execução das atividades de defesa civil. Dessa forma, a Constituição Estadual do Maranhão ratifica o CBMMA como órgão central do sistema de defesa civil do Estado, apresentando a atribuição de estabelecer e executar a Política Estadual de Defesa Civil, com o resguardo das medidas de prevenção combate a incêndio (MARANHÃO, 1989).

Corroborando ao exposto, as definições da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) instituída pelo Ministério da Integração Nacional no ano de 2012, a qual atribui aos entes federativos o dever da adoção de medidas necessárias para redução de desastres, resguardando o auxílio das entidades públicas, privadas e sociedade geral. Ademais, a PNPDEC abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil (BRASIL, 2012).

Dentre as principais diretrizes de instrumentalização da PNPDEC destacam-se a promoção, identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência. Considerando as responsabilidades do Estado, cita-se a identificação e mapeamento das áreas em situação de risco, realização de estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e Municípios (BRASIL, 2012).

Outrossim, a Lei de Organização Básica do CBMMA (LOB/CBMMA) define como algumas das atribuições institucionais deste órgão, o desenvolvimento de estudos, vistorias,

análises e controle de edificações, podendo embargar, interditar obras, serviços e habitações que não ofereçam condições de segurança e funcionamento. Outra atribuição do CBMMA prescrita pela LOB/CBMMA é o desenvolvimento de pesquisas científicas relativas ao seu campo de atuação funcional (MARANHÃO, 2015).

Ademais, a Lei Estadual nº 11.390/2020 que institui o Regulamento de Segurança Contra Incêndios das Edificações e Áreas de Risco no Estado do Maranhão estabelece que as edificações e áreas de risco locadas no território maranhense devem contemplar dispositivos para a proteção contra incêndios e emergências (MARANHÃO, 2020).

Com isso, certifica-se a adoção de medidas preventivas de manutenções céleres, dimensionamento e comissão de sistemas construtivos, principalmente, para preservar a vida útil e durabilidade dos materiais construtivos, mas sobretudo, para evitar os riscos decorrentes de perda da incolumidade da vida das pessoas residentes e do entorno.

4 RISCOS TECNOLÓGICOS NOS CONJUNTOS EDIFICÁVEIS MARANHENSES

O processo de degradação das edificações não é ocasional. Logo, é necessária a identificação, classificação e definição do grau de risco das manifestações patológicas, além do estabelecimento da prioridade interventiva nos elementos construtivos em situação de risco. Assim, o conhecimento do estado de degradação das estruturas fomenta subsídios para a realização de sua manutenção (FRANÇA *et al.*, 2022).

O cenário citado corresponde a tipificação de desastres tecnológicos. A Instrução Normativa nº 01 do Ministério da Integração Nacional define duas tipologias de desastres, isto é: naturais e tecnológicos. Os desastres tecnológicos estão relacionados às substâncias radioativas, produtos perigosos, incêndios urbanos, obras civis, transporte de passageiros e cargas não perigosas (BRASIL, 2012, grifo nosso).

Segundo França *et al.* (2022) as ocorrências referentes aos riscos tecnológicos compreenderam 95,50% dos atendimentos realizados pelo Departamento Técnico da CEPDECMA no ano de 2021. Nesse contexto, França *et al.* (2022) destaca que os riscos tecnológicos decorrem, por ordem de incidência, das obras civis por colapso estrutural, degradação dos sistemas construtivos, desabamentos e incêndios.

Os municípios que compõem a Ilha do Maranhão apresentam a maior concentração espacial de riscos tecnológicos no território maranhense. Nesse contexto, a capital maranhense

é avocada com maior concentração dos riscos tecnológicos relativos às obras civis e com tipologia de colapso estrutural (FRANÇA *et al.*, 2022). O autor ainda ratifica que:

Em síntese, a representatividade massiva da codificação tecnológica com tipologia de obras civis é inerente a avançada idade construtiva dos imóveis inspecionados combinada à carência de manutenção preventiva, protetiva e corretiva dos sistemas construtivos impondo aos elementos estruturais constituintes o Estado Limite de Serviço (perda de desempenho para o que fora projetado) com evolução para Estado Limite Último (colapso). (FRANÇA *et al.*, 2022).

O panorama descrito é ratificado com a teoria de Sitter (1984) quando cita que os custos das correções evoluem em progressão geométrica de razão 5 (cinco). Essa situação pode impactar diretamente na durabilidade e vida útil do sistema construtivo. De acordo com a ABNT (2004), entende-se por durabilidade a capacidade da estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto. Por outro lado, vida útil é o período efetivo de tempo durante o qual uma estrutura ou qualquer de seus componentes satisfazem os requisitos de desempenho do projeto, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo (ISO, 2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando vistorias realizadas nos dias 26 e 27 de abril do ano de 2022, em consonância com as normas vigentes do Estado e, diante do que foi possível observar, sumariamente, seguem os principais pontos: trata-se de uma edificação construída em meados do ano de 2014, configurando 26 Blocos, em fases edificadas distintas, tipologia construtiva em estrutura de concreto armado, laje pré-moldada e vedação em alvenaria de tijolo cerâmico.

O sistema de cobertura, quando existente, é desenvolvido por telhas cerâmicas tipo capa canal sustentado por madeiramento. As lajes, em sua maioria, estão com cobrimentos questionáveis, drenagem insipientes, sem impermeabilização, sem cobertura e proteção perimetral contra quedas. A acessibilidade é realizada por escadas sem corrimãos, guarda corpos e em contato direto às intempéries. Ocorrem ligações clandestinas para as instalações elétricas e hidrossanitárias, além da inexistência de sistema de proteção contra descargas atmosféricas e prevenção de incêndios, emergências e explosões. Em relação a esse cenário de risco, existem 257 famílias expostas aos tecnológicos.

A seguir, destacamos o Quadro de Mapeamento das Manifestações Patológicas adotados para a vistoria dos blocos. Esse apresenta o detalhamento dos sistemas construtivos, por ambiente inspecionado com a respectiva identificação, classificação, definição de grau de risco

das manifestações patológicas evidenciadas, pontuando a prioridade de ação conforme a gravidade, urgência e tendência.

Quadro 1 – Manifestações patológicas no Bloco nº 06 do Projeto Habitacional Península do Ipase

Sistemas Construtivos	Manifestações Patológicas		Grau de Risco			Matriz GUT			
	Identificação	Classificação	Crítico	Médio	Mínimo	G	U	T	Nota
Pavimento Térreo									
Estrutural	Ausência Revestimento	Anomalia				4	4	4	64
Elétrico	Fiação exposta	Irregularidade				5	5	5	125
Elétrico	Arranjo Elétrico	Irregularidade				5	5	5	125
Esquadrias	Ausência	Irregularidade				3	3	3	27
Cobertura	Ausência	Irregularidade				3	3	3	27
Estrutural	Ausência Projeto	Falha				4	4	4	64
Estrutural	Oxidação Ferragens	Falha				5	5	5	125
Incêndio	Ausência De Projeto/Equipamentos	Falha				5	5	5	125
Estrutural	Laje Com Infiltração	Falha				5	5	5	125
Hidráulico	Caixa D'água	Falha				4	4	4	64
Estrutural	Ninhos de concreto	Falha				5	5	5	125
Hidráulico	Tubulação entupida	Falha				3	3	3	27
Escada	Sem Corrimão	Anomalia				4	4	4	64
Escada	Exposição De Ferro	Falha				2	2	2	8

Legenda

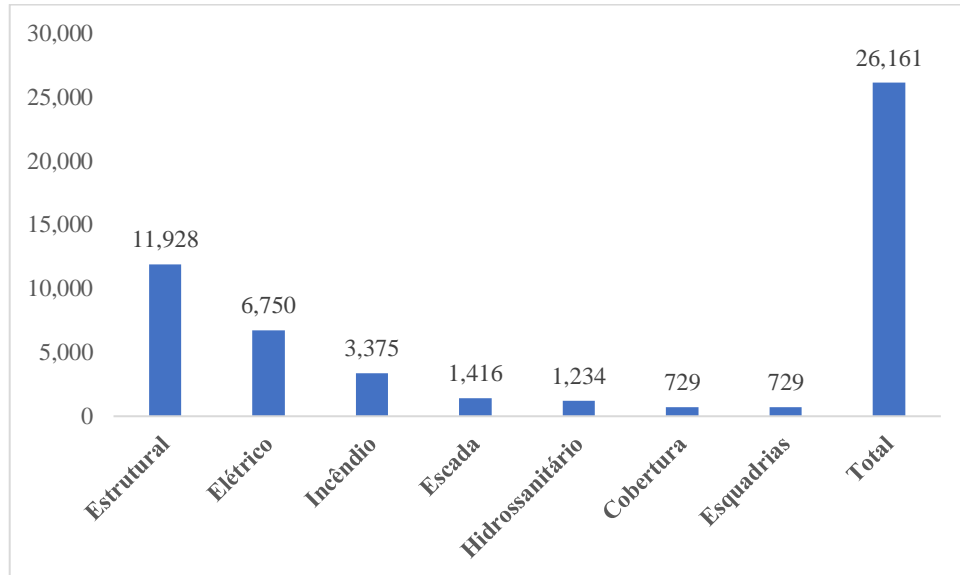
Sistemas	Identificação	Classificação	Crítico	Médio	Mínimo	Gravidade	Urgência	Tendência	Nota
Estrutural Cobertura Hidráulico Sanitário Elétrico Sanitário Incêndio Esquadrias Vedações Outros	Deslocamento Desabamento Fissura Trinca Rachadura Sujidade Desperdiço Oxidação Outros	Falha/Anomalia/Irregularidade de uso	Risco à vida, ELS, ELU	Perda funcional precoce	Manifestação a nível de revestimento	Extrem. Grave Muito Grave Grave Pouco Grave Sem Gravidade	Extrem. Urgente Muito Urgente Urgente Pouco Urgente Sem Urgência	Piora Imediata Piora Curto Prazo Piora Médio Prazo Piora Longo Prazo Sem Tendência de Piora	5 4 3 2 1
						Intensidade que os danos podem causar	Tempo para eclosão dos danos	Desenvolvimento que o problema terá na ausência da ação	

Fonte: Autores (2023)

O Quadro 1 retrata as manifestações patológicas dos sistemas construtivos identificados no pavimento térreo do Bloco nº 06 do Projeto Habitacional Península do Ipase. Essa foi a métrica utilizada para o levantamento das manifestações patológicas presentes nos sistemas construtivos dos 26 Blocos, com a respectiva classificação em anomalia, falha e irregularidade de uso, tal quanto a definição da prioridade interventiva conforme as diretrizes NBR 16.747/2020 da ABNT e Matriz GUT de Verzola *et al.* (2014).

Após a aplicação do Checklist Mapeamento das Manifestações Patológicas nas vistorias dos 26 blocos do Projeto Habitacional Península do Ipase foi possível identificar os sistemas construtivos com maior incidência de degradação, assim como destaca a Figura 1, abaixo:

Figura 1 – Degradação dos sistemas construtivos do Projeto Habitacional Península do Ipase



Fonte: Autores (2023)

A Figura 1, especifica um total de 26.161 manifestações patológicas identificadas nos sistemas construtivos do aglomerado residencial multifamiliar vistoriado, distribuídos em 7 categorias a saber: estrutural, elétrico, incêndio, escada, hidráulico, cobertura e esquadrias. Ocorre destaque para o sistema estrutural conferindo 45,59% da amostra, seguido do sistema elétrico (25,80%) e de proteção contra incêndio e emergência (12,90%). Por outro lado, o Quadro 2 evidencia a relação dos sistemas construtivos e as principais manifestações patológicas verificadas.

Quadro 2 – Sistemas construtivos e respectivas manifestações patológicas

Sistema Construtivo	Manifestação patológica
Estrutural	<ul style="list-style-type: none"> Exposição e oxidação das armaduras de lajes e pilares; Perda de seção e cobrimento dos pilares. Pilares removidas sem criticidade técnica. Espera de pilares em contato com cabeamento elétrico clandestino energizado; Flexão em vigas e lajes; Lajes com processo de fissuramento, infiltrações, deslocamento de lajotas, sem proteção contra quedas. Pontos de

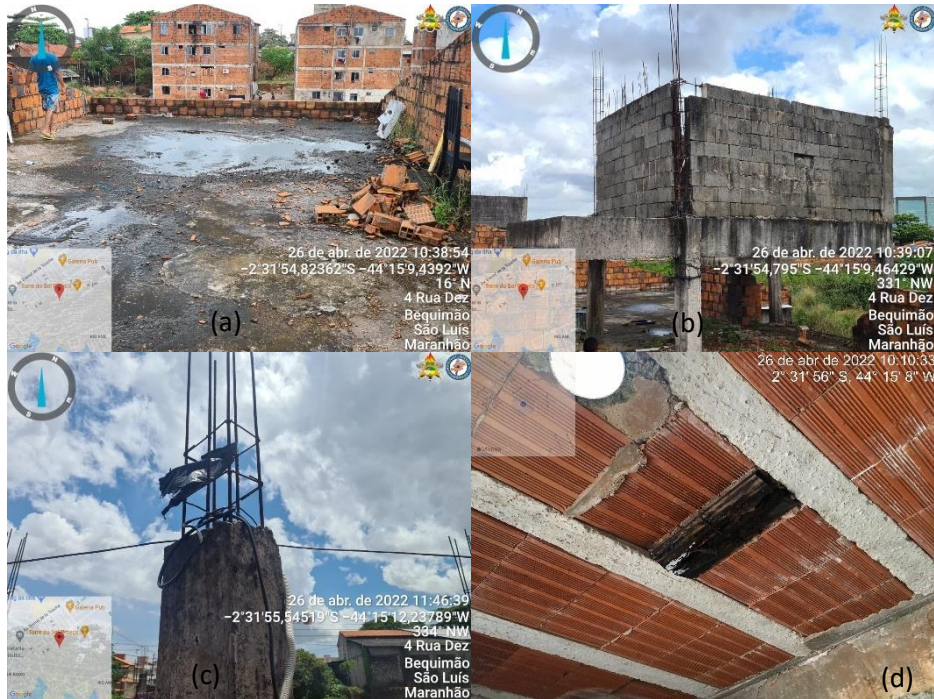
	acúmulo de água pluvial em contato com cabeamento elétrico energizado;
Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de telhamento, apenas laje sem impermeabilização e carente de drenagem pluvial.
Esquadrias	<ul style="list-style-type: none"> • Inexistência ou arranjos físico inadequados.
Escadas	<ul style="list-style-type: none"> • Sem corrimão, guarda corpo e com armadura exposta.
Instalações hidrossanitárias	<ul style="list-style-type: none"> • Ligações clandestinas, entupimento de tubulação e despejo de resíduos in natura a céu aberto.
Instalações elétricas	<ul style="list-style-type: none"> • Ligações clandestina, arranjos físicos inadequados, cabeamento condutor energizado em contato com espera de pilares e acúmulo de água na laje.
Caixa D'água	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamentos por falta de estanqueidade e pilares com armadura expostas.

Fonte: Autores (2023)

Logo, a amostra destaca prioritariamente um risco a nível estrutural com possibilidade de colapso da estrutura em virtude do uso edificado em processo de conclusão de obra, bem como, por mudanças estruturais sem criticidade técnica. Ademais, elementos basilares de distribuição de cargas apresentam características que podem levar a perda de vida útil e desempenho, a exemplo de pilares e lajes. Aponta-se que os elementos estruturais podem se encontrar em Estado Limite de Serviço (ELS) com evolução para Estado Limite Último (ELU).

Outro destaque negativo, ocorre pela materialização de ligações clandestinas e arranjos físicos inadequados nas instalações elétricas, ambos materializados em um ambiente edificado descomissionado dos sistemas basilares de proteção contra incêndios e emergências. Esse cenário é confrontante às diretrizes especificadas pelo Regulamento de Segurança Contra Incêndios das edificações e áreas de risco no Estado do Maranhão, tão quanto sob a ótica da Lei de Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão, sendo nesse caso, sugerido pelas legislações, a interdição do imóvel (MARANHÃO, 2020) (MARANHÃO, 2015). A Figura 2, exemplifica os sistemas construtivos e as principais manifestações patológicas identificadas.

Figura 2 – Detalhe das manifestações patológicas vistoriadas

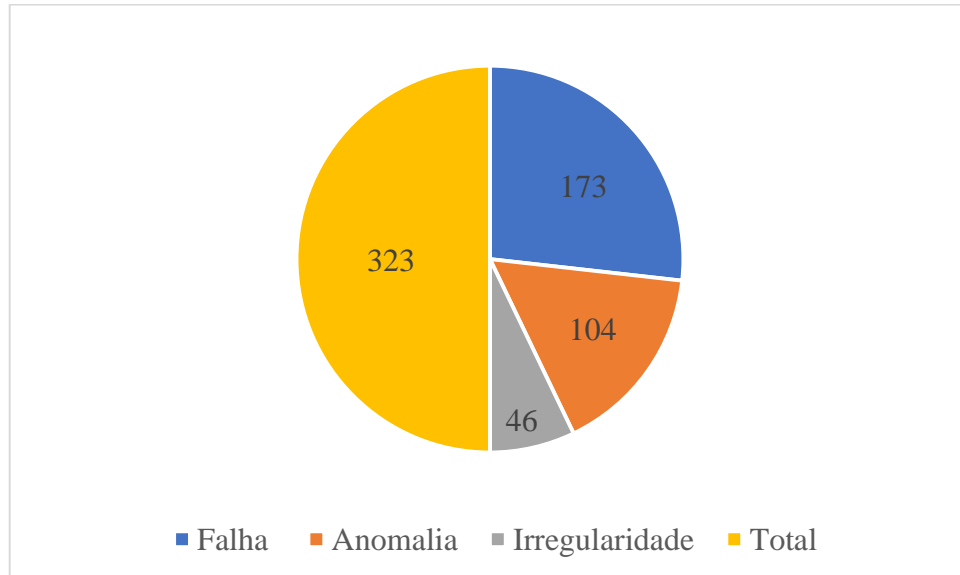


Fonte: Autores (2023)

A Figura 2 exemplificou quatro cenários assim descritos: (a) área descoberta da laje do Bloco nº 07 sem impermeabilização e com infiltração excessiva; (b) caixa d'água do Bloco nº 08 executada em bloco de alvenaria estrutural com risco de desabamento; (c) fiação elétrica do Bloco nº 14 em contato com a espera metálica de pilares; e (d) laje pré-moldada do Bloco nº 15 com risco de projeção e queda de lajota.

Outrossim, as manifestações patológicas foram classificadas em falha, anomalias e irregularidades de uso. Dessa forma, foram identificadas 323 manifestações sendo 173 casos de falhas, 104 de anomalias e 46 referentes às irregularidades de usos dos elementos construtivos. A estatística infere que a principal manifestação patológica identificada no aglomerado construtivo são as falhas, isto é, sistemas construtivos degradados por falta de manutenção com 53,56% dos casos. A Figura 3 abaixo retrata essa realidade.

Figura 3 – Classificação das manifestações patológicas

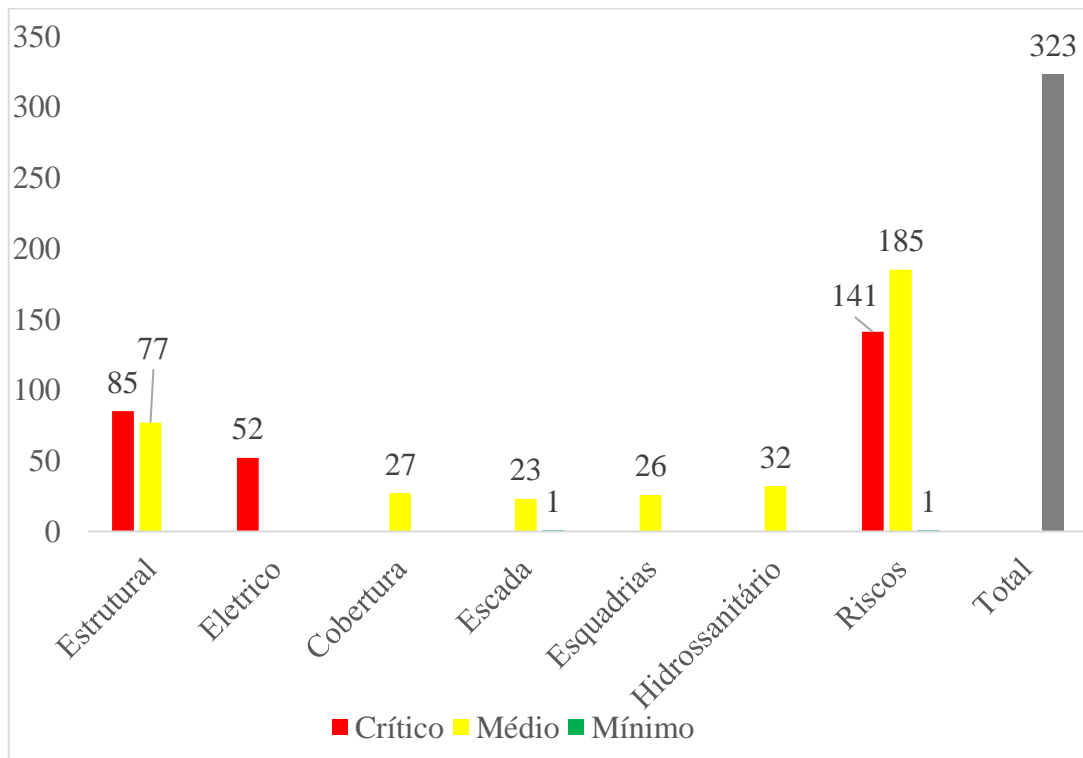


Fonte: Autores (2023)

Segundo a ótica de Sitter (1984), a carência na adoção de intervenções nas manifestações patológicas onera seus custos de correção. Por outro lado, a ABNT (2004) destaca que os fatores de durabilidade de uma determinada edificação são definidas em projeto. Considerando a análise do aglomerado residencial vistoriado, é perceptível que ocorre carência de manutenção eclodindo em maiores custos de correções dos sistemas construtivos, da mesma maneira que, em virtude do usufruto antes do término da obra, conferem questionamentos aos quesitos de durabilidade e desempenho dos materiais definidos em projeto.

O grau de risco foi definido de acordo com a pontuação GUT adquirida por cada sistema construtivo. Assim, adotou-se o critério da CEPDECMA para a pontuação das manifestações patológicas por sistema construtivo avaliado, considerando o seguinte parâmetro: manifestações patológicas com valor superior a 64 pontos apresentam um grau de risco crítico, aquelas compreendidas entre 27 e 64 pontos caracterizadas como médio risco e as materializadas abaixo dos 27 pontos como risco mínimo. A Figura 4 apresenta o resultado da análise (MARANHÃO, 2022).

Figura 4 – Definição do grau de risco das manifestações patológicas por sistema construtivo

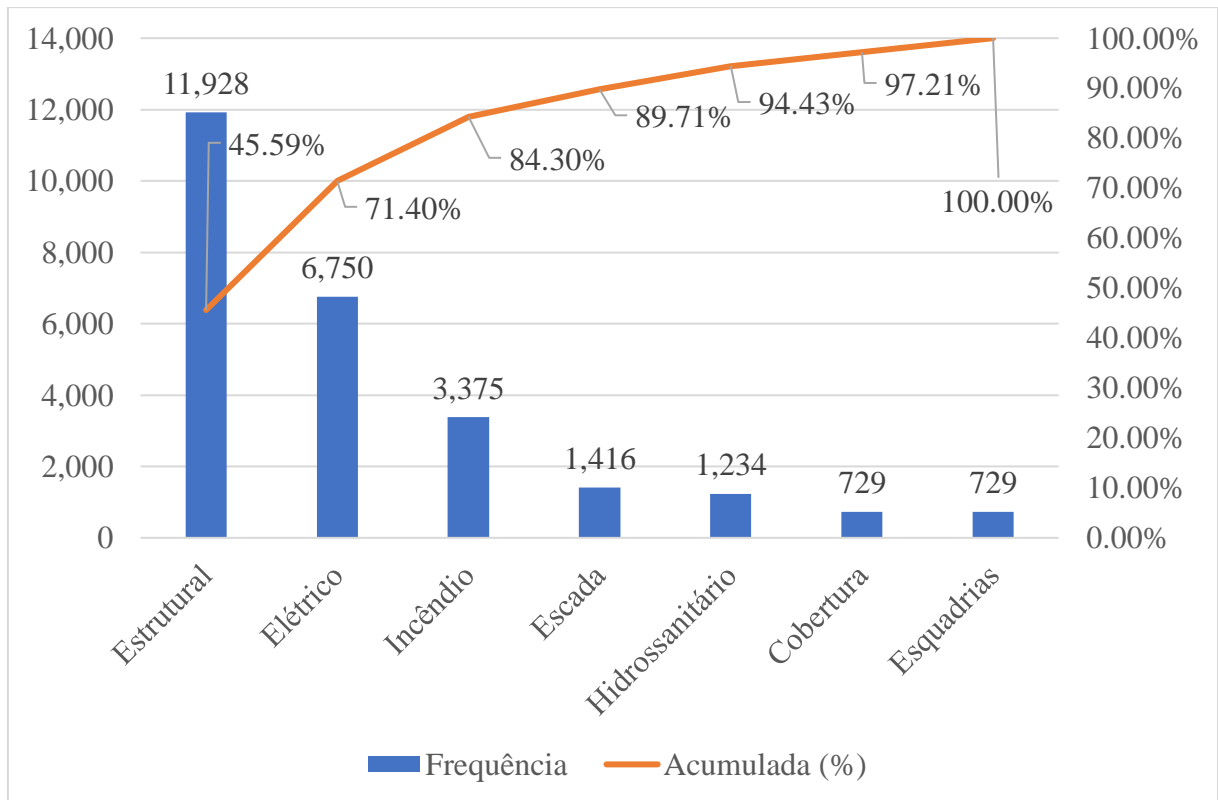


Fonte: Autores (2023)

A Figura 4 demonstra que o sistema estrutural apresenta maior incidência de manifestações patológicas com natureza crítica de 85 casos, seguido do sistema elétrico (52). Em relação ao risco médio, destacam-se as cinco categorias analisadas considerando a ordem decrescente de recorrência: estrutural (77), cobertura (27), escada (23), esquadrias (26) e instalações hidrossanitárias (32). Notadamente, considerando os graus de risco crítico e médio, o sistema estrutural é significativo com 50,15%. Corroborando ao ensejo, o sistema elétrico apresenta representatividade de 16,10% do risco crítico. Esse cenário confere agravante devido a todos os 26 blocos apresentarem o sistema de proteção por descargas atmosféricas (SPDA) e o sistema de proteção contra incêndios e emergências descomissionado.

Dessarte, a prioridade interventiva para a adoção da tomada de decisão dos gestores federativos e sociedade civil organizada foi dimensionada por meio da combinação entre os resultados da Matriz GUT, por sistema construtivo e a aplicação do Princípio de Pareto. Levou-se em consideração o quantitativo e ocorrências e o referido grau de risco. Vide Figura 5 a seguir.

Figura 5 – Diagrama de Pareto aplicado aos sistemas construtivos vistoriados



Fonte: Autores (2023)

Com o atributo do Princípio de Pareto, é perceptível que os sistemas construtivos que mais apresentam manifestações patológicas são o estrutural, as instalações elétricas e o descomissionamento da proteção contra incêndio e emergências, conferindo uma amostra de 84,30%. Assim, sobre a ótica do Diagrama de Pareto 80% dos problemas são explicados por 20% das causas conforme discorre Viera (2018). Logo, os 20% das causas são representados pelas variáveis estruturais, instalações elétricas e de proteção contra incêndio e emergência, sendo esses os primeiros elementos a sofrerem intervenção por parte do poder público, gestores e sociedade civil organizada.

6 CONCLUSÕES

Considerando o método de inspeção visual adotado, é imprudente o diagnóstico apontando a segurança estrutural lançada, pois existem inúmeras variáveis que depõem contra a durabilidade, funcionalidade e vida útil desse sistema. Em primeiro plano, destaca-se o desconhecimento do projeto estrutural adotado, seus parâmetros de elaboração como a realização dos procedimentos de sondagens do solo e quantidade de furos realizados e a

consequente tipologia de fundação adotada. Ademais, as especificações do concreto utilizado são discutíveis, tendo em vista a proteção da estrutura de concreto armado contra agressões ambientais dos íons cloretos, interações com o Dióxido de Carbono (CO₂) e ataques de sulfatos, estando o último, presente naturalmente no solo e lençóis freáticos com agravante do contato contínuo e prolongado com esgotamento sanitário despejado *in natura*.

O conjunto edificável apresenta fases construtivas distintas, porém, as manifestações patológicas identificadas seguem certa homogeneidade. Nesse sentido, questiona-se: a esbeltez dos pilares intermediários; a existência de pontos com procedimentos de desforma inacabados e presença de ataque biológico por cupins nas junções entre pilares e vigas; os pilares, vigas e escadas com ninhos de concretagem; a lixiviação do concreto nas escadas e lajes; a superestrutura com pontos de diminuição do pH do concreto, seguido da despassivação das armaduras e consequentes processos corrosivos; as esperas de pilares expostas às intempéries e em contato com energia elétrica energizada; as alterações estruturais sem criticidade técnica, como remoção de pilares; as lajes com cobrimento insuficiente, sem impermeabilização e/ou cobertura por telhamento, com infiltrações massivas e presença de organismos aeróbicos que definem a temporalidade antiga e constante da manifestação patológica. Além disso, questiona-se, também, os sistemas de drenagens pluviais insipientes e executados por arranjos físicos inadequados nos buzinetes, os pontos de flexões, o contato do cabeamento elétrico energizado com umidade, os fissuramentos longitudinais das vigotas com exposição de armadura, a deterioração e/ou ausência de lajotas, além da inexistência de parapeito perimetral.

Corroborando ao exposto, as manifestações patológicas identificadas nos reservatórios superiores e seus componentes estruturais. Dentre elas, pontuam-se os processos de fissuramento e destacamento do revestimento por retração térmica, infiltrações e eflorescências. Soma-se ao contexto, àquelas, com exposição de armaduras por falta de cobrimento e fechamento perimetral por alvenaria de tijolo cerâmico. Outro fator relevante, agora sob a ótica peculiar do Bloco nº 13, é o comprometimento da viga lateral da caixa d'água (única em uso), por vazamento do reservatório, gerando estalactites ferruginosas.

Do ponto de vista da segurança contra incêndio e emergências, o objeto apresenta ausência das instalações dos dispositivos preventivos basilares. Sob esse aspecto, não foram executados ou instalados os sistemas de extintores leves e portáteis, iluminação e sinalização de emergência, canalização preventiva, reserva técnica contra incêndio e hidrantes urbanos. Nesse mote, cita-se ainda, a inexistência do Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas (SPDA).

O cenário de risco proposto apresenta um ambiente vulnerável à eclosão e disseminação de incêndios e explosões, com o agravante da potencialidade das ameaças manifestas pelas instalações elétricas irregulares energizadas, com arranjos físicos inadequados em contato direto com materiais e elementos condutores, da mesma maneira que pelo acondicionamento e uso de botijões de gás liquefeito de petróleo na área interna dos imóveis, alimentados por mangueiras sem validade e/ou com as botijas em posicionamento incorreto.

Ante ao exposto, coaduna-se do entendimento que, o atesto de viabilidade técnica para a resistência da estrutura, expedido em Laudo de Prova de Cargas, é o principal condicionante para a permanência da população residente na Península do Ipase. Por conseguinte, urge a necessidade de realização das medidas interventivas corretivas imediatas nas instalações elétricas; instalação dos preventivos basilares proteções contra incêndio e explosões; além da execução de guarda corpo perimetral, correção da drenagem pluvial e impermeabilização das lajes descobertas.

Destarte, a garantia da integridade estrutural do objeto, em conjunto com a realização de ações corretivas nos sistemas diagnosticados em situação de grau crítico de degradação e ou inoperabilidade de uso, conferem condições mínimas de segurança, além da possibilidade do desenvolvimento de ações corretivas pontuais por bloco. Diante da nova perspectiva, torna-se viável a elaboração de um plano de recuperação dos imóveis com a desmobilização dos residentes apenas nos locais de intervenção.

Todavia, sem a prerrogativa da integridade estrutural do objeto e a correção imediata das manifestações patológicas de grau crítico identificadas, o conjunto edificável da Península do Ipase não apresenta condições basilares de segurança, tendo em vista o questionamento de durabilidade, desempenho e vida útil dos materiais construtivos ali empregados, da mesma maneira que expõe os cidadãos aos riscos de sobrecarga dos equipamentos de rede, choques elétricos, incêndios e explosões ambientais, com o agravante da inexistência das instalações de proteção contra incêndios e emergências, e sobretudo, o panorama não oferta diagnóstico assertivo e definitivo sobre o Estado de Limite de Serviço e Estado Limite Último do sistema estrutural lançado.

Outrossim, o cenário descrito fomenta o risco de desastres tecnológicos relativos a incêndios em aglomerados residenciais e obras civis, por colapso de edificação e/ou queda de estrutura civil. Logo, ocorre a possibilidade de acidentes culminados na perda da incolumidade da vida, e desse modo, torna-se inviável a continuidade do usufruto habitacional dos residentes. Sendo assim, sugere-se a evacuação das famílias em situação de risco tecnológico para local

seguro, por intermédio de aluguel social, abrigo público ou qualquer entremeio que assegure o direito à moradia e mobilidade salutar até que estejam sanados os dois condicionantes citados.

Em síntese, valida-se a hipótese que a produção de peça técnica com prioridade interventiva de ação, auxilia a tomada de decisão dos órgãos competentes e sociedade civil organizada para a mitigação dos riscos tecnológicos. Assim, a presente pesquisa destacou que as principais manifestações patológicas são a nível dos sistemas construtivos estruturais, elétricos e de proteção contra incêndio. Por outro lado, a classificação dessas manifestações é reflexo da falta de manutenção dos sistemas construtivos. Sob a ótica do grau de risco, o aglomerado residencial apresenta predominância para o risco crítico e médio, corroborando para a adoção das ações protetivas nos sistemas: estrutural, instalações elétricas e proteção contra incêndio e emergências. Sendo assim, 257 unidades residenciais estão expostas a situação de risco tecnológico.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento.** São Paulo, 21 mai. 2020.

FRANÇA, Carlos David Veiga *et al.* Proteção e defesa civil: sob a perspectiva de atendimentos no território maranhense. In: Anais do Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. **Anais...** Diamantina (MG) online, 2022. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/cobicet2022/509469-PROTECAO-E-DEFESA-CIVIL--SOB-A-PERSPECTIVA-DE-ATENDIMENTOS-NO-TERRITORIO-MARANHENSE>>. Acesso em: 13 fev. 2023.

FRANÇA, C. D. V.; RODRIGUES, Z. M. R.; SANTOS, W. B. dos.; SILVA, W. C. da. Monitoramento de manifestações patológicas aplicado ao Patrimônio Cultural do município de Caxias - MA. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 8, n. 4, pp. 14171–01e, 2022.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

LAKATOS, Eva M. **Metodologia do Trabalho Científico.** 9. ed. São Paulo, Atlas, 2021.

MARANHÃO. **Lei nº 10.230**, de 23 de abril de 2015. Dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão e dá outras providências. São Luís: Palácio do Governo do Estado do Maranhão, 2015. Disponível em: <<http://stc.ma.gov.br/legislacao/documento/?id=3868#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20B%C3%A1sica,Maranh%C3%A3o%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias>>. Acesso em: 25 jan. 2023.

MARANHÃO. Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Maranhão. **Relatório Técnico de Engenharia nº 12/2022/CEPDECMA**. São Luís: Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Maranhão, 2022.

MARANHÃO. **Lei nº 11.390**, de 21 de dezembro de 2020. Institui o Regulamento de Segurança Contra Incêndios das edificações e áreas de risco no Estado do Maranhão, e dá outras providências. Disponível em: <<https://cbm.ssp.ma.gov.br/index.php/2021/01/13/013-2021-regulamento-de-seguranca-contra-incendios-das-edificacoes-e-areas-de-risco-no-estado-do-maranhao/>>. Acesso em: 26 jan. 2023.

MARKUP: O QUE É, PARA QUE SERVE, COMO CALCULAR E QUAL É O IDEAL. **FIA**, 2022. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/markup-o-que-e-para-que-serve-como-calcular-e-qual-e-o-ideal/>>. Acesso em 14 Mai 2023.

VERZOLA, S. N.; MARCHIORI, F. F.; ARAGON, J. O. “Proposta de lista de verificação para inspeção predial x urgência das manutenções”. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, **XV ENTAC**, Maceió: Alagoas (Brasil), pp. 1226-1235, 2014.

VIEIRA, Sônia. **Estatística básica**. 2. ed., rev. e ampl. – São Paulo, SP: Cengage, 2018.

SITTER, W. R. Costs for service life optimization. The Law of fives. In: International CEBRILEM workshop on durability of concrete structures. **Proceedings...**Copenhagen: CEBRILEM, pp. 18-20, 1984.