
**Universidade Federal
do Pará**



Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM RESIDENCIAIS DO
PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA
NO ESTADO DO PARÁ E APLICAÇÃO DO
MÉTODO FMEA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Yasmim Paulina Campos de Oliveira

2018

Yasmim Paulina Campos de Oliveira

Análise de Manifestações Patológicas em Residenciais do Programa Minha Casa Minha Vida no Estado do Pará e aplicação do Método FMEA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dsc. André Augusto Montenegro de Azevedo Duarte

Belém, 31 de agosto de 2018



ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESIDENCIAIS DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA NO ESTADO DO PARÁ E APLICAÇÃO DO MÉTODO FMEA

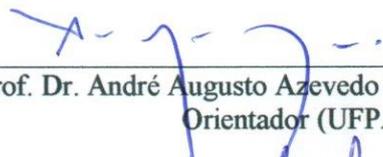
AUTORA:

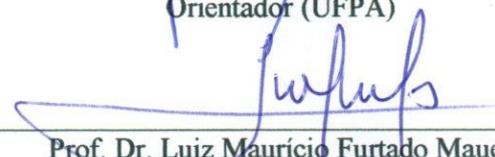
YASMIM PAULINA CAMPOS DE OLIVEIRA

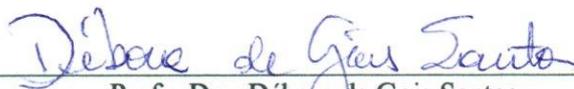
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRA EM ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL.

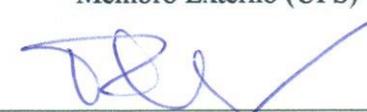
APROVADO EM: 31 / 08 / 2018.

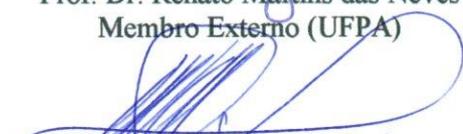
BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte
Orientador (UFPA)

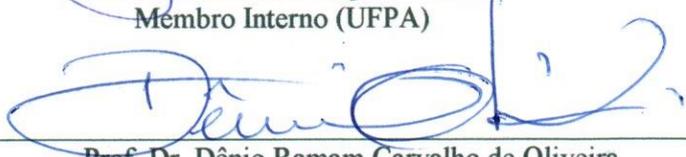

Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado Maués
Co-orientador (UFPA)


Profa. Dra. Débora de Gois Santos
Membro Externo (UFS)


Prof. Dr. Renato Martins das Neves
Membro Externo (UFPA)


Prof. Dr. Alcebiades Negrão Macêdo
Membro Interno (UFPA)

Visto:


Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

Dados Internacionais de Catalogação - na - Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da
UFPA

O48a Oliveira, Yasmim Paulina Campos de, 1993-

Análise de manifestações patológicas em residenciais do Programa Minha casa minha vida no Estado do Pará e aplicação do método FMEA / Yasmim Paulina Campos de Oliveira.-2018.

Orientador: André Augusto Montenegro de Azevedo Duarte
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Belém, 2018.

1. Habitação popular - Pará - confiabilidade. 2. Confiabilidade engenharia (engenharia). 3. Localização de falhas (engenharia). 4. Política habitacional - avaliação de riscos. 5. Programa Minha Casa Minha Vida. I. Título.

CDD 23. ed. 363.5098115

Dedico esta dissertação ao meu pai José Nazareno e minha mãe Marlete do Socorro, pelo apoio, amor e direcionamento nos momentos de dúvidas. Graças a vocês, eu aprendi a não desistir dos meus sonhos, por mais difíceis que sejam.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me concedeu o dom da vida, e direcionou meu caminho para a realização deste curso de pós-graduação na Universidade Federal do Pará.

Aos meus pais José Nazareno e Marlete do Socorro, minha irmã Iara Paulina e afilhado Benjamim Oliveira sem vocês eu jamais teria conseguido, vocês são minha fonte de inspiração e base de sustentação para os momentos de fraqueza.

Ao meu namorado, confidente e parceiro de vida Alef Berg, você me faz ser o melhor de mim. Te amo, meu bem.

Aos meus amigos, em especial Hugo Oliveira, por estar presente pela maioria dos momentos felizes, mas também companheirismo nas dificuldades.

À Universidade do Federal do Pará e aos professores que ao longo destes anos colaboraram para minha formação profissional.

À CAPES, pelo essencial apoio financeiro.

Ao meu orientador Prof. Dsc. André Montenegro Duarte, pela confiança no meu potencial e acreditar na proposta de pesquisa.

Ao professor Prof. Dsc. Luis Mauricio Furtado Maués, por sua perspicácia, proatividade e conselhos que influenciaram positivamente para elaboração deste trabalho.

Por último, mas não menos importante ofereço este trabalho pela memória dos meus amáveis avós paternos Aliete Nazaré e José Fontes, avô materno Sabino Campos, e de minha eterna madrinha por quem estimo boas lembranças, Alzira Gadelha. Vocês foram meu exemplo de vida.

*“Mudar é ultrapassar os nossos próprios limites,
erradicando os nossos medos mais íntimos e profundos,
descobrimo que podemos ir mais adiante
do que supostamente um dia prevíamos suportar.”*

Darléa Zacharias

RESUMO

OLIVEIRA, Y. P. C. *Análise de Manifestações Patológicas em Residenciais do Programa Minha Casa Minha Vida no Estado do Pará e aplicação do Método FMEA*. Belém. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (Mestrado em Engenharia Civil), UFPA, 2018.

A necessidade humana pela busca de moradia existe desde os primórdios, quando os ancestrais construía m abrigos para se proteger dos efeitos da natureza. Atualmente, pode-se listar inúmeros outros motivos, mas, em síntese, trata da busca pela qualidade de vida. Porém, devido a fatores econômicos, muitas famílias não conseguem realizar o sonho da casa própria, e diante desta problemática o poder público criou programas de incentivo financeiro, como o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). O programa detem de parcerias com agentes de crédito e construtoras, para oferecer as classes baixa e média, a oportunidade da compra do imóvel em condições de baixo custo. No entanto, o que deveria trazer tranquilidade para os novos proprietários, em muitos casos, passou a causar preocupação devido a má qualidade estética e estrutural, entregue. Neste contexto, o objetivo da realização deste trabalho é de analisar residenciais provenientes do PMCMV no estado do Pará, através dos registros de ordem de serviço (OS) dos usuários à uma empresa de assistência e reparo das obras. De modo, quantitativo e qualitativo, por meio de aplicação da metodologia *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA), responsável por mensurar falhas e propor melhorias. Em suma, para a realização do trabalho, foram coletados registros de OS de seis residenciais do PMCMV localizados nos municípios de Moju, Abaetetuba, Paragominas e Ananindeua sendo identificados ao total 40 manifestações patológicas. Em seguida, a aplicação da pesquisa Survey em profissionais da área de conhecimento, para que fossem identificados os índices de Ocorrência, Severidade e Detecção de cada manifestação patológica registrada pelos usuários, para enfim, perante destas informações, a aplicação da metodologia FMEA.

Palavras-chave: PMCMV, FMEA, manifestações patológicas

ABSTRACT

OLIVEIRA, Y. P. C. *Analysis of Pathological Manifestations in Residences of the My Home My Life Program in the State of Pará and application of the FMEA Method*. Belém. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (Mestrado em Engenharia Civil), UFPA, 2018.

The human need for housing has existed since the earliest times. When ancestors built shelters to protect themselves from the effects of nature. Nowadays, can be listed countless other reasons. But, in summary, it deals with the quest for quality of life. However, due to economic factors, many families cannot achieve the dream of own house. To face this problem the government created financial incentive programs, like the My Home My Life Program (MHMLP) in the State of Pará. The program has partnerships with credit agents and construction companies. The goal is to offer to middle and working class the opportunity the acquisition of property under low cost conditions. Although, what should bring tranquility to the new owners, in many cases, has given rise to concern due to poor aesthetic and structural quality delivered. Considering this context, the objective of this work is to analyze the residences delivered by the MHMLP in the state of Pará. Through the users' OS records to the assistance and repair companies. Thus, so Quantitative and qualitative, using FMEA methodology, responsible for measuring failures and proposing improvements. In order to carry out the work, the OS records of six MHMLP residences were collected in Moju, Abaetetuba, Paragominas and Ananindeua Town. In total 40 pathological manifestations were identified. Then, the application of a Survey in professionals of this field of study, in order to identify the Occurrence, Severity and Detection indices of each pathological manifestation registered by the users. Finally, with this information, the application of the FMEA methodology by the users, finally, before this information, the application of the FMEA methodology.

Key words: PMCMV, FMEA, pathological manifestations.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 – Dados de déficit habitacional por estados	18
TABELA 2.2 - Escala de referência dos índices do FMEA.....	40
TABELA 2.3 - Escala de valoração da prioridade de risco.....	41
TABELA 4.1 - Classificação por faixa.....	49
TABELA 4.2 - Registros das OS.....	53
TABELA 4.3 – Caracterização dos residenciais.....	56
TABELA 4.4 – Aplicação FMEA.....	69

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - Componentes do déficit habitacional no Brasil.....	15
FIGURA 2.1 - Causas das manifestações patológicas no Brasil em média.....	31
FIGURA 3.1 – Roteiro de aplicação da metodologia.....	44
FIGURA 4.1 - Esquema de contratação das construtoras.....	48
FIGURA 4.2 – Mapeamento dos residenciais.....	51
FIGURA 4.3 – Planta baixa das UH.....	56
FIGURA 4.4 – Panorama Percentual das Manifestações Registradas.....	57
FIGURA 4.5 – Panorama de verificação de risco grupo de Revestimento.....	59
FIGURA 4.6 – Panorama de verificação de risco grupo de Instalações Elétricas.....	60
FIGURA 4.7 – Panorama de verificação de risco grupo Instalações de Incêndio.....	60
FIGURA 4.8 – Panorama de verificação de risco grupo Esquadrias de madeira.....	61
FIGURA 4.9 – Panorama de verificação de risco grupo Esquadrias de Vidros.....	62
FIGURA 4.10 – Panorama de verificação de risco grupo de Estrutura de Concreto e Revestimento.....	63
FIGURA 4.11 – Panorama de verificação de risco grupo Umidade.....	63
FIGURA 4.12 – Panorama de verificação de risco grupo Instalações Hidro- Sanitárias.....	64
FIGURA 4.13 – Panorama de verificação de risco grupo Instalações Externas.....	65
FIGURA 4.14 – Panorama de verificação de risco grupo de Esquadrias de Ferro e Aço.....	66
FIGURA 4.15 – Panorama de verificação de risco grupo Instalações de emergência.....	66
FIGURA 4.16 – Panorama de verificação de risco grupo Esquadrias de Alumínio.....	67
FIGURA 4.17 – Panorama de verificação de risco grupo de Pintura.....	67
FIGURA 4.18 – Panorama de verificação de risco grupo de Instalações Elétricos- Telefônico.....	68
FIGURA 4.19 – Panorama de verificação de risco geral.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Neste item são apresentados alguns dos símbolos utilizados nesta dissertação. Aqueles que não estão aqui apresentados têm seu significado explicado assim que mencionados ao longo do texto desta pesquisa.

Símbolo	Significado
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra em Domicílio
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
OS	Ordem de Serviços
UH	Unidades Habitacionais
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
ASI	<i>American Supplier Institute</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>

SUMÁRIO

RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLA.....	XII
CAPÍTULO 1	15
INTRODUÇÃO	15
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 OBJETIVOS	20
1.3.1 Objetivo Geral	20
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	20
CAPÍTULO 2	22
REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1 QUALIDADE E CONFIABILIDADE.....	22
2.2 MANUTENÇÃO	24
2.2.1 Aspectos Históricos.....	24
2.2.2 Definição	26
2.2.3 Manutenção de Edificações.....	28
2.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS CONSTRUÇÕES.....	30
2.3.1 Definição	30
2.3.2 Tipos de Patologias	32
2.4 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS – FMEA.....	37
2.4.1 Aspectos Históricos.....	37
2.4.2 Definição	38
2.4.3 Aplicação.....	39
CAPÍTULO 3	43
METODOLOGIA	43
3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA	43
3.1.1 Classificação da Pesquisa.....	43
3.2 FASES DA PESQUISA.....	43

3.2.1 FASE I: Revisão Bibliográfica.....	45
3.2.2 FASE II: Levantamento de dados	45
3.2.3 FASE III: Aplicação FMEA.....	45
CAPITULO 4	47
ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DE DADOS	47
4.1 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA (PMCMV).....	47
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO	50
4.3 DADOS COLETADOS	57
4.4 APLICAÇÃO FMEA.....	68
CAPITULO 5	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
5.1 CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS.....	77
5.2 CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS	78
5.3 RESULTADOS ALCANÇADOS	78
5.4 PROPOSTA DE ESTUDOS FUTUROS.....	79
REFERÊNCIA	80

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE APLICAÇÃO AOS PROFISSIONAIS DA ÁREA DE CONHECIMENTO

APÊNDICE B - MAPEAMENTO DOS PERFIS PROFISSIONAIS DA ÁREA DE CONHECIMENTO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

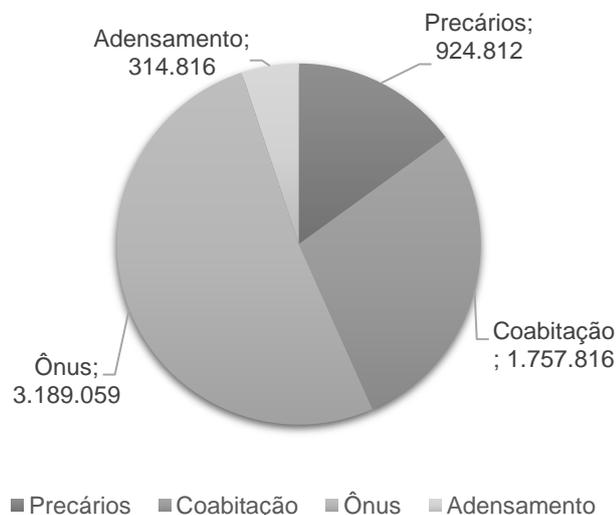
Neste capítulo, serão apresentados: o contexto no qual está inserido o problema-tema da pesquisa, argumentos que justificam a realização da pesquisa, objetivos que nortearam o estudo e por fim a estrutura da dissertação.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Desde a antiguidade, a construção de moradia entrelaça às necessidades humanas, com justificativas de conforto, proteção e acima de tudo a qualidade de vida, que implica em criar, manter e melhorar o ambiente. Contudo, as edificações devem ser projetadas, construídas e mantidas de acordo com requisitos básicos de desempenho e durabilidade ao longo da vida útil, além de atender às necessidades dos usuários. (CHIAVENATO, 2008; SANTOS & CALMON, 2017).

No entanto, nos tempos atuais, o déficit habitacional é um problema social que assola o Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através da Pesquisa Nacional por Amostra em Domicílio (PNAD) realizada no ano de 2015, apresenta o valor absoluto de 6.186.503 acerca desta problemática, que são classificadas em componentes de ônus, coabitação, adensamento e precários. Vide ilustração da figura 1.1.

FIGURA 1.1 - Componentes do déficit habitacional no Brasil



Fonte: IBGE, 2015

Como se pode observar na figura 1.1, o ônus excessivo com aluguel é o componente com maior peso no cálculo do déficit habitacional brasileiro, e é caracterizado por famílias que comprometem mais de 30% da renda mensal para pagar o aluguel. E, este agravante interfere na busca pela casa própria, de muitos brasileiros que possuem renda fixa. (MAXIMO, 2017)

Diante deste cenário, as obras de cunho popular construídas de forma subsidiada pelo poder público, como os residenciais financiados pelo PMCMV, surgem como alternativa possível para a realização da compra do imóvel, pois oferece baixo custo de investimento. A concepção e implementação do PMCMV estão atreladas também aos processos de intensificação da indústria da construção civil como máquina de sustentação e geração de empregos, além de seus desdobramentos econômicos na cidade de maneira mais ampla (CARDOSO; ARAGÃO, 2013; AZEVEDO; ANDRADE, 2011)

Porém, apesar do interesse não somente das empresas parceiras, mas também do próprio poder público em exercer a qualidade de modo gerencial no processo de construção destas obras, infelizmente, muitos dos requisitos dos usuários não são atendidos na entrega do imóvel, sendo identificadas incontáveis falhas no pós - habitação. (SILVA, 2013; KRAUSE; BALBIM; NETO, 2013)

De acordo com o autor Stamatis (2003), as manifestações patológicas ou falhas, ocorrem quando o produto entregue, não resguarda o usuário contra os riscos, não executa as funções ou não atende aos requisitos estabelecidos pelo consumidor. Para Huppertz (2007), quando estes requisitos não são atendidos, surge a insatisfação como consequência da aquisição de um produto ou da prestação de um serviço que lhe foi feito.

Contundo, para a garantia da qualidade, é imprescindível o enfoque de toda a análise e estabelecimento de contramedidas a falhas potenciais, ou seja, problemas que ainda não ocorreram, mas que, em muitos casos, estão embutidos no próprio projeto. Assim como, a confiabilidade é um parâmetro que deve ser incorporado na fase de elaboração de projeto, com o objetivo de analisar a capacidade de um sistema, seu desempenho e o poder de avaliação do produto final. (VANNI, 1999). Ao tratar-se de qualidade na construção civil, o autor Fontes (2014), ressalta que geralmente existe uma perda gradativa das informações desde a fase de concepção do projeto até a fase da manutenção. Como consequência de processos inadequados da gestão, pode ocorrer a desvalorização do patrimônio, surgimento ou reincidência de manifestações patológicas, com possível comprometimento da segurança do usuário e redução da vida útil da edificação.

Em relação do conceito de manutenção, temos que é a atividade responsável por manter máquinas, instalações, equipamentos ou outros bens em condições adequadas de funcionamento, durante o processo e após a entrega. Esta atividade, tradicionalmente, era orientada pelo objetivo de minimizar custos de manutenção. Porém, considerações sobre segurança no ambiente de trabalho, qualidade dos produtos, níveis de serviços internos e competitividade da empresa aumentaram a abrangência desta atividade. (CORDEIRO e ASSUMPÇÃO, 2016).

A manutenção de edificações, por sua vez, assume um papel fundamental na sociedade, pois representa grande porcentagem de atividade no setor da construção civil, e expandindo sua importância na sociedade, devido ao crescente aumento das exigências de habitabilidade e conforto, e da preservação do empreendimento. (TEXEIRA DE JESUS, 2017)

Diante deste contexto, este trabalho visa analisar tais manifestações patológicas dos residenciais do PMCMV, para potencializar a tomada de decisão em sanar problemas relacionados a qualidade, minimizando a necessidade de manutenções corretivas em construções presentes e futuras. Visto que, as empresas do ramo da construção civil necessitam empregar o uso de metodologias gerenciais que propicie a satisfação do cliente e assegurem a qualidade do imóvel.

1.2 JUSTIFICATIVA

No início da década de 1960, o Banco Nacional de Habitação (BNH) fomentou de maneira significativa a produção em grande escala de habitações de interesse social. Ainda atualmente, é possível identificar essa tipologia de habitação enquanto ocupante de grande parcela de mercado a ser atendido pelas empresas de edificações, configurando um cenário em que existe um grande número de habitações populares voltado a suprir o déficit habitacional no país. Porém, além do problema de redução do déficit habitacional por meio da produção de conjuntos habitacionais populares de baixo custo, a qualidade destes é uma questão primordial sobre a qual pesquisadores brasileiros têm debatido desde a década de 1980 (ROMERO e ORNSTEIN, 2003; BORGES e SABBATINI, 2008).

A baixa qualidade das habitações faz surgir, então, frente ao crescimento do setor da construção civil voltado para os empreendimentos habitacionais, a necessidade de uma maior discussão acerca do desempenho mínimo esperado para as novas edificações habitacionais, evitando cometer os erros do passado (BORGES e SABBATINI, 2008; MIRANDA, 2014).

No tocante à qualidade do produto arquitetônico existe, por exemplo, a Avaliação Pós Ocupação que pode consistir em avaliação técnica – abordando aspectos funcionais, construtivos e de conforto ambiental – e avaliação comportamental – compreendendo a avaliação da satisfação dos usuários com relação aos mesmos aspectos. Esse processo de avaliação pode trazer melhorias para o edifício estudado e ajudar a organizar bancos de dados de informações para alimentar outros projetos habitacionais semelhantes (KOWALTOWSKI *et al.*, 2013).

No estado do Pará, o quantitativo do déficit de habitações atinge o valor absoluto de 306.553 (IBGE, 2015). De acordo com a tabela 1.1, em análise comparativa no *ranking* dos dez estados, o Pará é o único representante da região norte.

TABELA 1.1 – Dados de déficit habitacional por estados

Estados	Déficit Habitacional
São Paulo	1.306.367
Minas Gerais	552.046
Rio de Janeiro	468.292
Bahia	451.881
Maranhão	388.898
Pará	306.553
Ceará	300.752
Pernambuco	286.890
Paraná	276.709
Rio Grande do Sul	236.304

Fonte: IBGE, 2015

Tendo em vista estes números apresentados na tabela 1.1, o PMCMV surge com a preocupação de construir casas dignas de moradias para a população mais necessitada, com a meta inicial ambiciosa de construção de um milhão de moradias e atender famílias com renda mensal de até 10 salários mínimos. (FERREIRA *et al.*, 2012).

As habitações, em sua maioria, são providas por construtoras de origem privada, do qual destina-se em torno de 97% do subsídio público para a oferta e produção dos residenciais (ARANTES e FIX, 2009). Deste modo, esperava-se excelência das obras de acordo com as especificações exigidas, por tratar de empresas consolidadas no mercado da construção civil. No entanto, a maioria dos imóveis construídos são alvo de denúncias e de muita reclamação

sobre a qualidade, ao ponto de trazer preocupação ao invés de tranquilidade, para muitas famílias. (GONÇALVES e RODRIGUES, 2012; TREVISAN, 2014).

Segundo Helene (2003) e Gomes *et al* (2017), as patologias não ocorrem de forma isolada e sem motivo, geralmente têm origem relacionada a algum erro cometido em ao menos uma das fases do processo de concepção de uma edificação, sendo importante o conhecimento da origem do problema e o histórico da construção para que seja possível apontar a fase do processo em que fora executado erroneamente. Contudo, o processo de diagnose da patologia é consideravelmente crítico, pois necessita de uma série de dados, que muitas vezes, são inexistentes ou de difícil acesso aos engenheiros responsáveis.

Ainda de acordo com os autores, Helene (2003) e Gomes *et al* (2017), neste prisma surge a gestão de qualidade, cuja a premissa trata-se em interligar os processos operacionais sob a fiscalização de profissionais qualificados. De modo que, a execução da obra esteja em sintonia com os parâmetros estabelecidos no projeto, para que as edificações sejam cada vez mais otimizadas e evitadas patologias futuramente.

Nas palavras de Melhado *et al* (1998), para alcançar a qualidade das construções, todos os envolvidos no processo devem trabalhar de forma a atender a qualidade como um todo e não apenas a etapa que a ele cabe. A aplicação de um controle de qualidade em cada etapa do processo, não beneficia apenas um indivíduo, mas a todos os participantes do empreendimento, e o sucesso do mesmo irá refletir-se em benefício os individuais para cada um.

Por fim, cada edificação, em virtude de suas características, possui uma resistência “própria” frente aos mais variados agentes agressivos. A predisposição da estrutura, ou de uma de suas partes, para apresentar problemas patológicos pode ser originada durante a fase de projeto, de construção ou ser adquirida na fase de uso. Em razão destas incertezas, não é possível prever qual será a reação da edificação quando submetida ao agente agressivo, muito menos estabelecer um controle sobre este (SALMON e JOHNSON, 1990; SILVA, 1981). Por outro lado, ao determinar os diversos tipos de origens, pode-se realizar um trabalho de prevenção através de um bom planejamento e manutenção da estrutura, salvaguardando sua integridade e, concomitantemente, proporcionando seu uso (THOMAZ, 1992; HELENE, 1993).

Desta forma a importância de execução deste trabalho, em disponibilizar conhecimento acerca das manifestações patológicas detectadas pelos usuários das habitações do PMCMV no estado do Pará, através da aplicação da ferramenta gerencial de qualidade e confiabilidade, FMEA, afim de viabilizar pesquisas futuras sobre o tema e a difusão dessas informações para

o poder público e empresas parceiras do programa, para que sejam tomadas devidas providências acerca desta problemática.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O principal objetivo desta pesquisa, foi analisar as manifestações patológicas de residenciais do PMCMV no estado do Pará, utilizando a metodologia FMEA, com o estudo de relevância para a tomada de decisão empresarial e proposição de melhorias.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar as manifestações patológicas, por meio das solicitações de assistência técnica.
- Aplicar o método FMEA.
- Propor melhorias para as principais manifestações patológicas identificadas, com a intenção de que sejam corrigidas e não ocorram em projetos futuros.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho será apresentado em cinco capítulos, abaixo especificados:

Capítulo 1 – Introdução: Neste capítulo encontra-se a abordagem ao tema e a sua contextualização no cenário de atuação, motivação para realização do trabalho através da justificativa, e a listagem de objetivos para se cumprir a questão de pesquisa, e por último a estrutura da dissertação.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura: apresenta a explanação dos assuntos que norteiam o tema da pesquisa, referente aos conceitos de qualidade, confiabilidade, manutenção, manifestações patológicas e FMEA,

Capítulo 3 – Metodologia: Neste capítulo, são apresentadas a classificação da pesquisa e as etapas realizadas para a concretização da pesquisa.

Capítulo 4 – Estudo de Caso e Análise dos Dados: Neste capítulo, são apresentados caracterização dos objetos de estudo, aplicação da metodologia, análise individual de todas manifestações patológicas registradas.

Capítulo 5 – Considerações Finais: No último capítulo, serão apresentados os resultados alcançados com a realização da pesquisa, contribuições metodológicas, cumprimento dos objetivos e proposição de estudos futuros.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, será apresentada a explanação dos assuntos associados ao tema, referente aos conceitos de qualidade, confiabilidade, manutenção, definição de manifestações patológicas e caracterização dos tipos identificadas na pesquisa de campo, e por fim, a ferramenta FMEA.

2.1 QUALIDADE E CONFIABILIDADE

A qualidade surgiu há muito tempo, e seu conceito evoluiu ao longo dos anos, ampliando a sua visão de aplicação. Inicialmente, era vista apenas como um método de inspeção do produto; num outro momento, buscava-se através de instrumentos e técnicas estatísticas conseguir um controle estatístico da qualidade; na etapa seguinte, a qualidade está mais preocupada com a sua própria garantia. (MACHADO, 2012)

As citações a seguir, afirmam sobre esta evolução de conceito da qualidade, em uma ordem cronológica. Crosby (1979), defende que se refere a conformidade do produto às suas especificações. Para Juran & Gryna Jr (1980), trata-se de uma medida de adequação ao uso, considerando que para um produto de qualidade ele precisaria ter um bom projeto. Para Ishikawa (1985) é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto que é mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor. De acordo com Deming (1990), qualidade é tudo aquilo que melhora o produto ou serviços do ponto de vista do cliente. Bonato (2011), traz argumentos que o conceito de qualidade ampliou sua dimensão nas organizações nos anos 90, onde, discutir o conceito de qualidade passou a direcionar as empresas a discutirem sobre as suas perspectivas de futuro, sobre o processo de sustentabilidade e sobre a competitividade de mercado.

Nos tempos atuais, a qualidade deixou de ser considerada um diferencial competitivo, passando a ser um fator determinante para o posicionamento das empresas, tendo em vista um mercado acirrado onde os consumidores estão cada vez mais exigentes, e então demandam produtos e serviços cada vez mais eficientes. De modo que, de todos os recursos organizacionais, bem como no relacionamento entre as pessoas envolvidas na empresa, com a finalidade, de torna-se o “resultado” ao final do processo, e não apenas o “objetivo”. (MENDONÇA, 2011; MENDONÇA *et al*, 2010).

Segundo a ABNT (NBR ISO 9000, 2015):

“Uma organização focada em qualidade promove uma cultura que resulta em comportamentos, atitudes, atividades e processos que agregam valor através da satisfação das necessidades e expectativas dos clientes e de outras partes interessadas pertinentes. A qualidade dos produtos e serviços de uma organização é determinada pela capacidade de satisfazer os clientes e pelo impacto pretendido e não pretendido nas partes interessadas pertinentes.”

Na construção civil a qualidade, traduz a condição do consumidor estar constantemente informado e ciente de algumas exigências requeridas a um determinado produto que, em princípio, precisa ser compatível com o seu poder de compra. Da mesma forma, o responsável pela obra, atendendo a essas exigências com um mínimo de dispêndio de recursos possíveis (THOMAZ, 1994)

Para Nóbrega (2011), há cinco aspectos para avaliar a qualidade, que de modo percentual, os clientes as priorizam, como: confiabilidade (32%), segurança (22%), presteza (19%), aspectos físicos (11%), e empatia (16%). Como se pode observar, o aspecto de confiabilidade é de suma importância para a garantia da qualidade do produto ou serviço.

Segundo Gnedenko e Ushakov (1995) a confiabilidade é uma aquisição do século 20. Surgiu devido ao fato de que vários equipamentos e sistemas técnicos começaram a realizar importantes funções industriais, sendo útil também para a segurança das pessoas e seus bens.

A confiabilidade está associada à operação bem-sucedida de um produto ou sistema, na ausência de quebras ou falhas, ou seja, confiabilidade é a probabilidade de um item desempenhar satisfatoriamente a função requerida, sob condições de operação estabelecidas, por um período de tempo. Porém, a confiabilidade não se reduz à probabilidade de um item não falhar, mas também ao estudo de todos os fatores que podem incidir para que ocorra determinada falha. (TENERELI & DE PAULO, 2017; FOGLIATTO & RIBEIRO, 2009).

Apesar de inicialmente aplicada para atender as necessidades probabilísticas, a confiabilidade adquire também proporções para análises qualitativas, a partir de aplicações das ferramentas de qualidade. (SILVA *et al*, 2015)

O nível de confiabilidade deve passar por todas as etapas do processo de produção. Quanto mais próximo da fase de desenvolvimento se iniciar este procedimento, maiores as probabilidades de adquirir a confiabilidade e a satisfação dos clientes, pois quanto mais complexo for o sistema, mais difícil se torna alcançar a confiabilidade nas etapas finais (HELMAN & ANDERY, 1995).

Novos produtos somente alcançam um padrão aceitável de confiabilidade depois de um grande número de falhas. Portanto, para minimizar efetivamente as ocorrências de falhas, projetistas e designers deveriam ter um excelente conhecimento de mecanismos de falhas. Quando esses mecanismos são conhecidos e devidamente considerados em cada passo do ciclo de vida do produto, as falhas podem ser minimizadas ou o produto pode ser protegido por meio de medidas cuidadosas de engenharia. (LIVOTOV, 2008; REGAZZONI & RUSSO, 2010).

Os conceitos de qualidade e confiabilidade, são frequentemente confundidos entre si. A principal diferença é que a confiabilidade incorpora a passagem de tempo, quanto que a qualidade consiste na descrição estática do produto ou serviço. De forma que, ações de melhorias de qualidade que reduzem ou recompensem as falhas detectadas pelo consumidor, resultam em confiabilidade ao longo do uso. Quando se perde a confiabilidade do cliente, também se perde a oportunidade de conquistar novos mercados, pois ficará sempre marcado pelo produto ou serviço não confiável que ofereceu. (MARTINS, 2005; FLOGUIATO & RIBEIRO, 2011).

2.2 MANUTENÇÃO

2.2.1 Aspectos Históricos

Desde a época mais remotas, a manutenção já existia, embora, sem a notoriedade compreendida dos tempos atuais. Registros históricos, revelam que por volta do século XVI na Europa Central, tem-se o surgimento da manutenção como parte dos processos produtivos, juntamente com o surgimento do relógio mecânico, quando assim, houve-se a necessidade de técnicos em montagem e assistência para o mesmo. (MORO & ALRAS, 2007).

Durante a Revolução Industrial, no século XVIII, a mecanização dos sistemas produtivos passou a dar volumes maiores à produção de bens de consumo, que até então, eram feitos na sua totalidade por artesões de forma manual. Essas mecanizações passaram a conferir cada vez mais responsabilidades ao ato de efetuar manutenções, uma vez que, processos mecanizados podem replicar falhas em muitos itens em um curto espaço de tempo, em comparação com processos manuais (VIANA, 2006; SILVA, 2012).

Conforme Silva (2012), até a Segunda Guerra Mundial, a manutenção vinha executando o papel de corrigir falhas e panes em ativos quando essas fossem identificadas. Porém, para triunfar sobre o adversário em um campo de batalha, os equipamentos de guerra precisavam ser confiáveis, não havendo tempo, muitas vezes, para execução de reparos em meio a um

confronto. Esta nova necessidade, levou ao desenvolvimento de técnicas e processos para prevenção de falhas, o que passou a ser conhecido como manutenção preventiva.

Portanto, no decorrer da Revolução Industrial, apresentou maior necessidade, e firmou-se em destaque na Segunda Guerra Mundial. E, segundo Silva (2012), no período pós Segunda Guerra Mundial, várias áreas até então pouco exploradas se expandiram, sendo algumas com influência especial sobre a manutenção, como a aviação comercial e a informática

Conforme Costa (2013), existem três paradigmas que predominam na manutenção atualmente. Eles podem ser relacionados ao passado, ao presente e ao futuro, sendo o paradigma do passado, o sentimento de bem-estar ao executar bons reparos. O paradigma do presente, está em além de executar bons reparos, evitar a ocorrência de falhas, já o do futuro, consiste em evitar todas as falhas não planejadas.

Segundo Trombeta (2016), estamos vivenciando hoje a Quarta Geração da Manutenção, em que o foco é maximizar a eficácia de um ativo, minimizar as falhas, reduzir perdas e maximizar ganhos. Para Piechnicki (2011), esta geração foi construída a partir da necessidade observada de que, as falhas, deixam os ativos indisponíveis quando ocorrem e costumam ser prescindidas por defeitos. Ademais, podem ser corrigidas rapidamente e não costumam danificar outros itens dos ativos, quando corrigidas em sua raiz.

A ABRAMAN (2016), define os ativos e sua gestão da seguinte forma:

“Algo que tenha valor real, ou potencial, para uma organização. A definição de valor pode variar entre diferentes tipos de organização e seus públicos de interesse. Pode ser tangível, ou intangível, financeiro, ou não financeiro. Para muitas organizações, ativos físicos costumam referir-se a equipamentos, inventários, propriedades de posse da organização e contrapõem-se aos ativos intangíveis, não físicos, como aluguéis, marcas, ativos digitais, propriedades intelectuais, licenças de uso, reputação e acordos. Gestão de Ativos (GA) é a atividade coordenada de uma organização para produzir o valor dos ativos, que envolve equilibrar os benefícios de custos, riscos, oportunidades e desempenhos. O termo "atividade" possui significado abrangente e pode incluir, por exemplo, a abordagem, o planejamento, os planos e suas implantações. Refere-se, ainda, à aplicação dos elementos de um sistema de GA.”

Em sistemas de produção modernos, o produto ou o serviço, e os requisitos de manutenção são as principais saídas, isto é, em paralelo com a produção há o processo de manutenção. A manutenção é um sistema cujas atividades são realizadas em sinergia com os sistemas de produção. As atividades de manutenção são tão numerosas e complexas que requerem uma gestão eficaz e bem estruturada da organização (LOBO, 2013; MCCARTHY & RICH, 2015; MUCHIRI *et al.*, 2011; SINGH *et al.*, 2013a).

2.2.2 Definição

Segundo Pinto & Xavier (2001), a missão da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.

A manutenção pode ser compreendida em três grandes dimensões, a manutenção corretiva, com ações responsivas, isto é, com atuação após a ocorrência. Por outro lado, a manutenção preventiva tem dimensão proativa, com intervenções programadas antes da ocorrência, sejam elas de cunho preditivo ou com abordagem sistemática ou a partir de um plano. Finalmente há a dimensão de confiabilidade, que trata da programação a partir de análise probabilística de falhas e noção de risco (FOGLIATTO & RIBEIRO, 2009; XENOS, 2014). Deste modo, segundo Gomide (2006), classificam-se em três principais tipos: corretiva, preditiva e preventiva; descritos sucintamente, nos tópicos a seguir.

2.2.2.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é a ação mais elementar de uma estratégia de manutenção, e consiste na realização de reparações ou substituição dos elementos que foram sujeitos a ações de degradação ou de insuficiente manutenção, levando à ocorrência de falha. Ou seja, trata-se de uma intervenção de reparo em um objeto que não mais desempenha de maneira satisfatória sua função, causando prejuízos aos usuários. (SAUCE e BONETTO, 2005; ALBUQUERQUE, 2016). Apesar de esta definição apontar para uma manutenção simplesmente entregue ao acaso, essa abordagem ainda se subdivide em duas categorias: planejada e não-planejada.

Manutenção corretiva planejada: quando a manutenção é preparada. Ocorre, por exemplo, pela decisão gerencial de operar até a falha ou em função de um acompanhamento preditivo. Otani & Machado (2008, p. 4), destacam que “tudo o que é planejado, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido”.

Manutenção corretiva não-planejada: a correção da falha ou do desempenho abaixo do esperado é realizada sempre após a ocorrência do fato, sem acompanhamento ou planejamento anterior, aleatoriamente. Implica em altos custos e baixa confiabilidade de produção, já que gera ociosidade e danos maiores aos equipamentos, muitas vezes irreversíveis (OTANI e MACHADO, 2008).

Quando se detecta um problema na edificação, programa-se a manutenção corretiva para que haja uma interferência ao dano, um melhor planejamento dos serviços futuros, a garantia do uso de ferramentas adequadas e mão-de-obra qualificada. (OLIVEIRA, 2017).

A falta de planejamento, na fase inicial do projeto, e posteriormente a inexistência de uma manutenção periódica, permitem que os fenômenos de deterioração progridam originando o aparecimento de manifestações patológicas responsáveis por um cenário de degradação. Geralmente este tipo de manutenção gera custos altos pois a intervenção deve ser imediata, devido à atenção urgente que a anomalia apresenta. (TEXEIRA DE JESUS, 2017).

2.2.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva baseia-se em ações programadas com antecedência, rotina pré-estabelecida, estimativas da durabilidade esperada, elementos ou componentes das edificações em uso, gravidade e urgência, e relatórios de verificações periódicas sobre o seu estado de degradação, buscando corrigir defeitos com base nos primeiros sinais de manifestação patológica. (ALBUQUERQUE, 2016).

A estratégia preventiva permite planejar as operações de manutenção e custos, reduzindo o incômodo da execução dos trabalhos não previstos, assim resulta em maior satisfação dos usuários, já que atua normalmente antes dos problemas ocorrerem, permitindo otimizar recursos e custos. Contudo, exige uma análise prévia, com definição de parâmetros base e um controle rigoroso do planejamento estabelecido, com constantes atualizações (FLORES-COLEN, 2002).

A adoção deste tipo de manutenção, pretende aumentar a capacidade do domínio de intervenção, com redução do número de anomalias imprevistas e com maior facilidade de correção. Pois, é aplicada o planejamento das atividades de manutenção, que tem como objetivo a diminuição de trabalhos extraordinários e menor interferência com funcionalidade do imóvel. (TEXEIRA DE JESUS, 2017).

2.2.2.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva assemelha-se da manutenção preventiva pelo fato de admitir inspeções definidas no plano de manutenção, avaliando o estado de desempenho do imóvel previamente. E, da mesma forma, pressupõe a elaboração de estudos da manutenção, logo na

fase de projeto, com dados de suporte, um controle rigoroso do planejamento e a sua constante atualização. (TEXEIRA DE JESUS, 2017).’

É o tipo de manutenção que proporciona uma qualidade pretendida do serviço de forma sistemática nas análises dos problemas, onde haja uma supervisão centralizada para que as execuções de manutenções preventivas ocorram e, conseqüentemente, uma diminuição da manutenção corretiva (BRISTOT et al., 2012). Os mesmos autores confirmaram que a manutenção preditiva pode ser comparada a uma inspeção sistemática onde se faz uma verificação de todo o serviço e havendo a necessidade de intervenção, realizando uma manutenção corretiva planejada.

Vaz (1997) acrescentou que quando se adota a manutenção preditiva, aumenta a facilidade de solução ideal para as falhas e defeitos dos equipamentos ou serviços, pois a preditiva propõe que seja realizada a intervenção direta da manutenção de maneira eficaz, no tempo satisfatório.

2.2.3 Manutenção de Edificações

Historicamente, a busca pelo aprimoramento do setor da construção civil tem como forte protagonista o continente europeu. Há décadas os países constituintes da Europa atuam de forma a otimizar suas normas referentes à qualidade e desempenho de edificações, buscando aumentar o padrão construtivo do setor em âmbito nacional. (SANTOS, 2017).

Ao tratar de manutenção na construção civil, até poucos anos atrás era considerada improdutiva e desnecessária, visto que, sua aplicação ocorre somente após a entrega do imóvel. Porém, percebida a importância de o empreendimento ser entregue de acordo com as especificações requeridas, e não apresentar anomalias antes do tempo estimado da vida útil do imóvel, a manutenção de edificações, tornou-se temática na construção civil. (OLIVEIRA, 2017; DARDENGO, 2010).

As edificações encontram-se, diariamente, expostas à ação de patologias e agentes de deterioração que contribuem diretamente com a queda da sua vida útil. Realizar manutenções periódicas conserva (e em alguns casos, aumenta) não somente a vida útil do edifício, como tem a função de resgatar, parcialmente, o desempenho inicial obtido. (SANTOS, 2017).

Quando se inicia o processo de planejamento de uma obra, é importante entender que precisa ser dada a devida atenção à forma de se projetar, executar, usar da melhor maneira os materiais empregados na fase de execução e, também, na fase de pós-ocupação. (OLIVEIRA, 2017).

Segundo a NBR 5674 e NBR 15575 (ABNT, 1999; 2013), manutenção de edificação é um conjunto de procedimentos a serem realizados almejando a conservação ou recuperação da capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes, visando satisfazer as necessidades e segurança dos usuários. Em concordância, o autor Albuquerque (2016), acrescenta que tais procedimentos devem ser realizados ao longo de toda a vida útil do imóvel.

Conforme a NBR 5674 (2012):

A manutenção das edificações é um tema cuja importância supera a cultura de se pensar o processo de construção limitado até o momento quando a edificação é entregue e entra em uso. Significando custo relevante na fase de uso da edificação, a manutenção não pode ser feita de modo improvisado, esporádico ou casual. Ela deve ser entendida como um serviço técnico perfeitamente programável e como um investimento na preservação do valor patrimonial (ABNT, 2012).

A manutenção é uma atividade de suma importância para garantir a completa vida útil dos diferentes sistemas construtivos com os desempenhos mínimos exigidos para sua utilização. De acordo com Viana (2002), os tipos de manutenção são as formas de encaminhar as intervenções nos instrumentos de produção, ou seja, nos equipamentos que compõem uma determinada planta.

Uma vez realizado o serviço de manutenção contratado pelo usuário ou empreendedor, as ações de manutenibilidade executadas devem ser documentadas e, posteriormente, arquivadas, de forma que fiquem registrados os dados referentes à data de execução, tipo de serviço executado, responsável, materiais utilizados e próxima manutenção (MATTOS JR, 2015). De maneira geral, a responsabilidade quanto à manutenção da edificação fica atribuída ao proprietário da edificação, podendo estes terceirizar, ou não, a gestão da manutenção para empresas ou profissionais especializados.

Dessa forma, torna-se necessário pensar na edificação enquanto um sistema abrangente, constituído de fases que ainda perduram após sua entrega física. A edificação, assim como seus componentes e sistemas deve ser pensada em termos de manutenção desde a fase de concepção dos projetos, ou seja, prevendo a maneira através da qual as ações de manutenção devem ser realizadas, bem como a periodicidade das mesmas. Assim, é mais fácil que os problemas que possam surgir apenas na fase de uso do imóvel sejam adiantados (MATTOS JR, 2015).

As dificuldades de se manter um edifício após a sua construção, incluindo fatores construtivos que dificultam seu uso e operação, muitas vezes não são levadas em conta durante a fase de projeto. Como resultado, os custos e a dificuldade para manter o edifício aumentam,

seu ciclo de vida declina e muitas vezes partes dos edifícios deterioram-se antes do tempo por dificuldade de execução de procedimentos ou a falta de manutenção preventiva e/ ou corretiva. (MOURTHÉ, 2013).

2.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS CONSTRUÇÕES

2.3.1 Definição

O termo “*patologia*” é derivado do grego “*pathos logia*”, que em tradução literal, significa o estudo da doença, por isso, é um termo muito utilizado na área da saúde. Para construção civil, é atribuído aos estudos de danos ocorridos em estruturas, podendo se manifestar em diversos tipos, tais como: trincas, fissuras, infiltração, entre outras. E, recebe o nome de manifestações patológicas.

Para Souza e Ripper (1998), patologia nas construções define-se como “*campo da Engenharia que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas*”. Ainda, segundo os mesmos autores, a Patologia da Estrutura não é apenas campo de estudo no aspecto da identificação e conhecimento das anomalias, mas também no que se refere à concepção e ao projeto das estruturas, e, mais amplamente, à própria formação do engenheiro civil.

A maior parte das manifestações patológicas, irão apresentar externamente características próprias, sendo possível a partir dessa identificação, inferir a natureza, origem e mecanismos dos fenômenos envolvidos, desta forma, é possível estimar suas consequências. (OLIVEIRA, 2013; NEUMANN, 2017)

Para o autor Oliveira (2013), a origem das patologias pode ser classificada em três etapas básicas: i) **concepção** – englobando: projeto e materiais; ii) **execução**; iii) **utilização**. Segundo o mesmo autor, é importante destacar possíveis causas de cada etapa para a satisfação do usuário final, listadas a seguir:

- i) Durante a fase de concepção, muito fatores podem interferir na qualidade do produto final, destaca-se a incompatibilidade de projetos. Para minimizar falhas que possam ocorrer por conta de erros desta fase, é de suma importância que os detalhes construtivos sejam resolvidos antes da fase de execução.
- ii) Iniciada a execução, as falhas que pode ocorrer são das mais diversas naturezas, como a falta de condições locais de trabalho (cuidados e motivação), não capacitação profissional da mão-de-obra, inexistência de controle de qualidade de

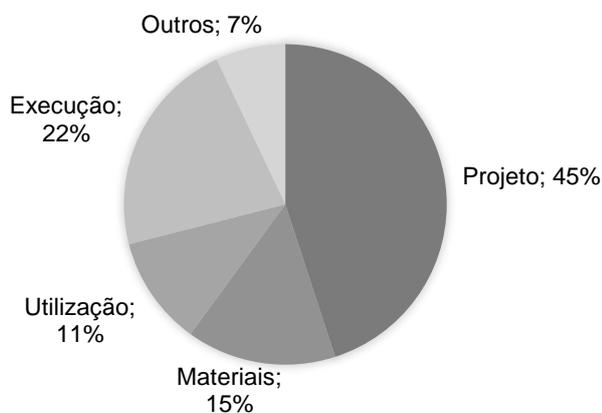
execução, má qualidade de materiais e componentes, irresponsabilidade técnica e até mesmo sabotagem.

- iii) Concluídas as etapas anteriores, a construção ainda pode vir apresentar problemas patológicos originados da utilização errônea, que podem ser evitados se informados anteriormente aos usuários sobre as limitações da obra.

Inúmeras pesquisas realizadas em obras apresentaram falhas e patologias construtivas de erros não só técnicos, como de caráter humano e organizacional. Os erros obtidos a partir de fatores técnicos são tidos como: tempos ociosos de mão-de-obra e equipamentos, erros de planejamento, falhas em projetos, materiais fora da especificação e erros de execução gerado pela contratação de profissionais não qualificados (SOUZA, 1995)

Estudo realizado, apresenta as principais causas de manifestações patológicas na construção, no que tange ao Brasil, distribuídas conforme a figura 2.1.

FIGURA 2.1 - Causas das manifestações patológicas no Brasil em média



Fonte: COUTO *apud* OLIVEIRA (2016)

Como pode-se observar na figura 2.1, as maiores incidências de falhas das obras, ocorrem devido as causas de Projeto e Execução. De modo geral, as manifestações são advindas de fatores isolados, contudo podem sofrer pela influência de variáveis classificadas graças ao processo patológico, como as características que apresentam as causas do problema ou até mesmo a etapa do processo construtivo que aconteceu. (GOMES et al, 2017).

A seguir serão apresentadas em subtópicos, os tipos de patologias mais recorrentes em uma edificação.

2.3.2 Tipos de Patologias

As patologias podem ser originadas por situações adversas, como falhas no projeto ou execução das estruturas que se relacionam com o conceito de desempenho e durabilidade ou pelo envelhecimento natural da estrutura que se relaciona com o conceito de vida útil. (NADALINI & BISPO, 2017).

Em geral os danos que se manifestam nas estruturas de concreto constituem indícios de comportamento irregular de componentes do sistema, devendo ser devidamente avaliados e adequadamente corrigidos para que não venha a comprometer as condições de estabilidade e segurança do elemento danificado ou até da edificação. (AZEVEDO, 2011).

A seguir, brevemente, serão destacadas as tipologias de manifestações patológicas mais comuns de ocorrerem.

2.3.2.1 Estruturas de Concreto

Os problemas patológicos nas estruturas de concreto geralmente se manifestam de forma bem característica, permitindo assim que um profissional experiente possa deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos envolvidos, bem como as prováveis consequências. Um dos sintomas mais comuns é o aparecimento de fissuras, trincas, rachaduras e fendas. (VITORIO, 2002).

As fissuras podem ser definidas como descontinuidades de pequena abertura induzidas pela ação de forças que provocam o aparecimento de tensões de tração que superam a capacidade resistente do material componente da estrutura. Em muitos casos a fissura ocorre devido à fenômenos de retração ou térmicos, pode decorrer também de movimentações da estrutura ou devido a erros de dimensionamento (SILVA & HELENE, 2011).

De acordo com Bauer (2013), há dois tipos distintos de fissuras, quanto a movimentação, uma são as fissuras "vivas", com movimentação; e outra, as estabilizadas ou sem movimentação, denominadas "mortas". Além do aspecto antiestético e a sensação de pouca estabilidade que apresenta uma peça fissurada, os principais perigos decorrem da corrosão da armadura, e penetração de agentes agressivos externos, no concreto.

2.3.2.2 Estruturas de Madeira

A madeira é uma combinação de polímeros naturais que apresenta resistência e durabilidade como material estrutural. Entretanto, a partir do momento em que a árvore é

formada, a madeira está susceptível a degradação por uma variedade de agentes. O dano varia desde pequenas descolorações até deteriorações mais graves por ataques de insetos e/ou fungos decompositores. (BRITO, 2014).

Para Souza e Ripper (1998) os problemas de deterioração da estrutura e de seus materiais componentes decorrem, em grande parte, além das características físicas e químicas do material, de um projeto inadequado e de uma execução mal cuidada, deficiências que ainda se constata serem comuns, provocando a ocorrência de falhas que, fatalmente, resultam na necessidade de recuperação ou de reforço da estrutura (ou até mesmo, em casos extremos, de demolição).

Além disso, por ser um produto natural, a madeira sofre com alterações climáticas. Logo em períodos do ano onde a umidade é alta ou baixa, a madeira pode sofrer retração ou expansão, quando utilizado no piso, por exemplo (CARVALHO, 2018).

2.3.2.3 Esquadrias de Vidros

De acordo com Arruda (2010), o desempenho térmico das edificações com fachadas cortina, depende basicamente do vidro utilizado. Este é parte integrante do projeto arquitetônico e tem forte relevância na estética, no conforto térmico, na economia (redução dos custos com ar condicionado) e na segurança devido às suas características que impõem benefícios de transparência, conforto, integração e privacidade.

A correta instalação das esquadrias de vidro, é de fundamental importância, tendo em vista que é necessário um desempenho correto para vedação e não transposição de água para dentro do imóvel, permeabilidade do ar, resistência às cargas de ventos e esforços de uso (LUDUVICO, 2016).

2.3.2.4 Esquadrias de Alumínio

As esquadrias de alumínio segundo Fontatini 2004:

“Além das dimensões previstas pela legislação, o projetista deverá proceder previamente à análise dos princípios de modulação, à análise de caráter projetual quanto aos aspectos como a influência sobre o conforto térmico, conforto acústico, interfaces com sistema estrutural e alvenaria visando a garantia de estanqueidade ao ar, água e aos ruídos.”

Logo, pode-se afirmar, que erros no projeto e execução da alocação das esquadrias de alumínio podem acarretar em problemas como infiltração, ruídos indesejados ou até mesmo ventilação não necessária.

2.3.2.5 Patologia de Revestimento

Movimentos de contração e expansão resultantes da variação de temperatura e umidade, podem gerar tensões na ligação com o substrato, que como passar do tempo poderão resultar em destacamentos. Tais destacamentos dos revestimentos de fachadas de cerâmicas, por exemplo, podem ocorrer devido à ruptura do adesivo na cerâmica/argamassa, argamassa/gesso, friso gesso/espessura e ligações espessas de frisos/substrato, ou devido a uma ruptura coesiva no interior de qualquer dessas camadas (VALENTINI & KAZMIERCZAK, 2018).

Anomalias térmicas em revestimento também podem ser encontradas, mesmo para aquelas que não estão em exposição direta a irradiação solar, para quando houver um fluxo positivo de calor positivo. Tal anomalia, pode estar relacionada a presença de umidade em conjunto com a constatação da fissura do revestimento e deslocamento do revestimento. (TAKEDA et al, 2018).

As diferenças de temperatura que irão ocorrer ao longo do tempo, poderão gerar tensões internas nas argamassas, que resultarão na formação gradual de microfissuras, que quando aumentarem em dimensão e quantidade, irão provocar a deterioração do revestimento e consequentemente a redução de sua vida útil. (SENTENA et al 2018).

2.3.2.6 Alvenaria

Segundo Deutsch (2011) as alvenarias são os elementos de vedação utilizados para definir os compartimentos e ambientes de uma edificação. As alvenarias podem ser estruturais ou tradicionais de vedação, unidas por um tipo de argamassa, podem ser revestidas ou não.

De acordo com Gonçalves (2008) as paredes de alvenaria em edifícios, principalmente as que não desempenham função estrutural, são negligenciadas durante a fase de planejamento do projeto bem como na execução, o que contribui de forma considerável para o aparecimento de patologias.

2.3.2.7 Umidade

A umidade é uma das grandes responsáveis pelo surgimento de muitas patologias no campo da construção civil. Por tal motivo, prever e analisar as condições favoráveis ao seu aparecimento é muito importante para garantir a qualidade e segurança da edificação durante sua vida útil. (SANTOS, 2014)

Manifestações patológicas relacionadas a umidade podem se manifestar de diferentes formas, seja por capilaridade, quando infiltração de água por ascensão de água do solo e nas paredes, o que pode provocar manchas no local, ou seja por umidade ocasionada a partir da evaporação de materiais de construção. Aliás, em períodos intensos de chuva, é comum manifestações patológicas resultantes de umidade de precipitação (FERREIRA, 2014).

A umidade pode inclusive causar danos no concreto utilizado em uma construção, já que constantes mudanças de umidade a que fica exposta a peça de concreto gera uma variação dimensional por absorção, ou até perde higroscópica. Por sua vez, esta alteração no volume da peça, pode causar fissuras se houver vínculos que impossibilitem a peça de se movimentar. (MARCELI, 2007).

2.3.2.8 Impermeabilização

Esta é uma etapa de grande importância dentro de uma construção, tendo em vista que, quando não é dada a devida atenção, na maioria das vezes por contenção de custos e/ou desinformação, o resultado é o aparecimento de patologias relacionadas. Inclusive, com custos até vinte vezes maior para o reparo de tais patologias (RIGHI, 2009).

A impermeabilização enquanto sistema, deve ser realizada de maneira a proporcionar a correta proteção tanto das estruturas novas como de estruturas já existentes, pois as tecnologias que eram empregadas para o concreto no passado já não atendem de maneira satisfatória as necessidades atuais. (PIINTO & TAKAGI, 2007).

2.3.2.9 Infiltração

As infiltrações são manifestações patológicas decorrentes da presença de umidade e da penetração de água nas áreas da edificação. A penetração de água é favorecida pelas frestas, aberturas de vãos, fissuras, falta de estanqueidade e de uma impermeabilização adequada, danos em instalações hidráulicas e pluviais, entre outros (DEUTSCH, 2013).

Na construção civil as anomalias mais comuns, são resultantes de penetração de água ou devido a formação de manchas por umidade. Tais problemas, podem gerar graves consequências para edifícios, como: i) Danos em caráter funcional da edificação; ii) Desconforto para o usuário, podem inclusive afetar sua saúde; iii) Prejuízos a equipamentos e os bens que estão dentro do imóvel; iv) Prejuízos financeiros. (SOUZA, 2008).

2.3.2.10 Patologia da Pintura

A pintura é um revestimento com acabamento estético, protege os elementos construtivos e aumenta a durabilidade da edificação. (SANTOS, 2014).

As principais causas de patologia, de acordo com Bortak (2002), podem estar relacionadas com os fatores a seguir: i) Seleção de materiais; ii) A formulação da tinta; iii) Adesão da tinta v) Substrato; vi) Aplicação; vii) Projeto estrutural; viii) Forças externas.

De acordo com Chaves (2009), quando se trata de revestimentos externos de pintura, a patologias mais recorrentes são de manchas e fissuras a nível do vão de janelas – considerando edifícios residenciais. Ainda de acordo com o mesmo, apesar de serem utilizados outros materiais para a fachada de edifícios, por exemplo, a pintura é a mais comum.

2.3.2.11 Instalações Hidros sanitárias

As instalações hidros sanitárias, além de exercerem sua função de abastecer de madeiras adequada aos usuários, tanto com água fria como quente, condução de esgotos, estações de gás, entre outros, devem também ter a capacidade, dentre outras funções, de absorver as deformações e esforços gerados pelos outros sistemas que estão inter-relacionados com a estrutura de edifício. Assim, o desempenho de um sistema afeta outros sistemas que estão relacionados com a estrutura do edifício. Assim, o desempenho de um sistema afeta outros sistemas e vice-versa, e o desempenho global do edifício deve ser encarado como um sistema integrado (BORGES, 2008).

A distribuição predial de águas e conseqüentemente a perda de vedação ocorre sobretudo a fenômenos de corrosão e/ou ligação inadequadas entre os elementos da instalação, que podem ser manifestados através de manchas em paredes por onde ocorre o vazamento, considerando os casos de tubagem embutidas. Já no caso de estações a vista, a identificação é visual já que ocorrerá o vazamento de água (PEDROSO, 2008).

2.3.2.12 Instalações Elétrico-Telefônicas

Estações elétricas podem apresentar diversos tipos de patologias. Condutores, quando estão em bom estado, suportam, em períodos prolongados e funcionamento normal, variações de temperatura de até 70°C. Logo, caso esta temperatura supere este limite, torna-se preocupante no que tange a patologias de instalações elétricas (FERRAZ, 2016).

Além disso, é necessário um cuidado especial sobre este tópico, tendo em vista que a vida útil das instalações elétricas é inferior a vida útil das estruturas. (WONG, 2002).

2.3.2.11 Instalações de Emergência

Segundo normas da corporação de bombeiros militar (2012), o sistema de iluminação de emergência, deve:

- Permitir o controle visual das áreas abandonadas para localizar pessoas impedidas de locomover-se;
- Manter a segurança patrimonial para facilitar a localização de estranhos nas áreas de segurança pelo pessoal da intervenção;
- Sinalizar inconfundivelmente as rotas de fuga utilizáveis no momento do abandono do local;
- Possuir garantia de que, em caso de falta de energia da concessionária ou abertura da chave geral, os pontos de luz do sistema sejam ativados.

2.4 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS – FMEA

2.4.1 Aspectos Históricos

Surgiu no ano de 1949, aliado ao procedimento militar desenvolvido pelo exército norte – americano MIL-P-1629, nomeado de “*Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*”. Utilizado para avaliação da confiabilidade do efeito de falhas num sistema ou equipamento, baseando-se no seu impacto no sucesso da missão e na segurança de cada combatente e equipamentos. (SMITH, 2014).

No ano de 1960, o FMEA foi aplicado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) na finalidade de encontrar a qualidade e confiabilidade nos programas aeroespaciais, especificamente, para realização de análise preventiva dos potenciais erros em um projeto de execução espacial, tomando utilização crescente nos setores aeronáuticos. Em

1972 foi introduzido ao ramo automobilístico, tornando-se fundamental para empresas deste setor, como a *Ford Motor Company*, que aplicou em suas linhas de produção de veículos automotores para validar o conceito de garantia de qualidade. (PEDROZA, 2014).

No ano de 1988 a ISO, Organização Internacional de Normalização, desenvolveu a norma ISO 9000. Os requisitos dessa norma forçaram as organizações a desenvolver sistemas de gestão de qualidade que idealmente estão focados nas necessidades, exigências e expectativas dos consumidores. A QS 9000, uma analogia da ISO 9000 para a indústria automobilística, foi criada com o objetivo de normalizar os sistemas de qualidade dos fornecedores, resultado de uma união de esforços de corporações como, a *Chrysler Corporation*, *Ford Motor Company* e *General Motors Corporation* (SMITH, 2014).

E, no ano de 2002 foi incluída como pré-requisito para avaliação do Sistema de Gestão de Qualidade na série ISO 9000 (*International Organization for Standardization*), esta norma torna obrigatória a utilização da FMEA na revisão de projetos de produtos e processos, através de procedimentos específicos normalizados. (PINHO et al, 2009; JAKUBA, 1997).

Atualmente, a utilização do FMEA vem fornecendo significativas contribuições com a aplicação da sua metodologia, nos mais variados ramos e atividades, em processos industriais, administrativos e execução de serviços. (PINHO et al, 2009; LAURENTI, 2010).

2.4.2 Definição

O *Failure Mode And Effect Analysis* - FMEA, traduzido para o português em Análise dos Modos de Falha e Efeitos, é uma ferramenta utilizada para auxiliar na análise de confiabilidade do produto ou serviço; está relacionado com a operação deficiente do objeto analisado, e é composto por três elementos: ocorrência, severidade e detecção. (TOLETO et al, 2013)

A ferramenta FMEA consiste basicamente em sistematizar um grupo de atividades para detectar as falhas potenciais, priorizá-las e avaliar os efeitos das mesmas para o projeto/processo. A partir da lista de falhas potenciais, identificam-se ações a serem tomadas para eliminar ou reduzir a probabilidade de que as mesmas ocorram. Essas ações também podem objetivar aumentar a probabilidade de detecção das falhas, para que os produtos que apresentam inconformidades não cheguem ao cliente. (CAMARGO et al, 2017)

O FMEA, pode ser definido como uma metodologia utilizada para identificar falhas de um produto ou serviço, no intuito de diminuir ocorrências destas inconformidades e melhorar a eficiência de detecção, assim, reduzindo possíveis retrabalhos. (FRANCESCHINI; GALETTO, 2001; TAN, 2003; SHAHIN, 2004).

De acordo com Slack et al. (1999, p. 487), “[...] o objetivo do FMEA é identificar as características do produto ou serviço que são críticos para vários tipos de falha”. Para os autores Rosa e Garrafa (2009), o objetivo desta técnica, é prevenir falhas futuras, atuando preventivamente. Pode ser aplicada para análise de projetos nas áreas de produtos ou processos, industriais e/ou administrativos. O autor Stmatis (1995), relata que maior benefício é eliminar falhas potenciais de um projeto antes que cheguem até o cliente. Assim, tem-se que:

“A Análise de Modo e Efeitos de Falha é um método desenvolvido para identificar e entender perfeitamente modos de falhas potenciais e suas causas e os efeitos da falha no sistema ou usuários finais para um produto ou processo, avaliar o risco associado com modos de falhas, efeitos e causas identificadas e priorizá-los para ações corretivas e identificar e executar ações corretivas para tratar as maiores preocupações” (CARLSON, 2014).

A classificação do FMEA pode ser em diversos tipos, dependendo do objeto de estudo em questão. Na literatura, não há unanimidade em relação aos tipos de FMEA, o autor Stamatis (2003) destaca três: Produto/Projeto, Processo e Sistema. Independente da modalidade para qual será aplicado, é considerado uma metodologia de baixo risco, e a mais eficiente para a prevenção e detecção de inconformidades, oferecendo uma abordagem estruturada para a condução e avaliação em toda a organização. (PALADY, 1997).

O FMEA, utilizado para projeto/produto é denominado *Design FMEA* – DFMEA, tem enfoque para especificar modos de falhas causados por deficiência de projeto do produto, para serem realizadas alterações necessárias ainda na sua fase inicial. E, o FMEA para processo, *Process FMEA* – PFMEA, é utilizado para análise de processos, e vale salientar que não somente de fabricação. O *System FMEA* - SFMEA, indicado para aplicação em sistemas e subsistemas para identificar falhas a serem solucionadas na definição da concepção do produto, ou seja, o foco é melhorar o projeto do sistema. (LAURENTI et al, 2012; FERNANDES; REBELATO, 2006; CARLSON, 2014).

2.4.3 Aplicação

Segundo Toledo (2006), o mecanismo de execução do FMEA, segue em quatro etapas: (i) Planejamento, (ii) Análise das falhas em potencial, (iii) Verificação de Riscos e (iv) Melhorias.

Em sua primeira etapa (i), é realizado descrição dos objetivos no qual se identificam os produtos, processos ou sistemas que serão analisados. Para isto, são formados grupos de

trabalho, preferencialmente pequeno e multidisciplinar, no intuito de haver objetividade e diretrizes em todas as áreas de conhecimento. (TOLETO; AMARAL, 2006; PARIS, 2002).

Na segunda etapa (ii), é realizado a identificação de falhas, com seus respectivos modos de falhas para avaliar os riscos acometidos, funções e características, tipos de falhas potenciais para cada função, efeitos do tipo de falha e, causas possíveis das falhas. (PARIS, 2002).

Na terceira etapa (iii), a verificação de risco é obtida através da multiplicação dos índices de (O) Ocorrência, associado à probabilidade de ocorrência de um determinado modo de falha e causa; (S) Severidade, que indica a gravidade dos efeitos provenientes de um modo de falha; e (D) Detecção, associado à probabilidade de detectar o modo de falha antes que ele chegue ao cliente, através de revisões de projeto, testes, medidas de controle de qualidade ou até mesmo por meio de medidas que previnam o uso indevido do produto por parte do usuário. O valor resultando é o índice de risco. ($R = O * S * D$). (SEGISMUNDO & MIGUEL, 2008; PUENTE et al., 2001; SHAHIN, 2004; AHSEN, 2008). Na tabela 2.2, é apresentado a escala de referência, de cada índice descrito.

TABELA 2.2 - Escala de referência dos índices do FMEA

Referência	Índice	Denominação
	Ocorrência (O)	
1	Probabilidade muito remota de ocorrer	Nenhuma
2	Probabilidade baixa de ocorrência	Baixa
3	Probabilidade moderada de ocorrência	Moderada
4	Probabilidade alta de ocorrência	Alta
5	Falha em proporções alarmantes	Muito alta
Severidade (S)		
1	Sem efeito	Remota
2	Gravidade baixa	Baixa
3	Gravidade moderada	Moderada
4	Gravidade alta	Alta
5	Gravidade muito alta	Muito alta
Detecção (D)		
1	Probabilidade muito baixa da falha ser detectada	Muito difícil
2	Probabilidade baixa da falha ser detectada	Difícil
3	Probabilidade média da falha ser detectada	Média
4	Probabilidade alta da falha ser detectada	Fácil
5	Probabilidade muito alta da falha ser detectada	Muito fácil

Com as informações da tabela 2.3, pode aferir a verificação de risco das manifestações patológicas, e em seguida priorizar conforme a necessidade de intervenção para empreendimentos futuros. Para isto, na tabela 2.3, são abordadas as escalas utilizadas para sinalizar o grau de intervenção do risco.

TABELA 2.3 - Escala de valoração da prioridade de risco e grau de urgência das intervenções

Escala de Risco	Intervalo de Valores	Grau de Intervenção
Baixo	$R \leq 4$	Devem ser tomadas medidas de intervenções para melhoria sem caráter de urgência
Moderado	$4 < R \leq 16$	Devem ser tomadas medidas de intervenções logo que possível, visando diminuir a probabilidade de ocorrência dos danos em empreendimentos futuros
Elevado	$16 < R \leq 32$	Devem ser tomadas medidas corretivas visando eliminar as causas das manifestações patológicas detectadas, evitando a ocorrência das mesmas em empreendimentos futuros
Muito elevado	$32 < R \leq 64$	Requer tomadas corretivas imediatas para eliminação das causas, com análise crítica das etapas que se relacionam com o serviço e controle, para que tais manifestações patológicas não ocorram em empreendimentos futuros
Urgente	$R > 64$	Requer ações corretivas imediatas para eliminação das causas, com análise crítica das etapas que se relacionam com o serviço e controle, para que tais manifestações patológicas não ocorram em empreendimentos futuros

FONTE: Adaptado de PEREIRA, 2008

E por fim, na última etapa (iv), o grupo de profissionais, lista todas as ações que podem ser realizadas para diminuir e prevenir os riscos de cada falha analisada, e as medidas que aumentam a probabilidade de detecção do tipo ou da causa de falha. (PARIS, 2002).

Polacinski (2012), destaca a importância do FMEA citando alguns dos principais benefícios: (i) Evitar “não conformidade”; (ii) Propiciar ações preventivas; (iii) Propiciar a avaliação de riscos; (iv) Garantir vantagem competitiva com produtos mais confiáveis.

Portanto, como resultado alcançado após aplicação do FMEA, é a possibilidade de visualizar o impacto dos riscos de falhas de modo quantificado, de maneira, que viabilize tomadas de ações preventivas na criticidade de cada modo de falha em sua os de priorização de riscos que mais afetam o funcionamento do produto, processo ou sistema. Além disso, a tendência de acordo com o uso, é minimizar a frequência de ocorrências e melhorar a eficiência

na detecção, reduzindo a necessidade de retrabalho no futuro. (FRANCESCHINI; GALETTO, 2001; TAN, 2003; SHAHIN, 2004).

O uso correto do FMEA resulta: a. na melhoria da confiabilidade do produto através da antecipação de problemas e instituição de correções anteriores à fase de produção; b. em uma melhoria na validade dos próprios métodos analíticos através de uma documentação rigorosa (VANNI, 1999).

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

Neste capítulo, será apresentado o PMCMV, a classificação da pesquisa, e as etapas realizadas para a concretização da pesquisa.

3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1.1 Classificação da Pesquisa

De acordo com Prodanav & Freitas (2013), uma pesquisa pode ser classificada a partir de vários aspectos, como sua natureza, objetivos, procedimentos técnicos e forma de abordagem ao problema. Ressalta-se que estas classificações não devem de forma alguma estorvar a evolução do trabalho, apenas ajudar a direcionar o autor durante seu desenvolvimento.

Assim, do ponto de vista de sua natureza, esta é uma pesquisa considerada *Aplicada*, pois pretende gerar conhecimentos a partir da aplicação do FMEA.

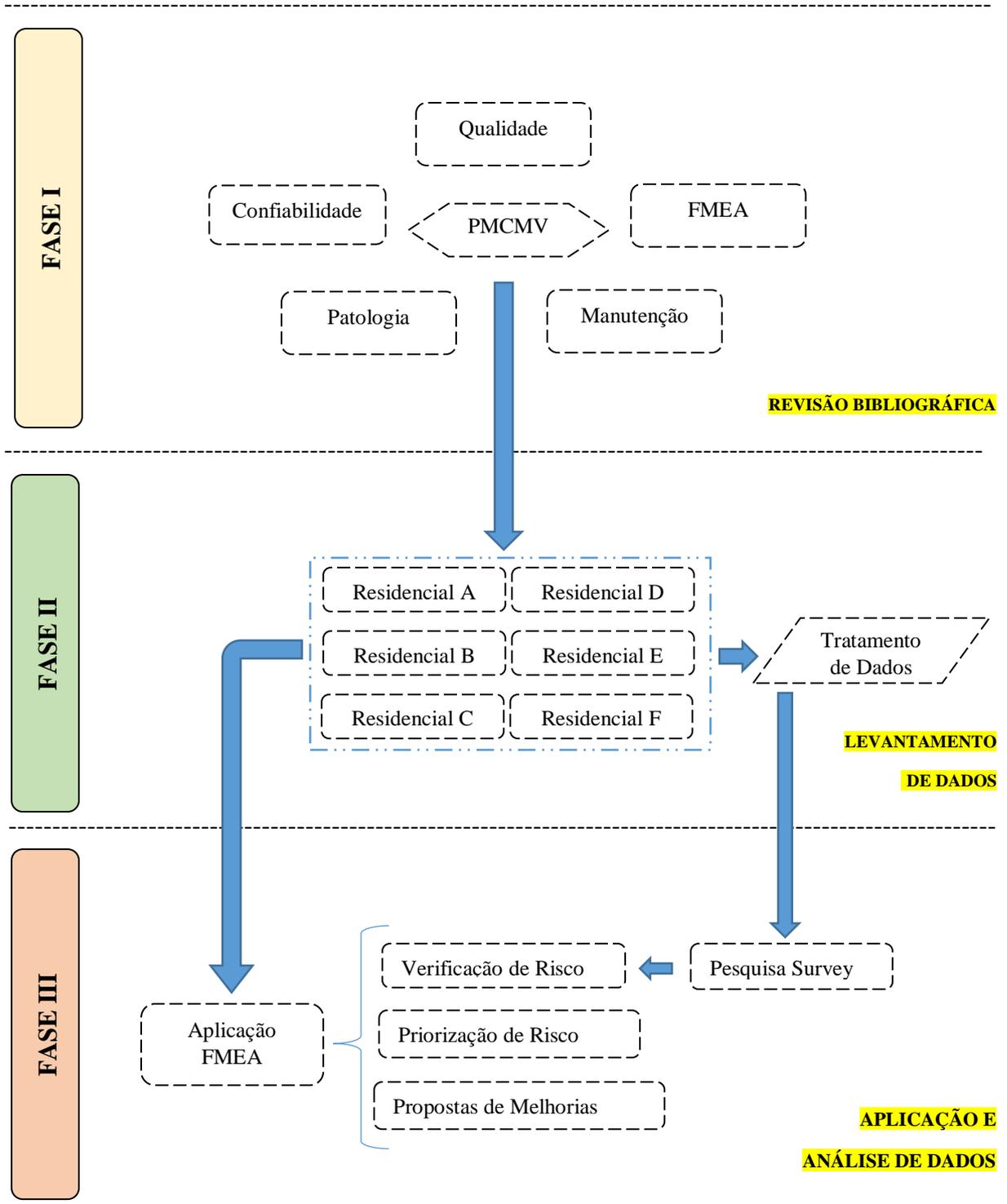
O objetivo desta pesquisa é classificado como *Exploratória*, pois visa proporcionar “*maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses*” (GIL, 2010), com a aplicação de um estudo de caso.

Em relação, aos seus procedimentos técnicos, trata-se de pesquisa de campo. Quanto à sua forma de abordagem do problema, a pesquisa pode ser considerada como *Qualitativa e Quantitativa*.

3.2 FASES DA PESQUISA

As etapas da pesquisa percorreram algumas fases de execução, conforme descritas nos próximos subtópicos e ilustradas no esquema da figura 3.1, a seguir.

FIGURA 3.1 – Roteiro de aplicação da metodologia



FONTE: Autor, 2018

3.2.1 FASE I: Revisão Bibliográfica

Para que se pudesse alcançar o objetivo central da pesquisa, fez-se necessário buscar conhecimentos acerca do tema, e assim, nesta fase foi realizado uma fundamentação teórica baseada sob os aspectos fundamentais para a realização deste trabalho.

3.2.2 FASE II: Levantamento de dados

Nesta fase da pesquisa, consistiu-se a realização do levantamento de dados de seis empresas especializadas em assistência técnica, atuantes no setor da construção civil e que possuíam um banco de dados de solicitações de manutenção.

As informações de entrada foram obtidas através de registros de ordem de serviços (OS) de seis residenciais do PMCMV, no estado do Pará. Apurou-se a documentação existente que fosse relevante para este estudo, as **Fichas de Solicitação de OS**, que nos informa as falhas identificadas pelos próprios usuários.

As informações foram devidamente organizadas e os dados tabulados através de uma planilha eletrônica do Pacote Office – Excel 2013, para listar todas manifestações detectadas pelos moradores e o quantitativo de registros de patologia ocorrida em cada residencial. Em seguida, as patologias foram classificadas conforme a sua tipologia, afim de que se pudesse ter visão de grupos dos efeitos patológicos.

Vale salientar, que para este trabalho, não serão abordados os motivos que levaram à ocorrência destas falhas de projeto e nem tratar das correções. O objetivo deste trabalho restringe-se a analisar os riscos dos efeitos patológicos, e propor melhorias para que em empreendimentos futuros, sejam sanadas, e assim atinja as expectativas do consumidor.

3.2.3 FASE III: Aplicação FMEA

Para aplicação do FMEA, será cumprido as seguintes etapas para a implantação da ferramenta.

i) Verificação de Risco e Pesquisa Survey

O primeiro passo de aplicação da ferramenta é aferir a verificação de risco, determinado através dos índices de **Ocorrência (O)**, **Severidade (S)** e **Detecção (D)**, para cada manifestação patológica registrada.

Os valores destes índices foram estipulados a partir do resultado de uma pesquisa Survey realizada por profissionais da área de conhecimento, através de aplicação de 92 questionários, com as informações tratadas provenientes da fase II. De modo, que fossem analisadas as

manifestações patológicas individualmente e atribuído um peso para cada índice, conforme dados da tabela 2.3. Em seguida, tabulados os resultados através de uma planilha eletrônica do Pacote Office – Excel 2013, e a partir da análise de uma tabela dinâmica, foram sinalizadas as referências mais assinaladas para cada índice (Apêndice A).

Diante dos dados da pesquisa e firmadas as referências para os índices de **Ocorrência (O)**, **Severidade (S)** e **Detecção (D)**, foi realizado a multiplicação destes valores, e assim sucedendo ao valor de risco específico para cada manifestação patológica.

ii) Priorização de Risco

A partir do resultado da verificação de risco, os valores foram catalogados em conformidade com a escala de risco, em consulta na tabela 2.4, para que as manifestações patológicas fossem priorizadas em ordem de grau de intervenção.

iii) Proposta de Melhorias

Por fim, a proposição de melhorias realizadas a partir de análise as falhas e consulta de acervos técnicos que as falhas não ocorram ou minimizem, em projetos de obras futuras.

CAPITULO 4

ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo, serão caracterizados os estudos de casos realizado nos municípios que constituem os residenciais analisados neste trabalho, análise dos resultados provenientes das pesquisas que antecederam a aplicação do FMEA, e por fim, a execução do ferramental.

4.1 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA (PMCMV)

No Brasil, as políticas públicas para habitação iniciaram em 1986 a partir da extinção do Banco Nacional de Habitação (BNH), e em seguida da Constituição Federal (CF), resultando na descentralização fiscal das políticas de habitação no país. Apenas em 1996, a Política Nacional de Habitações (PNH), passou oferecer condições de aquisição de habitação à população, porém, não atendia classes menos desfavorecidas que recebiam até três salários mínimos. Em 2002, ampliação da PNH contribuiu para a aprovação da lei 11.124/05 que criou o Subsistema de Habitação de Interesse Social (SHIS) e o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS) em 2005. Essas ações políticas proporcionaram, anos depois, a criação do PMCMV. (FERREIRA et al 2012; ARAÚJO et al, 2003; MINISTÉRIO DAS CIDADES).

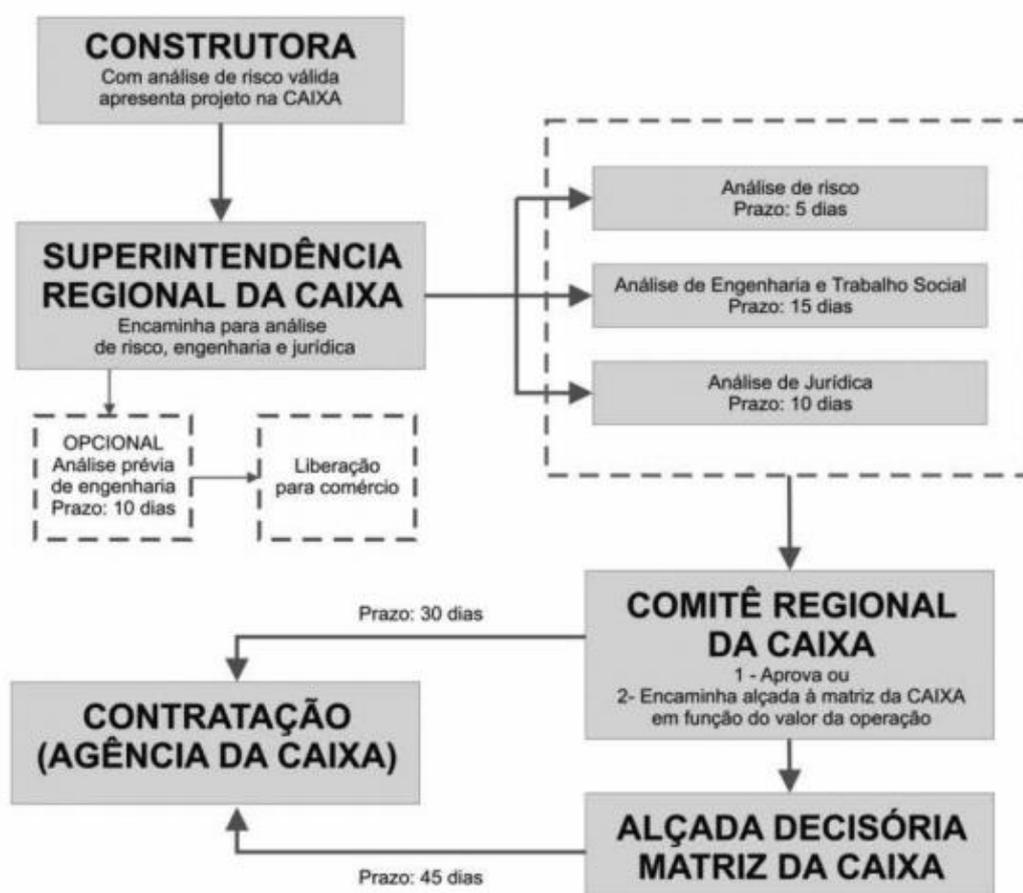
O PMCMV foi criado em 2009, pela então gestão presidencial do país, de Luís Inácio Lula da Silva, por meio da Lei 11.977/09. Com o objetivo de aumentar o acesso das famílias de baixa renda à casa própria, e por consequência a geração de emprego e renda, a partir do aumento da produção e aquisição destas unidades habitacionais (UH), através do aquecimento no setor da construção civil. No estado do Pará, o governo federal divulgou a previsão de repasse inicial de cerca de R\$ 100 milhões para a execução dos projetos habitacionais, nesta ocasião o governo estadual se orgulhara em anunciar ser um dos primeiros a aderir ao programa, bem como ser o primeiro a entregar casas. (ARAUJO, 2012; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013).

O PMCMV, recebe investimentos do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) que são transferidos do Orçamento Geral da União (OGU) para viabilizar a construção de UH. As construtoras são contratadas e recebem financiamento Caixa Econômica Federal para a realização da obra, o qual se responsabiliza pela entrega dos imóveis concluídos e legalizados. Ainda que em menor escala, o financiamento habitacional no PMCMV também pode ser feito através do Banco do Brasil, criando-se mecanismos de incentivo à produção e aquisição de

novas unidades habitacionais, bem como a requalificação de imóveis urbanos ou rurais para famílias. Os imóveis contratados são de propriedade exclusiva do FAR e integram seu patrimônio até que sejam alienados. (BRASIL, 2009; BRASIL, 2011; BANCO DO BRASIL, 2014; CAIXA, 2015).

Na figura 4.1, é apresentado o roteiro de contratação do imóvel, por meio da agencia financiadora CAIXA, para as empresas construtoras.

FIGURA 4.1 - Esquema de contratação das construtoras



FONTE: Site CAIXA

O roteiro apresentado na figura 4.1, refere a contratação das empresas perante a agencia financiadora da receita. Em relação ao processo de contratação do consumidor final na aquisição do imóvel, ocorre de acordo com a classificação de rendimentos familiar mensal. Conforme informação da tabela 4.1.

TABELA 4.1 - Classificação por faixa

Faixa	Renda Familiar Mensal	Renda Familiar Mensal Área
	Área Urbana	Rural
I	Até R\$ 1.800	Até R\$ 1.250
II	Até R\$ 3.600	Até R\$ 2.500
III	Até R\$ 6,5mil	Até R\$ 5mil

FONTE: Cartilha PMCMV (2016)

De acordo com a tabela 3.1, a classificação ocorre de acordo com a renda familiar mensal para cada área localizada. As famílias enquadradas na faixa I, para ter acesso a oportunidade da casa própria, devem efetuar um cadastro perante a administração do município pertencente para comprovar rendimentos e após análise, os contemplados são convocados conforme o atendimento da demanda. Para as faixas II e III, basta consultar a agencia financiadora de crédito, para o esclarecimento das condições de financiamento (MARTINS, 2016; BRASIL, 2009; BRASIL, 2011).

Obedecendo os critérios mencionados na tabela 3.1, na região Norte planeja-se a alocação de 10,3% do total de moradias no Nordeste, 34,3%; no Sudeste, 36,4%; no Sul, 12%; e no Centro-Oeste, 7%. Destaca-se alguns estados onde planeja-se grande aporte de recursos: São Paulo (18,40%), Minas Gerais (8,85%), Bahia (8,07%), Rio de Janeiro (7,47%), Maranhão (7,28%), Rio Grande do Sul (5,18%), Ceará (5,16%) e Pará (5,07%), cobrindo assim, os estados constantes no *ranking* de maior déficit habitacional do Brasil, apresentados na tabela 1.1. Atualmente, os investimentos do poder público continuam e a meta designada para 2017, foram de 170 mil novas UH para faixa I do PMCMV, e 400 mil UH para as faixas II e III. (VIEIRA; PEREIRA, 2013).

A distribuição de investimentos para o financiamento de moradias pelo programa ocorre de acordo com o déficit habitacional por região do país, considerando os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes ao ano vigente. No entanto, existe a previsão legal para que o Ministério das Cidades autorize o remanejamento dos recursos para atendimento de demanda quando necessário. (SHIMIZU, 2010; SILVA; ALVES, 2014)

Apesar do PMCMV não eliminar totalmente o déficit habitacional no Brasil, já foram muito os beneficiários do programa, o que fomenta a dignidade humana, a partir do momento que se obtém moradias adequadas para o uso. Neste sentido, o poder público, tem empenhado

esforços para que as melhorias na gestão de habitação de interesse social, continuem em crescimento.

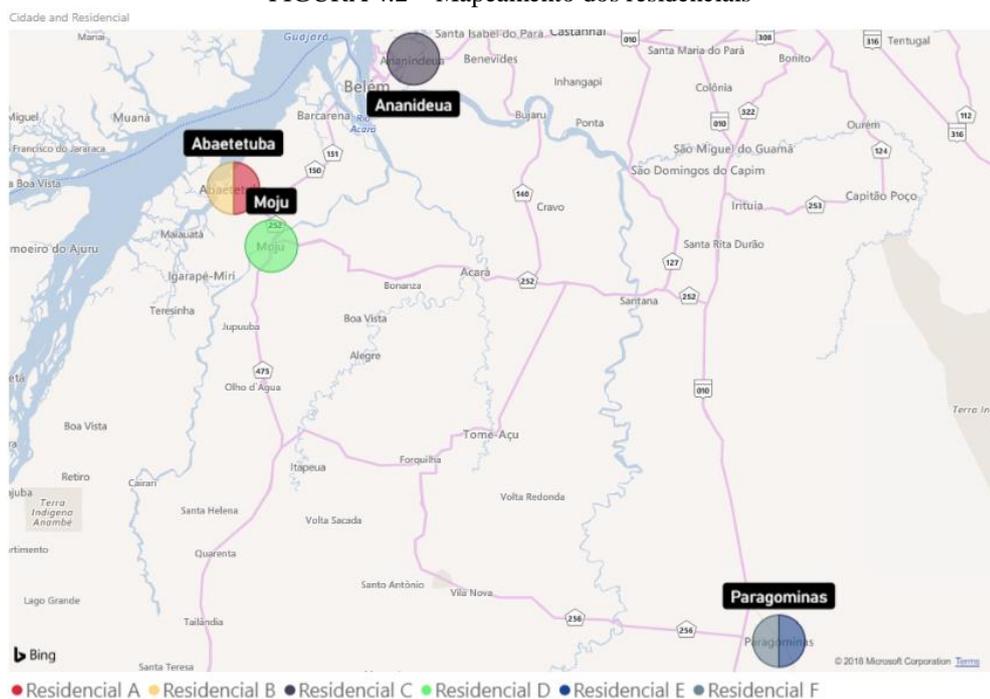
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO

O dinamismo das cidades na região amazônica, apresenta praticidades comparado ao contexto da formação e urbanização de outros municípios do país, mas que se inserem dentro de uma lógica de exploração, que aqui se caracteriza pela exploração de riquezas, minerais, vegetais e animais, constituindo um cenário de muita importância na extração de matérias-primas para o processo de produção de mercadorias, desencadeados a partir do modo de produção capitalista. (COSTA, 2016).

Ainda de acordo com a mesma autora, Costa (2016), com a urbanização da Amazônia há a concentração de muitas pessoas em determinadas cidades remotas, do mesmo modo, apropriação em cidades próximas da capital, onde o custo de vida é inferior quando relacionada à capital e não se distancia da “real economia” do estado. Em sua maioria, tratam-se de migrantes na busca por satisfação de necessidades básicas como educação, saúde e novas oportunidades de trabalho.

Diante do contexto, percebe-se os fatores aliados em justificar a construção dos residenciais nos municípios de Moju, Abaetetuba, Paragominas e Ananindeua. Em análise a figura 4.2, podemos localizar as regiões no qual está inserido os residenciais.

FIGURA 4.2 – Mapeamento dos residenciais



FONTE: Adaptado por autor, 2018

O município de Moju, possui uma população estimada em 79.825 mil habitantes distribuídos em 9.094,135 km² de extensão territorial (IBGE, 2017). Na perspectiva socioeconômica, a bacia do rio Moju está alocada no 20º lugar no *ranking* do PIB estadual, é integrante da rodovia Belém-Brasília e de outras estradas construídas para o acesso a essa rodovia, que ocasionou uma maior mobilidade de pessoas e mercadorias a partir da década de 1960. Essa região configura-se como uma das mais antigas áreas de ocupação da Amazônia, sendo a iniciante nos grandes projetos econômicos do estado (IBGE; BORDALO et al., 2012; FERREIRA et al., 2016). O panorama atual traz para esse espaço o cultivo do dendê, que entre 2004 e 2010 dobrou sua área plantada. O óleo do dendê tem diversas aplicações, sendo utilizado em produtos alimentares e para fins industriais, este último predominantemente para biodiesel, o que o tornou ainda mais valorizado frente aos projetos desenvolvimentistas. (LEES *et al.*, 2015; VILLELA *et al.*, 2014; USDA, 2010).

Abaetetuba, é a Cidade-polo de uma região que abrange os municípios de Moju, Igarapé-Miri e Barcarena. É a sétima mais populosa cidade do estado, com aproximadamente 153.380 habitantes em extensão geográfica de 1.610,743 km² (IBGE, 2017). A cidade proporciona fácil acesso aos portos de Belém e de Vila do Conde e ao sul do Pará, além de ser próxima ao Polo Industrial na Vila dos Cabanos, que se localiza a 30 km. A atividade econômica predominante no município é o setor terciário (comércio e serviços), que conta com uma ampla

rede de estabelecimentos das mais diversas atividades. O município destaca-se como o 2º maior produtor de açaí do Pará, como o 3º maior produtor de bacuri e cupuaçu, e como o maior produtor de manga do estado, e o 5º maior polo pesqueiro do estado, apresentando grande produção de camarão e peixe. Diversas empresas estão se instalando no município aproveitando a grande rede de serviços da cidade, fato refletido no produto interno bruto municipal, que triplicou em quatro anos, enquadrando-se no 18º lugar no *ranking* dos municípios do estado do Pará. (PREFEITURA DE ABAETETUBA, 2017; SANTOS & COELHO-FERREIRA, 2012; ALVES, 2016).

Em Paragominas, residem aproximadamente 110.026 habitantes ao longo da extensão geográfica de 19.342,254 km², e a 320 km de distância da capital do estado, pertencendo à mesorregião sudeste paraense, fazendo fronteira com 2 municípios paraenses – Ipixuna do Pará e Ulianópolis (IBGE, 2017). Destaca-se como município agrícola, pecuarista e extrativista de madeira para serragem, e vem recebendo uma significativa quantidade de imigrantes de outras regiões brasileiras impulsionados pela presença da mineradora VALE na cidade, que está trabalhando na extração de bauxita, além de várias outras empresas de Grande Porte também instaladas no município. Fatores decisivos, para a colocação de 11º no *ranking* do PIB estadual, em relação aos demais municípios. (COSTA & FLEURY, 2015; GALVÃO, 2013)

E por fim, o município de Ananindeua 516.057 em estimativa de habitantes na área de 190,451 km², é a segunda cidade mais populosa do estado do Pará e a terceira mais populosa da Amazônia, em relação ao PIB, mantém-se em 2º lugar, logo atrás de Belém a capital do estado (IBGE, 2017; IDESP, 2014). Sua localidade limita-se ao norte e oeste com Belém, ao sul com o Rio Guamá, a leste e noroeste com as cidades de Marituba e Benevides, respectivamente. Devido, o município está localizado as margens da rodovia federal e próxima a capital, tornou-se ponto ideal para a instalação de pontos de distribuição de empresas em diversas especialidades, deste modo, o aquecimento da econômica dar-se por meio de distritos industriais. (GOMES & ANDRADE, 2011; BOGÉA, 2013).

Em análise a tabela 4.2, temos as 40 manifestações patológicas computadas, o qual foram registradas 2267 ocorrências de registros no total. As manifestações de maior frequência são provenientes da tipologia revestimento e umidade, dos grupos de *revestimento cerâmico e infiltração*, respectivamente, conforme a marcação da tabela 4. A totalidade de 587 (quinhentos e oitenta e sete) foram registrados em *peças soltas, gretadas ou desgaste excessivo que não por mau uso* e 537 (quinhentos e trinta e sete) referentes *de infiltração em áreas onde não é solicitado mantas*, assim compondo quase metade do quantitativo total de registros.

TABELA 4.2 - Registros das OS

Tipo de Patologia	MANIFESTAÇÕES PATOLOGICAS	Res. A	Res. B	Res. C	Res. D	Res. E	Res. F	TOTAL
Revestimento	Cerâmico: Caimento de piso contrário ao ralo e/ou desnível de pisos.	2	52	1	182	1	1	239
Revestimento	Cerâmico: Peças quebradas, trincadas, riscadas, manchadas ou com tonalidades diferentes.	9	10	2	13	0	0	34
Revestimento	Cerâmico: Peças soltas, gretadas ou desgaste excessivo que não por mau uso.	10	436	72	62	2	5	587
Revestimento	Cerâmico: Estanqueidade das fachadas.	0	1	3	2	0	0	6
Esquadrias de Vidros	Espelhos danificados e mal colocados.	1	0	4	1	0	0	6
Instalações elétricas	Desempenho do material e problemas com instalações.	32	5	2	116	0	0	155
Instalações hidro sanitárias	Fissuras, riscos e quebrados.	3	4	4	16	1	0	28
Instalações hidro sanitárias	Problemas com a instalação, vedação e funcionamento.	9	27	17	115	5	8	181
Instalação de Incêndio	Desempenho dos equipamentos.	0	1	0	0	0	0	1
Instalações de Emergência	Iluminação e Desempenho dos equipamentos	0	0	0	1	0	0	1
Instalações de Emergência	Problemas com instalação.	0	0	0	1	0	0	1
Revestimento	Forro de Gesso: Quebrados, trincados ou manchados.	0	9	1	111	1	1	123
Revestimento	Forro de Gesso: Fissuras por acomodação de estrutura e vedação.	0	7	0	0	0	0	7

Instalações elétricos-Telefônico	Telefonia: Problemas com instalação.	0	0	2	0	0	0	2
Instalações elétricos-Telefônico	Interfônia: Desempenho dos equipamentos.	0	0	0	11	0	0	11
Instalações elétricos-Telefônico	Interfônia: Problemas com instalação.	0	0	0	176	0	0	176
Instalações hidro sanitárias	Caixas de descargas e válvulas: Quebras, fissuras, riscas, manchas e defeito no equipamento (mau desempenho).	0	1	0	4	0	0	5
Instalações hidro sanitárias	Caixas de descarga e válvulas: Problemas de instalação.	0	0	3	9	0	0	12
Instalações hidro sanitárias	Caixas de descargas e válvulas Falha de vedação.	0	1	0	4	0	0	5
Instalações hidro sanitárias	Louças sanitárias: Quebras, fissuras, riscas e manchas	1	0	0	0	0	0	1
Instalações hidro sanitárias	Louças sanitárias: Problemas com a instalação, vedação e funcionamento.	0	2	0	12	0	0	14
Instalações hidro sanitárias	Louças sanitárias: Falha de vedação	0	0	0	7	0	0	7
Instalações hidro sanitárias	Metais sanitários: Defeito no equipamento (mau desempenho)	0	0	0	1	0	0	1
Instalações hidro sanitárias	Metais sanitários: Problemas de instalação.	1	2	0	4	0	0	7
Instalações hidro sanitárias	Metais sanitários: Falha de vedação.	0	1	0	0	0	0	1
Esquadrias de Vidros	Peças quebradas, trincadas, riscadas ou manchadas	0	0	0	11	1	1	13
Esquadrias de Vidros	Problemas com a instalação, guarnição e acessórios	0	0	0	1	0	0	1
Esquadrias de madeira	Lascadas, trincadas, riscadas ou manchadas.	0	1	0	1	0	0	2

Esquadrias de madeira	Empenamentos, descolamentos.	0	1	1	36	0	0	38
Esquadrias de madeira	Problemas de vedação e funcionamento.	0	1	0	14	0	0	15
Esquadrias de alumínio	Roldana, fechos e articulações: desempenho e funcionamento; Perfis e fixadores: vedação e funcionamento.	10	2	0	1	0	0	13
Esquadrias de alumínio	Perfis e fixadores: problemas com a integridade do material.	0	0	0	3	0	0	3
Esquadria de Ferro e Aço	Maçanetas, fechos e articulações amassados, riscados e manchados.	0	0	0	3	2	2	7
Instalações Externas	Antena Coletiva: Desempenho dos equipamentos	2	0	0	0	0	0	2
Instalações Externas	Antena Coletiva: Problemas com instalação.	0	0	0	1	0	0	1
Pintura	Sujeiras, imperfeições ou acabamento inadequado.	0	0	0	1	0	0	1
Instalações Externas	Instalação das calhas e rufos.	0	0	1	0	0	0	1
Estrutura de Concreto e Revestimento	Estanqueidade das telhas cerâmicas e de concreto.	0	0	1	16	0	0	17
Umidade	Estanqueidade.	1	0	2	2	0	0	5
Umidade	Infiltração em áreas onde não é solicitado mantas.	21	118	82	294	10	12	537

FONTE: Autor (2018)

Em relação ao processo de contratação para financiamento da obra ao PMCMV, os residenciais detêm classificações por intermédio da faixa de ganhos salarial familiar e área urbana ou rural. Informações inerentes à estas características, são apresentados na tabela 4.3.

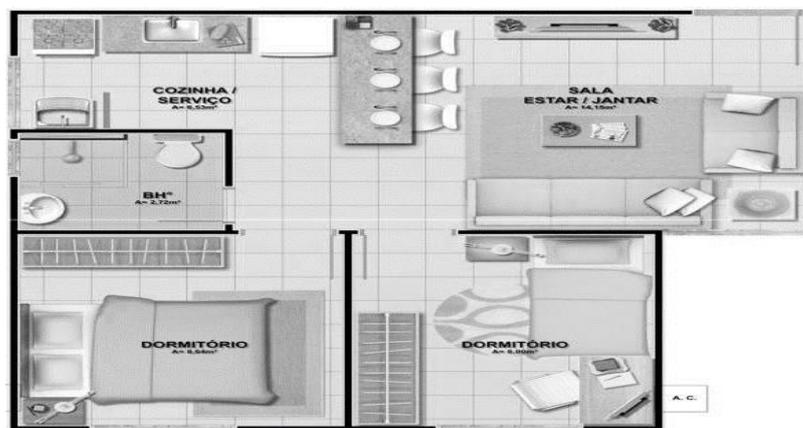
TABELA 4.3 – Caracterização dos residenciais

Município	Residencial	Zona Geográfica
Abaetetuba	Res. A	Rural e Urbana
	Res. B	Rural e Urbana
Ananindeua	Res. C	Urbana
Moju	Res. D	Rural
Paragominas	Res. E	Rural e Urbana
	Res. F	Rural e Urbana

Fonte: Autor, 2018

No tocante, das UH que foram objeto de estudo para a pesquisa em questão, são apresentadas por tipologias de casa ou apartamento. Porém, em ambos os tipos, as características do imóvel consistem em: dois quartos, sala, cozinha, banheiro e área de serviço. Conforme figura 4.2, segue a apresentação da planta baixa.

FIGURA 4.3 - Planta baixa das UH



Fonte: Cartilha PMCMV (2016)

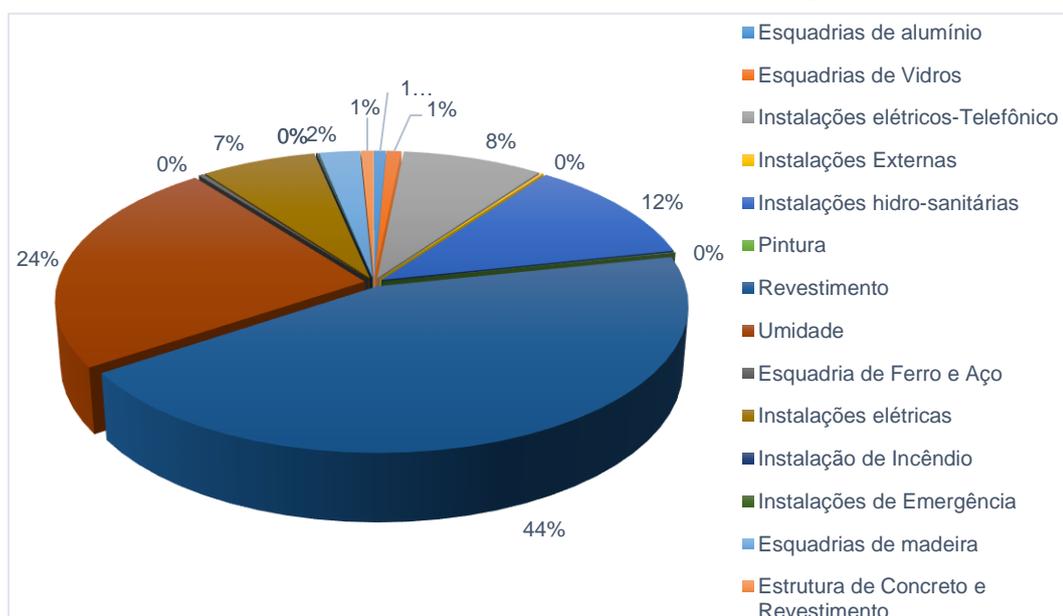
Diante, dos estudos de casos dos municípios a seguir serão apresentados os dados coletados da pesquisa.

4.3 DADOS COLETADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos através das solicitações de OS, na empresa assistência de manutenção predial, contratada pelo poder público para realização dos reparos, provenientes de seis residenciais do PMCMV no estado do Pará. E, os dados coletados da aplicação de questionários aos profissionais da área de conhecimento para o tratamento de inputs à aplicação do FMEA.

Segundo apuração das OS, solicitadas pelos moradores dos residenciais objetos de estudo, os resultados percentuais das manifestações patológicas, apresentam o panorama de causadores em 44% de Revestimento, 24% Umidade e 15% Instalações Elétrico-Telefônico, como principais manifestações patológicas, de acordo com a figura 4.4.

FIGURA 4.4 -Panorama Percentual das Manifestações Registradas



FONTE: Autor, 2018

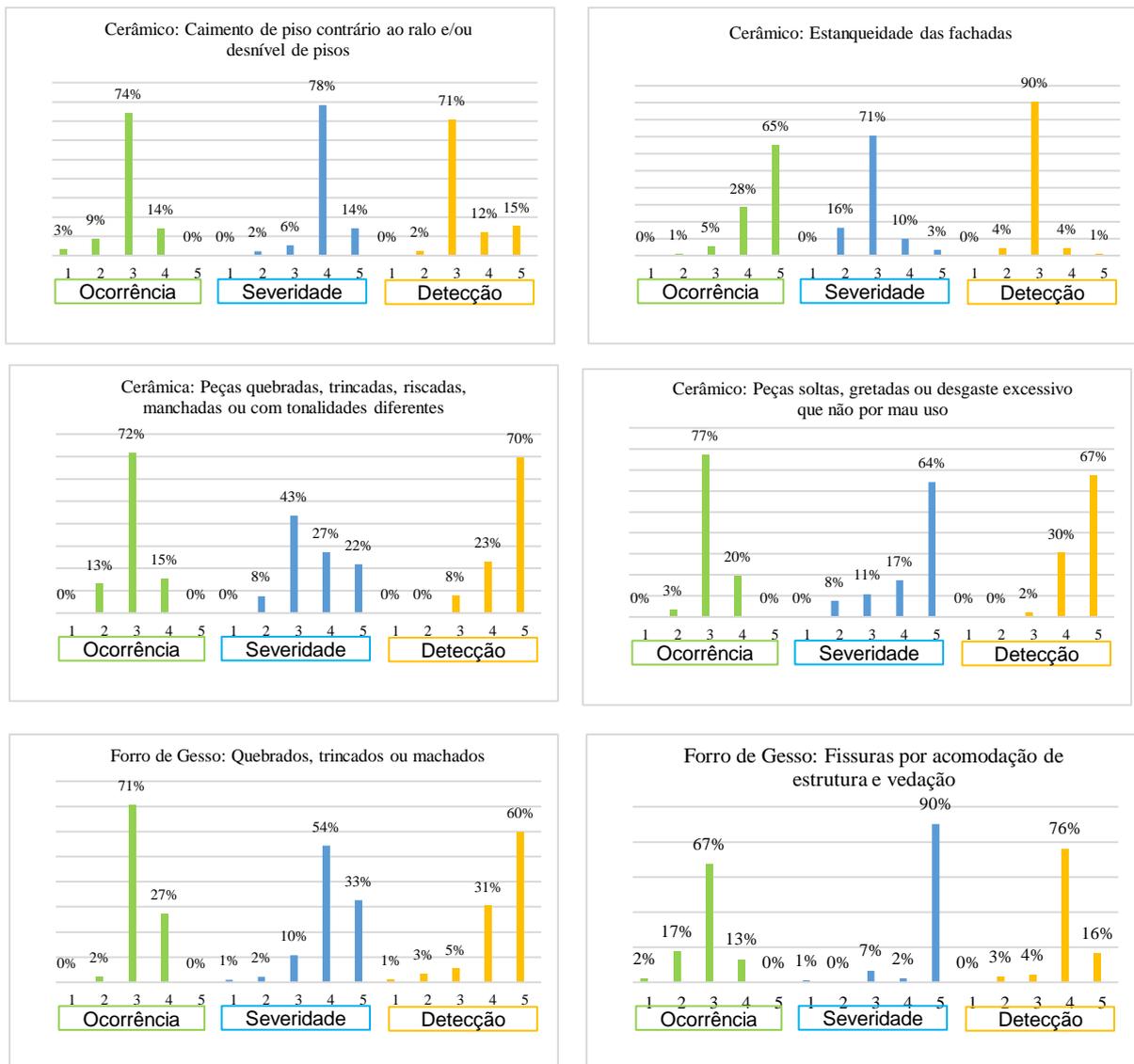
Estes resultados da figura 4.4, apresentam os tipos de manifestações patológicas que mais ocorreram nos residenciais no período de análise e que representava mais incômodo aos moradores, visto que, foram solicitados para o devido reparo.

Diante dos dados coletados, estabeleceu-se a aplicação da ferramenta FMEA. Para isto, primeiramente, fora necessário determinar os níveis de Ocorrência, Severidade e Detecção possibilitando conhecer o valor de verificação de risco, de cada manifestação patológica. Para isto, foi aplicado uma pesquisa Survey da amostra de 92 profissionais da área de conhecimento. Ao final da pesquisa, obteve-se os resultados mais pontuados para os índices por manifestação patológica, ou seja, o coeficiente mais indicado pelos consultados, era o selecionado para a análise e verificação de risco. No apêndice B, são apresentados os perfis profissionais que responderam a aplicação do questionário.

Em seguida, são apresentados visualmente os resultados da Pesquisa Suvey, através de painéis gráficos subdivididos por grupos de tipologia da patologia.

Para o grupo de Revestimento, temos seis manifestações enquadrantes. Pode-se concluir que a maioria dos profissionais consideram esta patologia recorrente, haja vista, que os níveis mais indicados são predominantes a partir do nível três. O fato dos graus de severidade está bem distribuído entres os níveis, para alguns casos de manifestação patológicas, pode ser justificada pelo fato da manifestação identificada, apresentar desde peças quebradas à pequenas manchas no revestimento, sendo assim variando o nível de severidade de exposição à falha. Por fim, é notável a importância deste grupo, pois em caso de ocorrência além de denegrir a aparência do local, pode expor perigo a vida humana, em situações de lesões em contato com as peças soltas ou gretadas. Conforme os dados apresentados na figura 4.5.

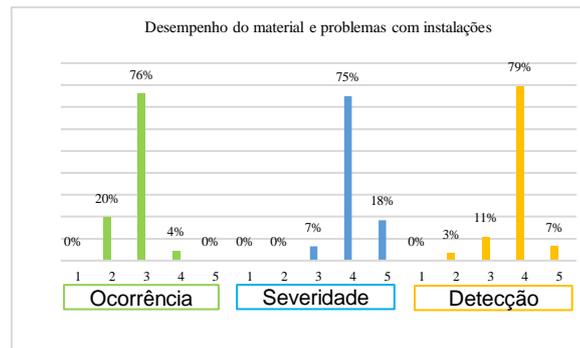
FIGURA 4.5 – Panorama de verificação de risco grupo de Revestimento



FONTE: Autor, 2018

O grupo de Instalações Elétricas, em que a manifestação patológica “Desempenho de materiais e problema com instalação”, é o único quadrante. Pode-se observar que a detecção desta patologia é identificada facilmente, em conformidade com o resultado para o índice de detecção, e se não houver correção imediata, dada a implicância de gravidade contra a vida humana, poderá ter o risco de complicações maiores, justificado estes valores da pesquisa. Diante disto, é alarmante o percentual que apresenta de modo moderada a sua ocorrência no pós-habitação. De acordo com a figura 4.6.

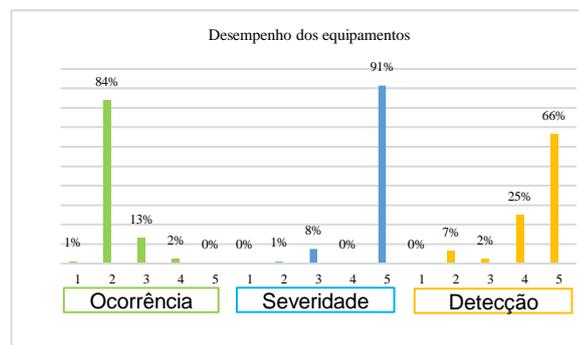
FIGURA 4.6 – Panorama de verificação de risco grupo de Instalações Elétricas



FONTE: Adaptado por autor, 2018

Para a manifestação patológica Desempenho de equipamentos, pertencente ao grupo de Instalações de Incêndio, foram gerados os resultados da figura 4.7. Por tratar de questões de segurança, temos o fundamento dos valores apresentados em severidade. Dado isto, é reconfortante que o nível dois tenha sido o mais indicado na pesquisa, como frequência da possível falha. Porém, a detecção desta patologia apesar de facilmente percebida, em sua maioria é identificada, somente, quando há a necessidade de uso, ou seja, em situações extremas de perigo, enfatizando mais uma vez o grau altíssimo de severidade à permanência de uso do imóvel.

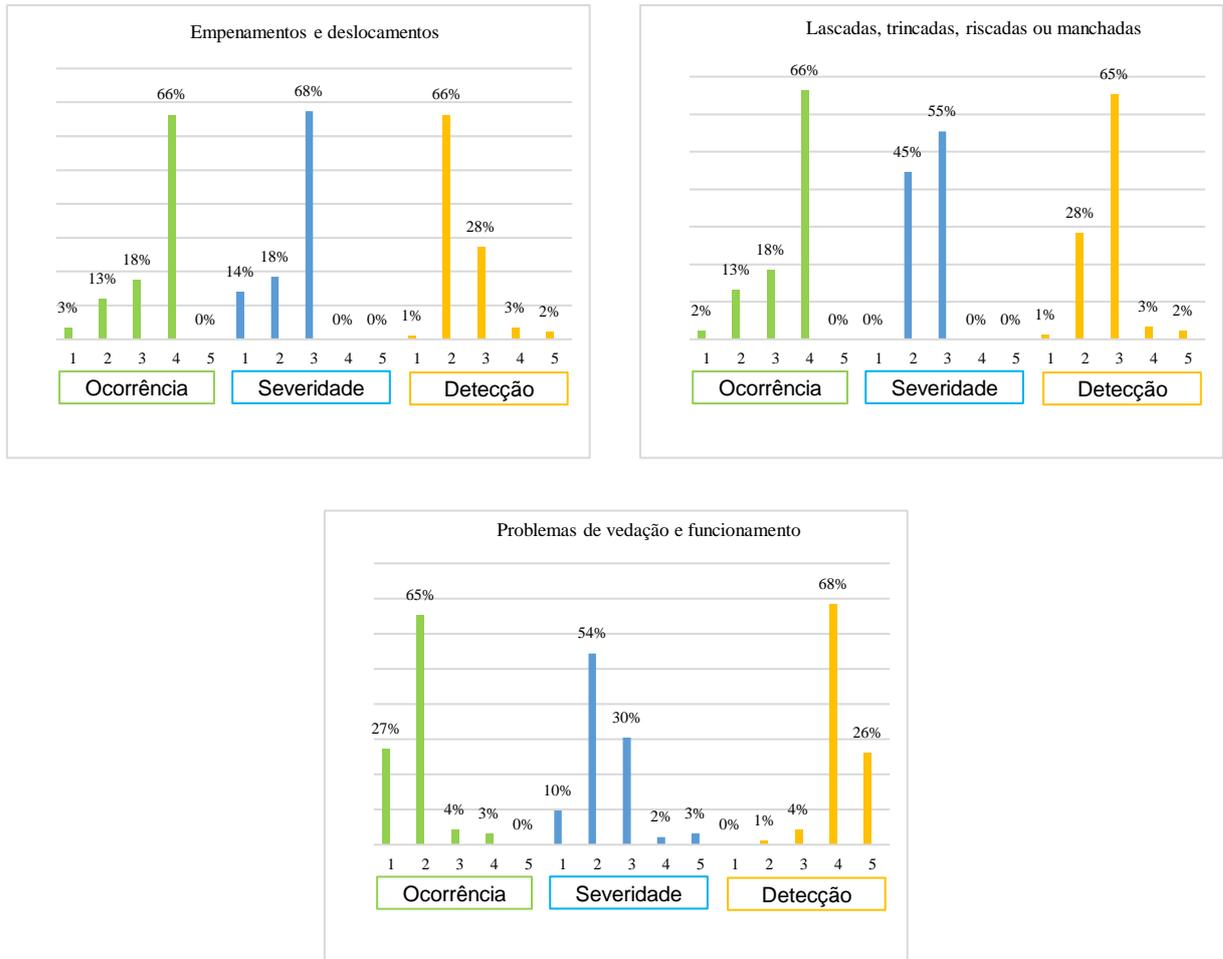
FIGURA 4.7 – Panorama de verificação de risco grupo Instalações de Incêndio



FONTE: Adaptado por autor, 2018

O grupo de Esquadrias de Madeira, desperta atenção ao fato de a detecção da falha facilmente ser percebida aos olhos leigos, para a maioria dos casos no ato de identificação desta patologia. É importante destacar o nível de ocorrências alta para a maior parte da amostragem, no entanto esta falha é proveniente da aquisição de material, ou seja, não é má execução de projeto. Foram classificadas três manifestações patológicas, e os resultados da pesquisa geraram o painel da figura 4.8.

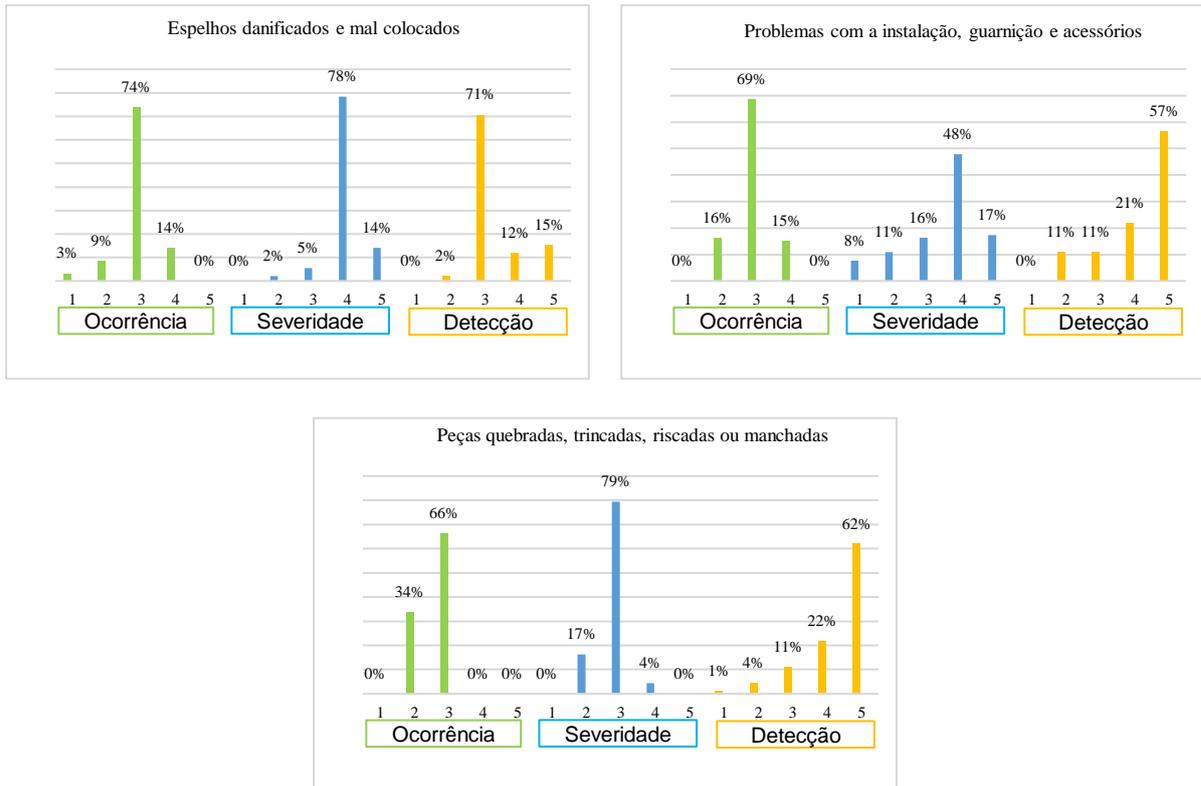
FIGURA 4.8 – Panorama de verificação de risco grupo Esquadrias de madeira



FONTE: Autor, 2018

Para o grupo de Esquadrias de Vidros, obteve três classificações de manifestações patológicas. De acordo com os dados apresentados da figura 4.9, a ocorrência de todas as patologias, possui probabilidade moderada de haver. Destaca-se o fato, da detecção ser visível aos olhos de pessoas inexperientes da área, e ao mesmo tempo, altamente severo quando exposto ao usuário, logo carece o reparo imediato, antes que aconteça um acidente indesejado

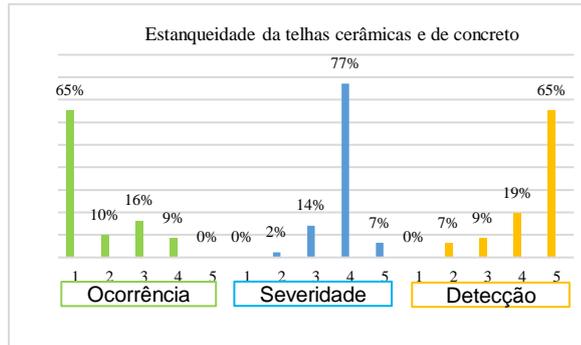
FIGURA 4.9 – Panorama de verificação de risco grupo Esquadrias de Vidros



FONTE: Autor, 2018

Para Estrutura de concreto e revestimento obteve apenas uma manifestação patológica com características que se enquadrasse neste grupo, e os resultados são apresentados na figura 4.10. Conforme os dados apresentados, pode-se concluir que a maioria dos profissionais consideram esta patologia, em baixa de ocorrência, severidade de grau alto e probabilidade muito alta em ser detectada. Esta última, justifica-se ao fato de a patologia afetar diretamente na impropriedade de uso da residência, pois em sua ocorrência, impossibilita que os moradores transitem na área obstruída. Por conseguinte, o nível de sua ocorrência escolhido pela maioria dos profissionais, é baixíssimo, haja vista, a preocupação preventiva no desenvolvimento do projeto.

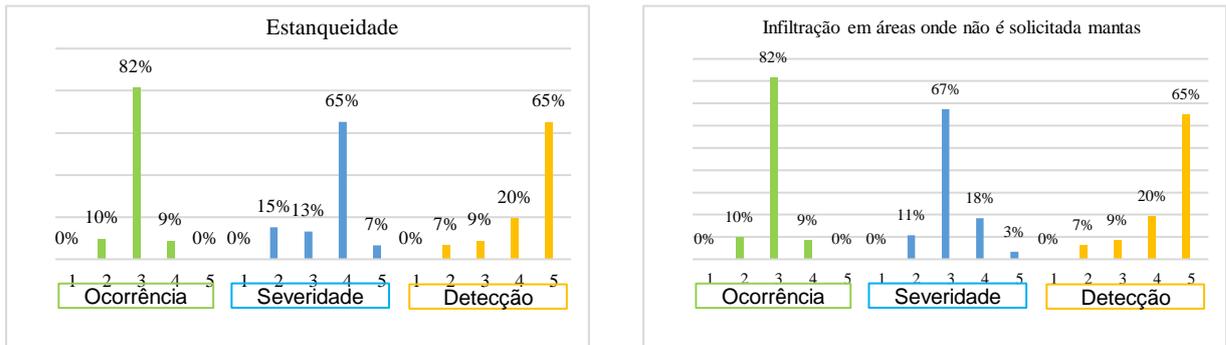
FIGURA 4.10 – Panorama de verificação de risco grupo de Estrutura de Concreto e Revestimento



FONTE: Adaptado por autor, 2018

As manifestações pertencentes ao grupo de Umidade, obtiveram níveis semelhantes de seleção, de acordo com a figura 4.11. Neste cenário, temos a umidade altamente perceptível na diagnose da aparência do imóvel, em contrapartida, ainda medianamente recorrente no pós obra, e os meios para evitar não estão atrelados unicamente ao projeto, podendo ser consequência do material utilizado no revestimento ou má execução da mão de obra.

FIGURA 4.11 – Panorama de verificação de risco grupo Umidade

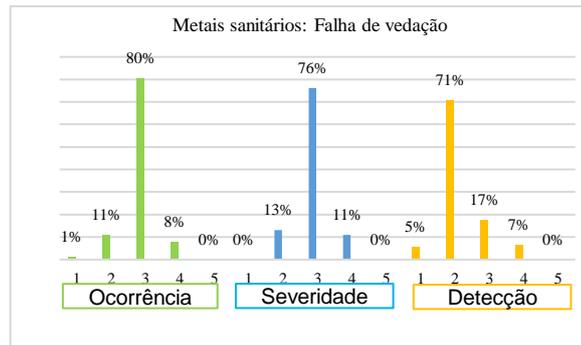


FONTE: Adaptado por autor, 2018

Para o grupo de Instalações Hidro Sanitárias, foi possível agrupar 13 manifestações patológicas na análise, conforme figura 4.12. Pode-se observar o notório grau de severidade sinalizados em praticamente todas manifestações patológicas, representa o perigo de exposição do usuário ao utilizar elementos decorrentes desta patologia, logo a extrema importância, de sua não ocorrência e fácil detecção.

FIGURA 4.12 – Panorama de verificação de risco grupo Instalações Hidro- Sanitárias

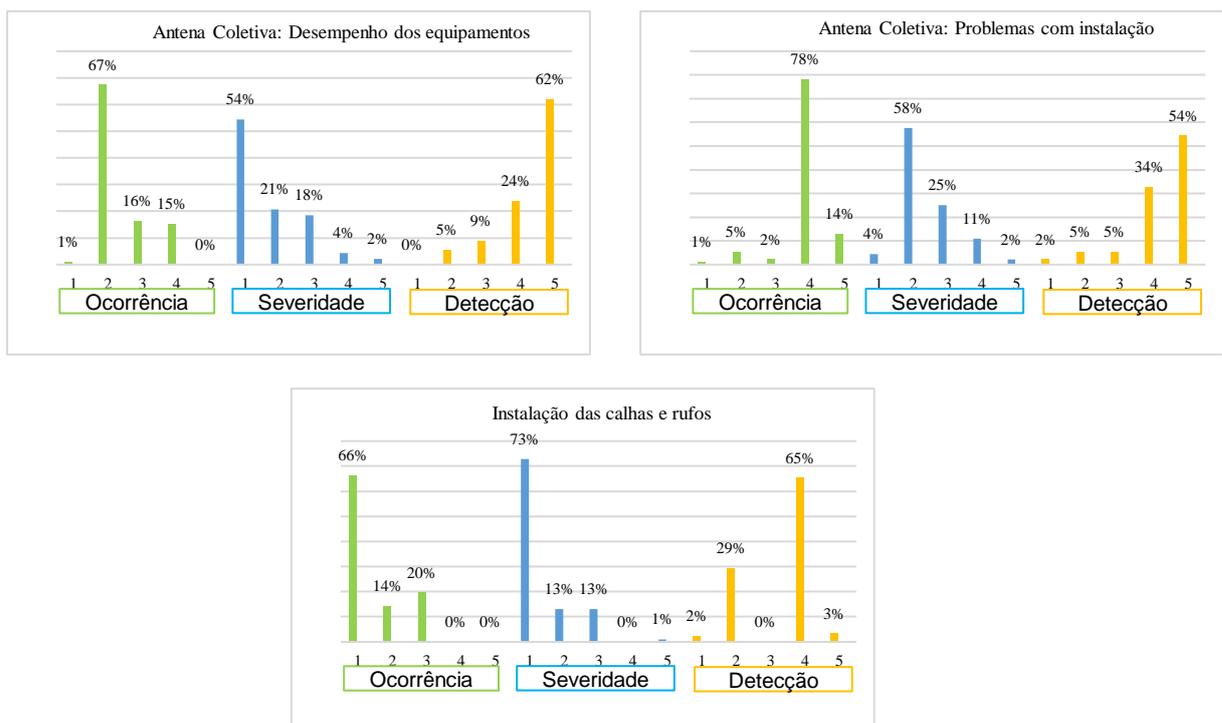




FONTE: Adaptado por autor, 2018

Para falhas relacionadas de Instalações Externas, foi possível agrupar três manifestações patológicas, e os resultados são apresentados na figura 4.13. Temos a partir dos dados apresentados, pode-se concluir que a maioria dos profissionais consideram este grupo, com falhas facilmente detectadas, mas baixa severidade visto que não impacta no uso do imóvel. Esta patologia é decorrente da mão de obra, na fase de execução com a má instalação, que interfere no seu funcionamento.

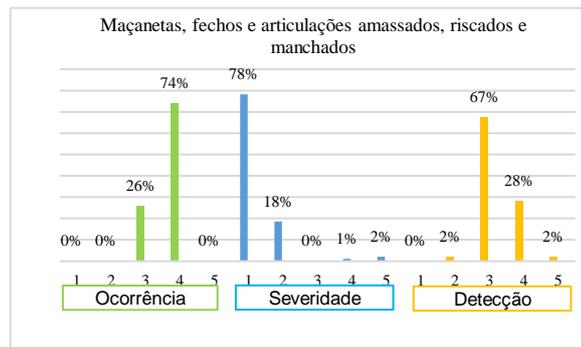
FIGURA 4.13 – Panorama de verificação de risco grupo Instalações Externas



FONTE: Adaptado por autor, 2018

Para a manifestação patológica de maçanetas, fechos e articulações amassados, riscados e manchados do grupo de Esquadrias de ferro e aço, os resultados são apresentados na figura 4.14. Conforme os dados apresentados, pode-se concluir que a maioria dos profissionais consideram esta patologia em probabilidade alta de ocorrência, em considerar que estes materiais são todos aquisitivos de fornecedores externos, pode-se concluir que a maioria dos fornecedores que prestaram serviços aos profissionais consultados, ofereceram tais produtos com anomalias ao uso. A severidade em grau baixo, deve ao fato do baixo impacto na permanência de habitação no imóvel. E, probabilidade moderada de detecção.

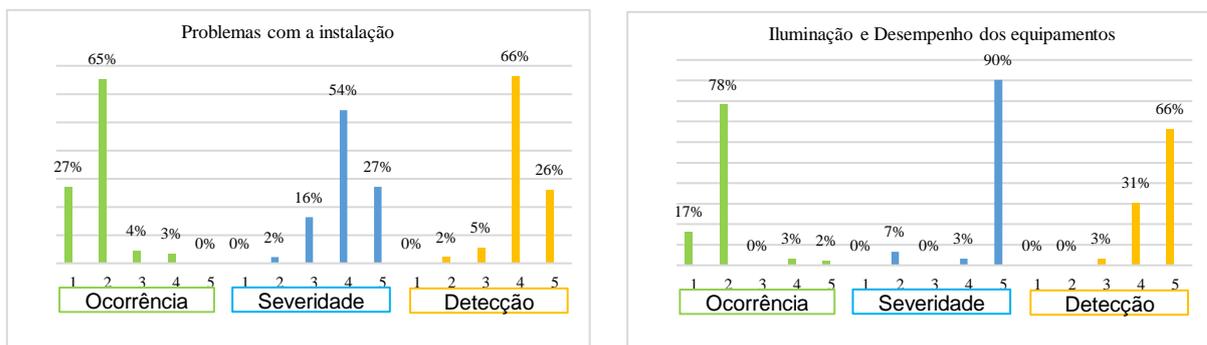
FIGURA 4.14 – Panorama de verificação de risco grupo de Esquadrias de Ferro e Aço



FONTE: Adaptado por autor, 2018

Para o grupo de Instalações de Emergência de acordo com os dados apresentados na figura 4.15, pode-se concluir que a maioria dos profissionais consideram esta patologia, em probabilidade baixa de ocorrer, severidade em grau alta e probabilidade alta da falha ser detectada. Ao tratar de condições que garantem a integridade da vida humana, principalmente, em ocasiões de perigo é de suma importância ter conhecimento do manuseio do material, mas para isto, é necessário que o mesmo não tenha problemas que impeça o uso correto.

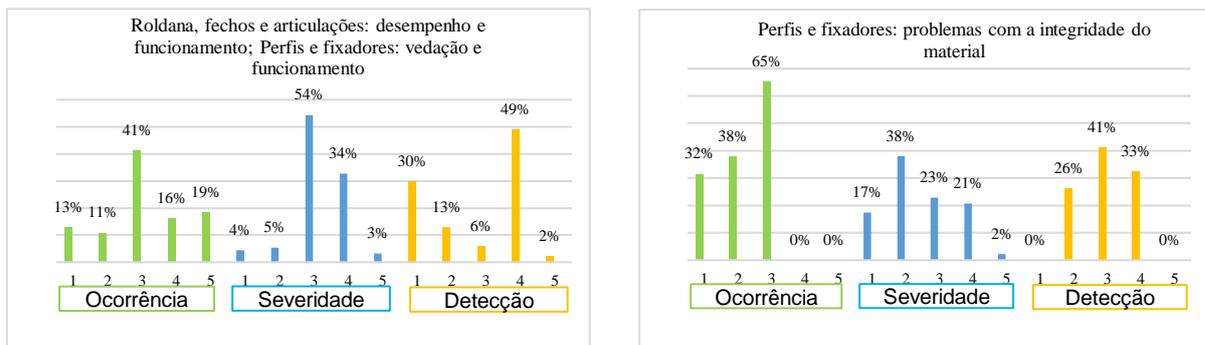
FIGURA 4.15 – Panorama de verificação de risco grupo Instalações de emergência



FONTE: Adaptado por autor, 2018

Para a manifestação patológica de Roldana, conforme os dados apresentados na figura 4.16, pode-se concluir que a maioria dos profissionais consideram esta patologia, em probabilidade moderada de ocorrência, severidade em grau moderado e probabilidade alta da falha ser detectada. Esta manifestação envolve desde a compra de materiais à má execução de mão de obra na fase de construção, acredita-se que por este motivo há a distribuição dos percentuais nos níveis.

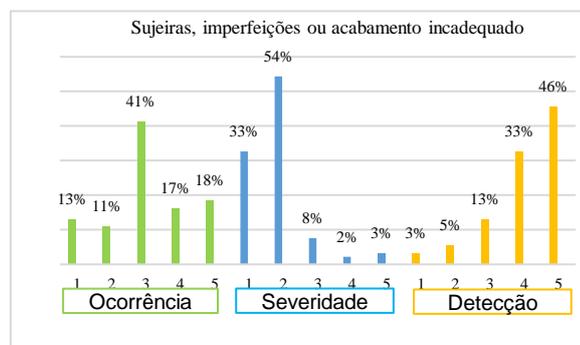
FIGURA 4.16 – Panorama de verificação de risco grupo Esquadrias de Alumínio



FONTE: Adaptado por autor, 2018

Para a manifestação patológica Sujeiras, conforme os dados apresentados na figura 4.17, pode-se concluir que a maioria dos profissionais consideram esta patologia em probabilidade moderada de ocorrência, e está entrelaçada ao serviço da mão de obra na fase de execução. A severidade em grau baixo, pois não interfere ao uso do imóvel. E, probabilidade muito alta da falha ser detectada, pois é diretamente ligada a estética do local.

FIGURA 4.17 – Panorama de verificação de risco grupo de Pintura

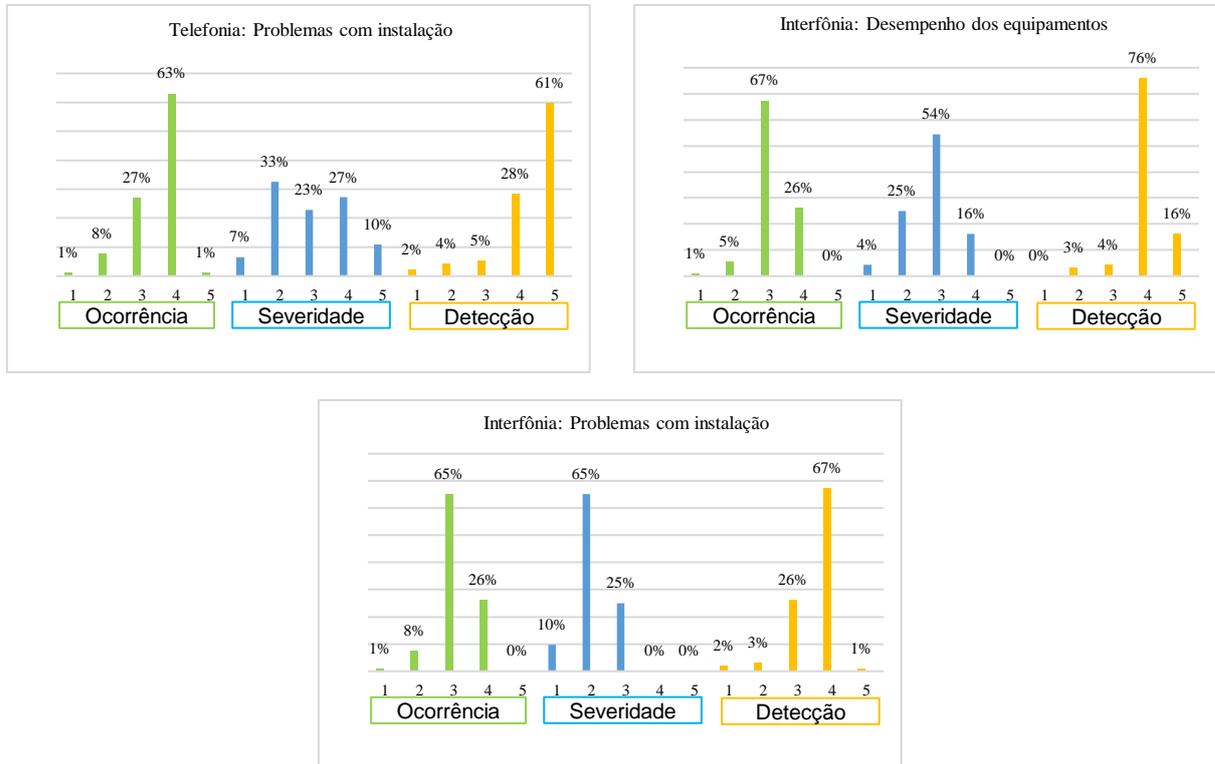


FONTE: Adaptado por autor, 2018

Para o grupo de Instalações Elétricos-Telefônico, foi possível agrupar três manifestações patológicas, e os resultados apresentados na figura 4.18 relata que a maioria dos profissionais consideram esta patologia, em probabilidade alta de ocorrência, severidade em

grau baixo e probabilidade muito alta da falha ser detectada, pois interfere em um dos princípios básicos de uso do imóvel, acesso a rede telefônica.

FIGURA 4.18 – Panorama de verificação de risco grupo de Instalações Elétrico-Telefônico



FONTE: Adaptado por autor, 2018

Em mãos dos resultados da pesquisa Survey, tornou-se possível proceder a aplicação da metodologia FMEA, apresentado no tópico a seguir.

4.4 APLICAÇÃO FMEA

A partir dos resultados da pesquisa Survey, foi determinado o grau de risco para cada manifestação, através da operação da função de verificação de risco, no qual os valores dos índices **Ocorrência (O)**, **Severidade (S)** e **Detecção (D)**, mais sinalizados de cada manifestação patológica, foram multiplicados. Por fim, pontuadas a escala predominante de cada nível avaliado na verificação de risco, do FMEA. Os resultados serão apresentados, na tabela 4.4.

TABELA 4.4 – Aplicação FMEA

Tipo de Patologia	MANIFESTAÇÕES PATOLOGICAS	Ocorrência	Severidade	Detecção	MAGNITUDE	GRAU	PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS
Revestimento	Cerâmico: Peças soltas, gretadas ou desgaste excessivo que não por mau uso.	3	5	5	75	URGENTE	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços
Instalações hidro sanitárias	Caixas de descargas e válvulas: Quebras, fissuras, riscas, manchas e defeito no equipamento (mau desempenho).	3	5	5	75	URGENTE	Verificar a qualidade dos materiais empregados na obra; controlar se as válvulas estão reguladas; controlar as equipes que executam os serviços
Instalações hidro sanitárias	Fissuras, riscos e quebrados.	3	5	4	60	MUITO ELEVADO	Verificar a qualidade dos materiais empregados na obra; controlar se as válvulas estão reguladas; controlar as equipes que executam os serviços
Revestimento	Forro de Gesso: Quebrados, trincados ou manchados.	3	4	5	60	MUITO ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços
Revestimento	Forro de Gesso: Fissuras por acomodação de estrutura e vedação.	3	5	4	60	MUITO ELEVADO	Controlar os parâmetros de esbeltes do empreendimento para verificar a possibilidade de movimentação da estrutura; controlar as equipes que estão executando os serviços; instalar telas nas ligações entre materiais diferentes evitando possíveis trincas

Esquadrias de Vidros	Problemas com a instalação, guarnição e acessórios	3	4	5	60	MUITO ELEVADO	Controlar o recebimento dos serviços com checklist; instruir os clientes a forma correta de manusear as peças; verificar a qualidade do recebimento dos materiais
Umidade	Estanqueidade.	3	4	5	60	MUITO ELEVADO	Controlar a qualidade dos insumos utilizados para preparar o revestimento; controlar a equipe que executa os serviços;
Instalação de Incêndio	Desempenho dos equipamentos.	2	5	5	50	MUITO ELEVADO	Controlar o recebimento do material; controlar a instalação do material; controlar o armazenamento dos materiais; registrar a qualidade dos materiais entregues ao cliente caso seja um problema proveniente do uso
Instalações de Emergência	Iluminação e Desempenho dos equipamentos	2	5	5	50	MUITO ELEVADO	Controlar as equipes que estão executando os serviços; verificar o recebimento dos materiais
Instalações hidro sanitárias	Caixas de descargas e válvulas Falha de vedação.	2	5	5	50	MUITO ELEVADO	Verificar a qualidade dos materiais empregados na obra; controlar se as válvulas estão reguladas; controlar as equipes que executam os serviços
Instalações hidro sanitárias	Louças sanitárias: Quebras, fissuras, riscas e manchas	2	5	5	50	MUITO ELEVADO	Verificar a qualidade dos materiais empregados na obra; controlar se as válvulas estão reguladas; controlar as equipes que executam os serviços

Instalações elétricas	Desempenho do material e problemas com instalações.	3	4	4	48	MUITO ELEVADO	Controlar o recebimento do material; controlar a instalação do material; controlar o armazenamento dos materiais; registrar a qualidade dos materiais entregues ao cliente caso seja um problema proveniente do uso Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços; solicitar que os projetos hidráulicos sejam mais detalhados para não haver dúvidas
Instalações hidro sanitárias	Caixas de descarga e válvulas: Problemas de instalação.	3	4	4	48	MUITO ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços; solicitar que os projetos hidráulicos sejam mais detalhados para não haver dúvidas
Instalações hidro sanitárias	Metais sanitários: Problemas de instalação.	3	4	4	48	MUITO ELEVADO	Controlar os parâmetros de esbeltes do empreendimento para verificar a possibilidade de movimentação da estrutura; controlar as equipes que estão executando os serviços; instalar telas nas ligações entre materiais diferentes evitando possíveis trincas
Revestimento	Cerâmico: Peças quebradas, trincadas, riscadas, manchadas ou com tonalidades diferentes.	3	3	5	45	MUITO ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços
Revestimento	Cerâmico: Estanqueidade das fachadas.	5	3	3	45	MUITO ELEVADO	

Esquadrias de Vidros	Peças quebradas, trincadas, riscadas ou manchadas	3	3	5	45	MUITO ELEVADO	Controlar o recebimento dos serviços com checklist; instruir os clientes a forma correta de manusear as peças; verificar a qualidade do recebimento dos materiais
Umidade	Infiltração em áreas onde não é solicitado mantas.	3	3	5	45	MUITO ELEVADO	Controlar a qualidade dos insumos utilizados para preparar o revestimento; controlar a equipe que executa os serviços;
Instalações elétricos-Telefônico	Telefonia: Problemas com instalação.	4	2	5	40	MUITO ELEVADO	Controlar a execução dos serviços e fazer manutenções periódicas e corretivas para não deixar que os aparelhos deixem de funcionar
Revestimento	Cerâmico: Caimento de piso contrário ao ralo e/ou desnível de pisos.	3	4	3	36	MUITO ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços
Esquadrias de Vidros	Espelhos danificados e mal colocados.	3	4	3	36	MUITO ELEVADO	Controlar o recebimento do material; controlar o assentamento das esquadrias; controlar o armazenamento das esquadrias; registrar a qualidade das esquadrias entregues ao cliente caso seja um problema proveniente do uso da esquadria
Instalações elétricos-Telefônico	Interfolia: Desempenho dos equipamentos.	3	3	4	36	MUITO ELEVADO	Controlar a execução dos serviços e fazer manutenções periódicas e corretivas para não deixar que os aparelhos deixem de funcionar

Instalações hidro sanitárias	Louças sanitárias: Problemas com a instalação, vedação e funcionamento.	3	4	3	36	MUITO ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços; solicitar que os projetos hidráulicos sejam mais detalhados para não haver dúvidas
Instalações hidro sanitárias	Metais sanitários: Defeito no equipamento (mau desempenho)	3	3	4	36	MUITO ELEVADO	Verificar a qualidade dos materiais empregados na obra; controlar se as válvulas estão reguladas; controlar as equipes que executam os serviços
Esquadrias de madeira	Lascadas, trincadas, riscadas ou manchadas.	4	3	3	36	MUITO ELEVADO	Controlar o recebimento dos serviços com checklist; instruir os clientes a forma correta de manusear as peças; verificar a qualidade do recebimento dos materiais
Esquadrias de alumínio	Roldana, fechos e articulações: desempenho e funcionamento; Perfis e fixadores: vedação e funcionamento.	3	3	4	36	MUITO ELEVADO	Controlar o recebimento dos serviços com checklist; instruir os clientes a forma correta de manusear as peças; verificar a qualidade do recebimento dos materiais
Instalações de Emergência	Problemas com instalação.	2	4	4	32	ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços
Pintura	Sujeiras, imperfeições ou acabamento inadequado.	3	2	5	30	ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços

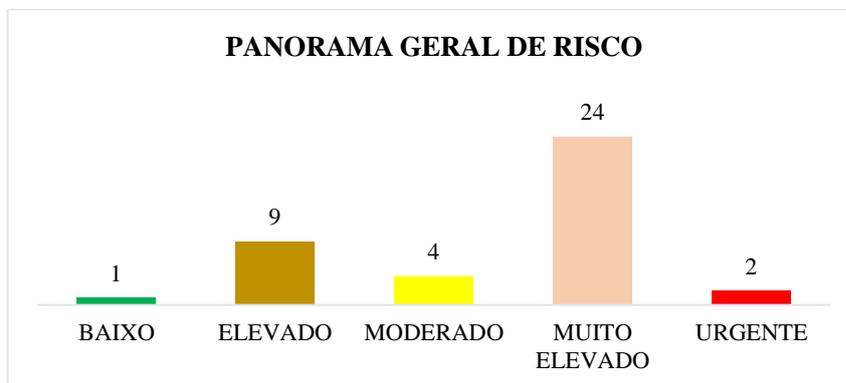
Instalações hidro sanitárias	Louças sanitárias: Falha de vedação	3	3	3	27	ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços; solicitar que os projetos hidráulicos sejam mais detalhados para não haver dúvidas
Instalações elétricos- Telefônico	Interfolia: Problemas com instalação.	3	2	4	24	ELEVADO	Controlar a execução dos serviços e fazer manutenções periódicas e corretivas para não deixar que os aparelhos deixem de funcionar
Esquadrias de madeira	Empenamentos, descolamentos.	4	3	2	24	ELEVADO	Controlar o recebimento do material; controlar o assentamento das esquadrias; controlar o armazenamento das esquadrias; registrar a qualidade das esquadrias entregues ao cliente caso seja um problema proveniente do uso da esquadria
Estrutura de Concreto e Revestimento	Estanqueidade das telhas cerâmicas e de concreto.	1	4	5	20	ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços
Instalações hidro sanitárias	Problemas com a instalação, vedação e funcionamento.	3	3	2	18	ELEVADO	Verificar a qualidade dos materiais empregados na obra; controlar se as válvulas estão reguladas; controlar as equipes que executam os serviços
Instalações hidro sanitárias	Metais sanitários: Falha de vedação.	3	3	2	18	ELEVADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços; solicitar que os projetos hidráulicos sejam mais detalhados para não haver dúvidas

Esquadrias de alumínio	Perfis e fixadores: problemas com a integridade do material.	3	2	3	18	ELEVADO	Controlar o recebimento dos serviços com checklist; instruir os clientes a forma correta de manusear as peças; verificar a qualidade do recebimento dos materiais
Esquadrias de madeira	Problemas de vedação e funcionamento.	2	2	4	16	MODERADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços
Esquadria de Ferro e Aço	Maçanetas, fechos e articulações amassados, riscados e manchados.	4	1	3	12	MODERADO	Controlar o recebimento dos serviços com checklist; instruir os clientes a forma correta de manusear as peças; verificar a qualidade do recebimento dos materiais
Instalações Externas	Antena Coletiva: Desempenho dos equipamentos	2	1	5	10	MODERADO	Controlar a execução dos serviços e fazer manutenções periódicas e corretivas para não deixar que os aparelhos deixem de funcionar
Instalações Externas	Antena Coletiva: Problemas com instalação.	2	1	5	10	MODERADO	Controlar a execução dos serviços; controlar as equipes que executam os serviços
Instalações Externas	Instalação das calhas e rufos.	1	1	4	4	BAIXO	Controlar o recebimento dos serviços com checklist; instruir os clientes a forma correta de manusear as peças; verificar a qualidade do recebimento dos materiais

FONTE: Adaptado por autor, 2018

Em análise aos resultados da pesquisa Survey, foi gerado o panorama geral de risco, no intuito de verificar graficamente o quantitativo das escalas, conforme figura 4.19.

FIGURA 4.19 – Panorama de verificação de risco geral



FONTE: Autor, 2018

Em reflexão aos dados apresentados na figura 4.19, é importante destacar que as falhas classificadas com grau urgente são necessárias tomar medidas imediatas de intervenção, para que não sejam prejudiciais aos usuários dos imóveis. A escala com grau muito elevado foi a qual mais enquadrou manifestações patológicas, e apresentando diversidade dos grupos patológicos classificados. A escala de grau elevado, apresentou nove manifestações patológicas, o que a posicionou no segundo lugar do panorama geral de risco. O grau moderado. E, a escala de grau baixo para intervenção apresentou apenas

Como proposição de melhorias, de modo geral, pode-se listar: verificar a qualidade dos materiais empregados na obra; controlar regulamentação dos matérias empregados; controlar as equipes que executam os serviços; Controlar os parâmetros de esbeltes do empreendimento para verificar a possibilidade de movimentação da estrutura; controlar o recebimento dos serviços com checklist; instruir os clientes a forma correta de manusear as peças; verificar a qualidade do recebimento dos materiais; controlar a qualidade dos insumos utilizados para preparar o revestimento; Controlar o armazenamento dos materiais; registrar a qualidade dos materiais entregues ao cliente caso seja um problema proveniente do uso; e solicitar que os projetos mais detalhados para não haver dúvidas de execução.

Diante disto, a importância em considerar as medidas propostas de melhorias para o planejamento e execução de empreendimentos futuros.

CAPITULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo serão abordadas o cumprimento dos objetivos, contribuições metodológicas, resultados alcançados e proposta de estudos futuros.

5.1 CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS

O objetivo geral da presente pesquisa foi analisar as manifestações patológicas de residenciais do PMCMV no estado do Pará, utilizando a metodologia FMEA, com o estudo de relevância para a tomada de decisão empresarial e proposição de melhorias.

No desenvolvimento do trabalho, identificou-se que ainda são poucos os trabalhos que abordam o tema de pesquisa, e o uso da ferramenta de gestão voltada para a melhoria dos processos e produtos na construção civil, no pós-habitação. Além, do uso de dados de assistências técnicas atuantes da construção civil, como forma de prevenção para ao surgimento de manifestações patológicas em empreendimentos futuros.

A escolha da assistência técnica em questão, deve-se ao fato de atender especificamente habitações de interesse social. Foram coletados 40 registros de manifestações patológicas identificadas pelos respectivos moradores do total de 6 residenciais do PMCMV. Foi possível por meio visual gráfico, identificar as patologias de maiores registros. Para comprovar que todos os registros tratavam-se de manifestações patológicas, buscou-se na literatura referencias que correspondesse à questão.

A aplicação do FMEA é pouco aplicada na indústria da construção civil, sendo mais utilizado em indústrias a considerar que a produção em grande escala é predominante, e por isto mais usuais ferramentas que realize análises contínuas. Partindo deste princípio, a aplicabilidade na indústria da construção civil, que se baseia na execução de produtos únicos com características particulares, necessitou adaptação para que fizesse cumprir a metodologia do uso da ferramenta, com proposta de índices específicos para a aferição de risco das manifestações patológicas. A adaptação do método FMEA aplicado às solicitações de assistências técnicas visou analisar a severidade, severidade e detecção.

O cálculo para gerar o indicador do grau de prioridade de risco e magnitude, resulta em um panorama de parâmetros importantes que retratam: o risco da manifestação patológica para

o empreendimento, o nível de urgência do atendimento na mesma e proposta de melhorias para correção preventiva em empreendimentos futuros. Deste modo, contribuiu satisfatoriamente para o avanço nas análises dos dados coletados dos processos envolvidos na construção civil.

Finalmente, com o desenvolvimento da presente pesquisa tornou-se possível refletir sobre a evolução da construção civil, especialmente no PMCMV no Pós-Obra, este departamento, apresentou algumas fragilidades que precisam acompanhar a evolução da construção civil. De maneira, que em sua maioria as falhas, podem ser corrigidas com medidas simples de intervenção, por exemplo, tratando da desqualificação da mão de obra, é intolerante nos dias de hoje falhas como erros de execução de caimento de contra piso. Apesar de tratar-se de um programa subsidiado pelo governo, oferecendo residência a baixo custo para a população, as empresas contratadas para execução da obra, devem treinar seus colaboradores, qualifica-los, fiscalizá-los, visando reduzir ao máximo a quantidade de solicitações de assistências técnicas de seus empreendimentos e aumentar a qualidade de seus produtos que culminará na satisfação de seus clientes.

5.2 CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS

Este trabalho, busca contribuir para o estudo na Engenharia Civil, ao propor uma metodologia integrada do uso das ferramentas da qualidade FMEA e QFD, para analisar as manifestações patológicas de obras subsidiadas pelo PMCMV, sendo a gestão da qualidade de suma importância para a satisfação dos clientes na entrega do produto final.

5.3 RESULTADOS ALCANÇADOS

- Foi possível identificar as principais manifestações patológicas que ocorrem em maior frequência das obras do PMCMV no estado do Pará, na visão do usuário;
- Com a aplicação do FMEA, mostrou-se adequado para hierarquizar as manifestações patológicas de acordo com a sua gravidade;
- Foram propostas soluções técnicas construtivas, de melhorias futuras para as manifestações;

5.4 PROPOSTA DE ESTUDOS FUTUROS

- Aplicar integração de outra ferramenta de qualidade, específica para proposição de melhorias.
- Propor modelo de check list para controle de obra do PMCMV, com base nas manifestações patológicas registradas deste trabalho.
- Realizar uma análise dos custos gerados com as assistências técnicas procedentes prestadas pelas empresas construtoras.
- Propor novas formas de tabulação das informações registradas nas solicitações de assistências técnicas, como formas alternativas de retroalimentação das informações na fase de execução dos empreendimentos.

REFERÊNCIA

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR ISO 9001:2015 – Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5674: Manutenção de edificações – procedimento**. Rio de Janeiro, 1999, 6 p.
- ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. A Futura Norma Internacional de Gestão de Ativos ISO 55.000. Disponível em: < <http://www.abraman.org.br/sidebar/pas55> >. Acesso em: 12/12/2017
- AKAO, Y. **Introdução ao Desdobramento da Qualidade**. Tradução de Zelinda Tomie Fujikawa Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.187p
- AKAO, Y. **Quality Function Deployment**. Cambridge: Productivity Press, 1990.
- ALBUQUERQUE, F.H.O.D. (2016). Estudo Acerca do Manual de Uso, Operação e Manutenção e Proposição de um Plano de Manutenção Aplicado à Câmara dos Deputados. Monografia de Projeto Final, Publicação G. PF-001/16, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 100 p.
- ALVES, Fábio. A função socioambiental do patrimônio da União na Amazônia / organizador. – Brasília : Ipea, 2016.
- ARRUDA, Tiago Schnorr de. “Estudos de Modalidades para a Execução de Fachada Cortina”. Rio de Janeiro, RJ. Monografia de Graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edificações Habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão da manutenção. Rio de Janeiro, 2012.
- BERGER, D. R. et al. **FMEA: Uma Abordagem Conceitual de uma Ferramenta na** Smith, M. T. **History of the FMEA**. Retrieved from Elsmar: <http://elsmar.com/FMEA/sld011.htm> Prevenção de Falhas. Congresso Internacional de Administração, 2012.
- BOGÉA, E. A contribuição da cultura para o desenvolvimento do território: um olhar de Ananindeua, da região metropolitana de Belém. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local da Amazônia, Belém, 2013.

BONATO, Vera Lúcia. Gestão de qualidade em saúde: melhorando assistência ao cliente. *O Mundo da Saúde*. p. 319- 331. 2011.

BORDALO, C.; COSTA, F. Uma análise das primeiras experiências de gestão em bacias hidrográficas na Amazônia. *Entre-Lugar*, ano 3, n. 5, p 103-115, 2012. BORDALO, C. A. L.; FERREIRA, C. A. C.; SILVA, F. A. O.; MORAES, R. C. Os desafios da gestão das águas nas metrópoles da Amazônia: uma análise do modelo de gestão pública dos sistemas de abastecimento de água na região metropolitana de Belém – PA. *Revista Geonorte*, Edição Especial, v.3, n.4, p. 1181-1193, 2012.

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. 245 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2008.

BORGES, C.A.M. & SABBATINI, F.H. O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/515*. São Paulo: USP, 2008.

BORTAK, Tom N. *Guide to Protective Coatings: Inspection and Maintenance*. United States. Department of Interior, Bureau of Reclamation, Technical Service Center, Sep 2002.

BOZARTH, Cecil C; HANDFIELD, Robert B. **Introduction to Operations and Supply Chain Management**. 2 ed. 2008.

BRISTOT, V. M.; BRISTOT, V. M.; SCHAEFFER, L.; GRUBER, V. Manutenção preditiva em indústrias de revestimentos cerâmicos. *Cerâmica Industrial*. v. 17. Jan/Fev, 2012.

BRITO, L. D. *Patologia em estruturas de madeira: Metodologia de inspeção e técnicas de reabilitação*. Tese apresentada ao Departamento de Engenharia e Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2014.

CAMARGO, R. de Lima; FERREIRA, A.; PORCIÚNCULA, G. S. **Controle de Qualidade e Análise de Falhas de Soldas de Estruturas Metálicas na Indústria Offshore**. *Revista Espacios*. Vol. 38 (Nº 21) Pág. 37. Ano 2017.

CAMPOS, V. F. *TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1999.

CARDOSO, A.L. (org.) *O Programa Minha Casa Minha Vida e seus Efeitos Territoriais*. 1.ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013.

- CARIAGA, I; EL-DIRABY, T; OSMAN, H. **Integrating Value Analysis and Quality Function Deployment for Evaluating Design Alternatives. Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 133, n. 10, 2007.
- CARPINETTI, L.C.R. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- CARVALHO, Wadson Mayckel. Patologias de edifícios históricos tombados: Estudo de caso – convento das mercês. IPG Politécnico da Guarda. Disponível em: <http://bdigital.ipg.pt/dspace/handle/10314/3953>. Acesso em 11 mai. 2018. 21:02.
- CHAN, L.; WU, M. **Quality function deployment: a comprehensive review of its concepts and methods**. Quality Engineering, v. 15, n. 1, p. 23-35. 2003.
- CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas. Universidade de Minho: Escola de Engenharia [Dissertação de Mestrado]. Valpaços. Portugal. 2009.
- CHENG, L. C.; MELO FILHO, L. D. R. **QFD – Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Blucher, 2010.
- CHENG, L.C. et al. **Planejamento da Qualidade**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, 1995, 262p.
- CHIAVENATO, Adalberto. Recursos humanos: o capital humano das organizações. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- CHRYSLER CORPORATION; FORD MOTOR COMPANY; GENERAL MOTORS CORPORATION. **Análise de modo e efeito de falha potencial, FMEA, manual de referência**. São Paulo: IQA – Instituto da Qualidade Automotiva, 2000, 44 p
- CORDEIRO, José Carlos Alves; ASSUMPCÃO, Maria Rita Pontes. Indicadores para gestão na manutenção corretiva Exacta, vol. 14, núm. 2, 2016, pp. 173-182 Universidade Nove de Julho São Paulo, Brasil
- CORPORAÇÃO DE BOMBEIRO MILITAR DE GÓIAS. NORMA TÉCNICA N°. 18/2012 – ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA – CBMGO – GOIÂNIA/GO. Visto em: http://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2012/09/NT-18_2012_Ilumina%C3%A7%C3%A3o-de-emerg%C3%Aancia.pdf acessado: 20/05/2018
- COSTA, Jodival Mauricio Da; FLEURY, Marie-Françoise. O Programa “Municípios Verdes”: Estratégias De Revalorização Do Espaço Em Municípios Paraenses. Revista, Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XVIII, n. 2 n p. 61-76 n abr.-jun. 2015

COSTA, Mariana de Almeida. Gestão estratégica da manutenção: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora – RJ, 2013.

COSTA, Najara Mayla do Socorro Veiga. Produção habitacional em pequenas cidades paraenses: análise do programa minha casa minha vida e planos locais de habitação de interesse social. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Serviço Social. Universidade Federal Do Pará - Instituto De Ciências Sociais Aplicadas. 2016.

CROSBY, P. B. **Quality is free**. New York: New American Library, 1979.

DARDENGO, C. F. R. **Identificação de Patologia e Proposição de Diretrizes de Manutenção Preventiva em Edifícios Residenciais Multifamiliares da Cidade de Viçosa – MG**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, obtenção do título de Magister Scientiae. Viçosa, Minas Gerais, 2010.

DEMING, W. E. **Qualidade: A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

DEUTSCH, Simone F. PERÍCIAS DE ENGENHARIA: A apuração dos fatos. 2. Ed. São Paulo, LEUD, 2013.

DEUTSCH, Simone Feigelson. **Perícias de engenharia: a apuração dos fatos**. São Paulo: Leud, 2011.

FERRAZ, Lara Santos. Avaliação das Patologias nas instalações elétricas de baixa tensão. Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <http://repositorio.uniceub.br/handle/235/10133>. Acesso em 12 mai. 2018. 17:09.

FERREIRA, Ana Paula Batista. Análise de infiltrações em serviços de pós-obra utilizando a termografia de infravermelho. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ucb.br/jspui/handle/10869/4566>. Acesso em 12 mai. 2018. 16:09.

FERREIRA, L. C. J. Rendimentos e Custos em Actividades de Manutenção de Edifícios – Cobertura de Edifícios Correntes. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Portugal, 2009.

FERREIRA, S. C. G.; SILVA, L. M.; LIMA, A. M. M. CORRÊA, J. A. M. A sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Moju a partir de indicadores de disponibilidade e demanda. In: BORDALO, A. L.; SILVA, C. N.; SILVA. E. V. (Orgs).

Planejamento, conflitos e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas: experiências e ações. Belém: GAPTA/UFGA, 2016. p. 601-629.

FLORES-COLEN, I. Estratégias de manutenção: elementos da envolvente de edifícios correntes. Dissertação para obtenção do Grau Mestre. Lisboa: IST. (2002).

Fogliato, Flavio e Ribeiro, J. (2009). Confiabilidade e Manutenção industrial. Elsevier Brasil.

FONTANINI, Patricia Stella Pucharelli. Mentalidade Enxuta No Fluxo De Suprimentos Da Construção Civil – Aplicação De Macro Mapeamento Na Cadeia De Fornecedores De Esquadrias De Alumínio. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_465ad43ac85a3e42e2a54698611dfee0. Acesso em 12 mai. 2018. 15:49.

FONTES, A. D. R. Proposta de Sistema de Gestão da Manutenção de edifícios suportado por ferramentas BIM - estudo de caso. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2014. Disponível em: Acesso em: 22 abr 2018.

FRANCESCHINI, F.; GALETTO, M. **A new approach for evaluation of risk priorities of failure modes in FMEA.** International Journal of Production Research, v. 39, n. 13, p. 2991-3002, 2001.

FRANK, A. G. *et al.* **Integração do QFD e da FMEA por meio de uma sistemática para tomada de decisões no processo de desenvolvimento de produtos.** *Production*, v. 24, n. 2, p. 295-310, Apr./June 2014.

GALVÃO, I. M. F. Da fronteira a Sustentabilidade? O caso de Paragominas-PA. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local da Amazônia, Belém, 2013.

GOMES, B. M. da Cunha; NEVES, Y. T.; DINIZ, M. I. L.; SENA, T. de Sá. Análise das Principais Causas de Manifestações Patológicas em Edificações Residenciais em João Pessoa -PB: Classificação e Prevenção. Conferencia Nacional de Patologia e Recuperação de Estrutura – CONPAR. Recife, 2017.

GOMES, B. M. da Cunha; NEVES, Y. T.; DINIZ, M. I. L.; SENA, T. de S. **Análise das principais causas de manifestações patológicas em edificações residenciais em João Pessoa-PB: Classificação e Prevenção.** Conferencia Nacional de Patologia e Construção de Estruturas - Recife, 30 e 31 de agosto de 2017.

- GOMIDE, T. L. F. **Técnicas de Inspeção e Manutenção Predial: vistorias técnicas, checkup predial, normas comentadas.** São Paulo: Editora Pini, 2006.
- GONÇALVES, Adelaide et al. Causa das anomalias em paredes de alvenaria de edifícios recentes. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n31/Pag%205.pdf>. Acesso em 13 mai. 2018. 23:12.
- GUAZZI, D. M. **Utilização do QFD como uma ferramenta de melhoria contínua do grau de satisfação de clientes internos. Uma aplicação em cooperativas agropecuárias.** Tese de Doutorado. Florianópolis/SC: UFSC. 1999.
- GUINTA, L. R.; PRAIZLER, N. C. **Manual de QFD.** Rio de Janeiro. LTC Editora, 1993.
- GUINTA, L. R.; PRAIZLER, N.C. **Manual de QFD. Rio de Janeiro.** LTC Editora, 1993.
- HELENE, P. R. L. Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado. 231 p. Tese (Livre Docência). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- HELMAN, H., ANDERY, P. Análise de falhas; aplicação dos métodos FMEA e FTA. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 156p
- Helman, H.; Andery, P.R.P. (1995). **Análise de falhas (Aplicação dos métodos de FMEA e FTA).** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni – Escola de Engenharia da UFMG. 174 p.
- HUPPERTZ, J. W. Firms' Complaint Handling Policies and Consumer Complaint Voicing. *Journal of Consumer Marketing*, v. 27, n. 7, p. 428-437, 2007.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa sobre o total de famílias em Déficit Habitacional. [2015]
- ISHIKAWA, K. **How to operate QC circles activities.** Tokio: JUSE, 1985.
- JAKUBA, S. J. Opinion: FMEA; a curse or blessing? *RAC Journal*, v.5, n.4, 1997.
- JERÔNIMO, T. B.; QUEIROZ, B. V.; SILVA, C. F.; SILVA, N. P.; MARQUES, C. A. **Inovando a estratégia de gestão da qualidade pelo uso do Desdobramento da Função Qualidade combinado com SERVPERF em empresas de prestação de serviços Exacta,** vol. 13, núm. 2, 2015, pp. 167-176 Universidade Nove de Julho São Paulo, Brasil.
- JURAN, J. M.; GRZYNA JR., F. M. **Quality planning and analysis.** New York: McGraw-Hill, 1980.
- KARSAK, E. E. & DURSUN, M. A. **QFD based fuzzy MCDM approach for supplier selection.** *Applied Mathematical Modeling*, V. 37 p. 5864-5875, 2013.

KOWALTOWSKI, D. et al. Métodos e instrumentos de avaliação de projetos destinados à habitação de interesse social. In: VILLA, S.; ORNSTEIN, S. (orgs). Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p.150 – 184.

ROMERO, M.; ORNSTEIN, S. (org.). Avaliação Pós-ocupação: Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social. Porto Alegre: HABITARE/FINEP, 2003.

KRAUSE, C.; BALBIM, R.; NETO, V. Minha Casa Minha Vida, nosso crescimento: Onde fica política habitacional? Texto para Discussão 1853, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Rio de Janeiro, 2013.

LAURENTI, R.; ROZENFELD, H.; FRANIEK, E. K. **Avaliação da aplicação dos métodos FMEA e DRBFM no processo de desenvolvimento de produtos em uma empresa de autopeças.** Gest. Prod., São Carlos, v. 19, n. 4, p. 841-855, 2012.

LEES, A. C.; MOURA, N. G.; ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I.C.G. Poor prospects for avian biodiversity in Amazonian oil palm. PLoS ONE, v.10, n. e0122432, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122432>

LIMA, F. A.; CASTILHO, J. C. N. **Aspectos da Manutenção dos Equipamentos Científicos da Universidade de Brasília.** Dissertação de Especialização, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação. Distrito Federal, 2006.

LIVOTOV, Pavel. Innovative Product Development and Theory of Inventive Problem Solving. TRIZ and Innovation Management, Innovator, ago. 2008. Disponível em: Acesso em: 04 dez. 2017, 22:41.

LUDUVICO, Thesse Souza. Desempenho A Estanqueidade Da Água: Interface Janela E Parede. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Maria, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7928/LUDUVICO%2C%20THE SSE%20SO UZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 11 mai. 2018. 21:39.

MACHADO, Simone Silva. **Gestão da qualidade** – Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MANSUR, A. A. P. Mecanismos Físico-Químicos de Aderência na Interface Argamassa Modificada com Polímeros/Cerâmicas de Revestimento. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MAPO-7RCP68>. Acesso em 13. Mai. 2018. 10:42.

- MARCELI, Mauricio. Sinistro na Construção Civil. 1ª edição, Editora Pini. São Paulo – SP. 2007.
- MARTINS, Petrônio G; LAUGENI, Fernando P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 2ª ed., 2005.
- MARTINS, R. A.; COSTA NETO, P. L. O.; **Indicadores de desempenho para a Gestão pela Qualidade Total: Uma proposta de sistematização.** v. 5, n.3, dez. 1998.
- MAXIMO, L. Déficit habitacional aumenta com a recessão. Revista Valor Econômico. 2017.
- MEHRJERDI, Y. Z. **Quality function deployment and its extensions.** *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 27, n. 6, p. 616-640, 2010. <http://dx.doi.org/10.1108/02656711011054524>
- MELHADO, S.B.; BARROS, M.M.S.B.; SOUZA, A.L.R. Qualidade do Projeto de Edifícios: diagnóstico da qualidade de projeto na empresa - São Paulo, EPUSP-PCC (Documento CPqDCC N.20088 – EP/SC, 1998.
- MERLI, Giorgio. **Total Manufacturing Management.** Cambridge, MA: Productivity Press. 1990. p. 217-222.
- MIGUEL, P. A. C. & CARNEVALLI, J. A. Aplicações não-convencionais do desdobramento da função qualidade. São Paulo: Artliber, 2006.
- MORO, Norberto. AURAS. André Paegle. Introdução a Gestão da Manutenção. Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina - Curso Técnico De Mecânica Industrial. Florianópolis - 2007
- NADALINI, A. C. V.; BISPO, A. O. Patologia em Estruturas de Concreto Armado em Ambiente Marítimo. XIX COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – FOZ DO IGUAÇU – 2017.
- OHFUJI, T. **Método de Desdobramento da Qualidade.** Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, UFMG, 1997.
- OLIVEIRA, Daniel Ferreira. O Conceito de Qualidade Aliado às Patologias na Construção Civil / Daniel Ferreira Oliveira – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013.
- OLIVEIRA, Maria Emília da Silva. Análise das manifestações patológicas em edificações escolares pré-fabricadas na cidade de Campina/SP. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2017.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. *Revista Gestão Industrial*. Vol. 4, n.2, 2008.

PARIS, W. S. **Ferramentas da Qualidade: Material de Apoio dos Seminários**. Curitiba, 2002.

PEDROSA, Bruno M. Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos (FMEA) aplicada a um Secador Industrial. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, 2014.

AZEVEDO, Minos Trocoli de. Patologia das Estruturas de Concreto: In: Isaia, g. c. (ed.) concreto: Ciência e tecnologia. 1. ed. São Paulo: IBRACON, 2011. v. 2. 1095- 1128 p.

PEDROSO, Vitor M. R. Patologia das instalações prediais de distribuição de água. 3ª edição, LNEC. Lisboa. 2008.

PEREIRA, N. F. F. B. Gestão e metodologia da construção de um edifício. Sistema integrado de controle de prazos e qualidade. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2008.

PIECHNICKI, Ademir Stefano. Metodologias para implantação e desenvolvimento de sistemas de gestão da manutenção: As melhores práticas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa – PR, 2011

PINHO, L. A. et al. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): uma ferramenta para promoção da qualidade no Setor Fiscal das Empresas de serviços contábeis. *ReAC – Revista de Administração e Contabilidade*. Faculdade Anísio Teixeira (FAT), Feira de Santana-Ba, v. 1, n. 1, p. 49-64, junho/dezembro, 2009

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. Manutenção: função estratégica. *Qualitymark*, 2001.341p.

PINTO, Jaques; TAKAGI, Emilio Minoru. Sistema de impermeabilização e proteção para obras de saneamento. *Revista Inbracon*. 2007. Disponível em: http://www.ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/revista_concreto_47.pdf. Acesso em 13 mai. 2018. 21:32.

PMCMV. Cartilha de novas regras do programa. [2016]. Disponível em: <<https://www.poder360.com.br/wp-content/uploads/2017/06/cartilha-mcmv.pdf>> Acessado em: 18 set de 2017

POLACINSKI, E. **Análise de Modo e Efeitos de Falha (FMEA)**. FAHOR - Faculdade de Horizontina, 2012. (PPT)

- PRASAD, B. **Review of QFD and related deployment techniques**. Journal of Manufacturing Systems, v. 17, n. 3, pp. 221-234, 1998.
- PREFEITURA DE ABAETETUBA. ECONOMIA DO MUNICÍPIO. 2017. <http://www.abaetetuba.pa.gov.br/portal/abaetetuba/cidade/economia>
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico - 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7717-158-3
- REGAZZONI, Daniele; RUSSO, Davide. TRIZ Tools to Enhance Risk Management. TRIZ Future Conference, vol. 9, p. 40-51, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811001160>>. Acesso em: 04 dez. 2017, 21:28.
- RIGHI, Geovane Venturini. Estudo Dos Sistemas De Impermeabilização: Patologias, Prevenções E Correções – Análise De Casos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de tecnologia [Dissertação de Mestrado]. Santa Maria, RS, Brasil. 2009.
- RODRIGUES, Bruno Felipe da Silva; Bachega, Stella Jacyszyn; "A EVOLUÇÃO HISTÓRICA E OS MESTRES DA QUALIDADE", p. 200-217. In: Coletânea Interdisciplinar em Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação - vol. 3. São Paulo: Blucher, 2015.
- RODRIGUES, M. V. **Ações para a qualidade: gestão estratégia e integrada para a melhoria dos processos na busca da qualidade e competitividade**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- ROSA, L, C; GARRAFA, M. **Análise dos modos de falha e efeitos na otimização dos fatores de produção no cultivo agrícola: subprocesso colheita da canola**. Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n. 1, p. 63-73, Mar. 2009
- SALMON, C. G.; JOHNSON, J. E. Steel structures – design and behaviour – emphasizing load and resistance factor design. 3. ed. Madison: Harpercollinspublisher inc, 1990.
- SANTOS, Flávia Maria Ávila. Impactos da Aplicação da ABNT NBR 15.575/2013 nas Empresas de Edificações. Universidade Federal de Juiz de Fora Faculdade de Engenharia Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído. Dissertação de Mestrado. Juiz de Fora, 2017.
- SANTOS, Karine; CALMON, João Luiz. Gestão da Manutenção de Elementos Construtivos com Auxílio da Plataforma BIM. Universidade Federal do Espírito Santo. 1º

Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção. 10º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. 2017. Fortaleza - Ceará.

SANTOS, Ronize da Silva, COELHO-FERREIRA Márlia. Estudo etnobotânico de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) em comunidades ribeirinhas do Município de Abaetetuba, Pará, Brasil. *ACTA AMAZONICA*, 2012. <http://www.scielo.br/pdf/aa/v42n1/a01v42n1.pdf>

SANTOS, S. S. Patologia das construções. Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia. Instituto de Pós-Graduação e Graduação – IPOG. Curitiba, PR, 2014.

SAUCE, G., & BONETTO, R. (2005). Gestion de patrimoine immobilier. Les activités de references. Université de Savoie, Département Technologies de l'Information et Diffusion du Savoie, Savoie.

SENTENA, J. A. A.; KAZMIERCZAK, C. de S.; KREIN, L. A. Degradação de revestimentos de argamassa com finos de resíduos de concreto por ciclos térmicos. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 211-224, jan./mar. 2018. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000100217>.

SHAHIN, A. **Integration of FMEA and the Kano model: Na exploratory examination.** *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 21, n. 7, p. 731-746, 2004. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710410549082>

SHIMIZU, J. Y. Projeção de impactos econômicos do Programa Minha Casa, Minha Vida: uma abordagem de equilíbrio geral computável. 2010. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Eстера Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação.** 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2005.

SILVA, L.B. Patologias em Alvenaria Estrutural: causas e diagnóstico. 2013. 76 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora. 2013. Disponível em: Acesso em: 03 de mar. de 2018

SILVA, Michel Philipe da Trindade e. Aplicação de técnicas de manutenção preditiva para o aumento da confiabilidade de locomotivas diesel-elétricas. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

SILVA, P. F. da. Introdução à corrosão e proteção das superfícies metálicas. Belo Horizonte: [s.n.], p. 293-326, 1981.

- SLACK, N. et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1999.
- SLACK, N. et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOTO, Juran P. R. Aplicación del Qfd (Quality Function Deployment) al Diseño del Plan Estratégico de la Sección Ingeniería Mecánica de la PUCP. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção de título bacharel em Engenheiro Mecânico. Pontifícia Universidade Católica do Peru. 2009.
- SOUSA, Marcos Ferreira. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionaladas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2018. 16:34.
- SOUZA, R. et al. Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras. São Paulo: Pini, 1995. 247p
- SOUZA, V. C. M. de.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: PINI, 1998, 255p.
- SOUZA, Vicente Custódio Moreira; RIPPER, Thomaz. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. 1º Edição. Editora Pini. São Paulo, 1998. 256 p.
- STAMATIS, D. H. **Failure Mode Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution**. Milwaukee: American Society for Quality, Quality Press. 2003.
- TAGUCHI, G. Engenharia da Qualidade em Sistemas de Produção. [livro]. São Paulo: Mc Graw Hill, 1990.
- TAKEDA, O.T.; MAZER, W. Potencial de análise termográfica para avaliar manifestações patológicas em sistema e revestimentos de fachadas. ALCONPAT Journal, 2018. Disponível em: <http://www.revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/181>. Acesso em: 11 mai. 2018. 22:15.
- TAN, C. M. **Customer-focused build-in reliability: a case study**. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 20, n. 3, p. 378-397, 2003. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710310468560>
- TANARELI, A. J.; DE PAULO, A. B. D. Engenharia De Confiabilidade Aplicada Em Motores. G&P Revista de Gestão e Práxis, v.2, n.1, Jan/Jun 2017. ISSN – 2526-7221.
- TEXEIRA DE JESUS, Ricardo Luís. Desenvolvimento de uma base de dados de custo de manutenção de edifícios aplicação a um edifício escolar. [Dissertação de Mestrado]. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Portugal, 2017.

- THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Ed. Pini, 1992.
- TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. **FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha. GEPEQ - Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade**, Universidade Federal de São Carlos. (UFSCar), 2006.
- TOLEDO, J.; et al., **Qualidade Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: Editora LTC GEN, 2013.
- UNITED STATES. Department of Agriculture - USDA. Indonesia: Rising Global Demand Fuels Palm Oil Expansion. Commodity Intelligence Report. 2010. Disponível em: <http://www.pecad.fas.usda.gov/highlights/2010/10/indonesia/> Acesso em: 16 mar. 2017.
- VANNI, C. M. K.; Análise de Falhas Aplicada à Compatibilidade de Projetos na Construção de Edifícios. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1999.
- VAZ, J. C. Gestão da Manutenção Preditiva: Gestão de Operações. Fundação Vanzolini. Editora Edgard Blücher, 1997.
- VERÇOZA, Ênio José. Patologia das Edificações. Editora Sagra.1991
- VIANA, Herbert R. G. PCM - Planejamento e Controle da Manutenção. 1ª Edição, Qualitymark Editora. Rio de Janeiro - RJ, 2014.
- VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM, Planejamento e controle da manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark. Ed. 2002.
- VIEIRA, F. O; PEREIRA, R. C. Distribuição dos impactos de investimento em construção civil no nordeste: Programa Minha Casa Minha Vida. R. Bras. Eco. de Emp. 2013; 13(2): 97-117. 2013.
- VILLELA, A. A.; JACCOUD, D.; ROSA, L. P.; FREITAS, M. V. Status and prospects of oil palm in the Brazilian Amazon. Biomass Bioenerg, v. 67, p. 270–278, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.05.005>
- WONG, L.T. A cost model for plumbing and drainage systems. MCB UP ltd. Vol 20. 2002.