

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO**

Josilene de Fátima Toledo

Diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais

Juiz de Fora

2024

Josilene de Fátima Toledo

Diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Gestão do Ambiente Construído

Orientador: Dra. Maria Aparecida Steinherz Hippert

Juiz de Fora

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Toledo, Josilene de Fátima.

Diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais / Josilene de Fátima Toledo. -- 2024.

129 f. : il.

Orientadora: Maria Aparecida Steinherz Hippert

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, 2024.

1. Projeto para Manutenção. 2. Manutenção. 3. Manutenibilidade. 4. Processo de Projeto. 5. Edificações habitacionais. I. Hippert, Maria Aparecida Steinherz, orient. II. Título.

Josilene de Fátima Toledo

Diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Gestão do Ambiente Construído

Aprovada em 02 de julho de 2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



MARIA APARECIDA STEINHERZ HIPPERT

Data: 19/10/2024 18:45:58-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Maria Aparecida Steinherz Hippert - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Documento assinado digitalmente



MARCOS MARTINS BORGES

Data: 21/10/2024 16:27:37-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Marcos Martins Borges
Universidade Federal de Juiz de Fora

Paulo Roberto Pereira

Assinado de forma digital por Paulo Roberto Pereira

Andery:71481214691

Andery:71481214691

Dados: 2024.10.21 08:26:15 -03'00'

Dr. Paulo Roberto Pereira Andery
Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

As decisões mais críticas em termos da manutenção de edificações são tomadas durante a fase de projeto. Isto enfatiza a importância do *Design for Maintenance*, ou seja, da integração prática da experiência de manutenção no processo de projeto de forma a alcançar a manutenibilidade, segurança e economia das atividades de manutenção no decorrer da vida útil de um edifício. Entretanto, ainda faltam métodos para envolver, de forma concreta, a manutenção nas primeiras fases do projeto. Por isso, o objetivo geral deste trabalho é elaborar e avaliar diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais. Ou seja, diretrizes de projeto, voltadas à manutenção de edificações habitacionais multifamiliares, aplicáveis por projetistas no decorrer do processo de projeto. Para tal, a *Design Science Research* (DSR) foi adotada como método de pesquisa, sendo conduzida em quatro etapas. Na primeira etapa, conscientização, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, em conjunto com estudo das normas relativas à manutenção de edificações, identificando as práticas de projeto, voltadas à manutenção, existentes na literatura. A partir destas práticas, na segunda etapa, sugestão e desenvolvimento, foi desenvolvido o artefato, ou seja, as diretrizes para Projeto para Manutenção. Na terceira etapa, avaliação, as diretrizes foram avaliadas junto a profissionais com destacada atuação no município de Juiz de Fora, sendo três projetistas de arquitetura e três dirigentes de empresas construtoras, por meio de entrevistas semiestruturadas. Por fim, na quarta e última etapa, foram apresentadas as discussões e conclusões da avaliação das diretrizes, identificando aquelas possíveis de serem aplicadas ao processo de projeto, conforme contexto local. Tais diretrizes foram consideradas com relação aos sistemas de pisos, de vedações verticais internas e externas, de cobertura, hidrossanitários; bem como diretrizes de tecnologias de informação e diretrizes gerais, sendo estas relativas ao envolvimento de gerentes de manutenção, seleção de materiais, layout e acesso. Espera-se que este trabalho contribua com a melhoria da tomada de decisão, pelos projetistas, quanto à manutenção, durante o design.

Palavras-chave: Projeto para Manutenção. Manutenção. Manutenibilidade. Processo de Projeto. Edificações habitacionais.

ABSTRACT

The most critical decisions in terms of building maintenance are made during the design phase. This emphasizes the importance of Design of Maintenance, that is, the practical integration of maintenance experience into the design process in order to achieve maintainability, safety and economy of maintenance activities throughout the useful life of a building. However, there is still a lack of methods to concretely involve maintenance in the first phases of the project. Therefore, the general objective of this work is to develop and evaluate guidelines for the Maintenance Project of residential buildings. In other words, design guidelines, aimed at the maintenance of multi-family housing buildings, applicable by designers during the design process. To this end, Design Science Research (DSR) was adopted as a research method, being conducted in four stages. In the first stage, awareness, a Systematic Literature Review was carried out, together with a study of standards relating to building maintenance, identifying design practices, focused on maintenance, existing in the literature. From these practices, in the second stage, suggestion and development, the artifact was developed, that is, the guidelines for Design for Maintenance. In the third stage, evaluation, the guidelines were evaluated together with professionals with outstanding experience in the city of Juiz de Fora, including three architectural designers and three managers of construction companies, through semi-structured interviews. Finally, in the fourth and final stage, the discussions and conclusions from the evaluation of the guidelines were presented, identifying those that could be applied to the design process, according to the local context. These guidelines were considered in relation to flooring systems, internal and external vertical seals, roofing, plumbing systems; as well as information technology guidelines and general guidelines, which are related to the involvement of maintenance managers, material selection, layout and access. It is expected that this work will contribute to improving decision-making by designers regarding maintenance during design.

Keywords: Design for Maintenance. Maintenance. Maintainability. Design Process. Residential Buildings.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Desempenho ao longo do tempo	20
Figura 2	– Aferição do desempenho	25
Figura 3	– Modelo de processo de projeto de edificações (Melhado)	37
Figura 4	– Modelo de processo de projeto de edificações (Tzortzopoulos)	39
Figura 5	– Modelo de processo de projeto de edificações (Romano)	39
Figura 6	– Nível de Influência X Tempo de Projeto	43
Figura 7	– Lei da evolução dos custos	43
Figura 8	– Projeto para Manutenção e Projeto da manutenção	46
Figura 9	– Esquematização do delineamento da pesquisa	63
Figura 10	– Fluxograma da Revisão Sistemática de Literatura	70
Figura 11	– Fluxograma da Revisão Sistemática de Literatura (atualização)	70
Gráfico 1	– Distribuição anual dos trabalhos selecionados pela RSL	71
Figura 12	– Distribuição geográfica dos trabalhos selecionados pela RSL	72
Figura 13	– Árvore de similitude do corpus textual	77
Figura 14	– Dendrograma horizontal do CHD	78
Figura 15	– Dendrograma vertical do CHD	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Requisitos de manutenibilidade	27
Quadro 2	– Protocolo de pesquisa	68
Quadro 3	– Método dos artigos da RSL	75
Quadro 4	– Caracterização dos entrevistados	87
Quadro 5	– Diretrizes gerais	87
Quadro 6	– Diretrizes para os sistemas de pisos.....	92
Quadro 7	– Diretrizes para o S.V.V.	94
Quadro 8	– Diretrizes para os sistemas de cobertura	98
Quadro 9	– Diretrizes para os sistemas hidrossanitários	99
Quadro 10	– Diretrizes de Tecnologias de Informação	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Matriz de pontuação para artigos com múltiplos autores.....	73
Tabela 2	– Pontuação dos autores com coautoria.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABECE	Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AGESC	Associação Brasileira de Gestores e Coordenadores de Projeto
AIA	American Institute of Architects
ANTAC	Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Art.	Artigo
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
BBN	Bayesian Belief Networks
BCA	Building and Construction Authority
BI	Business Intelligence
BIFM	British Institute of Facility Management
BIM	Building Information Modeling
CC	Capability Creation
CDC	Código de Defesa do Consumidor
CEBM	Cost Effective Building Maintenance
CEP	Comitê de Ética Em Pesquisa com Seres Humanos
CHD	Classificação Hierárquica Descendente
CIC	Computer Integrated Construction
DFDC	Design for Dimension Control
DFM	Design for Maintenance
DFM	Design for Marketability
DFM	Design for Manufacturing
DFML	Design for Material Logistics
DFP	Design for Profit
DFS	Design for Safay
DFX	Design for X
DSR	Design Science Research
DDRs	Design Development and Review Stages
ENN	Ensemble Neural Network
ES	Engenharia Simultânea

FM	Facility Management
FMM	Facility Maintenance Management
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
IPD	Integrated Project Delivery
ISO	International Organization for Standardization
MCC	Maintenance Capability Creation
NIBS	National Institute of Building Sciences
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PIB	Produto Interno Bruto
QI	Qualidade da Informação
RA	Realidade Aumentada
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
SECOVI	Sindicado das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais
SindInstalação	Sindicato da Indústria Instalação Elétrica, Gás, Hidráulica e Sanitária
SindusCon	Sindicato da Indústria da Construção
SVVEI	Sistemas de Vedações Verticais Internos e Externos
USA	United States
VU	Vida Útil
VUP	Vida Útil de Projeto
VGS	Vertical Greenery Systems

LISTA DE SÍMBOLOS

§	Parágrafo
%	Porcentagem
Σ	Somatório

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	13
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.3	OBJETIVOS	15
1.3.1	Objetivo geral	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4	PRESSUPOSTOS	16
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	16
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS	18
2.1	DESEMPENHO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES	18
2.2	NORMATIZAÇÃO E LEGISLAÇÃO	21
2.2.1	Norma ABNT NBR 5674: Manutenção de edificações – requisitos para o sistema de gestão de manutenção	21
2.2.2	Norma ABNT NBR 14037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos	24
2.2.3	Norma ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho	25
2.2.4	Norma ABNT NBR 16280: Reforma em edificações – sistema de gestão de reforma – requisitos	28
2.2.5	Norma ABNT NBR 16747: Inspeção predial – diretrizes, conceitos, terminologia e procedimentos	28
2.2.6	Norma ABNT NBR 17170: Edificações – garantias – prazos recomendados e diretrizes	29
2.2.7	Norma ISO 15686: Edifícios e ativos construídos – planejamento da vida útil	32
2.2.8	Legislação	34
3	PROJETO DE EDIFICAÇÕES	36
3.1	PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES	36
3.2	DESIGN FOR MAINTENANCE	45

3.2.1	Design e colaboração	49
3.2.2	Acesso para manutenção	53
3.2.3	Materiais e acabamentos	54
3.2.4	Projeto arquitetônico e detalhamento de construção adequados ...	55
3.3	MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	56
3.3.1	Tecnologias no contexto da manutenção	58
4	MÉTODO DE PESQUISA	61
4.1	ESTRATÉGIA E DELINEAMENTO DA PESQUISA	61
4.2	ETAPA 1 – CONSCIENTIZAÇÃO	63
4.3	ETAPA 2 – SUGESTÃO E DESENVOLVIMENTO	64
4.4	ETAPA 3 – AVALIAÇÃO	64
4.5	ETAPA 4 – CONCLUSÃO	65
5	RESULTADOS	67
5.1	CONSCIENTIZAÇÃO	67
5.1.1	Planejamento e Formalização	67
5.1.2	Execução	69
5.1.3	Sumarização	71
5.2	SUGESTÃO E DESENVOLVIMENTO	80
5.2.1	Diretrizes Gerais	81
5.2.2	Diretrizes para os sistemas de pisos	84
5.2.3	Diretrizes para os sistemas de vedações verticais (externas)	84
5.2.4	Diretrizes para os sistemas de cobertura	85
5.2.5	Diretrizes para os sistemas hidrossanitários	86
5.2.6	Tecnologias de Informação	86
5.3	AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO	86
5.3.1	Diretrizes Gerais	87
5.3.2	Diretrizes para os sistemas de pisos	92
5.3.3	Diretrizes para os sistemas de vedações verticais	93
5.3.4	Diretrizes para os sistemas de cobertura	98
5.3.5	Diretrizes para os sistemas hidrossanitários	99
5.3.6	Diretrizes de Tecnologias de Informação	100
5.3.7	Análise geral das diretrizes	102
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	104

REFERÊNCIAS	106
APÊNDICE A – Instrumento de apoio às entrevistas	117
ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP UFJF	122

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

As edificações possuem um valor social primordial, uma vez que são suporte físico para a realização de todas as atividades produtivas, de forma direta ou indireta. Ademais, elas são construídas para atender aos usuários durante muitos anos, em condições adequadas ao uso previsto, resistindo aos agentes ambientais e de uso que modificam suas características (ABNT, 2024a).

No ciclo de vida de uma edificação, a fase de uso e operação constitui-se como a de maior duração e na qual ocorrem as intervenções de adequação, reforma e, sobretudo, a manutenção (Sanches; Fabricio, 2009).

A manutenção busca atender às necessidades e segurança dos usuários, conservando os níveis de desempenho da edificação (ABNT, 2024b). Ela é apontada pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) como uma tendência mundial em aumento de atividade do setor de construção civil, representando aproximadamente 50% da movimentação em países mais desenvolvidos (Stiegert, 2017).

No Brasil, a temática da manutenção de edificações tem, de forma gradual, superado a cultura de se pensar o processo construtivo somente até a entrega da edificação (ABNT, 2024a). A discussão acerca da manutenção no país tem sido impulsionada pela publicação da norma brasileira de desempenho, ABNT NBR 15575, já que ela estabelece as necessidades dos usuários a serem atendidas, dentre elas, a manutenção (Hippert; Longo; Moreira, 2019).

Conforme discussão no Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, realizado em 2007, a manutenção predial, em termos econômicos, envolvia recursos da ordem de 1% a 2% do custo total da edificação, valores muito significativos no PIB (Produto Interno Bruto) quando considerados todos os ativos prediais (IBAPE/BA, 2007).

No contexto local, embora não haja dados específicos de manutenção, o município de Juiz de Fora (MG) tem passado por um processo de verticalização. Conforme o censo de 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 37% dos domicílios voltados exclusivamente à habitação, foram classificados como apartamentos, representando um aumento de 56,1% em

comparação ao censo de 2010 (IBGE, 2022). Isso enfatiza a necessidade de se pensar/discutir a manutenção dos edifícios.

A qualidade da manutenção é influenciada pelos custos da operação e pelo grau de dificuldade da manutenção do edifício (Sanches; Fabrício, 2008). A manutenção pode ser facilitada ao ser considerada durante o processo de projeto, tendo em vista que a concepção e os projetos compreendem a tomada de decisões e o desenvolvimento de ideias com repercussão ao longo do ciclo de vida da edificação (Sanches; Fabrício, 2008).

Conforme observado por Foster (2011), o maior componente de custo de construção é a manutenção (50%), contudo os mesmos não são previstos no processo de projeto, assim como as considerações de manutenibilidade, o que resulta em edificações de difícil manutenção, necessitando de mais mão-de-obra e recursos na fase operacional (Asmone; Chew, 2020).

Conforme apontado por De Silva *et al.* (2016), ao abordar fatores de risco comuns de manutenção desde a etapa de concepção, poderia ser poupado 40% do custo de manutenção de toda a vida útil de edifícios altos. Ainda, segundo Sofi *et al.* (2016), até 50% dos problemas relacionados à manutenção poderiam ser evitados se os defeitos dos projetos fossem alterados na fase inicial de design, visto que os arquitetos possuem maior flexibilidade para realizar as alterações que melhorem a manutenibilidade do edifício e os padrões de segurança, reduzam o tempo de inatividade e o custo da manutenção, assim como garantam melhor acesso para os serviços de manutenção.

Logo, a integração de aspectos de manutenibilidade no processo de projeto pode proporcionar a redução da necessidade de manutenção, o que, conseqüentemente, diminui a necessidade de recursos especializados e os custos subsequentes de manutenção (Sofi *et al.*, 2016; Kanniyapan *et al.*, 2015).

Este contexto descreve o termo “*Design for Maintenance*” (DFM), ou seja, a prática de integrar a experiência de manutenção no processo de planejamento e projeto para alcançar facilidade, segurança e economia nas tarefas de manutenção ao longo da vida de uma edificação (BCA, 2019).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Os problemas de manutenção provenientes dos projetos de construção persistem, mesmo com avanços no *Design for Maintenance* (De Silva, 2016). Dentre as razões para tal, destaca-se: a ligação entre projeto e gerenciamento de instalações ainda é fraca (Meng, 2013); faltam métodos para envolver concretamente a manutenção durante as fases anteriores de projeto (Ganisen *et al.*, 2015); há uma escassez de protocolos para avaliar a manutenibilidade (Hassanain *et al.*, 2015; Zhu; Shan; Hwang, 2018); conhecimento inadequado, desconhecimento e a negligência dos profissionais envolvidos nas diferentes fases do processo construtivo, separação dos projetos das fases subsequentes, nas abordagens tradicionais de aquisição (Othman; Kamal, 2022); e mesmo nos casos em que houve colaboração no desenvolvimento dos projetos, faltam diretrizes estabelecidas para a integração dos processos de manutenção na fase de projeto, considerando os sistemas de entrega tradicionais (Atakul; Ergonul, 2022). Por isso a necessidade de trabalhos voltados para o desenvolvimento de diretrizes para o Projeto para Manutenção de edificações.

Assim, é possível formalizar o problema de pesquisa na seguinte pergunta: “Quais considerações os projetistas de edificações precisam seguir para elaborar um projeto adequado à manutenibilidade na fase de uso e operação da edificação? ”.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral, elaborar e avaliar diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais. Ou seja, diretrizes de projeto, voltadas à manutenção de edificações habitacionais multifamiliares, aplicáveis por projetistas no decorrer do processo de projeto.

1.3.2 Objetivos específicos

Para a elaboração das diretrizes, tem-se como o primeiro objetivo específico, identificar, na literatura, práticas de projeto que considerem a manutenção de edifícios. Ou seja, práticas que já foram desenvolvidas para serem aplicadas nas fases iniciais

de projeto. Após a identificação das práticas, visa-se, a partir de uma análise crítica, selecionar aquelas adequadas, relevantes e aplicáveis ao contexto de edificações habitacionais multifamiliares no cenário brasileiro. Com base nesta seleção, objetiva-se filtrar as práticas que atendam às considerações de projeto dos princípios F.A.M.E e aos sistemas presentes na norma de desempenho (ABNT NBR 15575). Por fim, busca-se sintetizar e adequar as diretrizes pré-existentes ao contexto específico trabalhado.

1.4 PRESSUPOSTOS

Ao considerarem as diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais propostas, os projetistas terão maior capacidade em trabalhar com questões de projeto que proporcionem a manutenibilidade na fase de uso e operação.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho baseou-se em pesquisas no âmbito nacional e internacional para identificar as práticas de projeto existentes voltadas à manutenção de edificações. Limitando a seleção de tais práticas àquelas referentes aos sistemas tratados na norma brasileira de desempenho.

A validação da pesquisa, realizada com base em entrevistas semiestruturadas, foi conduzida com profissionais com destacada atuação no município de Juiz de Fora (MG), sendo três dirigentes de empresas de projeto de arquitetura e três dirigentes de empresas construtoras. Cabe destacar que a pequena amostra considerada não permite uma validação estatística, mas serve para apontar um cenário dentro do contexto analisado.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação foi estruturada em seis capítulos.

Este **primeiro**, refere-se à introdução do trabalho, no qual foi justificada a importância do tema, e apresentado o problema de pesquisa para o enquadramento adotado. Também foram descritos os objetivos (geral e específico), que definem as finalidades do estudo, bem como os pressupostos, e a delimitação da pesquisa.

Nos capítulos dois e três, foi estruturada a fundamentação teórica, abordando tópicos pertinentes à compreensão da temática. O **segundo** capítulo discute sobre a manutenção de edificações, apresentando conceitos fundamentais, assim como as normativas e legislações correlatas à manutenção. O **terceiro** capítulo discute sobre o processo de projeto de edificações, no qual destaca-se o *Design for Maintenance* (DFM) e as considerações de projeto.

O **quarto** capítulo apresenta o método aplicado nesta pesquisa, *Design Science Research* (DSR). Inicialmente é apresentado o delineamento da pesquisa, esclarecendo a estratégia usada para alcançar os objetivos estabelecidos. Em sequência, o capítulo é dividido em tópicos conforme as etapas metodológicas da DSR. Na etapa 1, conscientização, é apresentado a metodologia usada para realizar a Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Na etapa 2, sugestão e desenvolvimento, é apresentado a metodologia adotada para desenvolvimento do artefato, ou seja, das diretrizes. Na etapa 3, avaliação, é esclarecido os métodos utilizados para validar o artefato desenvolvido. Por fim, a última etapa, de conclusão, compreende o modo de formalização geral de todo processo e de sua comunicação às comunidades acadêmicas e de profissionais.

No **quinto** capítulo são demonstrados os resultados obtidos neste trabalho, organizados, também, em tópicos conforme as etapas da metodologia da pesquisa. Assim, na etapa 1, apresenta-se os resultados da conscientização, o que contém os resultados da Revisão Sistemática de Literatura conduzida. Na etapa 2, sugestão e desenvolvimento, apresenta-se o próprio artefato desenvolvido. Na etapa 3, apresenta-se os resultados da avaliação realizada para validar os artefatos, bem como as discussões dos mesmos.

Por fim, no **sexto** e último capítulo, foram realizadas as considerações finais da pesquisa e traçadas expectativas para futuros trabalhos.

2 MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

Este capítulo discorre sobre a manutenção predial, a partir da sua relação com o desempenho de edificações habitacionais, apresentando conceitos importantes, como o de manutenibilidade. Ainda, é apresentado a normatização relacionada à manutenção de edificações e a legislação nacional, atuante neste contexto.

2.1 DESEMPENHO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

O termo *Facility Management* (FM), traduzido como Gerenciamento de Instalações, é conceituado pelo *British Institute of Facilities Management* (BIFM) como uma função organizacional que integra as pessoas, lugares e processos dentro do ambiente construído, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos usuários e a produtividade do negócio principal (BIFM, 2018). Um tópico essencial para o FM é a Gestão da Manutenção (Lewis; Elmualim; Riley, 2011), que engloba as atividades de gestão responsáveis por definir os objetivos, a estratégia e as responsabilidades referentes à manutenção (Silva, 2011).

A manutenção é a arte e o processo de garantir o desempenho da edificação e de seus equipamentos da forma mais econômica possível (Chew; Asmone; Conejos, 2018). Isto vem de encontro ao que preconiza a norma brasileira de desempenho (ABNT NBR 15575), que define a manutenção como um:

Conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e seus sistemas constituintes, a fim de atender às necessidades e segurança dos seus usuários (ABNT, 2024b, p.14).

A manutenção tem a finalidade de: manter o valor, uso, e boa aparência da edificação, bem como as garantias e obrigações; prover segurança aos ambientes; minimizar acidentes e danos provenientes de deterioração; prolongar a vida útil; preservar obrigações contratuais em caso de locação e; reter exigências para seguradoras, reduzindo sinistros e custos (Wiggins, 2010).

A manutenção também é parte integrante de um dos princípios da economia circular, a otimização do rendimento de recursos, que busca manter o maior nível de utilidade dos materiais a todo tempo (CNI, 2017).

Conforme a ABNT NBR 5674 (ABNT, 2024a), a manutenção é classificada em três tipos: manutenção rotineira, manutenção corretiva e, manutenção preventiva. A manutenção rotineira se caracteriza pelas atividades constantes, padronizadas e cíclicas. A manutenção corretiva representa os serviços de caráter imediato, de forma a permitir a continuidade do uso da edificação, ou evitar graves riscos ou prejuízos aos seus usuários ou proprietários. Por fim, a manutenção preventiva se caracteriza pelos serviços cuja realização seja programa com antecedência, a partir das solicitações dos usuários, estimativas da durabilidade esperada dos sistemas, elementos ou componentes da edificação em uso, gravidade e urgência, e relatórios de inspeções periódicas.

A “durabilidade” citada é um requisito econômico do usuário, uma vez que está diretamente associado ao custo global da edificação. Ela refere-se à capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, no decorrer do tempo, conforme as condições de uso e manutenção estabelecidas no manual de uso, operação e manutenção. A durabilidade se extingue quando não mais atende às funções que lhe foram atribuídas, seja pela degradação ou por obsolescência funcional (ABNT, 2024b).

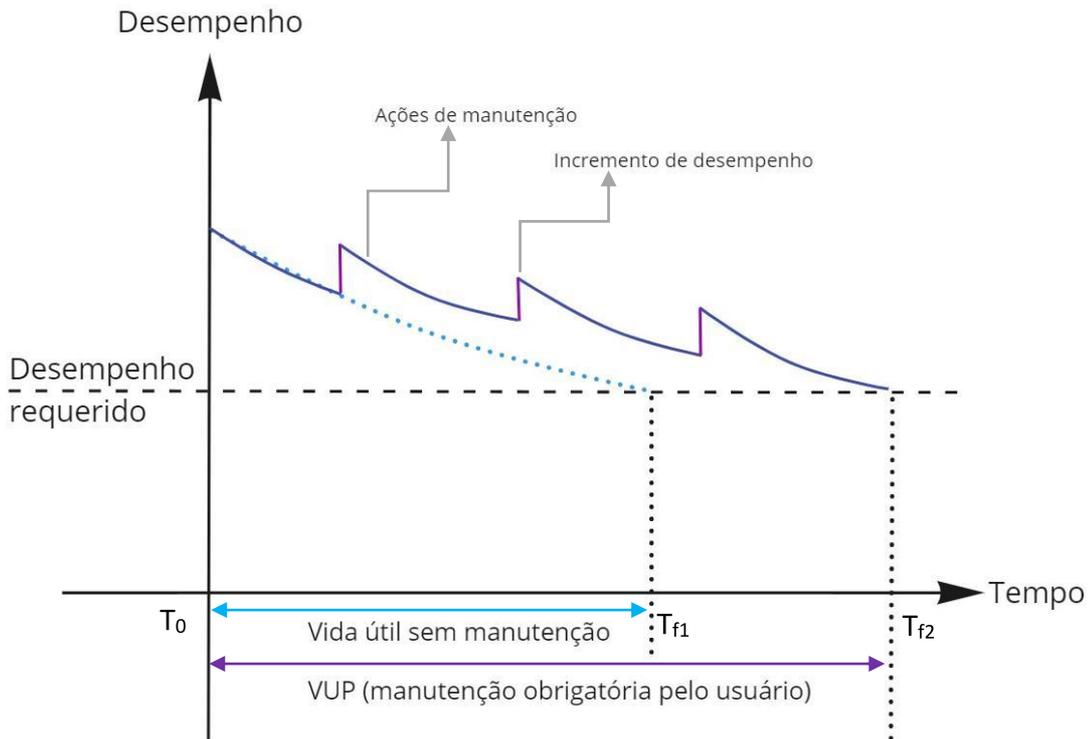
Este conceito de durabilidade é um conceito qualitativo, que expressa a condição em que a edificação ou seus sistemas mantêm o desempenho requerido ao longo do tempo. Logo, este conceito se associa a um conceito quantitativo, o tempo (ABNT, 2024b).

O período de tempo compreendido entre o início de operação ou uso e o momento em que o desempenho não atende mais os requisitos do usuário, conforme estabelecido, é intitulado Vida Útil (VU) (ABNT, 2024b). Ou seja, a VU (*service life*) é uma medida temporal da durabilidade, onde seu valor final atingido será uma composição do valor teórico calculado como Vida Útil de Projeto (VUP) influenciado pelas ações de manutenção (de forma positiva ou negativa), intempéries e outros fatores internos controlados pelo usuário e externos (naturais) (ABNT, 2024b). A VUP (*design life*) é uma expressão de caráter econômico, definida previamente pelo incorporador e/ou proprietários e projetistas (ABNT, 2024b).

As ações de manutenção podem prolongar a VU, e são importantes para que a VUP seja atingida (ABNT, 2024b). Como pode ser observado no gráfico da Figura 1, é natural que o desempenho inicial decaia com o decorrer do tempo, e as intervenções de manutenção são fundamentais para elevar seus níveis e contribuir

para prolongar a vida útil da edificação. Ainda, o desempenho inicial de um edifício precisa ser superior ao desempenho mínimo estabelecido pela norma de desempenho, para que, com as ações de manutenção, seja possível alcançar a VUP da edificação.

Figura 1 – Desempenho ao longo do tempo



Fonte: Adaptado de ABNT (2024b).

Além do exposto, o trabalho de Khalid *et al.* (2019) descreve que para alcançar um desempenho específico de um edifício, é necessária uma relação entre o projeto e a abordagem proativa de manutenção do edifício. Ou seja, a colaboração entre o projeto e o conceito de manutenção é vital para reduzir a deficiência de desempenho do edifício.

Um conceito relacionado a esta colaboração é o de manutenibilidade, definida como o grau de facilidade de manter ou recolocar o edifício no estado no qual seja possível executar as funções requeridas, considerando as condições de uso estabelecidas, quando a manutenção é executada conforme as condições determinadas, procedimentos e meios prescritos (ABNT, 2024b).

Logo, a manutenibilidade é uma abordagem chave associada ao projeto e à manutenção, sendo um aspecto pertinente a ser considerado no momento do design,

uma vez que reduz o custo de manutenção e operação e garante que o edifício possa desempenhar sua função de forma eficiente (Jaafar; Othman, 2016).

Além da manutenibilidade, o cumprimento de normas e o planejamento para um projeto de qualidade são fundamentais e mais eficazes se aplicados no processo de projeto, pois permite que a edificação atinja a finalidade para qual foi projetada (Rocha; Rodrigues, 2017). Isso inclui as normas relativas à manutenção predial.

2.2 NORMATIZAÇÃO E LEGISLAÇÃO

Esta seção apresenta um conjunto de normas que favorecem a manutenção predial eficiente. As normas ABNT compõem um grupo interdependente, uma vez que fazem referência umas às outras.

2.2.1 Norma ABNT NBR 5674: Manutenção de edificações – requisitos para o sistema de gestão de manutenção

Esta norma estabelece os requisitos para a gestão do sistema de manutenção de edificações, sendo este um conjunto de métodos estabelecidos para gerenciar os serviços de manutenção (ABNT, 2024a).

Ao organizar um sistema de manutenção, devem ser inclusos meios para preservar as características originais do edifício, e prevenir a perda de desempenho decorrente da deterioração dos seus sistemas, elementos ou componentes. Ainda, deve-se promover a relação coordenada dos tipos de manutenção, considerando infraestrutura material, técnica financeira e de recursos humanos. Também é necessário levar em consideração as características da edificação: tipologia, uso efetivo, tamanho, complexidade, localização e implicações do entorno.

A avaliação periódica dos indicadores de eficiência da gestão do sistema de manutenção é recomendada, considerando os parâmetros:

- a) Atendimento ao desempenho das edificações conforme a ABNT NBR 15575;
- b) Prazo acordado entre a verificação da não conformidade e a conclusão do serviço de manutenção;
- c) Tempo médio de resposta às solicitações dos usuários e intervenções de emergência;

- d) Frequência das inspeções prediais de uso e manutenção estabelecidas no manual do proprietário; e
- e) Registro das inspeções

Estas inspeções devem ser realizadas de forma periódica conforme as orientações da ABNT NBR 14037 e programa de manutenção do empreendimento. Devem seguir modelos prévios contemplando roteiro de inspeção, componentes, equipamentos e formas de degradação esperada das edificações, assim como as solicitações dos usuários.

O sistema de manutenção deve possuir, no que tange os recursos financeiros, instrumentos que provejam os recursos necessários, incluindo reservas para serviços de manutenção corretiva, podendo assimilar margem de erro de estimativas físicas, de custos e de índices inflacionários. As previsões orçamentárias devem estabelecer o custo-benefício dos serviços com registro em ata das deliberações da realização ou não das intervenções.

Antes do início dos serviços de manutenção, devem ser providenciados meios de controle que assegurem realização segura dos serviços; que protejam os usuários de eventuais danos ou prejuízos; delimitações, informações e sinalização de advertência aos usuários sobre eventuais riscos.

A manutenção deve ser orientada por um conjunto de diretrizes que preserve o desempenho; estabeleça as informações pertinentes e o fluxo da comunicação; estabeleça as incumbências e autonomia dos intervenientes; atenda a ABNT NBR 17170, sendo as garantias vinculadas à correta execução dos programas de manutenção.

O programa de manutenção consiste na determinação das atividades essenciais de manutenção, sua periodicidade, responsáveis pela execução (empresa capacitada, especializada ou equipe de manutenção local), referências documentais e normativas, e recursos necessários.

O programa deve ainda considerar projetos, memoriais, orientação de fornecedores e manual de operação, juntamente com características específicas:

- a) Tipologia, complexidade e regime de uso da edificação;
- b) Sistemas, materiais e equipamentos;
- c) Idade das edificações;
- d) Expectativa de durabilidade dos sistemas, quando aplicável aos elementos e componentes, devendo atender à ABNT NBR 15575 quando aplicável;

- e) Relatórios das inspeções, constando comparativos entre as metas previstas e as metas efetivas, tanto físicas como financeira;
- f) Relatórios das inspeções constando as não conformidades encontradas;
- g) Relatórios das inspeções sobre as ações corretivas e preventivas;
- h) Solicitações e reclamações dos usuários ou proprietários;
- i) Histórico das manutenções realizadas;
- j) Rastreabilidade dos serviços;
- k) Impactos referentes às condições climáticas e ambientais do local da edificação;
- l) Escala de prioridades entre os diversos serviços; e
- m) Previsão financeira.

O programa deve, também, conter uma estrutura que contemple a designação do sistema; descrição da atividade; periodicidade; responsáveis; documentação referencial e formas de comprovação; modo de verificação do sistema e; custo. A documentação do programa de manutenção deve incluir:

- a) Manual de uso, operação e manutenção das edificações conforme ABNT NBR 14037;
- b) Manual dos fornecedores dos equipamentos e serviços;
- c) Programa de manutenção;
- d) Planejamento da manutenção contendo o previsto e o efetivo, tanto do ponto de vista cronológico quanto financeiro;
- e) Contratos firmados;
- f) Catálogos, memoriais executivos, projetos, desenhos, procedimento executivos dos serviços de manutenção e propostas técnicas;
- g) Relatórios de inspeção;
- h) Documentos mencionados na ABNT NBR 14037, anexo A, em que devem constar a qualificação do responsável e os comprovantes da renovação;
- i) Registros de serviços de manutenção realizados;
- j) Ata das reuniões de assuntos afetos à manutenção;
- k) Documentos de atribuição de responsabilidade de serviços técnicos.

O fluxo da manutenção deve ser escrito e aprovado pelo condomínio com indicação de início a partir do manual do proprietário, seguido do programa de manutenção, registro de contratação, registro de execução e, por fim arquivamento

de toda a documentação produzida, ficando sob a responsabilidade do proprietário ou síndico.

2.2.2 Norma ABNT 14037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – requisito para elaboração e apresentação dos conteúdos

Esta norma tem como escopo estabelecer os requisitos mínimos para elaboração e apresentação dos conteúdos a serem incluídos no manual de uso, operação e manutenção das edificações. Sendo este elaborado e entregue pelo construtor e/ou incorporador, conforme legislação vigente, visando: informar aos proprietários e ao condomínio as características técnicas do edifício; descrever procedimentos recomendáveis e obrigatórios para a conservação, uso e manutenção da edificação, assim como para operação dos equipamentos; informar e orientar, em linguagem didática, as obrigações dos proprietários e condomínios no que tange a realização de atividades de manutenção e conservação, e de condições de utilização da edificação; prevenir a ocorrência de falhas ou acidentes provenientes de uso inadequado; e contribuir para que a edificação atinja a vida útil de projeto (ABNT, 2024g).

Este manual deve ser produzido e fornecido em meio físico, sendo impresso ou eletrônico (CD, DVD, *pen drive*). Neste caso, os meios devem ser de fácil operação e entendimento e que permitam a reprodução dos conteúdos em meios impressos.

A norma também orienta a divisão do manual em capítulos, os quais podem ser subdivididos em itens. Dessa forma, a fim de orientar a elaboração do manual, é apresentado uma estrutura de disposição de conteúdo dos capítulos e suas subdivisões, relacionando-as com os itens da norma. No capítulo referente à manutenção, constam os subitens programa de manutenção preventiva, registros e inspeções.

O manual deve apresentar o modelo de programa de manutenção preventiva, atendendo ao disposto na ABNT NBR 5674, mencionando a periodicidade das manutenções, informando os procedimentos e roteiros recomendáveis para as mesmas, e descrevendo as condições de manutenibilidade prevista no projeto.

O Manual deve também indicar a obrigatoriedade de realizar os registros das manutenções e armazená-los conforme a ABNT NBR 5674. É ainda recomendado

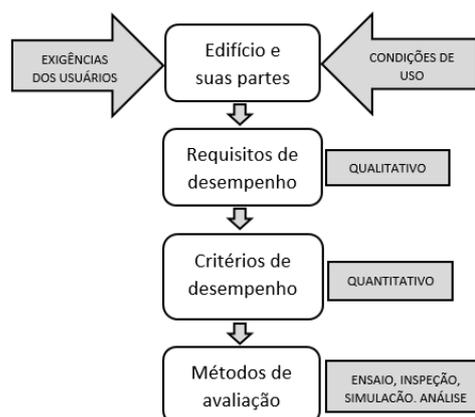
que o manual indique a realização de laudos de inspeção da manutenção, uso e operação, a serem realizados periodicamente. As orientações para realização destas inspeções devem estar contidas no programa de manutenção.

2.2.3 Norma ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho

Esta norma busca atender aos requisitos dos usuários de edificações habitacionais, independente dos seus materiais constituintes e do sistema construtivo utilizado. O foco da norma está no comportamento em uso, ou seja, na aferição do desempenho das edificações, por meio de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação (ABNT, 2024b).

Os requisitos de desempenho são a tradução das necessidades dos usuários em objetos qualitativos; os critérios de desempenho são a tradução dos requisitos, preferencialmente, em termos quantitativos; os métodos de avaliação definem a maneira utilizada para identificar o atendimento ao critério da norma, eles podem ser de quatro tipos: a) ensaios: laboratoriais, de tipo, em campo; b) inspeção: em protótipos e em campo; c) simulação e; d) análise de projeto. A Figura 2, esquematiza o exposto.

Figura 2 – Aferição do desempenho



Fonte: Adaptado de Borges (2008).

A Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais não se aplica a obras já concluídas; obras de reformas; *retrofit* de edifícios; edificações provisórias; obras em andamento na data da entrada em vigor desta norma; projetos protocolados nos órgãos competentes até a data da entrada em vigor desta norma.

Sob o título geral “Edificações habitacionais – Desempenho”, a norma se divide em seis partes:

- a) Parte 1 - Requisitos gerais;
- b) Parte 2 - Requisitos para os sistemas estruturais;
- c) Parte 3 - Requisitos para os sistemas de pisos;
- d) Parte 4 - Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE;
- e) Parte 5 - Requisitos para os sistemas de coberturas;
- f) Parte 6 - Requisitos para os sistemas hidrossanitários;

Cada uma dessas partes, percorre uma sequência de exigências relativas à:

- a) Segurança: segurança estrutural; segurança contra fogo; segurança no uso de na operação
- b) Habitabilidade: estanqueidade; desempenho térmico; desempenho acústico; desempenho lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico
- c) Sustentabilidade: durabilidade; manutenibilidade; impacto ambiental

A norma ainda estabelece, em função das necessidades básicas de segurança, saúde, higiene e economia, três níveis de desempenho: mínimo (M), intermediário (I) e superior (S). O nível mínimo deve ser considerado e atendido para os diferentes sistemas, enquanto os níveis intermediário e superior são eletivos.

Além dos requisitos e dos níveis de desempenho, são estabelecidas as incumbências técnicas dos agentes intervenientes:

- a) Fornecedores: caracterizar o desempenho de acordo com a norma e fornecer o resultado comprobatório do desempenho de seus produtos;
- b) Projetistas: estabelecer a VUP de cada sistema da norma, especificar materiais que cumpram o desempenho mínimo estabelecido nesta norma com base nas normas prescritivas e no desempenho declarado pelos fabricantes;
- c) Incorporador: identificar os riscos previsíveis na época do projeto, devendo neste caso, realizar estudos técnicos para prover informações aos projetistas;
- d) Construtor e incorporador: elaborar manual de uso, operação e manutenção (conforme NBR 14037 e NBR 5674);
- e) Usuários: realizar a manutenção como condição para assegurar a garantia e VU, utilizar corretamente a edificação.

Um recorte dos requisitos, critérios e métodos referentes à manutenibilidade são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Requisitos de manutenibilidade

Requisito	Crítérios	Método de avaliação
Manutenibilidade do edifício e suas partes (Parte 1): Manter a capacidade do edifício e de seus sistemas e permitir ou favorecer as inspeções prediais, bem como as intervenções de manutenção previstas no manual	Facilidade ou meios de acesso: Prever elementos suportes para fixação de andaimes, balancins ou outro meio que possibilite a realização de manutenções.	Análise de projeto: O projeto deve possibilitar os meios que favoreçam as inspeções prediais e as condições de manutenção. Deve ser fornecido manual que atenda à ABNT NBR 14037, assim como a gestão de manutenção deve atender à ABNT NBR 5674.
Manutenção do sistema estrutural (Parte 2): As manutenções preventivas devem ser previstas e realizadas, assim como as manutenções corretivas, a fim de que seja alcançada a VUP para estrutura e seus elementos. Para tal deve-se obedecer ao manual.	Manual de operação, uso e manutenção do sistema estrutural deve atender ao especificado na ABNT NBR 5674	Verificação do atendimento dos processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037
Manutenibilidade dos sistemas de vedações verticais internas e externas (Parte 4): Manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto, desde que submetidos às intervenções periódicas de manutenção especificadas pelos respectivos fornecedores.	Manual de uso, operação e manutenção dos SVVEI: Manutenções preventivas e corretivas devem ser previstas e realizadas conforme manual de uso, operação e manutenção.	Manual de uso, operação e manutenção conforme (NBR 5674 e NBR 14037)
Manutenibilidade das instalações hidráulicas, de esgotos e de águas pluviais (Parte 6): permitir inspeções, quando especificadas em projeto, do sistema hidrossanitário.	Inspeções em tubulações de esgoto e águas pluviais: Previsão de dispositivo de inspeção conforme NBR 8160 e NBR 1084	Análise de projeto; Inspeção
	Manual: Especificação das condições de uso, operação e manutenção incluindo-o como <i>as-built</i>	Análise do manual considerando as diretrizes gerais das ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037.

Fonte: Adaptado de ABNT (2024b,c,d,e).

2.2.4 Norma ABNT NBR 16280: Reforma em edificações – sistema de gestão de reforma – requisitos

Esta norma aplica-se, exclusivamente, às reformas de edificações, estabelecendo os requisitos para os sistemas de gestão de controle de processos, projetos, execução e segurança, incluindo meios principalmente para: prever a perda de desempenho decorrente das ações de intervenção; planejar, projetar e analisar técnicas de implicações da reforma; alterar as características originais das edificações ou de suas funções; descrever as características das atividades de reforma; prover segurança do edifício, entorno e seus usuários; registrar a documentação da situação da edificação no antes, durante e pós reforma; e supervisionar tecnicamente os processos e as obras (ABNT, 2024f).

Dentre as condições que o plano de reforma deve atender, destaca-se a inclusão da obrigatoriedade da atualização dos manuais de uso, operação e manutenção das edificações, conforme a ABNT NBR 14037, e alertar para possíveis implicações na gestão da manutenção, nas incumbências referentes às garantias e nas próximas condições e prazos de garantia, conforme estabelecido na ABNT NBR 17170.

Ainda, toda a documentação das obras deve ser arquivada como parte integrante do manual de uso, operação e manutenção.

2.2.5 Norma ABNT NBR 16747: Inspeção Predial – diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento

Esta norma se aplica às edificações de qualquer tipologia e fornece diretrizes, conceitos, terminologia e procedimentos referentes à inspeção predial (ABNT, 2020).

A inspeção predial baseia-se na avaliação das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e de seus sistemas e subsistemas construtivos, de maneira sistêmica e fundamentalmente através de exames sensoriais, considerando os requisitos dos usuários.

Essa avaliação se refere a constatação da situação do edifício quanto à sua capacidade de atender às suas funções, a partir dos registros das anomalias, falhas de manutenção, uso e operação e manifestações patológicas.

O processo de inspeção predial envolve algumas etapas, dentre elas, a avaliação da manutenção e uso. Esta deve ser fundamentada, considerando as

condições do comportamento em uso dos sistemas, frente ao confronto das condições previstas em projeto e construção, com as constatações das falhas de uso, operação ou manutenção.

Na avaliação da manutenção, alguns elementos observados durante a inspeção devem ser considerados: falhas nos elementos, subsistemas e sistemas construtivos; não conformidades e falhas registradas nos documentos analisados; não conformidades em relação ao disposto na ABNT NBR 5674; organização das prioridades quanto as ações corretivas; e atendimento ao estabelecido na ABNT NBR 5674 com relação às responsabilidades pela manutenção (ABNT, 2020).

Para esta avaliação, deve-se avaliar o plano de manutenção, bem como do cumprimento e execução das atividades previstas no plano de manutenção:

a) Avaliação do plano de manutenção:

- Coerência do plano de manutenção em relação ao que foi recomendado pela construtora e ao que foi especificado por fabricantes nos manuais de uso e manutenção;
- Constatar a efetiva execução das atividades dispostas no plano de manutenção quanto aos procedimentos técnicos, periodicidades e demais recomendações de normas, manuais de fabricantes e outros documentos;
- A frequência e adequação de rotina à idade das instalações, ao uso, exposição ambiental, entre outros.

b) Avaliação do cumprimento e execução das atividades previstas no plano de manutenção:

- Verificar se existem as condições mínimas necessárias de acesso aos equipamentos e sistemas, permitindo a plena realização das atividades propostas no plano de manutenção;
- Verificar as condições de segurança para o mantenedor e usuários da edificação, durante as atividades de manutenção

2.2.6 Norma ABNT NBR 17170: Edificações – garantias – prazo recomendados e diretrizes

Esta norma, representa um instrumento de referências técnicas e de diretrizes no que diz respeito às garantias, em conjunto com o manual de uso, operação e

manutenção das edificações e de documentos específico fornecidos pelo incorporador, construtor ou prestador de serviço de construção. Tais diretrizes são direcionadas a estes intervenientes, para que eles estabeleçam as condições de prazos de garantias, e sirva aos demais agentes envolvidos para conhecimento de suas incumbências perante às garantias (ABNT, 2022).

Tendo em vista que as garantias legais se relacionam especificamente à adequação, segurança, solidez das edificações, mas não detalham aspectos específicos de suas partes por meio de seus sistemas, componentes e equipamentos, esta norma se aplica às condições de garantias que não são abrangidas pela legislação vigente.

Logo, tais garantias estão relacionadas ao uso e a operação correta dos sistemas construtivos, componentes e equipamentos, conforme manual, bem como à execução correta dos programas de manutenção, desenvolvidos em observância à ABNT NBR 5674.

O correto uso e a correta manutenção das edificações são determinantes para a garantia oferecida, visto que o uso incorreto, a deficiência ou ausência de manutenção podem acelerar a perda de desempenho e a deterioração dos sistemas construtivos, componentes e equipamentos da edificação.

A norma ainda apresenta as incumbências dos intervenientes perante às garantias.

Cabe ao incorporador e construtor: definir as condições e prazos de garantia em documento específico e fornecê-lo ao proprietário e responder pelas obrigações legais; definir em documento específico as responsabilidades quanto às condições de garantia a serem fornecidas aos demais agentes intervenientes, no caso em que não for responsável pela construção, total ou em partes dela; fornecer o manual de uso, operação e manutenção conforme ABNT NBR 14037, bem como informar as condições de atendimento de assistência técnica pós-entrega.

O projetista tem a incumbência de informar nos documentos de projeto as condições que devem fazer parte do manual de uso, operação e manutenção da edificação e que se relacionam às condições de garantias, como premissas de projeto que tenham impacto no uso, operação, instruções de limpeza, conservação e manutenção.

Os fabricantes de materiais, componentes, sistemas construtivos e equipamentos, devem informar em documento específico as condições que devam

fazer parte do manual de uso, operação e manutenção da edificação e que estão relacionadas às condições de garantia, como limitações de uso, condições de exposição, instruções de uso, conservação e manutenção de seus produtos, e responder pelas obrigações legais. Devem ainda acordar com o incorporador, construtor ou prestador de serviço de construção as condições de garantia e assistência técnica de seus produtos.

Por fim, aos proprietários, usuários e responsável legal pela edificação, cabe tomar conhecimento das condições de garantia e procedimentos de assistência técnica, quanto também de suas responsabilidades quanto ao uso, operação, conservação e manutenção em atendimento às normas ABNT 5674, ABNT 15575 e ABNT 16280, observando o disposto no manual recebido. Ainda, a elaboração, implantação e comprovação da realização do plano de manutenção nos termos da ABNT NBR 5674 e do manual fornecido.

Alguns exemplos de situações que podem acarretar a perda de garantia são apresentados pela norma:

- a) A não realização ou falta de comprovação da realização das atividades de limpeza, conservação e manutenção previstas no manual ou instruções específicas fornecidas;
- b) A falta de realização de serviços especializados de manutenção prevista e indicados;
- c) O uso e a operação em desacordo com as orientações do manual e instruções;
- d) A substituição de materiais ou componentes de qualquer sistema construtivo da edificação;
- e) A falta de registro e comprovação da implantação do sistema de gestão de manutenção conforme instruções no manual e na ABNT NBR 5674;
- f) A realização de reformas que alterem as características de projeto e construção, ou sejam realizadas em desacordo com a ABNT NBR 16280;
- g) A realização de reformas em desacordo com as condições apresentadas no manual;
- h) O descumprimento dos procedimentos e prazos para solicitação de atendimento em relação às garantias;
- i) A ocorrência de alterações nas condições do entorno que causem impactos na edificação ou no sistema construtivo;

- j) A ocorrência de qualquer caso fortuito que impossibilite a manutenção da garantia oferecida;
- k) A falta de permissão ao acesso do profissional designado para proceder à vistoria técnica às áreas comuns ou privativas da edificação.

2.2.7 Norma ISO 15686: Edifícios e ativos construídos – planejamento da vida útil

Esta norma é dividida em 11 (onze) partes. A primeira delas (ISO 15686-1) serve como um guia para as demais, uma vez que especifica os princípios gerais do planejamento da vida útil de um edifício ou outros ativos construídos (novos e existentes). Em conjunto, os princípios gerais fornecem requisitos e orientações sobre a estimativa da vida útil dos componentes de um ativo. Tais princípios também podem ser usados para tomar decisões sobre requisitos de manutenção e substituição (ISO, 2011).

Em seu item 4.4 a norma destaca que o planejamento da vida útil deve ser integrado ao processo de projeto do edifício, visto que a maioria das decisões de projeto poderão afetar a vida útil. Esta precisa ser considerada desde os primeiros estágios do projeto, quando o *briefing* com o cliente está sendo desenvolvido. À medida que o projeto evolui, a vida útil precisará ser estimada em mais detalhes e comparada com a vida útil do projeto necessária identificada anteriormente, para que a garantia da vida útil prevista seja adequada.

O planejamento da vida útil geralmente requer iterações do processo de projeto para identificar a melhor maneira de atender aos requisitos de desempenho e manutenção a um custo aceitável. Além disso, ele também requer acesso a dados de desempenho relevantes sobre componentes em estágios apropriados do processo de projeto.

Esta parte da norma também contém um conjunto de anexos que fornecem informações suplementares e ilustram o uso de métodos especificados nas cláusulas normativas. No anexo B, por exemplo, o item B.7 descreve o Plano de manutenção, destacando que o planejamento da vida útil de um edifício deve incluir a produção de um cronograma de datas para substituição de componentes, podendo incluir também datas prováveis para grandes reformas e para substituição de peças. O planejamento é necessário tanto para agendamento das atividades de manutenção, como para a racionalização dos seus custos.

As vidas úteis estimadas e o cronograma para sua manutenção e substituição devem ser comunicados ao cliente e ao usuário. O cronograma torna os responsáveis pela manutenção cientes das operações e manutenção cíclica que foram antecipadas no estágio de projeto, assim como também deve alertar os mesmos sobre os agentes que não foram previstos pelos projetistas. Além disso, o cronograma também pode ajudar os responsáveis pela manutenção a planejar os custos inerentes, com provisão sobre custos imprevistos.

A norma, neste contexto, apresenta as atividades de manutenção que podem ser razoavelmente previstas e que devem ser levadas em consideração no planejamento da vida útil de um edifício. Sendo elas:

- a) Alteração de acabamentos interiores;
- b) Remoção ou reorganização de divisórias;
- c) Substituição de coberturas de telhado;
- d) Alterações ou substituição de instalações elétricas, hidráulicas e outros serviços;
- e) Alterações na drenagem subterrânea;
- f) Remoção parcial ou substituição de elementos de suporte de carga.

A parte 2 da norma (ISSO 15686-2) especifica princípios e procedimentos que facilitam as previsões de vida útil de componentes de construção, sem descrever métodos de teste específicos. Ela também pode ser usada como uma lista de verificação na avaliação dos estudos de previsão de vida útil concluídos.

A ISO 15686-3 volta-se para a garantia da implementação efetiva de auditorias e revisões de planejamento de vida útil. Ela descreve a abordagem e os procedimentos a serem aplicados ao *pré-briefing*, *briefing*, projeto, construção e, quando necessário, ao gerenciamento de cuidados de vida e descarte de edifícios para fornecer garantia razoável de que as medidas necessárias para atingir um desempenho satisfatório no decorrer do tempo serão implementadas.

A ISO 15686-4 encontra-se em estágio de desenvolvimento, mas tem como principal objetivo definir os dados relacionados à vida útil que podem ser necessários em modelos de computador.

A ISO 15686-5 especifica procedimentos para realizar análises de custo do ciclo de vida de edifícios e suas partes. Essa avaliação é feita ao longo de um período de análise acordado, podendo este ser menor que o ciclo de vida do ativo construído,

e inclui, normalmente, uma comparação entre opções ou uma estimativa de custos futuros.

A ISO 15686-6 especifica como avaliar, no estágio de projeto, os potenciais impactos ambientais de projetos alternativos de um ativo construído, identificando a interface entre avaliação do ciclo de vida ambiental e o planejamento da vida útil.

A ISO 15686-7 fornece uma base genérica para avaliação de desempenho para feedback de dados de vida útil de edifícios existentes, incluindo uma definição dos termos a serem usados e a descrição de como o desempenho pode ser descrito e documentado para garantir consistência.

A ISO 15686-8 orienta sobre o fornecimento, seleção e formatação de dados de vida útil de referência e sobre a aplicação desses dados para fins de cálculo da vida útil estimada usando o método do fator.

A ISO 15686-9 fornece orientação e uma estrutura para a derivação e apresentação de dados de vida útil de referência. De acordo com essa e a oitava parte da norma, declarações de vida útil para uso no planejamento de vida útil podem ser desenvolvidas, de forma voluntária, pelos fabricantes e produtores.

A parte 10 (ISO 15686-10) estabelece quando especificar ou verificar os requisitos de desempenho funcional durante a vida útil de edifícios e instalações relacionadas a edifícios e quando verificar a capacidade dos edifícios e instalações de atender aos requisitos identificados usando procedimentos para estabelecer escalas para definir níveis de funcionalidade ou avaliar níveis de capacidade de manutenção para qualquer tipo de instalação e quaisquer lacunas que possam existir entre os perfis de demanda e oferta.

A ISO 15686-11, por fim, fornece uma compilação dos termos e definições de conceitos que foram padronizados para estabelecer um vocabulário aplicado aos aspectos da construção e uso de um edifício ou obras de engenharia civil e ao planejamento da vida útil do mesmo.

2.2.8 Legislação

Além da abordagem na literatura técnica, a manutenção de edificações também é tratada legalmente.

O Código Civil (BRASIL, 2008), reformulado em 2002, tem em seu Título VI, Capítulo VIII, Art. 618, que:

Nos contratos de empreitada de edifícios ou outras construções consideráveis, o empreiteiro de materiais e execução responderá, durante o prazo irredutível de cinco anos, pela solidez e segurança do trabalho, assim em razão dos materiais, como do solo (BRASIL, 2008, p. 213).

Ou seja, a construtora é responsável pela garantia da integridade e durabilidade do imóvel por cinco anos contados a partir da entrega do mesmo. O Habite-se e o manual do usuário servem como base para certificação deste prazo. Já no Título IX, Capítulo I, Art. 937, o código civil estabelece que “O dono de edifício ou construção responde pelos danos que resultarem de sua ruína, se esta provier de falta de reparos, cuja necessidade fosse manifesta” (BRASIL, 2008, p. 247). Logo, o proprietário figura-se como responsável pela conservação do bem. Além disso, conforme artigo 1.348, compete ao síndico a conservação das partes comuns.

Destaca-se também o Código de Defesa do Consumidor (CDC), Lei nº 8.078 de 11 de setembro de 1990, que dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Em seu artigo 50 dispõe sobre a garantia contratual, estabelecendo que o termo de garantia deve ser padronizado e apresentar adequadamente em que consiste a mesma garantia, bem como sua forma, prazo, lugar de prática, e ônus a cargo do consumidor. O manual de instrução, instalação e uso do produto deve ser entregue pelo fornecedor em linguagem didática e com ilustrações (BRASIL, 1990). O que vem a ressaltar que o manual de operação, uso e manutenção da edificação é uma obrigação legal e indispensável à preservação da vida útil da construção.

Quanto à legislação sobre a manutenção de edificações, no âmbito nacional, ainda não existe legislação específica, apenas iniciativas pontuais em alguns municípios e estados. Tramitava desde 2012 no Congresso Nacional o projeto de lei PLC31/2014 que tinha como ementa o estabelecimento da Política Nacional de Manutenção Predial; criação do Plano de Manutenção Predial; Instituição da obrigatoriedade de inspeções técnicas visuais e periódicas em edificações públicas ou privadas, residenciais, comerciais, de prestação de serviço, industriais, culturais, esportivas e institucionais, destinadas à conservação e/ou à recuperação da capacidade funcional da edificação (BRASIL, 2014), mas o mesmo foi arquivado definitivamente, em 22/12/2022, nos termos do § 2º do art. 332 do Regimento Interno.

3 PROJETO DE EDIFICAÇÕES

O projeto de edificações, conforme apontado em Rodríguez (2005), pode ser compreendido em dois sentidos: restrito e amplo. O sentido restrito, refere-se ao projeto como documento final, com detalhamento em plantas e memoriais dos sistemas projetados. Enquanto que o sentido amplo, volta-se para o projeto como um processo integrado de elaboração de soluções técnicas. Neste capítulo, discute-se sobre o sentido amplo, ou seja, sobre o processo de projeto de edificações, assim como a sua importância para as etapas construtivas subsequentes, sobretudo a manutenção. Neste contexto, também são realizadas discussões sobre o *Design for Maintenance* e as tecnologias associadas, como a Modelagem da Informação da Construção (BIM).

3.1 PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES

O processo de projeto de edificações pode ser entendido como a atividade ou serviço constituinte do processo construtivo, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transferência das especificações físicas e tecnológicas a serem consideradas na fase de execução (MELHADO, 1994). Ele perpassa todo o processo construtivo de uma edificação, ou seja, abrange desde o planejamento, elaboração dos projetos do produto e dos projetos para produção, preparação para execução, execução, até o uso (Romano, 2006).

O processo de projeto se trata de um método coletivo de construção de um artefato, composto por um grande número de outros processos sob a responsabilidade de diversos agentes, dentre eles, empreendedores, projetistas, consultores, no qual o resultado final é maior do que a soma das contribuições individuais dos participantes (Silva; Souza, 2003, Fabricio, 2002, Naveiro, 2001).

Modelos de processos de projeto foram formulados por diversos autores a fim de obter o projeto conforme desejado. No contexto nacional cabe destacar alguns dos mais citados: Melhado (1994); Tzortzopoulos (1999); e Romano (2003).

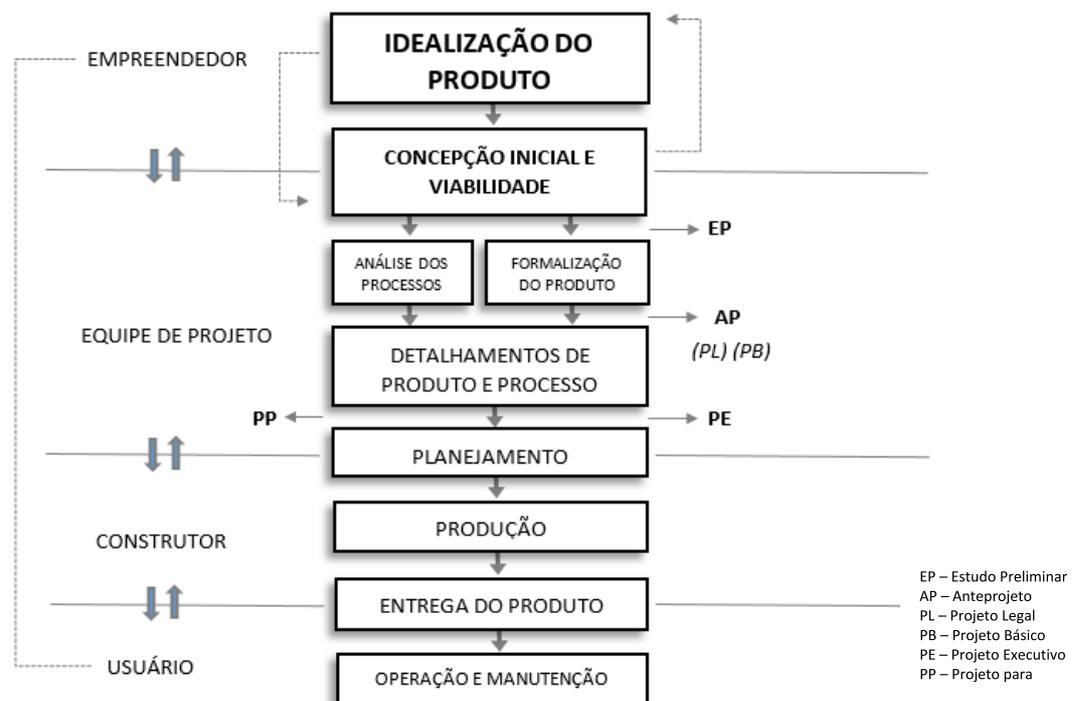
O modelo de Melhado (1994), agregado às diretrizes propostas para estruturação do processo de projeto, divide o mesmo em etapas graduais (Figura 3):

- g) Idealização do produto: solução para as necessidades e restrições iniciais estabelecidas, ou seja, elaboração do Programa de Necessidades;

- h) Análise de viabilidade: avaliação da solução inicial considerando custo, tecnologia, adequação ao usuário e às restrições legais. A solução definitiva é traduzida em um Estudo Preliminar;
- i) Formalização: consolidação da solução (Anteprojeto);
- j) Detalhamento: detalhamento do produto (Projeto Executivo) em conjunto com a análise das necessidades para execução (Projeto para Produção);
- k) Planejamento e execução: planejamento, a partir do Projeto para Produção, das etapas de execução do empreendimento;
- l) Entrega: entrega ao usuário, que será assistido tecnicamente pela construtora na fase inicial de uso, operação e manutenção. Contribui para a retroalimentação do processo, a partir da coleta de informações nesta fase.

O modelo ainda envolve a participação dos agentes do empreendimento (empreendedor, equipe de projeto, construtor e usuário), considerando a formação de equipes multidisciplinares sob a orientação do coordenador do projeto (Melhado, 1994). O autor também aconselha a análise crítica ao final das etapas posteriores ao detalhamento do projeto.

Figura 3 – Modelo de processo de projeto de edificações (Melhado)



Fonte: Melhado (1994).

Tzortzopoulos (1999), sugere um modelo composto por sete etapas:

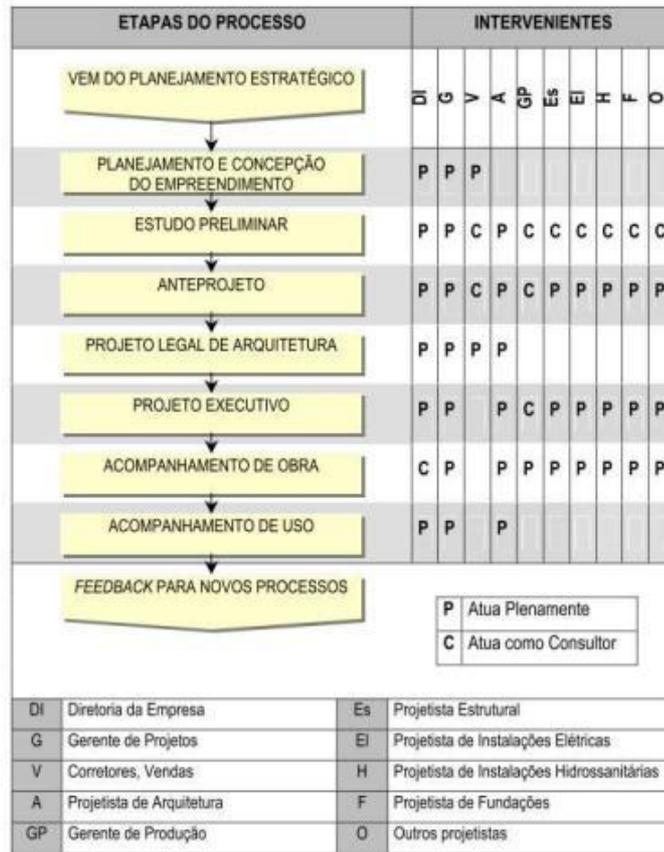
- a) Planejamento e concepção: etapa responsável pela concepção, definição, análise e avaliação das informações técnicas e econômicas iniciais;
- b) Estudo Preliminar: corresponde à uma caracterização geral da edificação com base nas informações técnicas iniciais. É onde se define de forma preliminar o projeto a partir do programa de necessidades;
- c) Anteprojeto: representação das informações técnicas e legais do edifício e de seus elementos;
- d) Projeto legal de arquitetura: concepção e representação das informações técnicas da edificação para aprovação do projeto junto aos órgãos competentes;
- e) Projeto executivo: representação final das informações técnicas da edificação e de parte do seu processo de execução;
- f) Acompanhamento da obra: supervisão técnica da obra pelos projetistas, avaliação do projeto para execução pelos executores e elaboração do projeto *as built*;
- g) Acompanhamento do uso: avaliação do desempenho da edificação pela verificação do nível de satisfação do usuário.

A autora recomenda o uso de listas de verificações ao final de cada etapa para aprovação desta, de forma a obter um controle sistemático no decorrer do processo de projeto. A Figura 4 apresenta cada etapa e os intervenientes das mesmas, atuantes de forma plena ou por meio de consultoria.

O processo de projeto pode ser também decomposto em três macrofases, conforme modelo desenvolvido por Romano (2006): pré-projeção, projeção e pós-projeção (Figura 5). Estas distribuem-se em oito fases, em que ao final de cada uma avalia-se o resultado obtido para que se dê sequência a fase seguinte.

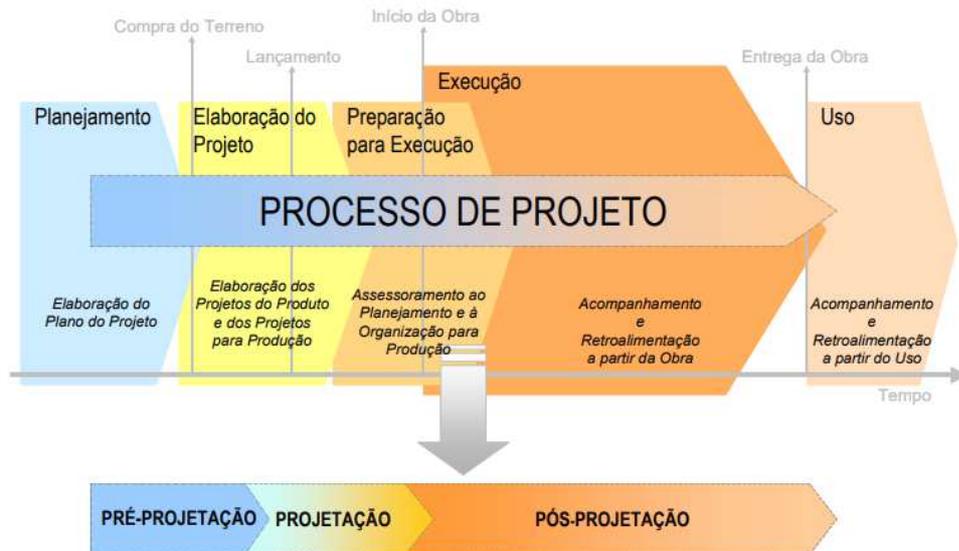
A **pré-projeção** se equivale à fase de **planejamento do empreendimento**, tendo como principal resultado a elaboração do **plano do projeto**, cujo objetivo é guiar a execução das macrofases seguintes. Ela envolve, principalmente, atividades gerenciais, como: planejamento e detalhamento do escopo do produto e do projeto; definição, sequenciamento e estimativa de duração das atividades; planejamento de recursos; estimativa de custos; desenvolvimento de cronogramas e orçamentos; planejamento organizacional, entre outros (Romano, 2006).

Figura 4 – Modelo de Processo de projeto de edificações (Tzortzopoulos)



Fonte: Tzortzopoulos (1999).

Figura 5 – Modelo de processo de projeto de edificações (Romano)



Fonte: Romano (2003).

A **projeção**, por sua vez, abrange a **elaboração dos projetos do produto edificação e os projetos para produção**. Nela inicia-se o desenvolvimento do **projeto informacional; projeto conceitual; projeto preliminar; projeto legal; projeto detalhado e projeto para produção**, a partir das informações obtidas na fase anterior (pré-projeção) (Romano, 2006).

O **projeto informacional** corresponde ao **levantamento de dados e estudo numérico do projeto arquitetônico**. É onde se evolui da identificação das necessidades do cliente para a especificação dos requisitos dos clientes e sua posterior conversão em requisitos do projeto, até o estabelecimento das especificações de projeto. Destaca-se, ainda, dentre as atividades desta fase: seleção e levantamento de dados de terrenos; análise da viabilidade comercial, econômica e financeira; monitoramento do progresso do projeto e atualização do plano do projeto (Romano, 2006).

O **projeto conceitual** equivale ao estágio de **estudos preliminares do projeto arquitetônico**, “destinado à análise e à avaliação das informações recebidas para seleção e recomendação do partido arquitetônico ou geral da edificação” (Romano, 2006, p. 37). Segundo a autora é a fase mais importante do processo de projeto, onde se gera uma concepção para o produto que atenda a necessidade detectada e esclarecida.

Análogo ao estágio de **anteprojeto do projeto arquitetônico**, o **projeto preliminar**:

Destina-se à concepção e à representação das informações técnicas provisórias de detalhamento da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, necessárias ao inter-relacionamento das atividades de projeto suficientes à elaboração de estimativas aproximadas de custo e de prazo dos serviços de obra implicados, bem como à submissão do projeto para aprovação junto à administração pública (Romano, 2006, p.38).

Ou seja, nessa fase o modelo do projeto avança da concepção para o *leiaute* definitivo, podendo ser realizada uma verificação da função, durabilidade, produção, montagem, operação e custos (ROMANO, 2006).

A fase do **projeto legal** corresponde à análise e à aprovação do projeto da edificação, pelas autoridades competentes, assim como à obtenção do alvará e demais documentos fundamentais para as atividades de execução. Envolve ainda o

registro no cartório de registro de imóveis, e o lançamento do empreendimento (Romano, 2006).

Por fim, o **projeto detalhado e projetos para produção**, que equivalem ao estágio de **projeto executivo do projeto arquitetônico**, destina-se à representação das informações técnicas da edificação e seus complementares à licitação e à execução dos serviços da obra. Essa fase é marcada sobretudo por atividades relacionadas à coordenação técnica, principalmente “revisão, análise crítica e compatibilização dos projetos das várias disciplinas” (Romano, 2006, p.41).

A macro fase **Pós –Projetação** é complementar a projeção, e abrange atividades relacionadas ao acompanhamento da obra e do uso (Romano, 2006).

O **acompanhamento da obra**, desenvolve-se paralelamente à etapa de execução, de forma a prover esclarecimentos e informações complementares que venham a ser solicitadas pelos responsáveis pela construção; elaborar desenhos de detalhes; participar de reuniões de obra; analisar solicitações de modificações; registrar alterações de projetos; elaborar o projeto *as-built*. Dentre as atividades dessa fase, destacam-se: elaboração do manual do usuário, e providências legais para a entrega da obra ao cliente final (requerimento do habite-se e da certidão positiva junto à prefeitura municipal) (Romano, 2006).

Na fase de **acompanhamento do uso** é possível analisar o projeto sob a perspectiva dos clientes, possibilitando, a partir da avaliação pós-ocupação e da avaliação dos resultados financeiros do empreendimento, a retroalimentação do processo de projeto e construtivo (Romano, 2006).

Cabe ainda destacar, como outro modelo de processo de projeto, um conjunto de manuais para o desenvolvimento de projetos, os quais explicitam o escopo de entrega para cada fase do processo, elaborado pelo Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo (SECOVI-SP), com apoio de sindicatos (SindusCon-SP e SindInstalação-SP) e contribuição de entidades como AsBEA, AGESC e, ABECE. Os manuais apresentam para cada fase a descrição das atividades, com os dados necessários para sua realização, descrição dos produtos concebidos, além de esclarecer as responsabilidades por atividade, documento e produto gerado (AsBEA, 2019).

A partir dos modelos de processo de projeto apresentados, é possível perceber, assim como já apontado por Vargas (2008), que, tradicionalmente, a gestão de projetos, no que tange ao fluxo do processo de projeto, se caracterizava pela sucessão

linear de suas etapas, onde cada aspecto do projeto era desenvolvido de forma independente dos demais e os desenvolvimentos parciais ocorriam um após o outro. Neste processo, o projeto arquitetônico se figura como ponto de partida para o desenvolvimento dos demais projetos, chamados complementares (estrutural, de instalações, combate a incêndio e pânico, paisagismo, entre outros), no qual as interferências são resolvidas, ao final, com a compatibilização dos projetos entre os especialistas (Vargas, 2008).

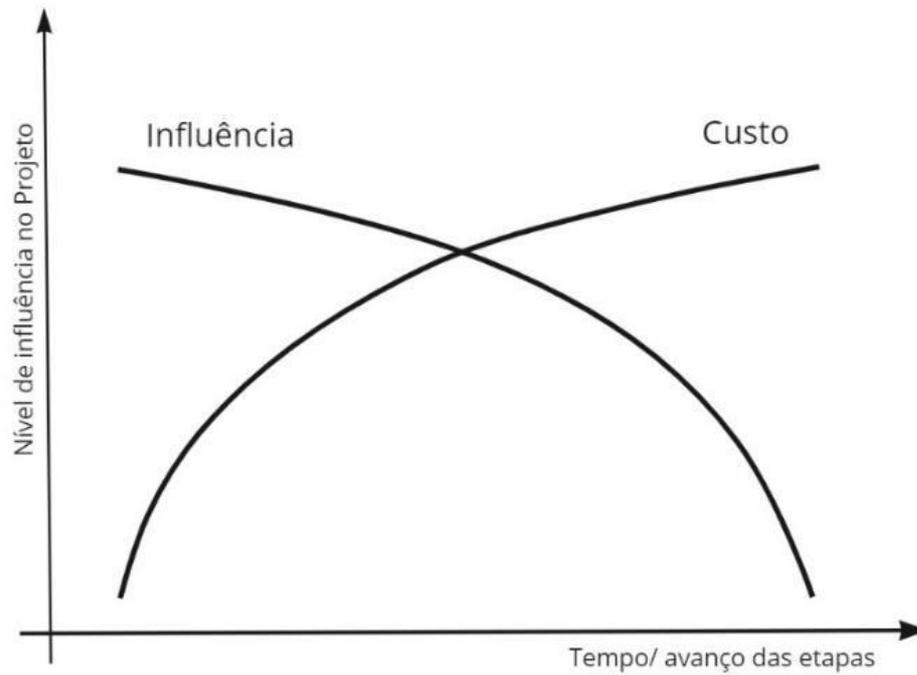
O processo de projeto, como apontado em Okamoto (2015), é considerado como uma fase conduzida em prazos curtos e com pouco comprometimento dos projetistas no que tange o acompanhamento das etapas de execução, operação e manutenção da edificação. Esta problemática tem origem na formação dos profissionais, visto que a organização dos currículos dificultava a integração entre as diversas disciplinas (Naveiro, 2001), bem como no tipo de relação contratual entre incorporadora, construtora, projetistas e, fabricantes, em que se adotava um modelo de organização sequencial do trabalho, sem estímulo de colaboração entre os intervenientes, resultando em falhas no processo e na qualidade do edifício (Melhado *et al.*, 2005).

Nesse método tradicional e sequencial, qualquer mudança no projeto é muito dispendiosa, considerando que durante o andamento de qualquer das etapas, já houveram ciclos encerrados no processo, onde muitas decisões foram tomadas, e precisão ser revistas como consequência de demandas eventuais subsequentes (Vargas, 2008).

Logo, dentro de um processo de projeto, quanto mais próximo do seu início, maior será a liberdade para propor soluções, e menor será o custo para tal. Ou seja, as decisões e definições tendem a se tornar mais onerosas com o avanço temporal do processo (Fabricio, 2002), conforme ilustra a Figura 6.

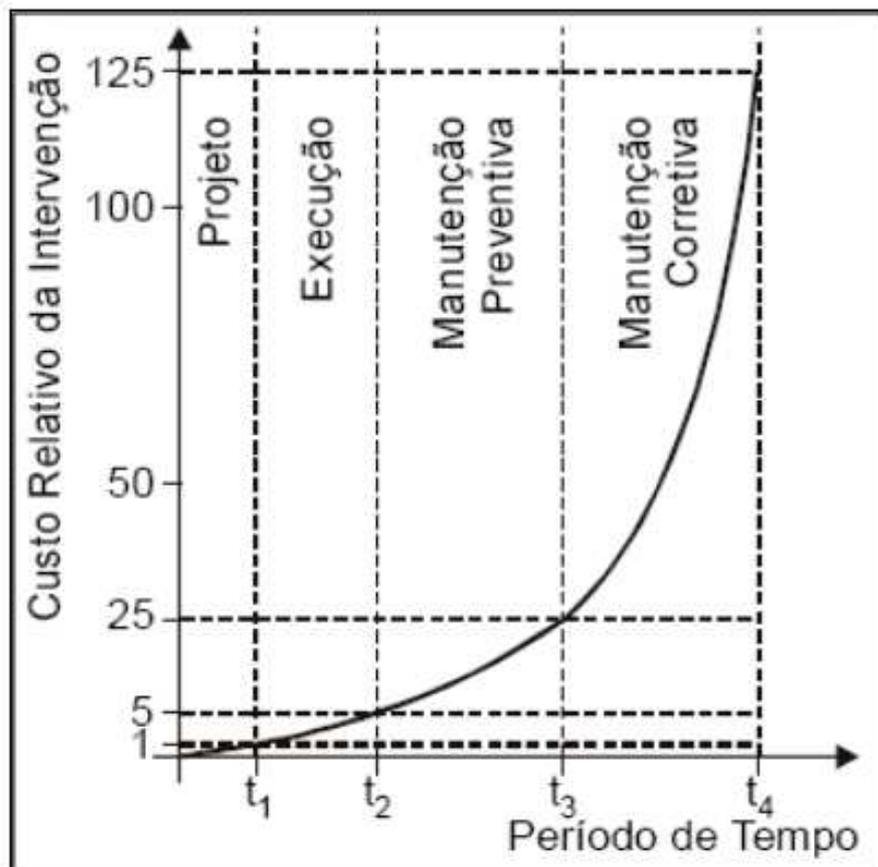
Em se tratando dos custos de manutenção, a afirmativa anterior é enfatizada pela Lei de Sitter (1984), também chamada de lei dos cinco, em que a evolução progressiva dos custos de manutenção é definida pelas fases do ciclo de vida do edifício. Ou seja, quando a manutenção é prevista desde a fase de projeto, há uma tendência de custo bem menor do que os custos relativos à manutenção corretiva. A Figura 7, ilustra essa evolução.

Figura 6 – Nível de Influência X Tempo de Projeto



Fonte: Vargas (2008).

Figura 7 – Lei da evolução dos custos



Fonte: Sitter (1984).

Neste contexto, estratégias devem ser propostas para suprir falhas encontradas neste processo tradicional e linear do projeto, antecipando, inclusive, considerações relacionadas às etapas subsequentes. A Engenharia Simultânea (ES), por exemplo, preconiza que os produtos devem ser desenvolvidos considerando seu ciclo de vida e as demandas dos clientes internos (envolvidos no processo de produção) e externos (compradores e usuários), que são integrados desde a etapa de concepção (Fabricio, 2002).

Devido à complexidade dos produtos, a aplicação da ES no setor da construção civil encontrava limitações (Fabricio; Melhado, 2002), o que levou a Fabricio (2002) propor “Projeto Simultâneo” como tradução de “*Concurrent Engineering*”. Logo, o Projeto Simultâneo se figura como a adaptação da ES para o setor em pauta (Fabricio, Melhado, 2002), constituindo-se da integração do trabalho de todos os agentes envolvidos no ciclo de vida do edifício, visando concebê-lo, levando em conta as diversas variáveis (construibilidade, habitabilidade, manutenibilidade, sustentabilidade e, outros (Fabricio; Melhado, 2000)) e atendendo às exigências de clientes e usuários, quanto ao desempenho do mesmo (Fabricio, 2002, Fabricio; Melhado, 2002).

Para viabilizar a aplicação do Projeto Simultâneo na concepção de edificações, três questões são necessárias: (1) transformar e organizar as atividades projetuais de forma a possibilitar a coordenação do processo e o desenvolvimento paralelo das diversas disciplinas, (2) quebra de limitações contratuais que sustentam a linearidade e desintegração do processo, (3) maior incorporação de tecnologias que propiciem a comunicação virtual à distância e favoreçam a interação entre os envolvidos (Fabricio; Melhado, 2001).

Para apoiar o envolvimento sistemático de fases posteriores de projeto em paralelo à fase de design do produto, os processos de criação de capacidade (CC¹) são usados em indústrias de manufatura globais, entretanto sua aplicação voltada para a indústria da construção ainda é limitada (Tolonen *et al.*, 2017; Annunen *et al.*, 2021 *apud* Annunen *et al.*, 2022). Neste sentido, um CC voltado para resolução da fase de manutenção, um processo MCC (*Maintenance capability creation*), é descrito e validado por Annunen *et al.* (2022) como uma solução potencial para essa questão.

¹ Criação de capacidade (CC): solução para construir capacidades para as fases posteriores do projeto na fase de design (Tolonen *et al.*, 2017).

No que tange as limitações contratuais, Okamoto (2015) cita o *Integrated Project Delivery* (IPD), como um exemplo de modelo de contratos que propiciam maior comunicação e integração da equipe. Conforme o *American Institute of Architects* (AIA) o IPD é uma abordagem de entrega de projeto que integra pessoas, sistemas, estruturas de negócios e práticas em um processo que através da colaboração aproveita os talentos e conhecimentos de todos os participantes para otimizar os resultados do projeto, aumentar o valor do proprietário, reduzir o desperdício e maximizar a eficiência em todas as fases de projeto, construção e fabricação (AIA, 2007). Modelos como este, conforme aponta Okamoto (2015), permitem o trabalho com a tecnologia *Building Information Modeling* (BIM), a ser tratada no item 3.3.

Ainda na Engenharia Simultânea, um conceito chave dentro da mesma é o de *Design for X* (Dfx), que aborda questões para o desenvolvimento de produtos, como redução do tempo de execução e manutenção, visando a redução de custos dos mesmos, desde sua concepção até o descarte ou reaproveitamento (Sanches; Fabricio, 2008).

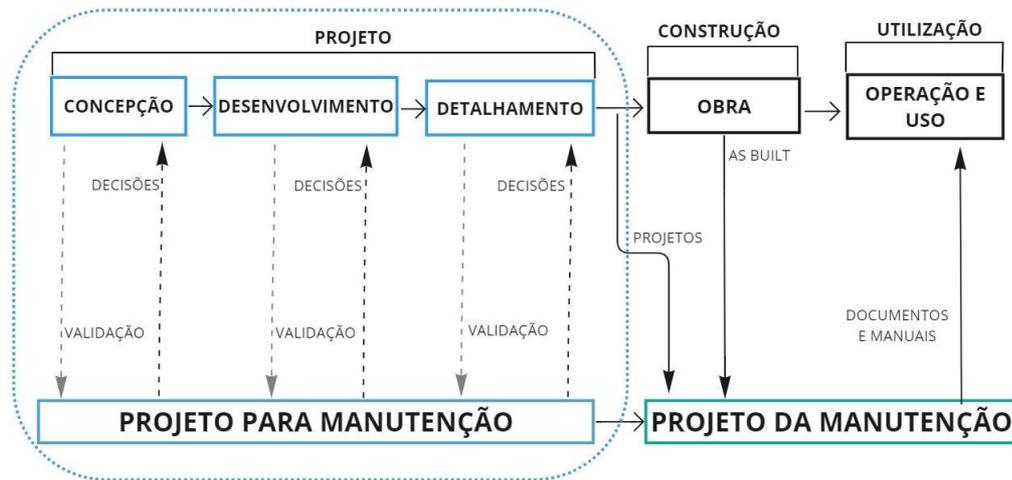
A incógnita “X”, representa um ou mais temas a serem focados no desenvolvimento de produtos. Alguns exemplos provenientes do conceito principal, são: DFP (*Design for Profit* – Projeto para Lucro); DFDC (*Design for Dimension Control* – Projeto para Controle de Dimensão); DFM (*Design for Manufacturing* - Projeto para fabricação); DFML (*Design for material Logistics* – Projeto para Logística de Materiais); DFM (*Design for Marketability* – Projeto para Facilidade de negócio); DFS (*Design for Safety*– Projeto para Segurança); DFM (*Design for Maintainability* – Projeto para Facilidade de manutenção) (Huang, 2012).

Dentre eles destaca-se o *Design for Maintainability* (DFM) ou *Design for Maintenance*, frente a sua relação direta com a manutenção, uso e operação de edifícios. Este é o conceito discutido neste trabalho.

3.2 DESIGN FOR MAINTENANCE

A partir dos conceitos de Engenharia Simultânea e *Design for X* e no contexto de concepção do Projeto para Produção, Sanches e Fabricio (2008) apresentam os conceitos de Projeto para Manutenção e Projeto da Manutenção, assentes na consideração da manutenibilidade ao longo do processo de projeto, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Projeto para Manutenção e Projeto da Manutenção



Fonte: Sanches e Fabricio (2008).

As decisões tomadas a partir das fases de concepção, desenvolvimento e detalhamento do projeto, devem obedecer aos mesmos ciclos de decisões e validações de soluções que vislumbrem a manutenção do empreendimento e que deem subsídios e diretrizes para as próximas etapas (construção e utilização). Nestas, tem-se os projetos utilizados na execução e o projeto *as built*, que juntos fornecem documentos para definição de programas e procedimentos com a periodicidade dos serviços de manutenção (Sanches; Fabricio, 2008).

O Projeto para Manutenção, pode ser entendido como um conjunto de posturas a serem tomadas concomitantemente ao processo de projeto, concedendo subsídios e diretrizes para um Projeto da Manutenção eficiente. Já o Projeto da Manutenção compreende o planejamento e as especificações dos procedimentos e cuidados que devem ser considerados com a finalidade de preservar o desempenho da edificação. Assente nisso podem ser lançados documentos e manuais a serem considerados na fase de uso que foram facilitados pelo alto grau de manutenibilidade obtido (Sanches; Fabricio, 2008).

O DFM, portanto, é o passo inicial de um programa de manutenção eficaz e sustentável, relacionando as metas de manutenção e os resultados almejados com o processo de projeto. Integra, de forma prática, a experiência de manutenção no processo de planejamento e projeto visando alcançar a facilidade, segurança e economia das atividades de manutenção no decorrer da vida útil de um edifício (BCA, 2019).

A não consideração da manutenibilidade ao longo de processo de projeto, impacta na manutenção futura dos edifícios, a partir da elevação dos custos e da dificuldade para manter o edifício, declínio do ciclo de vida e deterioração antecipada de partes da edificação por dificuldades de execução de procedimentos ou pela falta de manutenção preventiva e/ ou corretiva (Sanches; Fabricio, 2008). Os autores ainda apontam, dentre os principais problemas de desempenho ocasionados pela falta de DFM: deficiência de design como concepção funcional, escolha de equipamentos e materiais; baixa qualidade construtiva; mão de obra inadequada; baixo desempenho do edifício no que tange a *layout*, e escolha de equipamentos.

Com relação ao desempenho do custo de FM, alguns fatores principais o afetam significativamente. Dentre eles, Islan, Nazifa e Mohamed (2019) destacam cinco: erros de projeto; falta de plano de manutenção; falta de compreensão de FM com projeto e construção, subestimando os impactos do FM e alto custo de manutenção devido à menor qualidade desta. Enquanto Islan *et al.* (2021) apresentam seis fatores de impacto no custo de manutenção de edifícios altos: má qualidade de design; inacessibilidade para trabalhos de manutenção; seleção inadequada de materiais; falta de responsabilidade e de experiência do designer; e esquema de design inadequado.

Para mitigar o impacto destes custos, algumas recomendações são propostas. Para Islan; Nazifa e Mohamed (2019) deve-se envolver os gerentes de instalações na fase de projeto para ajudar a diminuir os defeitos de projeto e seus impactos na manutenção; incorporar o planejamento de manutenção adequado aos documentos de projeto; e treinar adequadamente a mão de obra para melhorar sua qualificação e produtividade. De maneira similar, Islan *et al.* (2021) destacam a integração dos gerentes de instalações na fase de design; o desenvolvimento de rede de comunicação entre todas as partes; a documentação de projeto precisa e detalhada; e ainda, garantia de bom acabamento e habilidade técnica; orçamento suficiente para trabalhos de manutenção; garantia da boa qualidade dos trabalhos de construção e manutenção; sistema de gerenciamento de manutenção adequado; seleção apropriada de materiais; integração de critérios de manutenção durante o projeto; planejamento de manutenção adequado na fase de operação; e aumento da conscientização entre os proprietários e inquilinos.

Com relação à integração de critérios de manutenção durante o projeto do edifício, Ganisen *et al.* (2015) identificaram oito critérios de projeto para manutenibilidade, juntamente com seus respectivos indicadores, a saber:

- a) Acessibilidade: capacidade de acessar ou alcançar as partes ou elementos de um edifício, suas instalações ou componentes de forma rápida e sem barreiras como, e quando necessário;
- b) Durabilidade: capacidade dos materiais de construção para servir a sua função pretendida não só quando recém-instalados, mas também por algum período de tempo aceitável;
- c) Capacidade de limpeza: capacidade de limpar, reparar e fazer substituições facilmente dos sistemas/componentes do edifício para poder atender aos requisitos de desempenho estético e funcional;
- d) Disponibilidade: refere-se a qualquer tipo de objetos ou instrumentos de construção que seja facilmente obtido durante os trabalhos de reparação e substituição do edifício;
- e) Padronização: obtenção da máxima uniformidade prática;
- f) Simplicidade e Flexibilidade: Projetando um edifício sem complexidade, com partes fundamentais reduzidas e de forma flexível;
- g) Modularização: Sistema de construção de divisão ou elementos em unidades funcional e fisicamente distintas para permitir fácil remoção e substituição;
- h) Identificação: Capacidade de identificar prontamente as peças, sistemas ou controle de construção que precisam de serviços, reparos ou substituição.

Tais critérios influenciam o CEBM (*Cost Effective Building Maintenance*), conhecido como custo mínimo de substituição de materiais e elementos degradados, custo mínimo de obras periódicas e reparos, bem como custo mínimo de manutenção reativa (Krstić; Marenjak, 2012 *apud* Ganisen *et al.*, 2015)

A manutenibilidade foi categorizada por Jaafar e Othman (2016) em três fatores principais: acessibilidade, seleção adequada de materiais e ambiente. Cada categoria, segundo os autores, tem um impacto na eficiência do trabalho de manutenção.

O Guia de DFM para edificações residenciais da *Building and Construction Authority* (BCA, 2019) apresenta quatro princípios importantes que ditam o processo de DFM, denominado princípio F.A.M.E:

- a) *Forecast Maintenance* / Manutenção prevista – os projetistas devem compreender o impacto de seus projetos e os trabalhos de manutenção

esperados a jusante, fazendo assim as provisões necessárias de projeto a montante;

- b) *Access for maintenance* / Acesso para manutenção – os projetistas devem tomar as disposições de projeto necessárias para todas as áreas que necessitam de acesso para inspeção e manutenção;
- c) *Minimise maintenance interventions* / Minimizar as intervenções de manutenção – visando minimizar defeitos comuns e críticos, os projetistas devem atentar-se ao desempenho e ao detalhamento dos materiais;
- d) *Enable simple maintenance* / Permitir uma manutenção simples – os projetistas devem considerar conscientemente a padronização e os componentes pré-fabricados para facilitar a inspeção e a manutenção.

Os princípios F.A.M.E se traduzem em cinco considerações de projeto: estratégia de design e colaboração; acesso para manutenção; materiais e acabamentos; projeto arquitetônico e detalhamento de construção adequados e; integração de tecnologias de manutenção e operações inteligentes (BCA, 2019).

3.2.1 Design e colaboração

No que tange as estratégias de design, Asmone e Chew (2020) propõem um sistema de avaliação que quantifica a capacidade de manutenção das decisões de projeto. Ele utiliza recursos de projeto de construção da equipe de projeto como entradas do modelo. Em sequência as características desses recursos são usadas para identificar as implicações de cada alternativa de projeto, com atenção à probabilidade de defeitos. As equipes de gestão do projeto podem fazer uso desse sistema para comparar as diferentes alternativas de concepção em termos de custo inicial contra as implicações na durabilidade dos componentes do edifício e nos benefícios ao longo prazo. Ainda, uma ferramenta útil para projetistas, clientes, gerentes de manutenção e usuários é fornecida pelo modelo ENN (*Ensemble Neural Network*) apresentado por De Silva (2016), pois viabiliza a análise dos riscos de manutenibilidade de edifícios nos estágios iniciais.

Quanto a colaboração é fundamental que as equipes multifuncionais se interessem pela manutenção ainda no início do projeto. Logo, a principal consideração neste contexto inclui envolver os profissionais de FM e outras partes interessadas na fase de concepção (BCA, 2019). Isso se deve ao fato de o desperdício e o erro serem

o resultado da comunicação deficiente entre projetistas e FM, podendo contribuir para elevação dos custos operacionais, redução do desempenho do edifício e menores níveis de satisfação entre os usuários da edificação (Meng, 2013).

Dentre os fatores contribuintes para essa má comunicação está a distância de envolvimento das partes no ciclo de vida do edifício, visto que no momento em que os FMs atuam na gestão de um edifício, os designers, normalmente, migram-se para os próximos projetos (Meng, 2013). Por outro lado, como os *insights* provenientes desse contato (FM e projetista) beneficiariam apenas projetos futuros, os FMs muitas das vezes veem pouco sentido nesta participação (Mohammed; Hassanain, 2010). Outro problema está no fato de que os gerentes de instalações não são aceitos como parceiros de diálogo na fase de projeto (Jaunzens *et al.*, 2001 *apud* Liu; Issa, 2016).

Entretanto, benefícios da colaboração entre as partes interessadas no processo de projeto são apontados na literatura. O envolvimento de FM e funcionários clínicos no projeto de edificações hospitalares, por exemplo, beneficiam na economia das soluções técnicas e redução de falhas nos projetos arquitetônicos, problemas de produtividade e funcionalidade em termos de escolha de materiais e design de funções sociais, respeito mútuo entre as disciplinas e maior foco na qualidade dos serviços de FM (Store-Valen, 2021). Enquanto que o envolvimento precoce do departamento de FM nas Etapas de Desenvolvimento e Revisão de Projetos (DDRS), é considerada essencial para a redução do número de defeitos de operação e manutenção, levando a uma melhoria do nível de conforto dos usuários, redução nas despesas de manutenção e, conseqüentemente, queda no custo do ciclo de vida da instalação (Fatayer *et al.*, 2019).

Algumas estratégias para promover essa colaboração foram apresentadas na bibliografia, distribuídas em modelos, listas de verificações e *frameworks*.

O modelo proposto por Kalantari *et al.* (2017) objetiva melhorar o tempo e a qualidade da entrada de FM no processo de projeto arquitetônico. Consiste em um mapa visual que indica a rota que um projeto típico pode seguir durante o processo de projeto, a fim de maximizar o valor que os gerentes de instalações podem agregar ao projeto. As listas de verificação são sugeridas por Chew (2021) para serem utilizadas para ajudar os profissionais a criarem sinergias, desde o início, dos requisitos operacionais e dos resultados esperados do desempenho de manutenção de uma instalação, com uma avaliação de risco adequadamente conduzida na fase de concepção. Também ajuda na coordenação entre todos os profissionais para a

transferência precisa de informações ao longo de todo o processo de entrega para alcançar alta manutenibilidade.

No que tange aos *frameworks*, o proposto por Marzouk e Hanafi (2022) busca permitir, a partir da descrição de canais de comunicação entre as partes, dos tipos de dados intercambiáveis e a sua estrutura, o envolvimento de todas as partes do projeto no planejamento da manutenibilidade. Já Atakul e Ergonul (2022) propõem um *framework* no qual novas tarefas e partes são introduzidas no processo de projeto arquitetônico, como ações de apoio tanto para a conscientização na indústria quanto para a tomada de decisões apropriadas de projeto arquitetônico sobre a manutenção do edifício. Neste contexto de introdução de novos intervenientes, o *framework* desenvolvido por Othman e Kamal (2022) representa uma síntese dos principais resultados da revisão de literatura, dos estudos de caso e da pesquisa por questionário, para facilitar o envolvimento precoce dos fornecedores durante o processo de projeto, como uma abordagem para melhorar a capacidade de manutenção do edifício.

Dentre as contribuições específicas que os FMs poderiam fazer durante o processo de design, Kalantari *et al.* (2017) identificaram:

- a) Ajudar a esclarecer as melhores soluções possíveis para problemas de projeto;
- b) Determinar a quantidade de espaço que precisa ser alocado para as atividades de manutenção;
- c) Estimar o custo do gerenciamento de instalações com base em planos de projeto;
- d) Identificar o melhor cronograma para implementar um projeto;
- e) Ajudar a criar áreas de uso flexível e identificar os requisitos de manutenção para elas;
- f) Analisar a produtividade, capacidade de manutenção e sustentabilidade de um edifício;
- g) Formular práticas operacionais que funcionariam de forma mais eficaz com um projeto específico;
- h) Identificar requisitos para sistemas de automação que possam ser utilizados em edifício;
- i) Revisão das propostas finais de design do ponto de vista operacional.

Para promover a integração entre os intervenientes, algumas recomendações foram apresentadas. Para colaboração entre FM e designers, Fatayer *et al.* (2019) recomendam:

- a) Aumentar a conscientização sobre a importância da manutenção, por exemplo através de organização de seminários e workshops internacionais, apresentando as melhores práticas globais;
- b) Considerar a capacidade de manutenção da instalação desde a fase inicial até a fase de revisão;
- c) Incentivar o contato direto entre FM e projetistas, por meio de diretivas dos proprietários durante o DDRS, por exemplo;
- d) Familiarizar os gestores de instalações com as atividades do processo de projeto, para que assim tenham maior condições de fornecer *feedbacks* à equipe de design;
- e) Promover a colaboração de FM e projetistas no desenvolvimento de uma base de dados baseada em problemas de manutenção anteriores provenientes de defeitos de projeto;
- f) Os profissionais de design devem retornar aos projetos que conceberam para avaliar o desempenho de suas instalações.

Para a integração entre projetistas e fornecedores Othman e Kamal (2022) apresentam algumas recomendações, como:

- a) Promover a sensibilidade dos projetistas para integração dos fornecedores no processo de projeto;
- b) Desenvolver um ambiente de negócios que incentive a integração e a confiança de membros externos por meio da melhoria da comunicação entre os envolvidos no projeto;
- c) Estabelecer leis, procedimentos e regulamentos que organizem as relações comerciais entre fornecedores e projetistas;
- d) Incentivar o desenvolvimento de uma visão de projeto compartilhada;
- e) Fornecer programas de treinamento, tecnologias, infraestrutura e recursos necessários para facilitar a integração de fornecedores no processo de design.

Em Gana, conforme resultados de Agyekum *et al.* (2023), o setor de construção possui um alto grau de engajamento dos profissionais de design nas práticas de DFM, creditado ao alto nível de conscientização do conceito de DFM entre os projetistas, o nível de educação dos profissionais de design, experiência em funções profissionais

e familiaridade com os princípios de DFM. Enquanto que na Malásia, o cenário da manutenção predial pública, é predominantemente reativo na abordagem, em que os projetos e manutenção são tratados como dois aspectos distintos (Khalid, 2019). No entanto, o estudo realizado por estes autores, contribuiu para o governo na implementação de uma política de manutenção predial mais proativa na fase de projeto, aumentando a conscientização sobre a manutenção de edifícios entre os intervenientes e orientando-os na adoção de um plano de manutenção nos estágios iniciais de desenvolvimento de projeto.

3.2.2 Acesso para manutenção

Para viabilizar a manutenção eficiente, incluindo a manutenção rotineira, a capacidade e a facilidade de acesso, inspeção e manutenção das instalações é um fator crítico (BCA, 2019). Na norma de desempenho (ABNT, 2015), facilidade ou meios de acesso, também se figura como um critério de manutenibilidade, em que os projetos devem ser desenvolvidos visando o favorecimento das condições de acesso para inspeção de edifícios e seus sistemas, através da instalação de suportes para fixação de andaimes, balancins ou outro meio que possibilite a realização da manutenção.

Os acessos devem ser concebidos de forma segura e fornecer circulação suficiente e espaço de trabalho para equipamentos de manutenção, veículos ou pessoas que transportam ferramentas, equipamentos e componentes (BCA, 2019). As principais considerações incluem (BCA, 2019):

- a) Fornecer acesso adequado para execução de tarefas de manutenção, incluindo limpeza, inspeções, reparo e substituição de materiais, componentes ou equipamentos;
- b) O *layout* do projeto deve proporcionar circulação e espaço de trabalho suficientes;
- c) A necessidade de manutenção em altura ou em espaços confinados devem ser minimizadas. Caso não seja possível, devem ser tomadas medidas para reduzir os riscos associados.

Em relação ao trabalho em altura, Ferreira *et al.* (2021) discutem o impacto dos meios de acesso temporários no custo da manutenção de fachadas de edifícios e concluem que é relevante ter um plano de manutenção e considerar meios de acesso

permanentes durante a fase de projeto ou pelo menos prever meios temporários nos custos de manutenção, optando pela opção que for considerada mais viável. Já Stiegert (2017), criou uma ferramenta computacional de projeto que permite ao projetista de arquitetura a aplicação pragmática das diretrizes projetuais propostas, para garantir que os trabalhadores envolvidos na execução de atividades de manutenção predial em altura possam executá-las com segurança.

3.2.3 Materiais e Acabamentos

Materiais de construção desempenham um papel fundamental no aumento da capacidade de manutenção dos edifícios e nos custos futuros (Kanniyapan *et al.*, 2015). A utilização de materiais defeituosos e de baixa qualidade é um incidente comum em muitos projetos, levando a grandes defeitos durante o serviço e, conseqüentemente, à curta vida útil dos edifícios (Kanniyapan *et al.*, 2015). Logo, os projetistas devem considerar a adequação dos materiais em termos de sua capacidade de mitigar defeitos decorrentes do desgaste natural e executar as funções pretendidas durante toda a vida útil do projeto. Tendo em vista que o uso adequado de materiais pode minimizar a frequência de limpeza, reparo e substituição, deve-se (BCA, 2019):

- a) Encontrar um equilíbrio entre estética, custo, segurança e necessidades de manutenção;
- b) Selecionar materiais duráveis e adequados ao clima local, considerando materiais inovadores e de alto desempenho que exijam mínima manutenção;
- c) E escolha matérias com disponibilidade durante a vida útil da instalação.

No que tange aos materiais inovadores e de alto desempenho, Conejos, Ubando e Chew (2022) desenvolveram uma ferramenta de pontuação para orientar projetistas e correlatos na aplicação de revestimentos de nanofachadas em áreas tropicais, de forma a reduzir a ocorrência de defeitos e os custos de manutenção, assim como garantir o potencial de manutenção do revestimento de nanofachadas logo na fase de projeto.

Os fatores que impedem a implementação de aspectos de manutenibilidade na seleção de materiais de construção, conforme levantado na literatura por Kanniyapan *et al.* (2015), são:

- a) Falta de informações sobre critérios de manutenibilidade para a seleção de material de construção;
- b) Incerteza na responsabilidade pelos trabalhos finais;
- c) Preocupação com o ambiente;
- d) Restrição do código de construção;
- e) Falta de ferramentas e dados para comprar alternativas de materiais;
- f) Percepção de custo extra e tempo incorrido;
- g) Esteticamente menos agradável;
- h) Disponibilidade limitada e confiabilidade dos fornecedores;
- i) Baixa flexibilidade;
- j) Relutância em mudar a forma convencional de especificação.

3.2.4 Projeto arquitetônico e detalhamento de construção adequados

O projeto arquitetônico e o detalhamento de construção adequados podem ajudar a minimizar a ocorrência de defeitos e reduzir a necessidade de intervenções de manutenção. As principais preocupações incluem ter um detalhamento cuidadoso para evitar manchas, penetração de água e deterioração prematura, bem como permitir métodos simples de manutenção e substituição de elementos. As principais considerações incluem (BCA, 2019):

- a) Detalhamento adequado e eficaz para reduzir o impacto do clima;
- b) O projeto permite métodos de manutenção simples, como verificações de diagnóstico fáceis, instalação e desmontagem/montagem de componentes;
- c) Considerar a padronização e *layout* modular de componentes, e o uso de materiais/componentes pré-fabricados

Neste contexto, Chew, Conejos e Azril (2019), formularam diretrizes de DFM para ajudar clientes, projetistas e empreiteiros, fornecendo uma referência suplementar durante o projeto, instalação e manutenção de áreas verdes (VGSs) em fachadas de edifícios altos localizados em regiões tropicais, visto que a incorporação deste sistema cria novos desafios operacionais e de manutenção.

Hassanain, Fatayer, Al-Hammad (2016) e Hassanain, Fatayer, Al-Hammad (2015), apresentaram um conjunto de *checklists* de revisão de projetos de manutenibilidade para reduzir a ocorrência de defeitos identificados, respectivamente, nos sistemas de abastecimento de água e drenagem, e nos sistemas elétricos. Tais

checklists são disponíveis aos projetistas em 60% e 90% da etapa de conclusão do projeto. Ou seja, na fase de desenvolvimento do projeto (60%) e na fase do documento de construção (90%).

3.3 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Existem diversas definições para a Modelagem da Informação da Construção. Dentre elas, cabe destacar a apresentada por EUBIM (2017, p.4) que conceitua o BIM como:

Uma forma digital de construção e operações de ativos. Ele reúne tecnologia, melhorias de processo e informações digitais para melhorar radicalmente os resultados de clientes e projetos e operações de ativos. O BIM é um facilitador estratégico para melhorar a tomada de decisões para edifícios e ativos de infraestrutura pública em todo o ciclo de vida. Aplica-se a novos projetos de construção; e, fundamentalmente, o BIM apoia a renovação, a remodelação e a manutenção do ambiente construído - a maior parte do setor.

Ainda, segundo o *National Institute of Building Sciences* (NIBS, 2007), o BIM pode ser classificado de três formas: (a) como um produto ou uma representação digital sobre uma determinada edificação; (b) como um processo de forma colaborativa e integrada, e (c) como um sistema para gerenciamento de *facilities* do ciclo de vida da edificação.

Em relação ao BIM como sistema para gerenciamento de *facilities*, Edirisinghe *et al.* (2017) identificaram as principais áreas de pesquisa neste aspecto: realização de valor, planejamento estratégico, liderança interna e gestão do conhecimento, compras, FM, áreas de aplicação específicas, técnicas de captura de dados, interoperabilidade, colaboração e gestão do conhecimento FM.

As atividades de FM e os processos de tomada de decisão relacionados envolvem um número muito grande de dados, logo é fundamental ter acesso às informações em tempo real para tornar a manutenção da instalação mais viável e eficiente (GOLABCHI; AKULA; KAMAT, 2013). O BIM relaciona-se a este contexto, pois seu uso para o gerenciamento de instalações tem como objetivo principal possibilitar o aproveitamento dos dados das instalações por meio do seu ciclo de vida, para propiciar ambientes de trabalho seguros, saudáveis e eficientes (GSA, 2011).

O BIM, portanto, pode ser utilizado para gerenciamento de dados, visto que tem a capacidade de transportar informações gráficas e não gráficas sobre todos os aspectos do projeto, desde requisitos gerais até o FM (WEYGANT, 2011). Em outras palavras, o BIM oferece suporte ao compartilhamento das informações produzidas no decorrer do ciclo de vida do edifício (Eastman *et al.*, 2014).

Um conceito central do procedimento de um plano de execução BIM, é identificar os usos apropriados, a partir dos possíveis usos finais das informações no modelo, de forma a constatar aquelas que devem ser suportadas por processos anteriores no ciclo de vida do projeto. Assim, a equipe centra-se em detectar dados reutilizáveis do projeto e trocas importantes de informações (CIC, 2011).

Logo, um modelo de construção atualizado com todas as informações das instalações figura-se como uma fonte precisa de referências sobre o modo de construção dos espaços e sistemas, bem como um *start* para o gerenciamento e a operação da construção (EASTMAN *et al.*, 2014).

Os benefícios da adoção do BIM na gestão de *facilities*, como descrito por Kassem *et al.* (2015), podem ser exemplificados pela:

- a) Melhoria dos processos e da precisão dos dados,
- b) Aumento da eficiência na execução das ordens de trabalhos – OR's (uma vez que o BIM possui um ambiente visual e rico em informações através do modelo 3D integrado),
- c) Melhoria do acesso aos dados, já que podem ser encontrados no modelo BIM,
- d) Aumento da eficiência na criação de plantas, elevações e visualizações a partir de um modelo integrado,
- e) Capacidade de anexar dados legais e de garantias com a possibilidade de extrair esses dados do modelo,
- f) O potencial para identificar espaços e emitir relatórios de falhas precisos através da consulta ao modelo, e
- g) A capacidade de executar projetos de reforma em um ambiente 3D.

O BIM tem sido um catalisador para mudanças de processo na indústria de construção no que diz respeito a tomada de decisão antecipada e na identificação da necessidade de informações mais precisas e exatas ao longo do processo de projeto e construção (Love *et al.*, 2014 *apud* Mayo; Issa, 2016).

Em outro aspecto, Ruschel, Andrade e Moraes (2013) concluíram que nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil, no contexto nacional, o paradigma BIM vinha

sendo implantado de maneira gradual e de forma pouco efetiva, ou seja, ainda abrangia o nível de competência introdutório e intermediário, com ênfase na modelagem paramétrica, nas simulações 4D e geração de estimativas de custo. Mas, nos últimos 10 anos, mudanças neste aspecto já podem ser observadas. O projeto Rede de Células BIM, por exemplo, criado pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), é uma iniciativa que visa a curto, médio e longo prazos promover a difusão da tecnologia BIM nos cursos da indústria da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação). Essa iniciativa provém do decreto presidencial 10.306, de 2 de abril de 2020, que estabelece a adoção do BIM nas obras públicas de engenharia, no âmbito da estratégia BIM BR (Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019).

3.3.1 Tecnologias no contexto da manutenção

Melhores práticas e tecnologias são necessárias para a transferência de informações entre as fases do ciclo de vida da edificação e para implementar melhor as regras de DFM (Liu; Issa 2014). A intervenção de projeto necessária para a adoção da tecnologia é influenciada pelos designers, que devem discutir os resultados da manutenibilidade com os desenvolvedores e o pessoal da FM para entender a camada de tecnologia (BCA, 2019).

O BIM figura-se como uma inovação no processo de projeto de edificações, e é discutida na literatura, em alguns casos associada à outras tecnologias, sobre três perspectivas identificadas, referentes à manutenção: tomada de decisão antecipada; contribuição para troca de informações e colaboração dos intervenientes; e qualidade das informações e modelos.

Para a tomada de decisão mais bem informada durante a fase de projeto focada na manutenibilidade do edifício, foi sugerido por Khalek *et al.* (2019) um método de visualização híbrido BIM-RA (Realidade Aumentada). No método em questão, o usuário explora inicialmente o espaço em uma tela de computador, localiza as áreas de interesse e em sequência faz uso da RA para verificar se as áreas possuem problemas de manutenibilidade ou não. Um desses problemas é o acesso de manutenção, que também pode ser verificado na fase de projeto pela ferramenta complementar para software de projeto BIM (Revit Add-In) desenvolvida por Liu e Issa

(2014). Logo, esse suplemento ajuda os gerentes de instalações a antecipar e resolver problemas relativos ao acesso de manutenção.

O BIM também pode ser adotado como ambiente de troca de dados entre as partes do projeto, como o *framework* proposto por Marzouk e Hanafi (2022), que integra as técnicas de BIM e *Business Intelligence* (BI) na forma de um *dashboard* interativo, o que permite aos projetistas e engenheiros ter *insights* para mudar alguns aspectos de seu projeto para melhorar os resultados da avaliação de manutenibilidade. Ou seja, contribui tanto para a tomada de decisão de manutenibilidade antecipada pelo projetista, como com a colaboração entre os projetistas das diversas disciplinas de projeto.

Já Liu e Issa (2016) propuseram um banco de dados geral de conhecimento de manutenção de instalações, que pode ser implementado em uma biblioteca BIM acessível a designers, para alimentar as fases anteriores de projetos futuros. Na fase de operação e manutenção, se encontrado algum problema referente à manutenibilidade, o mesmo será analisado para determinar se é específico do projeto ou de conhecimento geral, onde, neste caso, será compartilhado no banco de dados BIM-FM como referência para futuros projetos. Logo, este banco de dados pode ser uma solução para ajudar na colaboração dos intervenientes da fase de projeto, e, conseqüentemente, na consideração da manutenibilidade nesta etapa.

O *framework* de RA com reconhecimento de localização para gerenciamento de manutenção de instalações (FMM), com BIM como fonte de dados, RA para interação entre os usuários, e instalação de impressão digital Wi-Fi para fornecer informações de localização em tempo real, desenvolvido por Chen *et al.* (2019), visa melhorar a eficiência da colaboração para FMM. Embora, diferente dos demais trabalhos, este destina-se a etapa de uso e operação, seu conteúdo é pertinente neste contexto tendo em vista o uso do BIM como fonte de dados, o que ressalta a importância da qualidade das informações de projeto para sua alimentação.

A qualidade dos modelos BIM e das informações são, portanto, fundamentais para a FM, assim o *framework* fornecido por Zadeh *et al.* (2017) permite que os usuários caracterizem sistematicamente a dimensão da Qualidade da Informação (QI) (integridade, precisão, redundância, boa formação e compreensibilidade), e avaliem o QI dos BIMs em diferentes estágios do projeto com relação aos requisitos do proprietário.

Além disso, o uso no BIM em FM exige que sejam fornecidos mais detalhes em termos de sua necessidade de entregas de informações específicas. Então, uma lista gerenciável, base para planejamento interno para operacionalizar o modelo BIM e a documentação de encerramento, que recomenda o tipo de produtos, um formato para as entregas e uma sugestão de matriz para iniciar o processo de planejamento interno para as entregas necessárias, são fornecidas por Mayo e Issa (2016).

Ainda, Borrelli e Sheer (2022) apresentam uma estrutura de requisitos que pode ser usada para gerar modelos adequados ao uso no gerenciamento da manutenção e operação de edifícios. No processo BIM-FM apresentado como sugestão pelos autores, a verificação das informações de entrada e da qualidade BIM é necessária para classificar e construir um banco de dados de referência para o gestor de instalações, para que ele identifique os problemas de manutenção existentes.

Uma abordagem em três níveis (verificação da estrutura do modelo, verificação do conteúdo do modelo e revisão de conformidade do projeto) para verificação de conformidade baseada em modelo foi desenvolvida a partir das descobertas e consultas dos modelos identificados por Burak Cavka; Staub-French; Poirier (2018). Os níveis de conformidade identificados sugerem caminhos para aumentar consideravelmente a eficiência e eficácia do projeto e revisão do BIM pelos proprietários para melhorar a qualidade de uma instalação e a infraestrutura de informações de suporte para garantir a execução e manutenção correta.

4 MÉTODO DE PESQUISA

Esta seção apresenta os principais conceitos associados ao método de pesquisa adotado para o estudo, bem como sua forma de operacionalização e condução.

4.1 ESTRATÉGIA E DELINEAMENTO DA PESQUISA

A classificação de uma pesquisa, segundo Gil (2019), é uma atividade importante, visto que ela torna possível reconhecer as semelhanças e diferenças entre as diversas modalidades de pesquisa, atestando, ou não, sua aplicabilidade na solução de problemas propostos. Ademais, ela confere maior racionalidade às etapas requeridas para execução do estudo.

Dado que existem diferentes critérios para se classificar uma pesquisa, adotou-se para tal, neste trabalho, a classificação conforme o método empregado (Gil, 2019). Considerando que nem sempre os métodos tradicionais trazem uma contribuição adequada para aperfeiçoar os processos das organizações, conforme discutido em Platts (1993 *apud* Lacerda *et al.*, 2013), e dado que o objetivo desta pesquisa é apresentar um conjunto de diretrizes aplicáveis por profissionais, a estratégia escolhida foi o método contemporâneo *Design Science Research* (DSR).

A DSR tem como principal característica obter, para problemas específicos, uma solução satisfatória e passível de generalização, de forma a permitir a aplicação do conhecimento gerado por outros pesquisadores e profissionais (Dresh; Lacerda; Antunes Jr., 2015). Trata-se de um método que estabelece e operacionaliza a pesquisa quando o objetivo desejado é um artefato ou uma recomendação (Dresh; Lacerda; Antunes Jr., 2015). O design de artefatos, além de solucionar os problemas, também avalia o que foi projetado ou o que está em funcionamento e comunica os resultados (Çagdas; Stubkjær, 2011 *apud* Dresh; Lacerda; Antunes Jr., 2015).

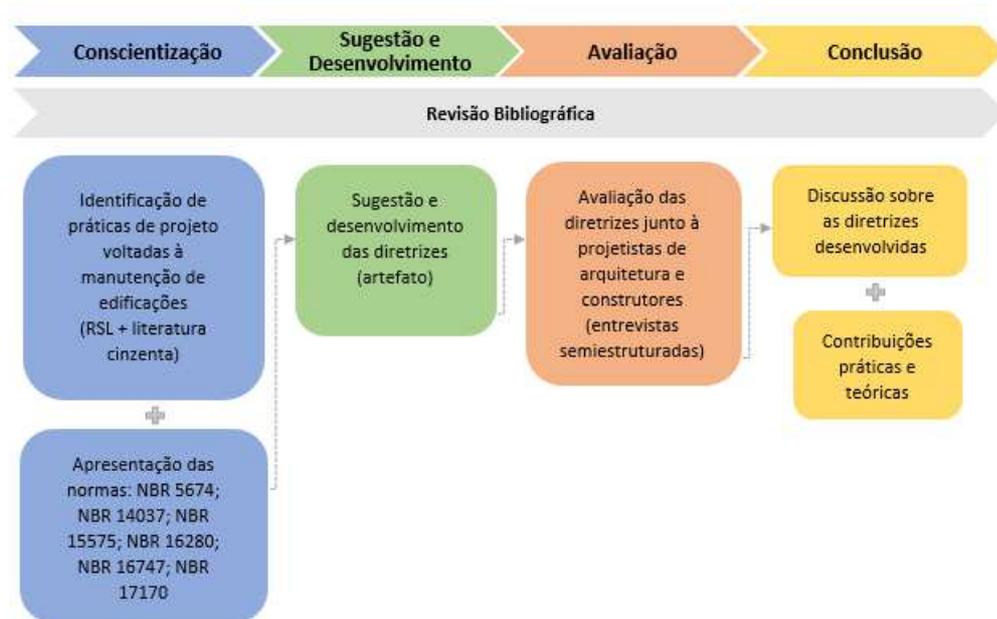
O termo artefato é definido por Simon (1996 *apud* LACERDA *et al.*, 2013) como a organização dos componentes do ambiente interno visando alcançar objetivos em um ambiente externo. Os artefatos devem pertencer a uma das 4 categorias existentes, sendo elas: constructos, modelo, método e instanciações. Os constructos consistem na elaboração de conceitos técnicos, usados para descrever problemas e soluções. Quando mais de um conceito é elaborado e eles são relacionados, o artefato

passa a pertencer a categoria modelo. O método, por sua vez, funciona como um conjunto de passos a serem seguidos para que determinada solução seja atingida. Um método aborda de forma intrínseca constructos e modelos para que as soluções sejam apresentadas. A categoria instanciações, é a realização de um ou mais artefatos em seu ambiente, seja ele constructo, modelo ou método, em determinada situação e qual será o resultado. Nela, também se valida o artefato elaborado (March; Smith, 1995). Além dessas categorias, Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015) apontam as *Design Propositions* como um artefato da DSR. Segundo esses autores, elas são contribuições teóricas que podem ser propostas por meio da aplicação da DSR. Ou seja, correspondem a um *template* genérico que pode ser utilizado para o desenvolvimento de soluções para uma determinada classe de problemas. Como esta pesquisa busca desenvolver diretrizes aplicáveis em Projetos para Manutenção de edificações habitacionais, considera-se que seu artefato pertence à categoria de método (March; Smith, 1995).

Existem diferentes formas de se conduzir uma pesquisa baseada na estratégia de *Design Science Research* como apresentado em Lacerda *et al.* (2013). Para este trabalho, selecionou-se o modelo de Takeda *et al.* (1990). Um ciclo de uma pesquisa dividido em cinco subprocessos: conscientização, sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão, é proposto pelos autores para resolução de problemas. Cada subprocesso é considerado como uma etapa do método desta pesquisa (Takeda *et al.*, 1990; Lacerda *et al.*, 2013).

A Figura 9 apresenta o delineamento da presente pesquisa baseado nas 5 etapas do estudo de Takeda *et al.* (1990), e são detalhadas nas seções a seguir.

Figura 9 – Esquemática do delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.2 ETAPA 1 – CONSCIENTIZAÇÃO

É na etapa de conscientização que o problema de pesquisa é identificado e formalizado, bem como o ambiente externo e as soluções satisfatórias (Lacerda *et al.*, 2013).

A conscientização desta pesquisa foi realizada através de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), visando evitar viés e aumentar as chances de localizar os estudos de maior relevância sobre o tema (Dresch; Lacerda; Antunes Jr., 2015). A RSL é um tipo de pesquisa bibliográfica que esclarece o problema colocado; mapeia pesquisas anteriores; avalia de forma crítica e sistemática os resultados, reunindo-os em uma declaração coerente (síntese); e estabelece as evidências obtidas. Espera-se ainda que os métodos de investigação sejam explicados e justificados (Gough; Oliver; Thomas, 2012).

Assim sendo, nesta dissertação, foi realizada uma RSL objetivando identificar, em diferentes contextos e locais, práticas de projeto voltadas à manutenção de edificações. Em complemento a RSL, foram acrescentados outros trabalhos obtidos por meio da Literatura Cinzenta. Esta é constituída de artigos elegíveis, que podem não ter sido recuperados pelas buscas, mas são obtidos pela verificação das

referências bibliográficas dos estudos selecionados na revisão, ou por meio de buscas prévias (BRASIL, 2021).

Um estudo das principais normas brasileiras correlatas à temática de manutenção de edificações também foi conduzido para a conscientização da pesquisa, conforme apresentado no item 2.2 deste trabalho. Além disso, uma revisão bibliográfica acompanha todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa.

4.3 ETAPA 2 - SUGESTÃO E DESENVOLVIMENTO

Após a identificação do problema a ser solucionado, parte-se para a etapa de sugestão. Nela, faz-se uso da criatividade e do conhecimento que o autor possui para sugerir uma, ou mais, alternativas de artefato a serem desenvolvidos para solucionar o problema encontrado (Manson, 2006 *apud* Lacerda *et al.*, 2013). A partir da sugestão, elegem-se os elementos norteadores do artefato, para seu sequente desenvolvimento (Dresh; Lacerda; Antunes Jr., 2015).

A conscientização desta pesquisa revelou a necessidade de se considerar a manutenção ao longo do processo de projeto. Por isso, foi sugerido um artefato que contribuísse com a tomada de decisão dos projetistas e, conseqüentemente, com a manutenibilidade na fase de uso e operação. Tal artefato consiste na elaboração de diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais.

4.4 ETAPA 3- AVALIAÇÃO

Na terceira etapa, o artefato passa por uma avaliação crítica (Dresh; Lacerda; Antunes Jr., 2015). Ou seja, passa por um processo rigoroso de verificação do comportamento no ambiente para o qual foi projetado, em relação às soluções que se pretendem alcançar (Lacerda *et al.*, 2013).

A etapa de avaliação do presente estudo consiste na avaliação das diretrizes desenvolvidas por 3 projetistas de arquitetura e 3 dirigentes de empresas construtoras, com obras de edificações habitacionais multifamiliares no município de Juiz de Fora (MG).

Para execução desta avaliação utilizou-se de entrevistas, pois, entre as técnicas de interrogação, é a que apresenta maior flexibilidade (Gil, 2019). Tais entrevistas seguiram um processo semiestruturado, ou seja, foram guiadas por

relação de pontos de interesse explorados pelo entrevistador ao longo de seu curso (Gil, 2019). Estes pontos de interesse constituem-se nas diretrizes propostas.

O instrumento de apoio à entrevista (Apêndice B), foi estruturado em sete blocos temáticos: (i) informações iniciais; (ii) diretrizes gerais, (iii) diretrizes para os sistemas de piso; (iv) diretrizes para os sistemas de vedações verticais; (v) diretrizes para os sistemas de cobertura; (vi) diretrizes para os sistemas hidrossanitários; (vii) diretrizes de tecnologias de informação.

No Bloco 1, além das informações de identificação e contato (não divulgadas neste trabalho), foi solicitado ao profissional o preenchimento de sua formação/cargo, tempo de experiência e indicação do seu nível de conhecimento sobre manutenção de edificações (superficial, básico ou alto). Durante a entrevista ainda foi questionado o padrão de construção.

Nos demais Blocos, foi solicitado ao entrevistado, indicar, para cada diretriz, conforme sua percepção e experiência profissional, seu grau de importância, conforme escala *likert*, variando de muito importante (1) a sem importância (5), e se é aplicável (1) ou não (2) ao processo de projeto de edificações habitacionais.

A avaliação também se deu pela análise qualitativa dos resultados das entrevistas, em que se pretende identificar as facilidades e barreiras na consideração da manutenibilidade durante o processo de projeto de edificações habitacionais, frente ao cenário em que profissionais e empresas se inserem. Por isso, ao longo do preenchimento do questionário, também foi solicitado aos profissionais, sempre que possível, justificar suas escolhas.

Por determinação legal, conforme Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, as pesquisas envolvendo investigações com seres humanos devem ser submetidas à avaliação para aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP). Logo, o protocolo desta pesquisa foi submetido, via Plataforma Brasil, ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFJF, sendo aprovado pelo mesmo, conforme Anexo A.

4.5 ETAPA 4 - CONCLUSÃO

Por fim, a última etapa, de conclusão, compreende a formalização geral de todo processo e sua comunicação às comunidades acadêmicas e de profissionais (Lacerda *et al.*, 2013).

Após a finalização de defesa da dissertação, a mesma será disponibilizada para acesso livre a toda comunidade acadêmica. Pretende-se também publicar os resultados obtidos, em artigo, no âmbito nacional, para maior disseminação deste conhecimento entre os pesquisadores. Bem como fornecer aos projetistas e construtores participantes, o relatório da pesquisa contendo a compilação final das diretrizes propostas, a fim de facilitar sua aplicação em futuros projetos.

5 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos segundo as etapas estabelecidas.

5.1 CONSCIENTIZAÇÃO

A Revisão Sistemática de Literatura, foi conduzida seguindo uma sequência metodológica bem definida, fundamentada em três etapas, conforme descrito em Munzlinger, Narcizo e Queiroz (2012): planejamento e formalização, execução e, sumarização.

5.1.1 Planejamento e Formalização

Nesta primeira etapa se identifica a necessidade do estudo, por meio da escolha do tema e do problema; a execução dos estudos primários, ou seja, da introdução, definição do problema, objetivo, questões de pesquisa e identificação das palavras-chave e; por fim, a criação do protocolo de estudo. Este é fundamental à formalização da pesquisa, visto que norteia a condução do levantamento bibliográfico de forma sistemática e passível de reprodução. Ele inclui a redação dos estudos primários, definição dos critérios de seleção e da base de dados (Munzlinger; Narcizo; Queiroz, 2012).

Dessa forma, o primeiro passo foi identificar o problema de pesquisa, “Quais considerações os projetistas de edificações precisam seguir para elaborar um projeto adequado à manutenibilidade na fase de uso e operação da edificação?”, esclarecido no tópico introdutório. Então, foi definido o protocolo de estudo para a realização da RSL, conforme Quadro 2.

Segundo o objetivo de levantar as discussões em torno da consideração de requisitos de manutenção no processo de projeto de edificações habitacionais, foi adotado como base de dados o Scopus. Sua escolha se deu pela sua abrangência internacional e multidisciplinariedade.

A questão que norteou essa pesquisa foi: “Qual o estado da arte referente aos trabalhos acadêmicos e científicos que abordem a necessidade e/ou a consideração da manutenção desde o início do processo de projeto?”.

Por meio de uma pesquisa bibliográfica prévia foram identificadas as palavras-chave. A partir das quais, buscas iniciais foram realizadas com os termos individualmente, obtendo um quantitativo expressivo e inviável de análise. Ademais, observou-se a ocorrência de muitos trabalhos que não se referiam ao tema abordado nesta pesquisa. Por isso, foram definidos os termos “*building*”, “*design for maintenance*” e “*design for maintainability*”, visando formar *strings* para as buscas. Duas *strings* compostas se mostraram viáveis de análise: (“*Design for Maintainability*”) AND (*building*), e (“*Design for Maintenance*”) AND (*building*), a partir das quais as buscas foram realizadas (buscas em todos os campos, conduzidas em fevereiro de 2022 e atualizadas em dezembro de 2023).

Os critérios de inclusão foram: artigos de periódicos, publicados nos últimos 10 anos, a fim de assegurar a atualidade dos resultados, nos idiomas inglês e português. Também foram definidos os critérios de exclusão das fontes encontradas: artigos duplicados, entre as *strings* ou na mesma *string* de busca; a partir da leitura dos títulos, resumos e textos completo, excluindo aqueles que não há aderência ao escopo da pesquisa; e exclusão dos trabalhos cujo acesso ao texto completo esteja indisponível.

Quadro 2 – Protocolo de pesquisa

Objetivo	Levantar as discussões em torno da consideração de requisitos de manutenção no processo de projeto de edificações.
Questão de pesquisa	Qual o estado da arte referente aos trabalhos acadêmicos e científicos que abordem a necessidade e/ou a consideração da manutenção desde o processo de projeto?
Base de dados	Scopus
Palavras-chave	<ul style="list-style-type: none"> a) Projeto para Manutenção/<i>Design for maintenance</i> b) Projeto para manutenibilidade/<i>design for maintainability</i> c) Manutenção de edificações/<i>building maintenance</i> d) Manutenção de edificações habitacionais/<i>residential building maintenance</i> e) Processo de projeto/<i>building design</i> f) Gestão de Instalações/<i>Facilities Management</i>
Critérios de inclusão	<ul style="list-style-type: none"> a) Publicado nos últimos 10 anos (2013 a 2023) b) Artigos de periódicos c) Idioma inglês e Português
Critérios de exclusão	<ul style="list-style-type: none"> a) Artigos duplicados b) Título sem aderência ao escopo c) Resumo sem aderência ao escopo d) Texto completo sem aderência ao escopo e) Texto completo indisponível

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.1.2 Execução

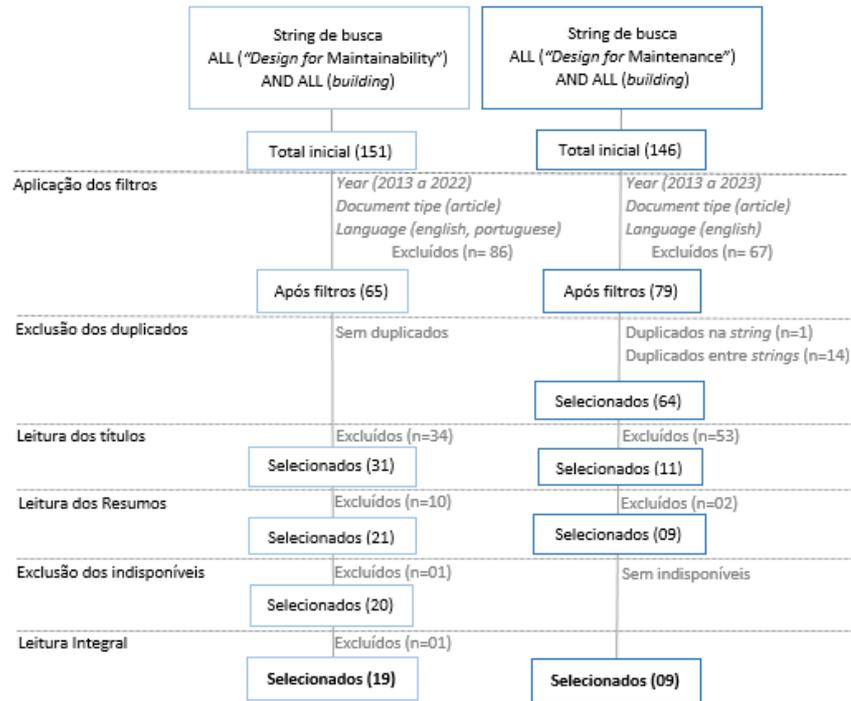
A segunda etapa se refere à execução da pesquisa segundo o protocolo de estudo (Munzlinger; Narcizo; Queiroz, 2012).

Dessa forma, a etapa inicial de buscas retornou para a *string* (“*Design for Maintainability*”) AND (*building*) 151 estudos e, 146 para a *string* (“*Design for Maintenance*”) AND (*building*). Desses, após aplicação dos filtros, 15 foram excluídos por estarem duplicados. Em sequência, como uma análise inicial, os títulos e resumos foram lidos. Destes, 90 trabalhos, cujos títulos não apresentavam ao menos uma das palavras-chave, *maintenance*, *maintenability* ou *facilities management*, foram excluídos. Assim como 12 artigos em que os resumos não se referiam a abordagem da manutenção de edificações durante o processo de projeto. Em sequência, apenas 1 artigo foi desconsiderado por estar indisponível para download (acesso aberto), e que não pode ser recuperado em outra plataforma de publicação. Então, a partir da leitura completa dos 29 trabalhos, 28 foram selecionados por apresentarem relação ao objetivo da pesquisa. A Figura 10 apresenta a Revisão Sistemática de Literatura, com base nas duas buscas realizadas.

As buscas para atualização, em dezembro de 2023, retornaram para a *string* (“*Design for Maintainability*”) AND (*building*) 182 estudos e, 160 para a *string* (“*Design for Maintenance*”) AND (*building*). Após aplicação dos filtros, 31 trabalhos foram excluídos por estarem duplicados com a primeira busca conduzida em fevereiro de 2022. Em sequência, como uma análise inicial, os títulos e resumos foram lidos. Destes, 15 trabalhos, cujos títulos não apresentavam ao menos uma das palavras-chave, *maintenance*, *maintenability* ou *Facilities Management*, foram excluídos. Assim como 08 artigos em que os resumos não se referiam a abordagem da manutenção de edificações durante o processo de projeto. Então, a partir da leitura completa dos 03 trabalhos, 01 foi selecionado por apresentar relação ao objetivo da pesquisa. A Figura 11 apresenta a atualização da Revisão Sistemática de Literatura, com base nas duas buscas realizadas.

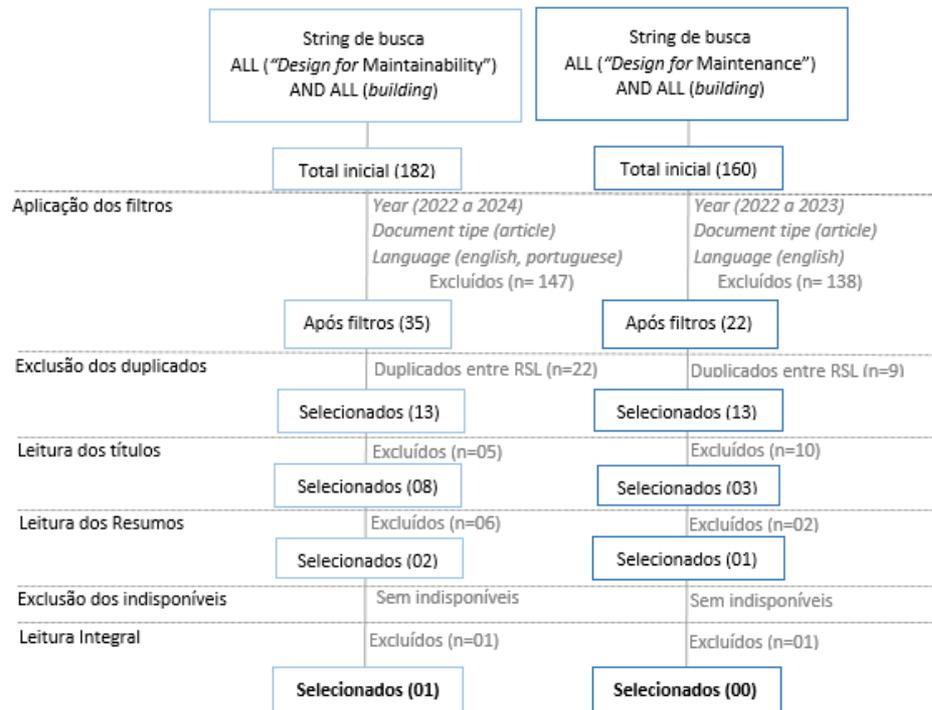
Portanto, ao todo, **29 trabalhos** foram selecionados para a sumarização.

Figura 10 – Fluxograma de Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 11 – Fluxograma da Revisão Sistemática da Literatura (atualização)



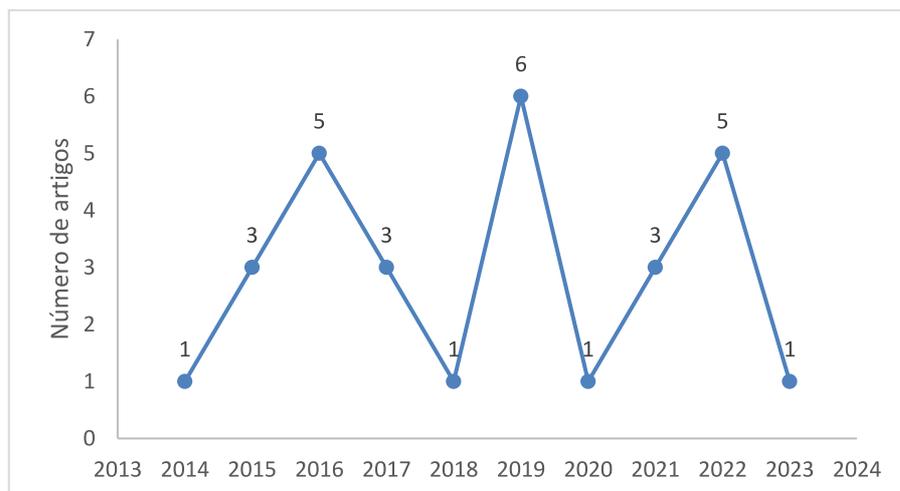
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.1.3 Sumarização

Por fim, na terceira etapa, resumem-se os dados coletados a partir da leitura e interpretação das publicações selecionadas para o estudo (Munzlinger; Narcizo; Queiroz, 2012). Logo, alguns aspectos podem ser observados a partir da análise dos trabalhos da RSL, conforme discutido a seguir.

A distribuição anual, considerando o recorte temporal adotado (2013 a 2023), dos artigos analisados é apresentada no Gráfico 1. O número de publicações varia de 1 a 5 entre 2014 e 2018, e de 1 a 6 entre 2019 e 2023, não apresentando publicações datadas de 2013. Nota-se, portanto, uma não estabilidade nos resultados, com aumentos e quedas no decorrer do período. No entanto, é possível dizer que o tema permanece em discussão com o decorrer do tempo.

Gráfico 1 – Distribuição anual dos trabalhos selecionados pela RSL



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os artigos selecionados foram publicados em 17 periódicos distintos. No entanto, em torno de 62% deles foram publicados nos periódicos: *Journal of Performance of Constructed Facilities* (5), *Facilities* (4), *Journal Teknologi* (3), *American Society of Civil Engineers* (2), *Journal of Building Engineering* (2) e *International Journal of Building Pathology and Adaptation* (2), o que ressalta a relevância dos mesmos para a divulgação de pesquisas acerca da manutenibilidade de edificações, principalmente os dois primeiros.

Os demais periódicos contribuíram com 1 artigo cada, sendo eles: *Built Environment Project and Asset Management*, *Journal of Facilities Management*,

Journal of engineering design and technology, buildings, building and environment, building research & information, advances in civil engineering, architectural engineering and design management, international journal of building pathology and adaptation, journal of information technology in construction, advanced engineering informatics, engineering, construction and architectural management.

A origem das pesquisas (país ou região) foi listada a partir da identificação do local de condução dos estudos, ou, quando não possível neste caso, quanto ao local de filiação dos autores. A distribuição dos artigos pode ser observada no mapa da Figura 12. Entre os países/regiões, a Malásia esteve envolvida em 6 artigos, sendo o principal país de onde provém as pesquisas de DFM. Em sequência, destaca-se Singapura e os Estados Unidos da América (USA), com 5 artigos cada. Dos 5 trabalhos de origem dos USA, 4 são referentes ao uso do BIM e tecnologias no contexto da manutenção, sendo o principal contribuinte nesta temática. Malásia, Singapura, USA e Arábia Saudita, apresentaram, juntos, aproximadamente 59% da cobertura das publicações.

Figura 12 – Distribuição geográfica dos trabalhos selecionados pela RSL



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Também é possível observar que os estudos foram conduzidos em países desenvolvidos, assim como em países emergentes, indicando que a temática de DFM é de interesse comum. Ainda cabe destacar a inexistência, nesta RSL, de estudos com origem nos países da América do Sul, ressaltando a necessidade da realização de pesquisas da temática nestes contextos, o que inclui o Brasil. Por esta razão a

Literatura Cinzenta e Revisão Bibliográfica foram empregadas em complemento à RSL, de forma a verificar o estado da arte da temática no contexto nacional.

Este estudo ainda identificou 14 pesquisadores com autoria em mais de um artigo. Logo, para obter a contribuição discriminada destes autores nos trabalhos com múltipla autoria, foi adotada a fórmula proposta por Howard *et al.* (1987), conforme Equação (1).

$$Pontuação = \frac{1.5^{n-i}}{\sum_{i=1}^n 1.5^{n-i}} \quad (1)$$

Onde, n é o número de autores e i é a ordem do autor específico. Logo, a fórmula indica que a contribuição do primeiro autor é maior que a do segundo autor, a contribuição deste é maior que a do terceiro, e assim por diante. A matriz de pontuação detalhada dos autores pode ser vista na Tabela 1, considerando que cada artigo tem pontuação de um ponto.

Tabela 1 – Matriz de pontuação para artigos com múltiplos autores

Número de autores	Ordem do autor específico						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	–	–	–	–	–	–
2	0,6	0,4	–	–	–	–	–
3	0,47	0,32	0,21	–	–	–	–
4	0,42	0,28	0,18	0,12	–	–	–
5	0,38	0,26	0,17	0,11	0,08	–	–
6	0,36	0,24	0,16	0,108	0,07	0,05	–
7	0,35	0,26	0,157	0,105	0,0699	0,0466	0,03

Fonte: Adaptado de Zhu, Shan e Whang (2018).

A partir da matriz apresentada é possível calcular a pontuação de um determinado autor com coautoria, conforme apresentado na Tabela 2. Chew, M. Y. L. da Universidade Nacional de Singapura apresenta a maior pontuação, sendo destaque na autoria de artigos sobre DFM. Seguido de Hassanain, M.A. da *King Fahd University of Petroleum and Minerals* e Liu, R. da *University of Florida*.

As metodologias adotadas para a condução dos estudos dos artigos resultantes da RSL foram relacionadas às definições apresentadas por Gil (2019) e exibidas no Quadro 3.

Tabela 2 – Pontuação dos autores com coautoria

Autor	Artigos	Afiliação	País/Região	Pontuação
Chew M.Y.L	4	National University of Singapore	Singapura	2,08
Hassanain M.A.	3	King Fahd University of Petroleum and Minerals	Arábia Saudita	1,22
Liu R.	2	University of Florida	USA	1,2
Fatayer F.	3	An-Najah National University e King Fahd Univ. of Petroleum and Minerals	Palestina e Arábia Saudita	1,06
Islam R.	2	Universiti Teknologi Malaysia	Malásia	0,83
Issa R.R.A	3	University of Florida	USA	0,8
Conejos S.	2	Singapore University of Social Sciences	Singapura	0,79
Nazifa T.H.	2	Universiti Teknologi Malaysia	Malásia	0,56
Al-Hammad A.-M.	3	King Fahd University of Petroleum and Minerals	Arábia Saudita	0,54
Mohammad I.S.	2	Universiti Teknologi Malaysia	Malásia	0,496
Kanniyapan G.	2	Universiti Teknologi Malaysia	Malásia	0,43
Ganisen S.	2	Universiti Teknologi Malaysia	Malásia	0,41
Mohamed S.F	2	Universiti Teknologi Malaysia	Malásia	0,37
<i>Mohammed A.H</i>	2	Universiti Teknologi Malaysia	Malásia	0,215

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Das pesquisas bibliográficas, duas foram desenvolvidas exclusivamente a partir de Revisões Sistemáticas de Literatura. No entanto, a maioria dos trabalhos selecionados, fazem uso da pesquisa bibliográfica, sobretudo, para fundamentação teórica e coleta de dados necessários às próximas etapas metodológicas. Os estudos de caso e de campo são os mais empregados em conjunto à esta metodologia. Os estudos de campo, valeram-se, principalmente, de questionários, além de pesquisa por meio de seminário e entrevistas. Enquanto que os estudos de caso, pautaram-se, especialmente, em entrevistas, assim como implementação, para validação do estudo, em casos específicos. Profissionais de manutenção, de FM, de design, de construção, e funcionários de hospitais, foram o público alvo dos questionários e/ou entrevistas.

Três dos trabalhos empregaram a pesquisa documental, a partir do uso de documentos de hospitais (estudos de casos) e de padrões normativos globais relacionados aos fatores de manutenção. Ainda, outros dois trabalhos selecionados conduziram experimentos, um comparando as habilidades de identificação de preocupações de design, com Realidade Aumentada ou com BIM em uma tela de computador, com base no mesmo modelo 3D desenvolvido pelos pesquisadores; e

outro comparando a eficácia do método de identificação de sala proposto, baseado em BIM, e visualização com dispositivos de realidade aumentada, com o método tradicional de inspeção e reparo.

Quadro 3 – Método dos artigos da RSL

	Pesquisa Bibliográfica	Pesquisa Documental	Pesquisa experimental	Estudo de campo	Estudo de caso	Outros
Atakul; Ergonul, 2022	x			x		
Conejos; Ubando; Chew, 2022				x		x
Annunen et al., 2022	x				x	
Othman; Kamal, 2022	x			x	x	
Islan et al., 2021	x			x		
Chew, 2021		x		x	x	
Asmone; Chew, 2020					x	x
Islan; Nazifa; Mohamed, 2019	x			x		
Chew; Conejos; Azril, 2019	x				x	
Khalek; Chalhoub; Ayer, 2019			x			
Zhu; Shan; Hwang, 2018	x					
Kalantari et al., 2017				x		
Liu; Issa, 2016				x		
Jaafar; Othman, 2016		x			x	
Hassanain; Fatayer; Al-Hammad, 2016	x			x	x	
De Silva; Ranasinghe; De Silva, 2016	x			x		
Hassanain; Fatayer; Al-Hammad, 2015	x			x	x	
Ganisen et al., 2015	x			x		
Liu; Issa, 2014					x	
Marzouk; Hanafi, 2022	x			x	x	
Store-Valen, 2021	x	x			x	
Khalid et al., 2019	x			x		
Fatayer et al., 2019	x			x		
Chen et al., 2019	x		x			
Zadeh et al., 2017					x	
Edirisinghe et al., 2017	x					
Mayo; Issa, 2016				x		
Kanniyapan et al., 2015				x		
Agyekum et al., 2023	x			x		

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ainda, outras metodologias específicas foram empregadas por alguns dos trabalhos: análise de sensibilidade e *Bayesian Belief Networks* (BBN).

Buscando uma visão ampliada sobre o conteúdo proveniente da RSL e seus desdobramentos, bem como a otimização da sua organização e maior rigor metodológico à pesquisa, o software Iramuteq foi empregado para tratamento dos dados textuais nesta etapa de sumarização.

O Iramuteq é um método informatizado que permite fazer análises estatísticas sobre corpus textuais e matrizes (Camargo; Justo, 2021). Ele apresenta diversas possibilidades de tratamento de dados, contudo, para este trabalho, serão exploradas e discutidas, análise de Similitude e análise pelo Método da Classificação Hierárquica Descendente (CHD), pois permitem identificar a estrutura do conteúdo trabalhado e a contextualização de seu vocabulário, respectivamente.

Inicialmente, faz-se necessário a preparação do corpus textual, que neste caso, foi formado pelo conjunto dos resumos dos 29 artigos da RSL. A organização dos textos seguiu as orientações do tutorial do Iramuteq (Camargo; Justo, 2021) quanto às adequações necessárias, como: inserção de linhas de comando, formatação de palavras e exclusão de caracteres especiais. Observou-se ainda a necessidade de unificar palavras cujos significados são importantes para o contexto. Logo, as expressões destacadas foram: fase de projeto; projeto arquitetônico; gerentes de instalações; projeto para manutenção; capacidade de manutenção; processo de projeto; equipe de design; gestão de instalações; estágio de design; Modelagem da Informação da Construção; gerente de manutenção; profissionais de design; acessibilidade ao projeto para manutenção e; gerenciamento de manutenção da instalação.

Em sequência, o arquivo do corpus foi salvo em formato txt e inserido no Iramuteq para processamento dos dados textuais. Foram gerados os relatórios, obtendo 76,12% de aproveitamento do corpus textual, ou seja, retenção de segmentos de textos, o que atende às orientações de Camargo e Justo (2021), os quais consideram um corpus adequado com 75% ou mais de aproveitamento.

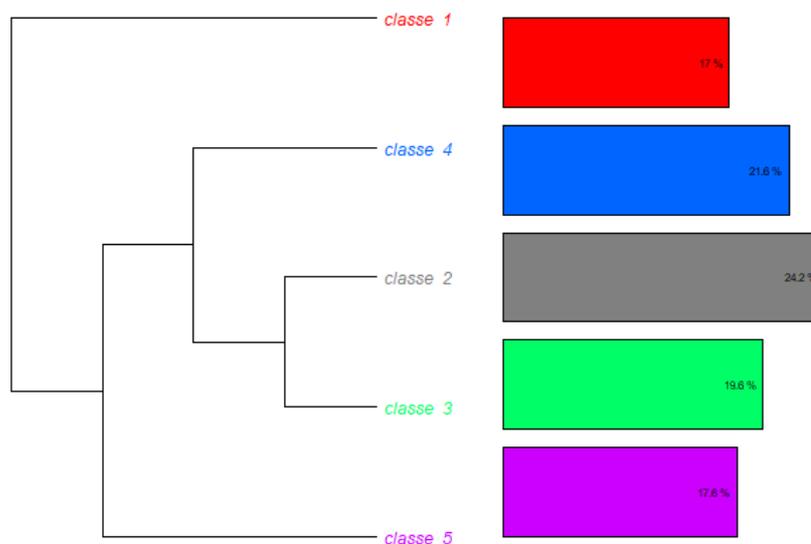
A análise de Similitude fundamenta-se na teoria dos grafos, que identifica as coocorrências entre as formas ativas e indica a relação entre elas. Quanto mais espessa a linha de ligação entre as palavras, maior sua conexão.

A Figura 13, apresenta a árvore de similitude gerada pelo software. Essa representação contém apenas as palavras de maior significância, cujo ponto de corte,

O Método de Classificação Hierárquica Descendente, foi empregado em complemento a análise de similitude de forma a identificar e contextualizar os discursos dos artigos nas temáticas de manutenção e processo de projeto.

O CHD, consiste em um agrupamento, a partir do teste estatístico de associação qui-quadrado, das correlações das formas ativas (palavras). A partir dessas análises o software forma um esquema hierárquico de classes de vocabulários e as relações entre elas, representadas em um dendrograma. Para esta pesquisa o CHD foi realizado a partir da modalidade simples sobre seguimentos de textos, visto que os textos são longos, com média de ocorrência por textos de 251,17 palavras. A Figura 14 ilustra as 5 classes advindas da partição do conteúdo.

Figura 14 – Dendrograma horizontal do CHD



Fonte: Relatório software Iramuteq (2023).

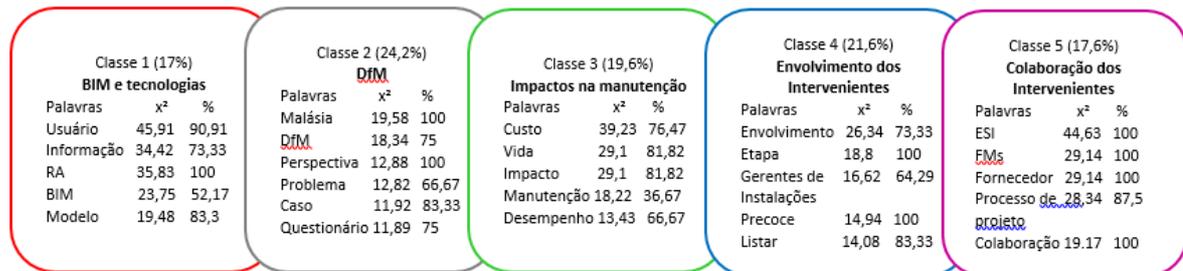
Nota-se que o corpus foi dividido em dois sub-corpora (1ª partição), separando a classe 1 das demais. Em sequência, o maior sub-corpora originou a classe 5 (2ª partição) e, posteriormente, a classe 4 (3ª partição), separada das classes 2 e 3 (4ª partição).

A Figura 15, construída com base no dendrograma vertical do Iramuteq, expõe as classes, bem como as cinco palavras mais significativas de cada uma. A partir das quais, é possível contextualizar, pelo conhecimento prévio do pesquisador, cada classe com os discursos da RSL.

O vocabulário da classe 1, responsável por 17% dos segmentos de textos analisados no corpus, denota o uso do BIM e tecnologias, como a Realidade

Aumentada (RA). Trata-se de um facilitador para usuários dessas tecnologias no contexto da manutenção, em que a qualidade das informações e dos modelos são fundamentais.

Figura 15 – Dendrograma vertical do CHD



Fonte: Adaptado do relatório do software Iramuteq (2023).

A classe 2 (24,2%), caracteriza o *Design for Maintenance* (DFM), suas perspectivas de implementação, sobretudo para mitigação de problemas na fase de manutenção. As palavras “caso” e “questionário”, ressaltam as metodologias empregadas para entendimento do contexto do DFM, principalmente na Malásia.

A terceira classe (19,6%), revela o impacto dos custos da manutenção no ciclo de vida dos edifícios e em seu desempenho. Percebe-se, portanto, que, de fato, as classes 2 e 3 possuem relação direta, visto que a adoção de estratégias de *Design for Maintenance* funcionam como mitigadores dos impactos na manutenção.

Uma dessas estratégias é apontada nas classes 4 e 5: o envolvimento precoce e colaboração dos intervenientes do processo construtivo, como gerentes de instalações (FMs) e fornecedores (ESI), no processo de projeto das edificações. Logo, as palavras das classes 4 e 5, na análise do conteúdo pela presente autora, indicam um contexto muito similar, e poderiam, portanto, constituir apenas uma classe.

No que tange os dados levantados pela RSL, eles têm implicações significativas para as práticas de projeto e manutenção de edificações, principalmente acerca do DFM:

- A consideração de requisitos de manutenção desde o início do processo de projeto é fundamental para a garantia da vida útil e desempenho dos edifícios.
- A distribuição geográfica dos estudos, aponta que países como Malásia, Singapura e EUA estão liderando as pesquisas sobre DFM, o que pode sugerir que essas regiões já reconhecem a importância da manutenibilidade no ciclo

de vida dos edifícios. Por outro lado, a falta de estudos em certas regiões, implica que o desenvolvimento de metodologias e práticas de DFM nessas áreas pode ser limitado e haver uma carência de políticas e diretrizes claras para abordar a manutenibilidade no processo de projeto.

- c) A integração de tecnologias, como o BIM e a Realidade Aumentada, figura-se como uma maneira de transformar a forma como a manutenção é prevista e gerida durante o ciclo de vida de um edifício.
- d) A colaboração entre projetistas e outros intervenientes no início de projeto pode aumentar a eficiência e reduzir os problemas de manutenção no futuro.
- e) A integração dos custos de manutenção no ciclo de vida da edificação pode influenciar significativamente a economia geral do projeto e reduzir custos futuros.

De maneira geral, esta revisão destaca a importância de integrar a manutenção ao processo de projeto, fazendo uso de tecnologias e promovendo a colaboração entre os envolvidos. As lacunas regionais e o impacto econômico indicam que mais esforços são necessários para que sejam adotadas mais amplamente boas práticas de manutenção.

5.2 SUGESTÃO E DESENVOLVIMENTO

Com base na Revisão Sistemática de Literatura desenvolvida, bem como na Revisão Bibliográfica, foram identificadas práticas de projeto voltadas à manutenção de edificações. As práticas pertinentes à criação do artefato foram selecionadas, elencando aquelas aptas a serem incorporadas ao processo de projeto de edificações habitacionais multifamiliares, considerando ainda o contexto do processo construtivo brasileiro.

A partir da seleção realizada, buscou-se as práticas visando atender às considerações de projeto dos princípios F.A.M.E. (apresentadas no item 3.2), de maneira que foram adequadas aos sistemas considerados pela norma brasileira de desempenho.

Em sequência, uma análise das práticas selecionadas foi conduzida, de modo que aquelas consideradas similares foram sintetizadas em uma, sendo esta a que possuía a melhor descrição. Ainda, algumas práticas se relacionavam diretamente a outras e foram inclusas como complemento da mais abrangente.

Após o processo de seleção e análise das práticas, foram desconsideradas aquelas já inclusas no processo de design. Ou seja, as considerações que já são previstas independentemente da manutenibilidade, a exemplo da “documentação de projeto precisa e detalhada (Islan *et al.*, 2021)”.

Assim, tais práticas foram formalizadas como as diretrizes de projeto para manutenção das edificações habitacionais multifamiliares, apresentadas na próxima seção. Elas foram diferenciadas e agrupadas de acordo com os sistemas construtivos apresentados pela norma de desempenho (pisos, vedações verticais, cobertura, hidrossanitários, excetuando-se o sistema estrutural, uma vez que foi abrangido pelas diretrizes gerais), nos casos específicos a esses sistemas, e em diretrizes gerais. Estas referem-se aos apontamentos aplicados a todos os sistemas descritos, incluindo o sistema estrutural. Ainda, apresenta-se diretrizes voltadas ao uso de tecnologias de informação no processo de projeto, pois, como visto na fundamentação teórica, existem alguns recursos existentes disponíveis para serem aplicados ao processo de projeto de forma a favorecer a inclusão dos aspectos de manutenibilidade do edifício pelos projetistas.

5.2.1 Diretrizes Gerais

1) Envolver os profissionais de FM (Gerentes de Manutenção) durante o processo de projeto para considerações na revisão dos projetos (Islan *et al.*, 2021; Islan; Nazifa; Mohamed, 2019; BCA, 2019)

Esta diretriz é importante para que junto ao projetista, os FMs analisem se o projeto esquemático atende aos requisitos esperados, para que assim o projeto possa ser desenvolvido, atendendo às necessidades esperadas para a manutenção do edifício.

Como já abordado na fundamentação teórica, os gestores de manutenção podem contribuir ao longo do processo de projeto, com melhores soluções para problemas de projeto; provisão de espaço adequado para as atividades de manutenção; estimativa de custo de FM; identificação de cronograma mais adequado para implementação do projeto; criação de áreas flexíveis e identificação de seus requisitos de manutenção; análise de produtividade, capacidade de manutenção e sustentabilidade; desenvolvimento de práticas operacionais mais eficazes;

identificação de sistemas de automação aplicáveis; revisão de propostas finais de design sob a ótica operacional (Kalantari *et al.*, 2017).

2) Seleção adequada de materiais (Atakul; Ergonul, 2022):

f) Condições ambientais/climáticas

A adequação dos materiais e componentes de construção exterior às condições ambientais e climáticas é muito importante nas decisões de projeto de arquitetura, tendo em vista que o exterior do edifício está exposto diretamente aos efeitos ambientais e, portanto, é mais vulnerável a defeitos de construção. Além disso, as atividades de manutenção são mais desafiadoras para as partes externas (Atakul; Ergonul, 2022).

Neste sentido, o guia de DFM (BCA, 2019) descreve que devem ser utilizados materiais e acabamentos adequados e resistentes à deterioração e à exposição às intempéries. Por exemplo:

- Use sistemas de pintura que melhorem a proteção contra intempéries e prolonguem o período cíclico necessário para a repintura de fachadas, a exemplo de tintas com propriedades antimanchas e autolimpantes (BCA, 2019);
- Use materiais que não sejam propensos à corrosão ou ferrugem, ou adote separadores para evitar corrosão bimetálica se forem utilizados metais diferentes (BCA, 2019).

g) Disponibilidade

A disponibilidade refere-se a qualquer tipo de objetos ou instrumentos de construção que seja facilmente obtido durante os trabalhos de reparação e substituição do edifício (disponibilidade de materiais, acabamentos, equipamentos de apoio à manutenção) (Ganisen *et al.*, 2015).

Ou seja, a disponibilidade de materiais deve ser considerada durante a fase de projeto para garantir que peças sobressalentes ou materiais alternativos estejam disponíveis no mercado local durante todo o ciclo de vida de um material selecionado (Islan *et al.*, 2021).

h) Desmontabilidade/Separabilidade

A desmontabilidade e separabilidade referem-se, respectivamente, à facilidade de se desmontar e separar o material. Elas diminuem a necessidade de interferência em outros elementos para as atividades de manutenção e, conseqüentemente reduz os custos de reposição.

i) Adequação à intensidade do uso do edifício

Essa consideração é diretamente relacionada à durabilidade dos materiais, uma vez que a seleção de materiais adequados à frequência do uso do edifício, propiciam que os mesmos tenham capacidade de servir ao uso pretendido, sem a necessidade de reparos e manutenção precoce.

3) Considerar no layout de projeto (Atakul; Ergonul, 2022):

a) Disposição de ventilação para espaços internos

Para além dos impactos negativos na saúde dos usuários dos edifícios, as disposições de ventilação deficientes também podem ter um impacto considerável nos materiais e equipamentos de construção em termos de defeitos e avarias. Ainda que os defeitos resultantes possam ser sanados, eles continuarão a se repetir e, portanto, a manutenção recorrente será necessária. Embora a compensação por meio de soluções adicionais de ventilação seja possível, uma quantidade significativa de gastos e esforços será necessária. Assim, os projetistas devem estar cientes dos requisitos de ventilação de acordo com o uso pretendido do edifício e a natureza dos materiais e equipamentos (Atakul; Ergonul, 2022).

b) Adequação da forma/orientação do edifício às condições ambientais e climáticas

A consideração do impacto ambiental na fase de projeto é crucial devido à sua capacidade de acelerar os efeitos adversos sobre a integridade física dos edifícios (Khalid *et al.*, 2019). A localização do edifício, que inclui a forma e a altura, pode influenciar a quantidade de vento e chuva que afeta a superfície do edifício (Jaafar; Othman, 2016). Ainda, uma forma irregular e complexa de um edifício pode dificultar consideravelmente as atividades de manutenção em paredes e janelas externas (Atakul; Ergonul, 2022).

Assim, ao tomar decisões sobre a forma e orientação externa de um edifício, os impactos externos e outros requisitos de manutenção devem ser levados em conta, e o projeto deve evitar o acúmulo de água, umidade, poeira e assim por diante. Portanto, os esforços necessários para a manutenção contínua e os custos consequentes poderiam ser minimizados (Atakul; Ergonul, 2022).

c) Considerações do uso pretendido do edifício

O uso pretendido do edifício é um importante fator de manutenibilidade que deve ser considerado pelos projetistas. Prestar atenção aos requisitos de manutenção específicos, dependendo do uso pretendido do edifício durante o projeto, desempenha

um papel vital na facilitação da função do edifício durante a operação. Depois que o edifício é projetado e ocupado, requer um esforço dispendioso e grande para fazer qualquer intervenção funcional devido a exigências adicionais (Atakul; Ergonul, 2022).

4) Prover acesso fácil e seguro aos elementos, componentes e sistemas construtivos para os profissionais de manutenção (Atakul; Ergonul, 2022; BCA, 2019)

Fornecer espaço adequado ao projetar áreas de serviço predial desempenha um papel significativo na eficiência das práticas de manutenção em termos de proporcionar facilidade de manutenção e um ambiente de trabalho seguro (Atakul; Ergonul, 2022).

Proporcionar fácil acesso, especialmente à parede externa, cobertura, subsolo, serviço e janelas através de uma via de acesso, métodos de acesso permanentes e temporários, e outros acessos a todo o edifício, ajuda na eficiência do trabalho de manutenção (Silva; Ranasinghe, 2010 *apud* Jaafar; Othman, 2016).

5.2.2 Diretrizes para os sistemas de pisos

- 1) Sempre que possível utilizar revestimentos de piso não aderidos, especialmente em locais onde passam tubulação. Sobre os pisos não aderidos deve se fazer uso de rodapés, mata-juntas, e elementos ou componentes de encaixe, visando permitir a remoção e recolocação sem maiores danos (Ceolin, 2017).
- 2) O material da superfície da entrada de automóveis e das paredes deve permitir fácil remoção de manchas de óleo e água, bem como lavagem pesada (BCA, 2019).

5.2.3 Diretrizes para os sistemas de vedações verticais (externas)

- 1) Em fachadas verdes, os elementos estruturais não devem ser cobertos com o VGS (Sistemas Verticais de Vegetação) para facilitar a inspeção periódica (Chew; Conejos; Azril, 2019)
- 2) As plantadeiras ou módulos, em fachadas verdes, devem ser projetados para serem suficientemente profundos para conter a propagação das raízes (Chew; Conejos; Azril, 2019)

As raízes que entram no concreto danificam a camada impermeabilizante. Podem também invadir fissuras superficiais existentes, alargando-as, e ainda levar a algum dano estrutural (Chew; Conejos; Azril, 2019).

- 3) Prever um tubo para fixação de sistema de ancoragem para limpeza e manutenção de superfícies verticais externas. O tubo deve contornar toda edificação e ser fixado no sistema estrutural, próximo ao topo da edificação (Stiegert, 2017).

Logo, as vigas e pilares devem ser dimensionadas considerando também o suporte dessa carga (Stiegert, 2017).

Essa diretriz vem de encontro ao critério de manutenibilidade da norma de desempenho que estabelece a previsão de elementos suportes para fixação de andaimes, balancins ou outro meio que possibilite a realização de manutenções (ABNT, 2024b).

A não consideração da ancoragem ou insuficiente quantidade figura-se como uma deficiência de projeto, que dificulta a manutenção em fachadas e eleva a possibilidade de medidas paliativas em desacordo com o requerido pela NR 18 (Melo Filho, 2009).

- 4) Para telhado embutido ou laje plana, prever acesso seguro ao sistema de ancoragem por meio de calha transitável no topo da edificação e proteção da platibanda de contorno do edifício (Stiegert, 2017).
- 5) Em caso de uso de plataforma de trabalho suspensa, certificar-se (BCA, 2019):
 - a) Haja disposições para fixação da plataforma, bem como pontos de ancoragem (para cordas de segurança e cabos independentes para linhas de vida)
 - b) É possível alcançar todas as partes da fachada;
 - c) As características das fachadas não impedem o funcionamento da plataforma;

5.2.4 Diretrizes para os sistemas de cobertura

- 1) Previsão de escada para escada ou escada permanente para manutenção e acesso ao telhado, externamente quando não houver acesso pelo alçapão pelo interior do edifício, por meio de escada tipo marinheiro, quando não houver escada externa de uso coletivo (Stiegert, 2017, p.77).
- 2) As lajes deverão possuir painéis removíveis para inspeção e manutenção (BCA, 2019).

5.2.5 Diretrizes para os sistemas hidrossanitários

- 1) Os aparelhos sanitários devem ser operados com a maior independência possível, quando necessário a manutenção de um dos aparelhos ou parte da tubulação, os demais componentes devem continuar operando (Ceolin, 2017, p.206).

Ainda, a fixação dos aparelhos sanitários não deve impedir a manutenção dos revestimentos internos aderidos (Ceolin, 2017, p. 206).

- 2) Fornecer *shafts* suficientes para minimizar o percurso da tubulação horizontal (BCA, 2019).

Outras duas diretrizes podem ser relacionadas à essa diretriz principal:

- Fornecer painéis de avaliação em local adequado e no tamanho certo de modo que todo encanamento oculto esteja funcional (Chew, 2021).
- Prever pontos de acesso e substituição dos componentes sem necessidade de danificar outro elemento (Ceolin, 2017).

5.2.6 Diretrizes de Tecnologias de Informação

- 1) Deve-se considerar projetos que facilitem a adoção de tecnologia para melhorar a eficiência dos processos de manutenção e alcançar a otimização do desempenho dos sistemas prediais (Chew, 2021).

Neste contexto, duas tecnologias são apresentadas nas diretrizes abaixo:

- Use a Realidade Virtual para realizar uma revisão do modelo de construção digital, para identificar possíveis problemas de manutenção durante o projeto (BCA, 2019)
- Use o BIM para facilitar a integração de informações relevantes sobre gerenciamento de instalações e ativos e documentação melhor coordenada para operações de manutenção (BCA, 2019)

5.3 AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados da validação das diretrizes, no que tange sua aplicabilidade e importância, bem como a análise qualitativa das mesmas.

O Quadro 4 apresenta as respostas de cada entrevistado, referentes às informações iniciais solicitadas no bloco 1 do questionário. Os gerentes das empresas de projeto e das empresas construtoras foram denominados P1, P2 e P3, e C1, C2 e C3, respectivamente.

Quadro 4 – Caracterização dos entrevistados

	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Formação/Cargo	Arquiteta	Arquiteta e Urbanista, Engenheira Civil	Arquiteto	Engenheiro Civil	Engenheiro Civil	Engenheiro Civil
Tempo de Experiência	3 anos	8 anos	30 anos	46 anos	8 anos	18 anos
Nível conhecimento manutenção	superficial	básico	básico	básico	alto	alto
Padrão construtivo	médio	médio	alto	Médio/alto	alto	Médio/alto

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.3.1 Diretrizes Gerais

O Quadro 5 apresenta os resultados quanto ao grau de importância e à aplicabilidade das diretrizes gerais.

Quadro 5 – Diretrizes Gerais

	Grau de Importância						Aplicabilidade					
	P1	P2	P3	C1	C2	C3	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Diretriz 1	2	3	1	3	1	2	1	1	1	2	1	1
Diretriz 2 a	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
Diretriz 2 b	3	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Diretriz 2 c	4	2	4	4	3	3	1	1	2	2	1	2
Diretriz 2 d	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Diretriz 3 a	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Diretriz 3 b	2	2	1	3	2	2	1	1	1	2	1	1
Diretriz 3 c	3	4	1	2	2	3	1	1	1	1	1	2
Diretriz 4	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Diretriz 1 – envolver os profissionais de FM durante o processo de projeto para considerações na revisão dos projetos:

Foi constatado, por parte dos projetistas, pouco conhecimento acerca da profissão de gerentes de manutenção, sendo necessário esclarecer, aos entrevistados, a função de um FM no processo construtivo, e como se daria o envolvimento destes profissionais no processo de projeto. Embora, em sequência, todos tenham relatado a relevância desse envolvimento do FM, a projetista P2, ressaltou uma preocupação:

“Eu acho razoavelmente importante, porque o maior medo do arquiteto é que quanto mais pessoas se envolvem no projeto, mais alterações ocorrem... você fica naquele projeto e ele não se acaba nunca, ele se arrasta. Mas, por outro lado, se tivesse alguém para estar ali, com um olhar mais clínico, seria interessante realmente.”

Por outro lado, os construtores possuem mais conhecimento acerca dos profissionais de FM, sendo enfatizado pelos entrevistados C2 e C3 a importância de um outro ponto de vista (do FM) no processo de projeto. Entretanto, o construtor C1 aponta que este envolvimento do FM no projeto é complicado e considerou que, no momento, para ele não seria aplicável.

Apesar de, previamente, os projetistas saberem pouco sobre um FM, depois de esclarecidos (conforme dito anteriormente), o grau de importância estabelecido por eles se assemelhou ao indicado pelos construtores, assim como a aplicabilidade desta diretriz, embora não tenha sido considerada aplicável pelo construtor C1.

De maneira geral, pode-se perceber, que no contexto local, a integração entre projetistas e FM ainda é incipiente. Este fato, também leva à percepção de que é muito baixa a atuação do profissional de FM no contexto das edificações habitacionais multifamiliares. Para promover essa integração, convém destacar, como apresentado na fundamentação teórica, a organização de seminários e workshops para conscientizar sobre a importância da manutenção; desenvolver uma base de dados fundamentada em problemas de manutenção advindos de defeitos de projeto anteriores e; os projetistas devem avaliar o desempenho de seus projetos.

Diretriz 2 a – seleção adequada de materiais, considerando questões ambientais/climáticas:

Esta diretriz foi considerada pelos projetistas como muito importante, por já ser adotada por eles em projeto, ainda que não pelo ponto de vista da manutenção.

Os construtores também reconhecem a importância desta diretriz, até porque, como apontado pelo construtor C3, essa consideração faz parte de várias demandas provenientes de outras normas.

Logo, esta diretriz, de maneira geral, foi considerada como muito importante e importante, não havendo nenhuma restrição pelos entrevistados quanto à sua aplicabilidade em projeto.

Diretriz 2 b – seleção adequada de materiais, considerando a disponibilidade:

Enquanto os demais projetistas apontaram esta diretriz como muito importante e importante, a projetista P1 considerou a disponibilidade dos materiais como razoavelmente importante, justificando que não é necessário banir o material que o cliente quer muito, apenas pelo fato de que não há fácil acesso ao mesmo. Isso enfatiza a pouca preocupação da projetista com os aspectos de manutenção na fase de uso e operação do edifício, que pode ser dar por seu conhecimento mais superficial sobre a temática de manutenção.

Do ponto de vista dos construtores, foi unânime a importância desta diretriz, sendo, ainda, destacado pelo construtor C3 que a disponibilidade dos materiais varia conforme a localização, o que enfatiza a percepção do construtor quanto à importância deste material ser disponível no mercado local.

Essa diretriz foi considerada, então, pela maioria dos entrevistados, como importante, e aplicável por todos eles.

Diretriz 2 c – seleção adequada de materiais, considerando a desmontabilidade e separabilidade:

A projetista P2 destaca que essa consideração é difícil e seria mais um limitador para o design, uma vez que já projeta muito pensando em custo, dado seu padrão médio de clientes. Ainda, o projetista P3 destaca que não consegue imaginar a desmontabilidade e separabilidade na prática das edificações habitacionais multifamiliares, e que esta é uma realidade de outros contextos, como visto por ele mesmo na Califórnia.

Assim como apontado pelo projetista P3, o construtor C3 destaca que essa diretriz, embora fosse interessante, é razoavelmente importante, pois não se aplica ao nosso contexto.

De forma geral, todos os projetistas relataram dificuldade em implementar esta diretriz no processo de projeto, sendo para a maioria pouco importante, entretanto a

não aplicabilidade só foi considerada pelo projetista P3, se assemelhando ao especificado pelos construtores C1 e C3.

Conclui-se, portanto, que essa diretriz pode não se aplicar ao contexto analisado no que tange a edifícios multifamiliares.

Diretriz 2 d – seleção adequada de materiais, considerando a adequação à intensidade do uso do edifício:

Esta diretriz foi pontuada como muito importante pelos projetistas, sendo destacado por P3 a pertinência deste requisito, que, segundo ele, deve ser levado em conta desde a concepção do projeto, no que se refere ao tipo de público e intensidade. A projetista P1 também destaca o uso de pisos resistentes a alto tráfego.

O tráfego de quantidades de pessoas também foi citado pelo construtor C3, que ainda destacou, para este contexto, os períodos de utilização do edifício. Assim como o C3, os demais construtores pontuaram esta diretriz como importante.

Desta forma, a adequação dos materiais à intensidade do uso é uma consideração importante no momento do design e pontuada como aplicável por todos os entrevistados.

Diretriz 3 a – considerar no layout de projeto disposição de ventilação para espaços internos:

Considerada pelos projetistas como muito importante e importante, a única restrição para aplicação desta diretriz foi apontada pela projetista P2, que destacou que nos casos de projetos menores, há limitações de espaço de construção, e, portanto, é mais difícil considerar no *layout* a disposição de ventilação.

Para os construtores esta é uma diretriz importante e aplicável.

Logo, projetistas e construtores concordam com a importância desta consideração e com a aplicabilidade da mesma no processo de projeto.

Diretriz 3 b – considerar no layout de projeto adequação da forma/orientação do edifício às condições ambientais e climáticas:

Esta diretriz foi pontuada como importante e muito importante pelos projetistas, assim como aplicável ao processo de projeto.

Para os construtores C2 e C3 esta é uma consideração importante e aplicável. O construtor C3 destaca que no município de Juiz de Fora, são muitos os casos de edifícios com problemas de manutenção de fachadas revestidas com pastilhas e pedras naturais. Segundo ele, este tipo de fachada já caiu em desuso, e as pedras naturais não são mais utilizadas por força de lei.

Por outro lado, observa-se que o construtor C1, divergindo dos demais entrevistados, pontuou essa diretriz como razoavelmente importante e não aplicável, não apresentando justificativa para tal.

Mas, com base nas demais pontuações, percebe-se que essa diretriz é importante e aplicável ao processo de design.

Diretriz 3 c – considerar no *layout* de projeto considerações do uso pretendido do edifício:

A importância desta diretriz foi pontuada de forma divergente pelos projetistas, para P1 essa consideração é razoavelmente importante, para P2 pouco importante e para P3 muito importante. No entanto, para todos eles, essa diretriz é aplicável.

Quanto aos construtores, o grau de importância variou de importante a razoavelmente importante, ainda para C3 esta diretriz não é aplicável: “Na realidade não se aplica, porque a gente pensa no projeto para ser aquilo ali”.

Essas oscilações do grau de importância ocorreram em função do exemplo dado aos entrevistados, sendo este proveniente da referência cuja diretriz se originou, para elucidar um problema decorrente da não consideração da manutenibilidade de acordo com o uso pretendido do edifício. Tal exemplo consistiu em edifícios que foram projetados para um uso e passaram a servir a um intento diferente. Isso fez com que alguns dos entrevistados pensassem que desde o design deveriam considerar que o edifício poderia servir a um propósito diferente do qual ele estaria sendo projetado, ou seja, uma possível alteração de seu uso habitacional.

Para além deste exemplo, esta diretriz volta-se para às considerações de manutenibilidade do edifício, no design, conforme o uso para qual se destina, pois, alterações durante o uso e operação do edifício, em termos funcionais, devido a exigências adicionais, são dispendiosas.

Logo, unindo este fato e as pontuações dadas pelos entrevistados, esta diretriz é tida como importante e possível de ser aplicada nas considerações de projeto, pois mesmo no caso em o construtor C3 destaca não ser aplicável, sua justificativa ressalta que se ao pensar no edifício para ser uma edificação habitacional, for levado em conta sua funcionalidade e a manutenibilidade, esta diretriz já terá sido atendida.

Diretriz 4 – Prover acesso fácil e seguro aos elementos, componentes e sistemas construtivos para os profissionais de manutenção:

A projetista P1 destacou que este não é um requisito considerado por ela durante o processo de projeto, e, assim como a projetista P2, pontuou essa diretriz

como razoavelmente importante. Por outro lado, o projetista P3, considerou a provisão de acesso como muito importante.

Apesar do construtor C1, indicar que essa diretriz seja razoavelmente importante, C2 e C3, assim como o projetista P3, atribuem à esta diretriz o grau de muito importante. O construtor C3 ainda destaca:

Eu acho que isso é importantíssimo, talvez o mais importante, porque ninguém pensa nisso, na condição de manutenção. O que mais vejo nos prédios, são áreas de iluminação zenital, ou outras áreas, sem acesso, sendo necessário contratar pessoas para descer de corda, porque, muitas vezes, não foi feita uma porta de saída, para uma porta de escada, que o próprio zelador poderia abrir e fazer uma limpeza, mensalmente, quinzenalmente. Olha o custo dessa contratação... sendo que tem projeto que poderia ter sido feito uma visita externa, em uma entrada por outro lado, para ter acesso barato. As vezes não se pensa neste custo de manutenção quando o projetista está executando...”.

Portanto, é possível perceber que apesar de muito importante para a manutenibilidade e também aplicável, esta diretriz não é comumente pensada pelos projetistas, considerando o contexto local, resultando em dificuldades para execução das atividades de manutenção e elevação dos custos despendidos com elas. Nestes casos, os edifícios são construídos, sem atendimento ao prescrito na ABNT NBR 16747, no que tange à existência de condições mínimas necessárias de acesso, de forma a permitir a plena realização das atividades dispostas no plano de manutenção.

5.3.2 Diretrizes para os sistemas de pisos

O Quadro 6 exhibe às respostas quanto às diretrizes para os sistemas de pisos.

Quadro 6 – Diretrizes para os sistemas de pisos

	Grau de Importância						Aplicabilidade					
	P1	P2	P3	C1	C2	C3	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Diretriz 1	2	3	4	3	3	3	1	1	2	1	2	2
Diretriz 2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Diretriz 1 – Sempre que possível utilizar revestimentos de pisos não aderidos, especialmente em locais onde passam tubulação. Sobre pisos não

aderidos deve se fazer uso de rodapés, mata-juntas, e elementos ou componentes de encaixe, visando permitir a remoção e recolocação sem maiores danos:

Embora as projetistas P1 e P2, tenham indicado a aplicabilidade dessa diretriz, considerando-a importante e razoavelmente importante, o projetista P3 destaca que o uso de revestimentos de pisos não aderidos é algo raríssimo, considerando, portanto, pouco importante e não aplicável.

Compartilhando desta visão, os construtores C2 e C3, consideram essa diretriz não aplicável e razoavelmente importante. Ambos destacam que o uso de revestimentos de pisos não aderidos não é comum, principalmente para edificações habitacionais. O construtor C2 ainda descreve que geralmente fazem uso de forro de gesso na laje, por baixo do qual passam as tubulações, não sendo necessário remover o piso para fazer manutenção por debaixo do mesmo.

Logo, esta diretriz pode não se aplica ao nosso contexto construtivo de edifícios habitacionais.

Diretriz 2 – O material da superfície da entrada de automóveis e das paredes deve permitir fácil remoção de manchas de óleo e água, bem como lavagem pesada:

Os entrevistados classificam esta diretriz como muito importante ou importante, sendo aplicável ao processo de projeto. O construtor C3 ainda destaca o uso de pintura epóxi nos pisos de garagem, o que pode ser um problema considerando a incidência de chuva e a presença de rampa, que associadas à mau conservação dos pneus, fazem com que o veículo “patine”.

Logo, como pontuado pelos projetistas e construtores, esta diretriz é importante e aplicável.

5.3.3 Diretrizes para os sistemas de vedações verticais

Os resultados das respostas das diretrizes para os Sistemas de Vedações Verticais são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Diretrizes para o S.V.V

	Grau de Importância						Aplicabilidade					
	P1	P2	P3	C1	C2	C3	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Diretriz 1	2	2	4	1	3	3	1	1	2	1	2	2
Diretriz 2	1	1	4	1	2	3	1	1	1	1	1	1
Diretriz 3	3	3	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1
Diretriz 4	2	1	1	3	1	2	2	1	1	2	1	1
Diretriz 5 a	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1
Diretriz 5 b	3	1	3	2	1	1	2	1	2	1	1	1
Diretriz 5 c	3	1	3	2	1	2	2	1	2	1	1	1

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Diretriz 1 – Em fachadas verdes, os elementos estruturais não devem ser cobertos com VGS para facilitar a inspeção periódica:

As projetistas P1 e P2 pontuaram esta diretriz como importante, ainda que não tenham projetado nenhuma fachada com VGS. Já o projetista P3 destaca que as fachadas verdes ainda são muito pontuais, apenas com a colocação de alguns elementos para agregar valor, e por esta razão classifica essa diretriz como pouco importante e não aplicável.

Diferentemente do construtor C1, que considera esta diretriz como muito importante e aplicável, os construtores C2 e C3, apontam que essa diretriz é razoavelmente importante e não aplicável. C3 justifica que concorda com a afirmativa e acha que ela seja importante, mas não tem experiências com VGS, além de não ser muito realidade de mercado.

Logo, apesar da importância da diretriz e de sua possível aplicabilidade em um contexto mais abrangente, para o contexto local desta pesquisa, onde os VGS não são comumente utilizados, esta diretriz pode não se aplicar.

Diretriz 2 – As plantadeiras ou módulos, em fachadas verdes, devem ser projetadas para serem suficientemente profundos para conter a propagação das raízes:

Para as projetistas P1 e P2 esta diretriz é muito importante, sendo ressaltado por P2 a probabilidade, caso não cumprida a diretriz, da estrutura do prédio ser comprometida pelas raízes. Por outro lado, o projetista P3, pontua como pouco importante, apesar de ressaltar os casos comuns de infiltração com o uso de plantadeiras.

Entre os construtores, o grau de importância atribuído a esta diretriz varia de muito importante a razoavelmente importante.

Nota-se, portanto, que apesar da discrepância entre a pontuação de P3 e as dos demais entrevistados, essa diretriz é importante e aplicável.

Diretriz 3 – Prever tubo para fixação de sistema de ancoragem para limpeza e manutenção de superfícies verticais externas:

A projetista P1 revelou não saber do que se trata o sistema de ancoragem, e, por não saber como isso seria previsto em projeto, considerou como razoavelmente importante e não aplicável. A projetista P2, similarmente à P1, demonstrou pouco conhecimento sobre a ancoragem, e pontuou a diretriz como razoavelmente importante, apesar de considerar aplicável. P2 apresentou a seguinte justificativa:

Vou colocar razoavelmente importante, porque fico pensando: será que isso influencia muito na fachada do edifício? Se eles podem alugar equipamentos para fazer uma manutenção, que não é sempre, por que não? Eu sei que estar ali seria muito mais fácil, mas o arquiteto pensa muito na estética.

Em contrapartida, o projetista P3 classificou esta diretriz como muito importante, destacando a previsão de sistema de trilho para o acesso dos profissionais de limpeza e pintura.

No que tange aos construtores, C1 também demonstrou não conhecer o sistema de ancoragem, relatando nunca ter pensado nisso, entretanto reconheceu sua importância e considerou aplicável. Por outro lado, os construtores C2 e C3 pontuaram esta diretriz como muito importante, demonstrando amplo conhecimento sobre o tema. C3, inclusive, discorre a respeito, destacando que denomina este sistema de ancoragem como linha de vida, um tubo que envolve a edificação, onde o profissional engata o cinto. Também destaca a possibilidade de deixar ganchos na estrutura, onde se amarra a corda pela qual a pessoa descerá. C3 revela que deixa ganchos de aço na laje, caixa d'água, laje técnica e que, de fato, o ideal é prever essa linha de vida sendo um artifício fundamental e bem aplicável.

O construtor C2, também descreve um sistema de ancoragem deixado em patamares técnicos de ar condicionado:

A gente tem patamar técnico de ar condicionado, em que é previsto, desde a estrutura, deixar chumbador na laje, onde a pessoa consegue travar o cinto... E é previsto deixar em um quartinho na portaria, após

o prédio pronto, uns três cintos de segurança, de forma que a pessoa que for mexer no ar condicionado é obrigada a primeiro vestir o cinto. A gente pensou na posição de deixar essas âncoras em um local próximo a janela de maneira que a pessoa trave o cinto de dentro do apartamento e só depois pule pela janela para fazer a manutenção.

O não conhecimento do sistema de ancoragem por alguns dos entrevistados, pode indicar, ou não, o não atendimento à norma de desempenho, no que tange a este quesito, pois a previsão de elementos suporte para fixação de meios que propicie a manutenção é um critério de manutenibilidade exigido pela ABNT NBR 15575.

Logo, o sistema de ancoragem figura-se como fundamental, devendo ser previsto em projeto, não só no topo da edificação.

Diretriz 4 – Para telhado embutido ou laje plana, prever acesso seguro ao sistema de ancoragem por meio de calha transitável no topo da edificação e proteção da platibanda:

Ao passo que a projetista P1 reconhece a importância deste acesso, mas não aplica, P2 e P3 pontuam como muito importante e relatam já projetar calhas transitáveis.

O construtor C3 também afirma já prever estes elementos. Para o construtor C2 esta diretriz é muito importante e aplicável, enquanto que C1 considerou razoavelmente importante e não aplicável, apesar de comentar:

... hoje em dia isso acontece muito, às vezes a pessoa vai fazer algum serviço no telhado do edifício, por exemplo instalar antena coletiva, e deixa o telhado quebrado, onde começa a aparecer infiltração nos últimos andares. Quando o telhado é embutido, a laje do último andar não recebe nenhum tratamento mais adequado para evitar a infiltração, porque considera que o sistema de captação de águas pluviais escoar a água.

Apesar das diferenças quanto ao grau de importância e aplicabilidade pontuados pelos entrevistados, de forma geral, essa diretriz é importante para a manutenibilidade e possível de ser prevista em projeto.

Diretriz 5 a – Haja disposição para fixação da plataforma de trabalho suspensa, bem como pontos de ancoragem:

Diretamente relacionada à diretriz 3, foi possível observar, por uma comparação simples, um aumento no grau de importância dado pelos projetistas. Entretanto, quanto a consideração da não aplicabilidade, além da projetista P1, o

projetista P3 também considerou não aplicável, justificando achar a diretriz muito importante, mas pouco utilizada.

O grau de importância e a aplicabilidade entre os construtores, manteve-se similar.

Nota-se, portanto, que mesmo nos casos específicos para fixação de plataformas de trabalho suspensas, a previsão de pontos de ancoragem não é comum entre os projetistas. Por outro lado, os construtores reconhecem sua importância e aplicabilidade.

Assim como a diretriz 3, esta diretriz é fundamental à manutenibilidade e sua aplicabilidade deve ser prevista em projeto.

Diretriz 5 b – É possível alcançar todas as partes da fachada com o uso da plataforma suspensa:

Para os projetistas P2 e P3, esta diretriz é razoavelmente importante, sendo ainda considerado por P1 não aplicável, com a justificativa de que pensaria na estética, principalmente. Em contrapartida, a projetista P2, ressalta a importância deste acesso para a manutenção, citando os revestimentos da fachada que se soltam.

Assim como P2, os construtores pontuam essa diretriz como muito importante, além de importante, sendo aplicável por todos. O construtor C3 ainda destaca:

Muito importante, imagina um prédio que não tem como acessar a fachada... Já vi isso: não tinha gancho, não tinha nada, foi necessário subir com contrapeso no elevador do prédio, montar... O problema é que o contrapeso de um balancim simples com carga dinâmica é de 600 kg... muito além do que foi dimensionado para a própria estrutura, então a falta de visão é absurda.

Embora a estética prevaleça na visão de uma projetista, ela não deve encobrir a manutenibilidade do edifício, visto que este é um critério da ABNT NBR 15575 indispensável à conservação dos níveis de desempenho das edificações.

Diretriz 5 c – As características das fachadas não impedem o funcionamento da plataforma:

Esta diretriz é complementar à diretriz 5 b, e se assemelha quanto às pontuações atribuídas a esta pelos entrevistados.

Para os projetistas P1 e P3 essa diretriz é considerada como razoavelmente importante e não aplicável, enquanto que a visão da projetista P2 se assemelha à

percepção dos construtores, que conceituam como muito importante e importante, além de aplicável.

Logo, pode-se perceber que essa diretriz, embora não tenha sido considerada tão relevante na visão da maioria dos projetistas, é fundamental para a manutenibilidade de fachadas, e, portanto, é importante e deve ser aplicada no processo de projeto, conforme pontuado pelos demais entrevistados.

5.3.4 Diretrizes para os sistemas de cobertura

O Quadro 8 apresenta a avaliação das diretrizes para os sistemas de cobertura.

Quadro 8 – Diretrizes para os sistemas de cobertura

	Grau de Importância						Aplicabilidade					
	P1	P2	P3	C1	C2	C3	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Diretriz 1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Diretriz 2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Diretriz 1 – Previsão de espera para escada ou escada permanente para manutenção e acesso ao telhado, externamente quando não houver acesso pelo alçapão pelo interior do edifício, por meio de escada tipo marinheiro, quando não houver escada externa de uso coletivo:

A projetista P1 ressalta que já aplica esta diretriz, visto que se trata de uma exigência da prefeitura para que o projeto seja aprovado. O projetista P3 também destaca já prever o acesso à caixa d'água, ao telhado, à calha, considerando esta diretriz fundamental. Já P2 dispõe que, na sua atuação também como engenheira civil, é comum não encontrar, no momento das vistorias, acesso à cobertura, indicando não ser um senso comum.

Por outro lado, o construtor C1 destacou que normalmente existem essas escadas, seja pelo interior do edifício, ou externa, mas neste caso são poucas. Segundo C1 este acesso também pode ser feito pela casa de máquinas, pois a maioria dos prédios hoje já possuem elevador.

Esta diretriz figura-se, tanto na visão de projetistas e construtores, como muito importante e aplicável, independente de qual seja o tipo de acesso previsto.

Diretriz 2 – As lajes deverão possuir painéis removíveis para inspeção e manutenção:

Apesar de considerada muito importante pelas projetistas P1 e P2, o projetista P3 descreve que acha essa diretriz relativa. Para ele não é tão importante sua aplicação em edifícios residenciais, como nos locais onde existe muita instalação, a exemplo de projeto comercial. De forma similar, o construtor C3 também acha difícil sua aplicação para o contexto habitacional.

Desta forma, apesar de muito importante, esta diretriz pode não ser tão aplicada pelos projetistas no design de edificações habitacionais multifamiliares.

5.3.5 Diretrizes para os sistemas hidrossanitários

Os resultados das diretrizes para os sistemas hidrossanitários são mostrados no Quadro 9.

Quadro 9 – Diretrizes para os sistemas hidrossanitários

	Grau de Importância						Aplicabilidade					
	P1	P2	P3	C1	C2	C3	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Diretriz 1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
Diretriz 2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Diretriz 1 – Os aparelhos sanitários devem ser operados com a maior independência possível, quando necessário a manutenção de um dos aparelhos ou parte da tubulação, os demais componentes devem continuar operando:

Apesar de considerar, como os demais projetistas, muito importante, P1 pontuou essa diretriz como não aplicável, justificando que esta é uma responsabilidade do projetista hidráulico e que somente entrega os pontos hidráulicos em projeto.

Os construtores, assim como os projetistas, pontuaram a diretriz, majoritariamente, como muito importante, sendo considerada aplicável por todos. Eles ressaltam a preocupação com a falta de distribuição de água em outros pontos, pela decorrência de manutenção em um único componente. O construtor C2 ainda destaca que geralmente são colocados registros em cada banheiro, sendo, por vezes, subdividido o próprio sistema do banheiro.

A independência dos aparelhos é, portanto, importante, e passível de ser aplicada em projeto, pelos projetistas hidráulicos.

Diretriz 2 – Fornecer *shafts* suficientes para minimizar o percurso da tubulação horizontal:

O uso de *shafts*, foi considerado pela projetista P1 como muito importante, mas a mesma ressaltou que não costuma colocar em seus projetos, e por isso, pontuou como não aplicável. Já a projetista P2, embora tenha designado a diretriz como importante e aplicável, ressaltou a preocupação em ter muitos *shafts* cruzando o projeto. O projetista P3, por sua vez, disse que o uso de *shafts* é feito quando os projetos são de grande escala.

A opinião dos construtores, quanto a importância e aplicabilidade desta diretriz, é unânime (importante e aplicável). Nos edifícios de C1, o uso de *shafts* não é comum, apesar do mesmo achar importante. Por outro lado, C2 destaca que fazem bastante *shafts* em seus edifícios.

Nota-se, portanto, que o uso de *shafts* não é tão comum nos edifícios habitacionais no contexto local, apesar de importante e possível de ser aplicado aos projetos.

5.3.6 Diretrizes de Tecnologias de Informação

O Quadro 10 expõe os resultados das diretrizes referentes às Tecnologias de informação.

Quadro 10 – Diretrizes de Tecnologias de Informação

	Grau de Importância						Aplicabilidade					
	P1	P2	P3	C1	C2	C3	P1	P2	P3	C1	C2	C3
Diretriz 1	4	2	4	2	3	2	2	1	2	2	2	2
Diretriz 2	2	1	2	2	2	3	2	1	1	1	2	2

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Diretriz 1 – Use a Realidade Virtual para realizar uma revisão do modelo de construção digital, para identificar possíveis problemas de manutenção durante o projeto:

Diferentemente da projetista P2, que considera esta diretriz importante e aplicável, P1 e P3 pontuam o uso da RV como pouco importante e não aplicável. A

projetista P1 destaca que não conhece essa tecnologia, enquanto P3 diz que não acha tão interessante e cita que existem alguns escritórios que já usam a realidade virtual, mas para visualização do espaço interno pelo cliente.

Para os construtores, a diretriz, apesar de importante pela maioria, é considerada por todos como não aplicável. C2 relata nunca ter visto na prática o uso da RV para este objetivo.

Logo, apesar de constituir-se como um instrumento para revisão dos projetos, em função da sua não difusão no contexto local, essa diretriz não pode ser aplicável, no momento.

Diretriz 2 – Use o BIM para facilitar a integração de informações relevantes sobre gerenciamento de instalações e ativos e documentação melhor coordenada para operações de manutenção:

Para os projetistas essa diretriz é importante, embora nenhum deles faça uso do BIM. P1 revela fazer uso do AutoCad e SketchUp, e ainda pontua que teve algumas aulas de REVIT durante a faculdade, mas não seguiu com seu uso após formada. P2, por sua vez, diz que sabe trabalhar com ArcCad e do seu poder de interligação com outros projetos, mas na prática não faz. Para ela, assim como para P3, o BIM é um futuro inevitável. P3 ainda aponta:

O grande problema nessa questão é que a maioria dos nossos parceiros não tem trabalhado na mesma linguagem, então se não estiver tudo convertido, não há comunicação entre os projetos, por essa razão ainda está tudo no AutoCad... E tem a questão de preço também, esse sistema Revit BIM é muito caro para a maioria dos escritórios, fazendo com que os projetos também fiquem mais caros.

Os construtores C2 e C3 compartilham da visão do projetista P3, ressaltando que não há uma integração entre os projetistas, pois os mesmos fazem usos de programas diferentes.

Conforme exposto por C3 e P3, no momento atual, o uso do BIM neste âmbito é uma realidade apenas de grandes centros, como São Paulo, e de grandes empresas.

Logo, essa diretriz, embora importante, não é aplicável ao contexto local.

A projetista P2 destaca que essa adaptação seria muito mais fácil, se isso fosse ensinado a todos na faculdade. Como abordado na fundamentação teórica, ações neste sentido já estão sendo tomadas, como a iniciativa Redes Células BIM proposta

pela ANTAC já aderida por muitas universidades, incluindo a Universidade Federal de Juiz de Fora.

5.3.7 Análise geral das diretrizes

Dentre as diretrizes gerais apresentadas, apenas duas não se aplicam ao contexto trabalhado: a diretriz 1 (envolver os profissionais de FM durante o processo de projeto para considerações na revisão dos projetos), e a diretriz 2 c (seleção adequada de materiais considerando a desmontabilidade/separabilidade). A primeira em função da pouca atuação dos profissionais de FM nas edificações habitacionais do município, e a segunda em função dos métodos construtivos adotados para os edifícios multifamiliares, de forma que a desmontabilidade e separabilidade de materiais ainda não é uma realidade.

Ainda que a diretriz 1 seja importante, sua aplicabilidade no que tange a outros contextos descritos na literatura, também não é muito comum, tendo em vista que foi apresentada como proposta de uso para melhoria da manutenibilidade. A integração dos gerentes de manutenção no processo de projeto é mais fácil onde existe essa conscientização por parte dos intervenientes, e onde a atuação dos FMs seja mais difundida. Para outros contextos, incluindo o considerado neste trabalho, a consultoria dos profissionais de FM durante o design poderia ser uma solução para promover este envolvimento.

Para os sistemas de piso, a primeira diretriz (sempre que possível utilizar revestimentos de piso não aderidos, especialmente em locais onde passam tubulação), não se aplica, pois, revestimentos não aderidos não são comuns entre os edifícios multifamiliares em Juiz de Fora. Na maioria das vezes, as tubulações passam por debaixo da laje, logo a aderência dos pisos não influencia no acesso às mesmas.

Dentre as diretrizes para os sistemas de vedações verticais, apenas a primeira não se aplica (em fachadas verdes, os elementos estruturais não devem ser cobertos com o VGS para facilitar a inspeção predial), visto que o uso de fachadas verdes ainda não é comum localmente.

No que tange as duas diretrizes de tecnologias de informação (Diretriz 1, realizar uma revisão no modelo de construção digital com uso da RV, para identificar possíveis problemas de manutenção durante o projeto; e diretriz 2, utilizar o BIM como facilitador da integração de informações e documentações para operação e

manutenção), ambas não são possíveis de aplicação para o contexto trabalhado, pois a realidade virtual ainda não é muito usual no momento do design, e o BIM ainda não é um senso comum no setor de projetos local, impossibilitando a integração das informações.

Logo, a maioria das diretrizes tem sua importância reconhecida e podem ser aplicadas ao contexto local, como verificado. Algumas já fazem parte das considerações dos projetistas no momento do design, por serem exigências das normativas usuais dos arquitetos, outras, por outro lado, precisam de uma maior difusão entre os profissionais, como a previsão de acesso para as atividades de manutenção, incluindo os sistemas de ancoragem, visto que este também é um critério de manutenibilidade da norma de desempenho.

Ainda é possível perceber, que as diretrizes não aplicáveis, não se devem à pouca importância das mesmas frente à manutenção, mas sim por não fazerem parte da realidade do processo construtivo local.

Tendo em vista que as obras identificadas eram de médio e alto padrão, implicações diferenciadas podem existir conforme o tipo de empreendimento. Ou seja, como esta pesquisa voltou-se para edificações habitacionais multifamiliares, com avaliação no cenário de médio e alto padrão construtivo, resultados diferentes podem ser obtidos para empreendimentos cujos tipos e padrões sejam diferentes destes, a exemplo de edificações unifamiliares, habitações de interesse social, edifícios comerciais, hospitalares, etc.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manutenção é indispensável à conservação dos níveis de desempenho, e à extensão da vida útil de uma edificação. No entanto, apesar de sua relevância, a manutenção, na maioria das vezes, é negligenciada durante o processo de projeto. Uma das razões para tal, é a falta de métodos para promover essa integração entre manutenção e processo de projeto, ou seja, o *Design for Maintenance*.

Por isso, a presente dissertação teve por objetivo geral elaborar e avaliar diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais. Em outras palavras, diretrizes de projeto voltadas à manutenção de edifícios multifamiliares.

Tendo em vista que o problema abordado por este trabalho é real e de relevância prática, foi adotado como método de pesquisa a *Design Science Research*, aplicada em etapas: conscientização, sugestão e desenvolvimento, avaliação e, conclusão.

A partir da conscientização, realizada por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura, complementada por literatura cinzenta e revisão bibliográfica, foi construída a fundamentação teórica do trabalho, e identificadas as práticas de projeto voltadas à manutenção de edificações, atendendo ao objetivo específico proposto. Tais práticas, na etapa de sugestão e desenvolvimento, passaram por um processo de seleção e análise, sendo formalizadas como o artefato proposto, as diretrizes. Estas foram avaliadas por projetistas e construtores atuantes na área de edificações habitacionais multifamiliares em Juiz de Fora (MG). Finalmente, foi possível identificar, para o contexto em questão, quais diretrizes podem ser incorporadas ao processo de projeto.

Os objetivos propostos foram, então, atendidos. Ademais, o trabalho reafirma a importância da manutenção de edifícios, e do papel dos projetistas diante da mesma.

Como contribuição desta pesquisa, espera-se que os projetistas tenham maior capacidade, por meio das diretrizes, em trabalhar com questões de projeto que contribuam com a manutenibilidade na fase de uso e operação.

Esta pesquisa possui como limitação a validação das diretrizes apenas para o contexto de Juiz de Fora e para edifícios habitacionais de médio e alto padrão.

Logo, para futuras pesquisas, sugere-se:

- Ampliar o contexto de aplicação deste trabalho para verificação das diretrizes propostas;

- Ampliar o trabalho realizado para outras tipologias de edificações, como prédios comerciais;
- Verificar projetos, de padrões construtivos diferentes, quanto ao atendimento de requisitos normativos referentes à manutenção;
- Verificar os custos derivados da inserção da consideração da manutenção no processo de projeto, bem como as mudanças ocasionadas nesta fase.

REFERÊNCIAS

AGYEKUM, K.; DOMPEY, A.M.A; PITTRI, H.; BOTCHWAY, E.A. Design for maintainability (DFM) implementation among design professionals: empirical evidence from a developing country contexto. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, [s. l.], 2023. DOI: 10.1108/IJBPA-06-2023-0078. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJBPA-06-2023-0078/full/html?skipTracking=true>. Acesso em: 20 dez. 2023.

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Integrated Project Delivery: A Guide - version 1**. AIA California Council, 2007, 62 p. Disponível em: https://info.aia.org/SiteObjects/files/IPD_Guide_2007.pdf. Acesso em: 20 dez. 2023.

ANNUNEN, P.; TELLA, J.; PEKKI, S.; HAAPASALO, H.. Maintenance capability creation for buildings – concurrent process with design and construction. **Journal of Facilities Management**, [s. l.], 2022. DOI: <https://doi.org/10.1108/JFM-05-2022-0052>. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFM-05-2022-0052/full/html>. Acesso em: 05 fev. 2023.

ATAKUL, N.; ERGOBUL, S. Exploring Architectural Design Factors Affecting Building Maintainability and Strategies to Overcome Current Shortcomings. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [s. l.], v.36, n.6, [s. l.], 2022. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001770](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001770). Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CF.1943-5509.0001770>. Acesso em: 20 dez. 2023.

ASMONE, A.S.; CHEW, M.Y.L.C.. Development of a design-for-maintainability assessment of building systems in the tropics. **Building and environment**, [s. l.], v.184, [s. l.], 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107245>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132320306168>. Acesso em: 20 dez. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674**: Manutenção de edificações – requisitos para o sistema de gestão da manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2024a.

_____. **ABNT NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2024b.

_____. **ABNT NBR 15575-2**: Edificações Habitacionais – Desempenho parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro: ABNT, 2024c.

_____. **ABNT NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais – Desempenho parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2024d.

_____. **ABNT NBR 15575-6**: Edificações Habitacionais – Desempenho parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2024e.

_____. **ABNT NBR 16280**: Reformas em edificações – Sistema de gestão de reformas - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2024f.

_____. **ABNT NBR 17170**: Edificações – Garantias – Prazos recomendados e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

_____. **ABNT NBR 16747**: Inspeção predial – diretrizes, conceitos, terminologia e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

_____. **ABNT NBR 14037**: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro: ABNT, 2024g.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Manual de escopo de projetos e serviços de Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo: AsBEA, 2019. 153 p. Disponível em:

<http://www.manuaisdeescopo.com.br/manual/arquitetura-e-urbanismo/#31>. Acesso em: 20 dez. 2023.

BRASIL. **Lei n. 8.078, de 11 de setembro de 1990**. Código de Defesa do Consumidor. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8078compilado.htm. Acesso em: mar. 2024.

_____. **Projeto de lei da câmara nº 31 de 2014**. Estabelece a Política Nacional de Manutenção Predial; cria o Plano de Manutenção Predial; institui a obrigatoriedade de inspeções técnicas visuais e periódicas em edificações públicas ou privadas, residenciais, comerciais, de prestação de serviços, industriais, culturais, esportivas e institucionais, destinadas à conservação e/ou à recuperação da capacidade funcional das edificações; e dá outras providências. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/116814>. Acesso em: mar. 2024.

_____. Código Civil (2002). **Código Civil brasileiro e legislação correlata**. – 2. ed. – Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2008. 616 p. Disponível em:

<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70327/C%C3%B3digo%20Civil%202%20ed.pdf>. Acesso em: mar. 2024.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde. **Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados** [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde, Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2021. 93 p.: il. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_elaboracao_revisao_sistemati_ca_meta-analise.pdf. Acesso em: dez. 2023.

BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY. **Design for maintainability guide: residential – versão 2.0**. BCA, 2019. Disponível em: <https://www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-buildsg/sustainability/dfm-guide-residential.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2023.

BRITISH INSTITUTE OF FACILITIES MANAGEMENT (Hertfordshire, UK). BIFM, 2018. Disponível em: <http://www.bifm.org.uk/bifm/knowledge/Glossary>. Acesso em: 30 mar. 2023.

BORGES, C. **O Conceito de desempenho na edificação e sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BORRELLI, E. M. Y.; SCHEER, S. Aplicação da Modelagem da Informação da Construção nas atividades de manutenção e operação de edificações. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 13, n. 00, p. e022023, 2022. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v13i00.8665320>. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8665320>. Acesso em: 05 fev. 2023.

BURAK CAVKA, H.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, E. A.. Levels of BIM compliance for model handover. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, [s.l.], v. 23, p. 243-258, 2018. Disponível em: <https://www.itcon.org/paper/2018/12>. Acesso em: 24 mar. 2023.

CAMARGO, B.V.; JUSTO, A.M. **Tutorial para uso do software Iramuteq** (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires). Laboratório de psicologia social da comunicação e cognição – UFSC- Brasil, Florianópolis, 22 de novembro de 2021. Disponível em: http://iramuteq.org/documentation/fichiers/Tutorial%20IRaMuTeQ%20em%20portugues_22.11.2021.pdf. Acesso em: 17 dez. 2023.

CEOLIN, E.D. **Manutenibilidade de edificações residenciais: análise das estratégias para ampliação da vida útil**. 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

CHEN, K.; CHEN, W.; LI, C. T.; CHENG, J. C. P.. A BIM-based location aware AR collaborative framework for facility maintenance management. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 24, p. 360-380, 2019. Disponível em: <https://www.itcon.org/paper/2019/19>. Acesso em: 24 mar. 2023.

CHEW, M.Y.L. Design for maintainability of basements and wet areas. **Buildings**, [s.l.], v.11, n.75, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings11020075>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/11/2/75>. Acesso em: 05 fev. 2023.

CHEW, M.Y.L.; ASMONE, A.S.; CONEJOS, S.. **Design for Maintainability: Benchmarks for Quality Buildings**. Singapore: World Scientific Publishing, 2018.

CHEW, MICHAEL Y. L.; CONEJOS, SHEILA; AZRIL, FIKRIL HAKIM BIN. Design for maintainability of high-rise vertical green facades. **Building Research & Information**, [s. /], v. 47, n. 4, p. 453-467, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/09613218.2018.1440716>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613218.2018.1440716>. Acesso em: 05 fev. 2023.

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION. **Project Execution Planning Guide**. Version 2.1. Harrisburg: The Pennsylvania State University, University Park, CIC, 2011. Disponível em: <http://bim.psu.edu>. Acesso em: 05 fev. 2023.

CONEJOS, S.; UBANDO, A.; CHEW, M. Y. L.. Design for maintainability tool for nano-façade coating applications on high-rise facades in the tropics. **Built Environment Project and Asset Management**, [s. /], v.12, n.1, p.70-95, 2022. DOI: 10.1108/BEPAM-04-2020-0078. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BEPAM-04-2020-0078/full/html>. Acesso em: 05 fev. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia circular: uma abordagem geral no contexto da indústria 4.0**. Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2017. 75 p. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/11/economia-circular-uma-abordagem-geral-no-contexto-da-industria-40/>. Acesso em: 05 jun. 2024.

DE SILVA, N.; RANASINGHE, M.; DE SILVA, C. R.. Risk analysis in maintainability of high-rise buildings under tropical conditions using ensemble neural network. **Facilities**. [s. /], v. 34, n. 1-2, p. 2–27, 2016. DOI: 10.1108/F-05-2014-0047. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/F-05-2014-0047/full/html>. Acesso em: 24 mar. 2023.

DRESCHÉ, A.; LACERDA, D.P.; ANTUNES JR., J.A.V.. Systematic Literature Review Method Adapted to Design Science Research. **Design Science Research: A Method for Science and Technology Advanced**. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. 2015. P. 153-156.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

EDIRISINGHE, R.; LONDON, K. A.; KALUTARA, P.; ARANDA-MENA, G.. Building information modelling for facility management: are we there yet?. **Engineering, Construction and Architectural Management**. [s. /], v. 24, n. 6, p. 1119- 1154, 2017. DOI: 10.1108/ECAM-06-2016-0139. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAM-06-2016-0139/full/html>. Acesso em: 24 mar. 2023.

EUBIM Task Group. Manual relativo à aplicação da Modelação da Informação da Construção (BIM) no Setor Público Europeu. **Ação estratégica para o desempenho do setor da construção**: promover valor, inovação e crescimento. European Union,

2017. p. 4. Disponível em: <http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/03/GROW-2017-01356-00-00-PT-TRA-00.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2013.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FABRICIO, Márcio. M; Melhado, Silvio B. **Projeto simultâneo e a qualidade ao longo do ciclo de vida do edifício**. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Modernidade e Sustentabilidade. 2000. UFBA/UNEB/UEFS/ANTAC, Salvador – BA, 2000.

_____. Por um processo de projeto simultâneo. In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de projeto na Construção de edifícios, 2002, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001780286>. Acesso em: 05 mar. 2023.

_____. Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios. In: Workshop nacional gestão do processo de projeto na construção de edifícios. 2001. **Anais** [...]. São Carlos: Arquitetura/EEESC-USP, 2001. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/75c3b7f8-424b-4ac6-a3ca-871a323ae11c/Melhado-2001-desafios.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2023.

Fatayer, F.A.; Hassanain, M.A.; Abdallah, A.; Al-Hammad, A.-M. Investigation of facilities management practices for providing feedback during the design development and review stages, **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, [s. l.], v. 37, n. 5, p. 597-614, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJBPA-05-2018-0040>. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJBPA-05-2018-0040/full/html>. Acesso em: 5 fev. 2023.

FERREIRA, C.; DIAS, I.S.; SILVA, A.; De BRITO, J.; FLORES-COLEN, I.. The impact of temporary means of access on buildings envelope's maintenance costs. **Buildings**, [s. l.], v. 11, n.12, 601, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings11120601>. Acesso em: 02 fev. 2023.

FOSTER, B.. BIM for facility management: design for maintenance strategy. **Journal of Building Information Modeling**, Spring, [s.l.], p. 18-19, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270685400_BIM_for_Facility_Management_Design_for_Maintainability_with_BIM_Tools. Acesso em: 24 mar. 2023.

GANISEN, S.; MOHAMMAD, I.S.; NESAN, L.J.; MOHAMMED, A.H.; KANNIYAPAN, G.. The identification of design for maintainability imperatives to achieve cost effective building maintenance: A Delphi study. **Jurnal Teknologi**, [s. l.], v.77, n.30, p. 75-88, 2015. DOI: 10.11113/jt.v77.6871. Disponível em: <https://journals.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/6871>. Acesso em: 24 mar. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. ISBN 978-85-97-01292-7.

GOLABCHI, A.; AKULA, M.; KAMAT, V. R. **Leveraging BIM for automated fault detection in Operational Buildings**. In: International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining, and 23rd World Mining Congress, v. 48109, p. 187– 197, 2013. Disponível em: <https://www.iaarc.org/publications/fulltext/isarc2013Paper130.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2023.

GOUGH, D.; THOMAS, J.; OLIVER, S.. Clarifying differences between review designs and methods. **Systematic Reviews**, [s. l.], v. 1, n. 28, p. 1, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/2046-4053-1-28>. Acesso em: 24 mar. 2023.

GENERAL SERVICE ADMINISTRATION. **BIM Guide for Facility Management**. Washington: The National 3D-4D-BIM Program Office of Design and Construction Public Buildings Service U.S., 2011. Disponível em: https://www.gsa.gov/system/files/largedocs/BIM_Guide_Series_Facility_Management.pdf. Acesso em: 24 mar. 2023.

HASSANAIN, M.A.; FATAYER, F.; AL-HAMMAD, A.-M.. Design-Phase Maintenance Checklist for Electrical Systems. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [s. l.], v. 30, n.2, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000774](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000774). Acesso em: 05 fev. 2023.

_____. Design phase maintenance checklist for water supply and drainage system. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [s. l.], v. 29, n. 3, 2015. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000613](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000613). Acesso em: 05 fev. 2023.

HIPPERT, M. A. S.; LONGO, O. C.; MOREIRA, A. C. RFID na edificação: proposta de modelo de sistema para organização das informações de manutenção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 155-173, out./dez. 2019. ISSN 1678-8621. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212019000400348>. Acesso em: 05 mar. 2023.

HOWARD, G. S.; COLE, D. A.; MAXWELL, S. E.. Research productivity in psychology based on publication in the journals of the American Psychological Association. **Am. Psychologist**, [s. l.], v.42, n.11, p. 975–986, 1987. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0003-066X.42.11.975>. Acesso em: 05 mar. 2023.

HUANG, G. D. Design for X: Concurrent engineering imperatives. **Dundee: Springer**, 2012.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERICIAS, XIV COBREAP, 2007, Salvador, BA. **Impactos Econômicos do Estágio Atual da Cultura de Manutenção no Brasil**. Salvador: IBAPE/BA, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama censo 2022 indicadores**. Juiz de Fora: IBGE, 2022. Disponível em:

<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/indicadores.html?localidade=BR&tema=2>. Acesso em: 22 mar. 2024

ISLAM, R.; NAZIFA, T.H.; Mohamed S.F.. Factors Influencing Facilities Management Cost Performance in Building Projects. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [s. l.], v. 33, n. 3, 2019. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001284](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001284). Acesso em: 05 fev. 2023.

ISLAM, R.; NAZIFA, T.H.; MOHAMMED, S.F.; ZISHAN, M.A.; YUSOF, Z.M.; MONG, S.G.. Impacts of design deficiencies on maintenance cost of high-rise residential buildings and mitigation measures. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 39, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102215> . Acesso em: 05 fev. 2023

INTERNATIONAL STANDARD. **ISO 15686**: Buildings and constructed assets — Service life planning — Part 1: General principles and framework. Geneva: ISO, 2011.

JAAFAR, M.; OTHMAN, N.L. Maintainability and design aspect of public hospital. **Jurnal Teknologi**, [s. l.], v.78, n.5, p. 107-113, 2016. DOI: <https://doi.org/10.11113/jt.v78.8251>. Disponível em: <https://journals.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/8251>. Acesso em: 05 fev. 2023.

KALANTARI, SALEH; SHEPLEY, MARDELLE M.; RYBKOWSKI, ZOFIA K.; BRYANT, JOHN. Designing for operational efficiency: facility managers' perspectives on how their knowledge can be better incorporated during design. **Architectural Engineering and Design Management**, [s. l.], 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/17452007.2017.1348333>. Acesso em: 05 fev. 2023.

Kanniyapana, G.; Mohammad, I.S.; Nesanc, L.J.; Mohammed, A.H.; Abdullah, M.N.M; Asmonib, M.; Ganisena, S.. Implementing maintainability in building material selection: a preliminary survey. **Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)**, [s. l.], v. 77 n. 30, p. 145-154, 2015. Disponível em: <https://journals.utm.my/jurnalteknologi/article/view/6882/4557>. Acesso em: 05 fev. 2024.

KASSEM, M.; KELLY, G.; DAWOOD, N.; SERGINSON, M.; LOCKLEY, S. BIM in facilities management applications: a case study of a large university complex. **Built Environment Project and Asset Management**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 261-277, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BEPAM-02-2014-0011>. Acesso em: 05 fev. 2023.

KHALEK, I.A.; CHALHOUB, J.M.; AYER, S.K.. Augmented Reality for Identifying Maintainability Concerns during Design. **Hindawi Advances in Civil Engineering**, [s. l.], 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/8547928>. Acesso em: 05 fev. 2023

KHALID, E.I.; ABDULLAH, S.; HANAFI, M.H.; SAID, S.Y.; HASIM, M.S.. The consideration of building maintenance at design stage in public buildings: The current

scenario in Malaysia. **Facilities**, [s. l.], v. 37, n. 13/14, p. 942-960, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/F-04-2018-0055>. Acesso em: 05 fev. 2023.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, J. A. V. A. Design Science Research: Método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, ago. 2013.

LEWIS, A.; ELMUALIM, A.; RILEY, D.. Linking energy and maintenance management for sustainability through three American case studies. **Facilities**, [s. l.], v. 29 n. 5/6, p. 243-254, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/02632771111120547>. Acesso em: 05 fev. 2023.

LIU, R.; ISSA, R. R.A.. Design for maintenance accessibility using BIM tools. **Facilities**, [s. l.], v. 32, n. 3/4, p. 153-159, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1108/F-09-2011-0078>. Acesso em: 05 fev. 2023.

_____. Survey: Common knowledge in BIM for facility maintenance. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [s. l.], v.30, 3, 2016. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000778](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000778). Acesso em: 05 fev. 2023

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on Information technology. **Decision Support Systems**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 251-266, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2). Acesso em: 05 fev. 2023.

MARZOUK, M.; HANAFY, M.. Modelling maintainability of healthcare facilities services systems using BIM and business intelligence. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v.46, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103820>. Acesso em: 05 fev. 2023

MAYO, G.; ISSA, R. R. A. Nongeometric Building Information Needs Assessment for Facilities Management. **Journal of Management in Engineering**, [s. l.], v. 32, n. 3, 2016. DOI: [10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000414](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000414). Acesso em: 24 mar. 2023.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELHADO, S. B. *et al.* **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/b13f0a43-1c7d-46aa-baa8-2ff0f011dd86/Melhado-2005-coordenacao.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2024.

MÉLO FILHO, E.C. de; RABBANI, E.R.K.; BARKOKÉBAS JÚNIOR, B.. Avaliação da segurança do trabalho em obras de manutenção de edificações verticais. **Production**, [s. l.], v.2, n.4, p.817-830, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-65132012005000024>. Acesso em: 24 mar. 2023.

MENG, X.. Involvement of facilities management specialists in building design: United Kingdom experience. **J. Perform. Constr. Facil.**, [s. l.], v. 27, n. 5, p. 500–

507, 2013. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000343](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000343). Acesso em: 24 mar. 2023.

MOHAMMED, M. A., & HASSANAIN, M. A.. Towards improvement in facilities operation and maintenance through feedback to the design team. **The Built & Human Environment Review**, [s. l.], v. 3, p. 72–87, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308746669_Towards_Improvement_in_Facilities_Operation_and_Maintenance_through_Feedback_to_the_Design_Team. Acesso em: 24 mar. 2023.

MUNZLINGER, Elizabete; NARCIZO, Francisco Batista; QUEIROZ, José Eustáquio Rangel de. Sistematização de revisões bibliográficas em pesquisas da área de IHC. **Brazilian Computer Society**, [s. l.], v. 5138, p. 51–54, 2012. Disponível em: <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/download/122/538/824-1?inline=1>. Acesso em: 15 mar. 2023.

NAVEIRO, R. M. Conceitos e metodologias de projeto. *In*: Ricardo Manfredi Naveiro e Vanderlí Fava de Oliveira (Org.). **O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial: conceitos, reflexões, aplicações e formação profissional**. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2001. p.25-63.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. National building information modeling standard. Version 1 – Part 1: **Overview, principles and methodologies**. Washington: NIBIS, 2007. 183 p. Disponível em: www.wbdg.org/pdfs/NBIMSv1_p1.pdf. Acesso em: 22 mar. 2023.

OKAMOTO, P. S. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais**. 2015. 160 f. São Paulo. Tese (Doutorado) – Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

OTHMAN, A.A.E.; KAMAL, A.R. A framework for enhancing building maintainability through facilitating early suppliers' involvement in the design process. **Journal of Engineering, Design and Technology**, [s. l.], 2022. DOI 10.1108/JEDT-02-2022-0090. Acesso em: 24 mar. 2023.

ROCHA, P.F.; RODRIGUES, R.C.. **How to maintain buildings: intervention strategies for the operationalization process of building maintenance regarding the design phases**. *In*.: Advances in Engineering Research. New York: Nova Science Publishers, p. 195-213. Porto: Nova Science Publishers, 2017, p. 195-213. ISBN: 978-1-53611-039-5.

RODRÍGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. 2005. 172f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ROMANO, F. V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações**. Florianópolis, 2003. Tese (Doutorado em

Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

ROMANO, Fabiane V. MODELO DE REFERÊNCIA PARA O GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE PROJETO INTEGRADO DE EDIFICAÇÕES. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 1, n. 1, p. 23–47, 2006. DOI: 10.4237/gtp.v1i1.7. Disponível em: <https://revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50891..> Acesso em: 21 mar. 2023.

RUSCHEL, R.C.; ANDRADE, M.L.V.X. de; MORAIS, M. de. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?. **Ambiente Construído**, [s. l.], v.13, n.2, jun. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000200012>. Acesso em: 24 mar. 2023.

SANCHES, I.D.; FABRICIO, M.M. Projeto para Manutenção. In: WORKSHOP BRASILEIRO GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8., 2008, São Paulo. **Anais...**, 2008, São Paulo. p. 2-9. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/258232564_Projeto_para_manutencao. Acesso em: 10 jun. 2023

SANCHES, Iara Del’Arco; FABRICIO, Márcio Minto. **A importância do projeto na manutenção de HIS**. In: VI SIBRAGEC: Simpósio Brasileiro de Gestão da Economia da Construção. João Pessoa, 2009.

SILVA, A.T. **Comparativo entre os processos de implantação do código técnico de Edificações na Espanha e a NBR 15575/2013: desempenho no Brasil**. 2011. 105f. **Dissertação** (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2011.

SILVA, M. A. C.; SOUZA, R. Gestão do processo de projeto de edificações. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

SITTER, W. R. DE Jr. **Costs of Service Life Optimization, the Law of Five**. CEB-RILEM International Workshop on Durability of Concrete Structures, CEB Bulletin d’Information. n.152. Copenhagen, Denmark. 1984.

STIEGERT, Isabela. **Projeto arquitetônico orientado à manutenção: Uma proposta de ferramenta computacional para integração da segurança na manutenção de fachadas**. 2017. 158 f. **Dissertação** (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

STØRE-VALEN, M.. FM and clinical employees' involvement in the design of eight Norwegian hospital projects. **Facilities**, [s. l.], v. 39, n. 11/12, p. 778-801, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/F-06-2020-0076>. Acesso em: 05 fev. 2023.

SOFI, M., ZOU, Z., LUMANTARNA, E., MENDIS, P. AND AYE, L.. **Maintenance of building structural systems**. In: 7th International Conference on Sustainable Built Environment (ICSBE) Kandy, Sri Lanka, p. 53-61, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11343/123692>. Acesso em: 05 mar. 2023.

TAKEDA, H.; VEERKAMP, P.; YOSHIKAWA, H. Modeling Design Process. **AI Magazine**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. 37, 1990. DOI: 10.1609/aimag.v11i4.855. Disponível em: <https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/855>. Acesso em: 21 mar. 2023.

TOLONEN, A., HAAPASALO, H., HARKONEN, J. AND VERROLLOT, J.. Supply chain capability creation – the creation of the supply chain readiness for a new product during product development process. **International Journal of Production Economics**, v. 194, p. 237-245, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.09.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527317302918?via%3Di> hub. Acesso em: 05 mar. 2023.

TZORTZOPOULOS, Patrícia. Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte. 380 p. Porto Alegre, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

VARGAS, Marcelo Cruz. **Gerenciamento de projetos por meio da engenharia simultânea: sugestão para a otimização do processo na SUDECAP**. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil), 2008 – Escola de Engenharia, UFMG. Belo Horizonte, 2008.

WEYGANT, R. S. **BIM Content Development: Standards, Strategies, and Best Practices**. Hoboken: John Wiley, 2011. 464 p. ISBN: 978-0-470-58357-9.

WIGGINS, Jane M. **Facilities Manager's Desk Reference**. United Kingdom: WileyBlackwell, 2010. 528 p.

ZADEH, P.A.; WANG, G.; CAVKA, H.B.; STAUB-FRENCH, S.; POTTINGER, R.. Information Quality Assessment for Facility Management. **Advanced Engineering Informatics**, v. 33, p.181–205, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2017.06.003>. Acesso em: 5 fev. 2023

ZHU, L.; SHAN, M.; HWANG, B.-G.. Overview of Design for Maintainability in Building and Construction Research. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [s. l.], v. 32, n. 1, 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001116](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001116). Acesso em: 05 fev. 2023.

APÊNDICE A – Instrumento de apoio às entrevistas

DIRETRIZES PARA PROJETO PARA MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

Este instrumento apoia a dissertação da mestrandia Josilene Toledo, orientada pela professora Dra. Maria Aparecida Hippert, do Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora.

O trabalho objetiva propor diretrizes para o Projeto para Manutenção de edificações habitacionais. O Projeto para Manutenção, pode ser compreendido como a prática de integrar a experiência de manutenção no processo de planejamento e projeto para alcançar facilidade, segurança e economia nas fases de manutenção ao longo da vida útil de um edifício.

Logo, este formulário visa validar as diretrizes propostas, a partir da percepção dos profissionais quanto à aplicabilidade e importância das mesmas no processo de projeto de edificações e, conseqüentemente quanto à contribuição para a manutenibilidade das edificações durante a fase de uso.

Tendo em vista sua experiência no setor da construção civil, com o desenvolvimento de projetos arquitetônicos ou com a construção de edificações habitacionais no município de Juiz de Fora – MG, solicito sua participação como voluntário na pesquisa, a partir das respostas às perguntas que seguem. Desde já agradeço a disponibilidade.

O questionário se distribui em sete blocos, sendo o primeiro deles relativo a informações iniciais do respondente e da empresa. Os cinco blocos seguintes são referentes às diretrizes gerais e para os sistemas: de piso, de vedações verticais, de cobertura e hidrossanitários, nesta ordem. Por fim, o último bloco visa avaliar a aplicabilidade de tecnologias ao processo de projeto.

Josilene Toledo, PROAC.

Bloco 1 – Informações Iniciais
<i>Os dados pessoais e a identificação da empresa não serão divulgados</i>
Nome do respondente:
Nome da Empresa:
Cargo/Formação:
Tempo de experiência*: <small>*em desenvolvimento de projetos ou construção de edificações habitacionais</small>
E-mail:
Nível de conhecimento sobre manutenção de edificações. Assinale uma opção: () superficial () básico () alto

Bloco 2 – Diretrizes Gerais

Por favor, indique seu grau de concordância quanto a aplicabilidade e importância das diretrizes gerais, no processo de projeto, para as edificações habitacionais, conforme seguinte escala:

Importância: (1) muito importante, (2) importante, (3) razoavelmente importante, (4) pouco importante, (5) sem importância

Aplicabilidade: (1) aplicável, (2) não aplicável

	Importância	Aplicabilidade
1 Envolver os profissionais de FM (gerentes de manutenção) durante o processo de projeto para considerações na revisão dos projetos.		
2 Seleção adequada de materiais, considerando:		
a) Considerações ambientais/climáticas		
b) Disponibilidade		
c) Desmontabilidade/separabilidade		
d) Adequação à intensidade do uso do edifício		
3 Considerar no <i>layout</i> de projeto:		
a) Disposição de ventilação para espaços internos;		
b) Adequação da forma/orientação do edifício às condições ambientais e climáticas;		
c) Consideração do uso pretendido do edifício		
4 Prover acessibilidade fácil e segura aos elementos, componentes e sistemas construtivos* para os profissionais de manutenção *sistema construtivo: estrutura da construção (alvenaria convencional) Componente: unidade integrante do sistema com forma e destinado a atender funções específicas (ex. bloco de alvenaria) Elemento: parte de um sistema com funções específicas. Geralmente composto por um conjunto de componentes (ex. parede de vedação de alvenaria)		

Bloco 3 – Diretrizes para os sistemas de pisos

Por favor, indique seu grau de concordância quanto a aplicabilidade e importância das diretrizes para os sistemas de pisos, no processo de projeto, para as edificações habitacionais, conforme seguinte escala:

Importância: (1) muito importante, (2) importante, (3) razoavelmente importante, (4) pouco importante, (5) sem importância

Aplicabilidade: (1) aplicável, (2) não aplicável

	Importância	Aplicabilidade
1 Sempre que possível utilizar revestimentos de piso não aderidos, especialmente em locais onde passam tubulação. Sobre os pisos não aderidos deve se fazer uso de rodapés, mata-juntas, e elementos ou componentes de encaixe, visando permitir a remoção e recolocação sem maiores danos.		
2 O material da superfície da entrada de automóveis e das paredes deve permitir fácil remoção de manchas de óleo e água, bem como lavagem pesada.		

Bloco 4 – Diretrizes para os sistemas de vedações verticais internas e externas		
<p><i>Por favor, indique seu grau de concordância quanto a aplicabilidade e importância das diretrizes para os sistemas de vedações, no processo de projeto, para as edificações habitacionais, conforme seguinte escala:</i></p> <p>Importância: (1) muito importante, (2) importante, (3) razoavelmente importante, (4) pouco importante, (5) sem importância</p> <p>Aplicabilidade: (1) aplicável, (2) não aplicável</p>		
	Importância	Aplicabilidade
1 Em fachadas verdes, os elementos estruturais não devem ser cobertos com o VGS (sistemas verticais de vegetação) para facilitar a inspeção periódica.		
2 As plantadeiras ou módulos, em fachadas verdes, devem ser projetados para serem suficientemente profundos para conter a propagação das raízes.		
3 Prever um tubo para fixação de sistema de ancoragem para limpeza e manutenção de superfícies verticais externas. O tubo deve contornar toda edificação e ser fixado no sistema estrutural.		
4 Para telhado embutido ou laje plana, prever acesso seguro ao sistema de ancoragem por meio de calha transitável no topo da edificação e proteção da platibanda de contorno do edifício.		
5 Em caso de uso de plataforma de trabalho suspensa, certificar-se:		
a)Haja disposições para fixação da plataforma, bem como pontos de ancoragem		
b)É possível alcançar todas as partes da fachada		
c)As características das fachadas não impedem o funcionamento da plataforma		

Bloco 5 – Diretrizes para os sistemas de cobertura		
<p><i>Por favor, indique seu grau de concordância quanto a aplicabilidade e importância das diretrizes para os sistemas de cobertura, no processo de projeto, para as edificações habitacionais, conforme seguinte escala:</i></p> <p>Importância: (1) muito importante, (2) importante, (3) razoavelmente importante, (4) pouco importante, (5) sem importância</p> <p>Aplicabilidade: (1) aplicável, (2) não aplicável</p>		
	Importância	Aplicabilidade
1 Previsão de espera para escada ou escada permanente para manutenção e acesso ao telhado, externamente quando não houver acesso pelo alçapão pelo interior do edifício, por meio de escada tipo marinho, quando não houver escada externa de uso coletivo.		
2 As lajes deverão possuir painéis removíveis para inspeção e manutenção		

Bloco 6 – Diretrizes para os sistemas hidrossanitários		
<p>Por favor, indique seu grau de concordância quanto a aplicabilidade e importância das diretrizes para os sistemas hidrossanitários, no processo de projeto, para as edificações habitacionais, conforme seguinte escala:</p> <p>Importância: (1) muito importante, (2) importante, (3) razoavelmente importante, (4) pouco importante, (5) sem importância</p> <p>Aplicabilidade: (1) aplicável, (2) não aplicável</p>		
	Importância	Aplicabilidade
1 Os aparelhos sanitários devem ser operados com a maior independência possível, quando necessário a manutenção de um dos aparelhos ou parte da tubulação, os demais componentes devem continuar operando		
2 Fornecer <i>shafts</i> suficientes para minimizar o percurso da tubulação horizontal		

Bloco 7 – Tecnologias		
<p>Por favor, indique seu grau de concordância quanto a aplicabilidade e importância das tecnologias, no processo de projeto, para edificações habitacionais, conforme seguinte escala:</p> <p>Importância: (1) muito importante, (2) importante, (3) razoavelmente importante, (4) pouco importante, (5) sem importância</p> <p>Aplicabilidade: (1) aplicável, (2) não aplicável</p>		
	Importância	Aplicabilidade
1 Realizar uma revisão do modelo de construção digital com uso da Realidade Virtual, para identificar possíveis problemas de manutenção durante o projeto		
2 Utilizar o BIM (Modelagem da Informação da Construção) como facilitador da integração de informações e documentações para operações de manutenção		

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP UFJF

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais

Pesquisador: JOSILENE DE FATIMA TOLEDO

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 76227123.0.0000.5147

Instituição Proponente: Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído (PROAC)

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.689.394

Apresentação do Projeto:

As informações transcritas nos campos “Apresentação do Projeto”, “Objetivo da Pesquisa” e “Avaliação dos Riscos e Benefícios” foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

"Definido o objetivo do estudo, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura para identificar práticas voltadas à manutenção aplicáveis ao processo de projeto de edificações. A partir das práticas levantadas, foram propostas diretrizes para o Projeto para Manutenção de edificações habitacionais, a serem consideradas pelos projetistas de arquitetura. Tais diretrizes serão validadas pela aplicação de um questionário, em entrevista semiestruturada, para dirigentes de empresas construtoras e dirigentes de empresas de projeto de arquitetura atuantes na área de edificações residenciais multifamiliares do município de Juiz de Fora – MG."

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

"O objetivo primário deste estudo é elaborar e validar diretrizes para Projeto para Manutenção de edificações habitacionais. Ou seja, diretrizes de projeto, voltadas à manutenção de edificações habitacionais multifamiliares, aplicáveis por projetistas no decorrer do processo de projeto.

Objetivo Secundário:

O objetivo secundário é identificar na literatura práticas de projeto que considerem a manutenção de edifícios, que já foram desenvolvidas para

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 6.689.394

serem aplicadas nas fases iniciais de projeto."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

"Riscos:

Esta pesquisa apresenta riscos mínimos ao participante, que são: cansaço ou aborrecimento ao responder aos questionamentos, invasão de privacidade, risco de quebra de sigilo e vazamento de dados do participante ou empresa. Mas, para minimizar esses riscos, o questionário foi devidamente elaborado e revisado, com uma linguagem clara e objetiva para melhorar a compreensão das diretrizes propostas, que foram divididas em 5 blocos temáticos conforme sistemas construtivos considerados e diretrizes gerais. Ademais, fez-se o uso de escala likert para facilitar a avaliação do grau de aplicabilidade das diretrizes pelo respondente. As informações colhidas serão utilizadas somente para a realização da pesquisa e o seu tratamento ficará a cargo exclusivo do pesquisador responsável, assegurando a confidencialidade das respostas obtidas, o que ficará mantido mesmo em futuras publicações que possam resultar desta pesquisa. Por fim, destaca-se que será garantido a possibilidade de interrupção ou cancelamento da entrevista.

Benefícios:

Esse projeto apresenta como benefício a sistematização de diretrizes aplicáveis ao projeto de edificações habitacionais, provendo melhorias ao processo de projeto e na manutenção futura. Contribuindo também para uma maior conscientização do setor a respeito da manutenção. Os participantes da pesquisa receberão como benefício o relatório da pesquisa contendo a compilação final das diretrizes propostas, que facilitarão a implantação das mesmas em seus projetos."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

As pendências foram sanadas e o projeto está bem estruturado, apresenta o tipo de estudo, número de participantes, critério de inclusão e exclusão, forma de recrutamento. As referências bibliográficas são atuais, sustentam os objetivos do estudo e seguem uma normatização. O cronograma mostra as diversas etapas da pesquisa, além de mostra que a coleta de dados ocorrerá após aprovação do projeto pelo CEP. O orçamento lista a relação detalhada dos custos da pesquisa que serão financiados com recursos próprios conforme consta no campo apoio financeiro. A pesquisa proposta está de acordo com as normas definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens IV.6, II.11 e XI.2; e e na Norma Operacional CNS 001 de 2013. Itens: 3.4.1-6, 8, 9, 10 e 11; 3.3 - f; combinadas com o Manual Operacional para CEPS Item: VI - c.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 6.689.394

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as disposições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as normas definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com o que prevê o Manual Operacional para CEPs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com a regulamentação definida na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Recomendações:

Sem recomendações a acrescentar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecidos na Res. 466/12 CNS e Norma Operacional N° 001/2013 CNS.

Data prevista para o término da pesquisa: 02/07/2024

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional N°001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 6.689.394

informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2242153.pdf	05/03/2024 15:43:06		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETODETALHADOJosileneToledoV4.docx	05/03/2024 15:33:10	JOSILENE DE FATIMA TOLEDO	Aceito
Outros	CurriculoLattesMariaAparecidaSteinherzHippert.pdf	29/11/2023 13:24:30	JOSILENE DE FATIMA TOLEDO	Aceito
Outros	CurriculoLattesJosileneToledo.pdf	29/11/2023 13:23:07	JOSILENE DE FATIMA TOLEDO	Aceito
Declaração de concordância	DeclaracoesConcordancia.pdf	21/11/2023 09:23:32	JOSILENE DE FATIMA TOLEDO	Aceito
Outros	QuestionarioJosileneToledo.docx	06/11/2023 17:40:07	JOSILENE DE FATIMA TOLEDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEJosileneToledo.docx	06/11/2023 17:38:58	JOSILENE DE FATIMA TOLEDO	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoJosileneToledo.pdf	06/11/2023 17:37:35	JOSILENE DE FATIMA TOLEDO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 06 de Março de 2024

Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N**Bairro:** SAO PEDRO**CEP:** 36.036-900**UF:** MG**Município:** JUIZ DE FORA**Telefone:** (32)2102-3788**E-mail:** cep.propp@ufjf.br