UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

ALINE DANTAS DOS SANTOS

METODOLOGIA BIM APLICADA À GESTÃO DE MANUTENÇÃO PREDIAL CORRETIVA

JOÃO PESSOA

2022

Aline Dantas dos Santos

METODOLOGIA BIM APLICADA À GESTÃO DE MANUTENÇÃO PREDIAL CORRETIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia Universidade Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Cibelle Guimarães Silva Severo

JOÃO PESSOA

2022

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S237m Santos, Aline Dantas dos.
Metodologia BIM aplicada à gestão de manutenção predial corretiva / Aline Dantas Dos Santos. - João Pessoa, 2022.
49 f. : il.

Orientação: Cibelle Guimarães Silva Severo.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Augin. 2. Revit. 3. Realidade Aumentada. I. Severo, Cibelle Guimarães Silva. II. Título.

UFPB/CT CDU 624(043.2)

Elaborado por ROSANGELA GONCALVES PALMEIRA - CRB-216

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALINE DANTAS DOS SANTOS

METODOLOGIA BIM APLICADA À GESTÃO DE MANUTENÇÃO PREDIAL CORRETIVA

Trabalho de Conclusão de Curso em 29/11/2022 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Cibelle Guimarães Silva Severo — APROVADA
Cibelle Guimarães Silva Severo
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Hidelbrando José Farkat Diógenes — APROVADO
Hidelbrando José Farkat Diógenes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Claudino Lins Nóbrega Júnior — APROVADA
Claudino Lins Nóbrega Júnior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Profª. Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me amparou e me deu forças mesmo nos momentos mais difíceis.
Ao meus pais, Ana e Josemar, meus maiores exemplos de bondade, humildade e força e que me concederam todos os meios para chegar até aqui.
Ao meu irmão, Alcides, minha fortaleza, que trouxe significado à minha vida e sempre torceu por mim.
Ao meu companheiro de jornada, Lucas, que compartilha todos os sucessos e desafios comigo.
À minha avó, Porcina, por todo o cuidado desde sempre e por ser exemplo de coragem e benevolência.
À minha avó, Cila (in memorian), que cuida de mim de onde estiver e sempre foi exemplo de simplicidade e altruísmo.
Aos meus amigos, em especial a Júnior, Letícia e Sophia, que tornaram a trajetória muito mais feliz.
A todos da Superintendência da Polícia Federal da Paraíba, em especial aos que fazem parte ou já passaram pelo GTED, por todo o apoio e confiança.
Aos meus professores, em especial à minha orientadora, Cibelle, pelo conhecimento prestado e por ser modelo de profissionalismo.

RESUMO

Apesar da relevância da gestão de manutenção predial para a vida útil da edificação, essa é pouco difundida e praticada no país. Associado a isso, deu-se nos últimos anos o desenvolvimento de ferramentas BIM no contexto da construção civil, apresentando forte potencial para todas as etapas do ciclo de vida da edificação, contudo a sua adesão ainda é baixa, especialmente às aplicações referentes à operação do edifício. Dessa forma, este estudo tem por objetivo analisar o potencial da metodologia BIM para a gestão de manutenção predial, verificando, para isso, a contribuição de ferramentas de auxílio à modelagem BIM em serviço de manutenção corretiva do piso de uma edificação pública no município de João Pessoa. Para tanto foi realizada a caracterização da edificação, bem como das áreas de piso afetadas, seguida de modelagem em ferramenta BIM e vinculação com ferramenta de realidade aumentada. Por esses meios foi extraído o orçamento e realizada a análise da eficiência do método a partir da comparação da metodologia proposta e da tradicionalmente empregada para o serviço. Sendo assim, foi possível inferir as vantagens do método proposto, tais como a maior agilidade, precisão, limpeza, facilidade e a centralização das informações. Todavia, esse ainda enfrenta dificuldades ante a baixa especialização e adesão às ferramentas BIM, apesar do crescente interesse pela tecnologia e do seu amplo potencial.

Palavras-chave: Augin, Revit, Realidade Aumentada.

ABSTRACT

Despite the importance of building maintenance management for the useful life of the building, it is not widespread and practiced in the country. Associated with this, in recent years the development of BIM tools in the context of civil construction has taken place, presenting strong potential for all stages of the building's life cycle, however its adherence is still low, especially in applications related to the operation of the building. Thus, this study aims to analyze the potential of the BIM methodology for building maintenance management, verifying, for this, the contribution of tools to aid BIM modeling in corrective maintenance service of the floor of a public building in the city of João Pessoa. For this purpose, the characterization of the building was carried out, as well as the affected floor areas, followed by modeling in a BIM tool and linking with a augmented reality tool. By these means, the budget was extracted and the analysis of the efficiency of the method was carried out from the comparison of the proposed methodology and the one traditionally used for the service. Thus, it was possible to infer the advantages of the proposed method, such as greater agility, precision, cleanliness, ease and centralization of information. However, it still faces difficulties due to the low specialization and adherence to BIM tools, despite the growing interest in the technology and its wide potential.

Keywords: Augin, Revit, Augmented Reality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Maturidade do setor 20
Figura 2 - Ciclo de vida da edificação com BIM 21
Figura 3 - Ambientes, plataformas e ferramentas BIM 24
Figura 4 - Utilização do BIM pelas empresas 25
Figura 5 - Pretensão de adoção da Metodologia BIM 27
Figura 6 - Representatividade dos trabalhos por categoria 28
Figura 7 - Fluxograma da metodologia 29
Figura 8 - O edifício 30
Figura 9 - Divisão da edificação 30
Figura 10 - Alvo padrão para referência do projeto 32
Figura 11 - Alvo padrão para visualização do modelo 33
Figura 12 - A placa 34
Figura 13 - Os pedestais 35
Figura 14 - Marcação das áreas afetadas com pincel 36
Figura 15 - Marcação das áreas afetadas com cones 36
Figura 16 - Troca do piso danificado 37
Figura 17 - Criação de família 38
Figura 18 - Parâmetros da família 39
Figura 19 - Modelo em Autodesk Revit da edificação 40
Figura 20- Modelagem das áreas danificadas no Autodesk Revit 40
Figura 21 - Orçamento do fornecedor 41
Figura 22 - Áreas afetadas 41
Figura 23 - Tabela com quantitativos e custo 42
Figura 24- Visualização das áreas comprometidas por meio de realidade aumentada 43
Figura 25 - Visualização dos parâmetros no Augin no dispositivo móvel 44
Figura 26 - Visualização dos parâmetros no Augin no computador 45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Panorama geral do setor de obras de cada município 18
Quadro 2 - Dificuldades para a implantação da Metodologia BIM 26
Quadro 3 - Análise comparativa das metodologias 45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

2. JUSTIFICATIVA 13

3. OBJETIVOS 14

3.1. OBJETIVO GERAL 14

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15

4.1. GESTÃO DE MANUTENÇÃO 15

4.1.1. MATURIDADE DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO 16

4.2. BIM 20

4.2.1. DIMENSÕES DO BIM 22

4.2.2. APLICATIVOS BIM 23

4.2.3. A MATURIDADE DO BIM NO MERCADO 25

5. METODOLOGIA 29

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO 29

5.2. LEVANTAMENTO DAS ÁREAS 31

5.3. CRIAÇÃO DA FAMÍLIA 31

5.4. MODELAGEM EM FERRAMENTA BIM 31

5.5. ORÇAMENTAÇÃO 31

5.6. VINCULAÇÃO COM REALIDADE AUMENTADA 32

5.7. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA 33

5.8. COMPARAÇÃO 33

6. RESULTADOS 34

6.1. AVALIAÇÃO DAS ÁREAS ESTUDADAS 34

6.2. MODELAGEM NA FERRAMENTA BIM 38

6.4. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA 42

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 47

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a construção é um dos setores que conseguem impulsionar a economia, sendo a dinamização das suas atividades importante para o desenvolvimento. Além disso, os benefícios da construção civil não se limitam à obra, pois a geração de empregos ocorre também posteriormente a ela. Dessa forma, o crescimento do setor contribui para a geração de renda, emprego, tributos e desenvolvimento social.

Contudo, Nour (2003) aponta a baixa atenção despendida à manutenção de edifícios no meio acadêmico , tendo em vista que a formação de engenheiros civis e arquitetos na maioria das vezes tem como foco o edifício pronto, ignorando-se aspectos da sua operação e tornando o assunto tecnicamente negligenciado em virtude da escassez do desenvolvimento de pesquisas e do desconhecimento de meios para pô-lo em prática. Esse cenário é um contra-senso, pois o tema apresenta alta relevância técnica, econômica e social, devido, especialmente, ao crescente número de edifícios e os respectivos investimentos na indústria da construção.

Segundo a Lei da Evolução de Custos proposta por Sitter (1984), a prevenção é mais econômica do que a correção, nela defende-se que a negligência perante a manutenção pode acarretar reparos cinco vezes mais onerosos.

A metodologia BIM vem se apresentando, nesse cenário, como ferramenta de alto potencial na gestão de todo o ciclo de vida do edifício, desde a prevenção de problemas na fase de projeto até a gestão de intercorrências no pós-obra.

Eastman et al (2021) define BIM como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção.

O BIM 7D é definido pelo Sienge (2020) como uma abordagem única que relaciona todos os processos de gerenciamento das instalações da construção, melhorando a qualidade da prestação de serviços durante o funcionamento do empreendimento. Nesse sentido, é possível rastrear dados importantes do ativo, facilitando o processo de manutenção.

Nesse trabalho será abordado um estudo desenvolvido no prédio da Superintendência da Polícia Federal na Paraíba. A aplicação se dará por meio da proposta de metodologia para a utilização de ferramentas BIM para a manutenção corretiva do piso elevado da edificação.

2. JUSTIFICATIVA

A construção de edificações demanda diferentes tipos de profissionais e processos, bem como experiência e qualidade, apresentando por vezes, em virtude disso, custos elevados. Esse contexto é afetado pelas características do edifício, tais como o seu porte, prazo, custo e diversidade de agentes envolvidos, fazendo-se mister o seu acompanhamento desde a concepção, perpassando pela etapa de obra, até a sua fase de operação.

Há culturalmente a percepção de que o processo construtivo se encerra no momento da entrega do edifício, mas a operação da edificação sucede a entrega da obra e perdura por toda a vida útil do empreendimento que pode se estender por cerca de cinquenta anos, ou mais, podendo ultrapassar um século, dependendo da tipologia do edifício, da qualidade do planejamento, do projeto, dos materiais utilizados, dos serviços prestados, das ações de usuários e das operações do edifício.

Além do grande valor econômico, as edificações têm também grande valor social por comportarem diversas atividades durante muitos anos e, para tanto, é necessária à sua devida conservação. Não é eficiente, portanto, a consideração dos produtos da construção civil como passíveis de frequente substituição, tornando necessária a manutenção predial tanto preventiva quanto corretiva, adequando o edifício às condições necessárias de conforto e segurança.

Sendo assim, a manutenção predial se apresenta como meio para o prolongamento da vida útil de um edifício, preservando o seu desempenho e diminuindo a sua depreciação patrimonial.

Segundo a ABNT NBR 5674:2012, a manutenção não pode ser feita de modo improvisado, esporádico ou casual, pois essa implica em custo relevante da fase de uso da edificação. Ela deve ser entendida, portanto, como um serviço técnico perfeitamente programável e como um investimento na preservação do valor patrimonial.

Para que a manutenção predial se mostre eficiente é importante o levantamento de índices adequados de economia de tempo e custo, de sucesso das intervenções, dos benefícios gerados e da preservação do valor da edificação. Nesse cenário a metodologia BIM apresenta-se como promissora, permitindo a integração da gestão de instalações com as informações do ciclo de vida da edificação, promovendo melhor planejamento e prestação dos serviços de manutenção.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo verificar a contribuição de ferramentas de auxílio à modelagem BIM em serviço de manutenção corretiva do piso de uma edificação pública no município de João Pessoa.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a utilização de ferramentas BIM em serviços de manutenção corretiva;
- Realizar um estudo comparativo entre o método tradicional e a metodologia proposta.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos últimos anos a complexidade das edificações vem aumentando, sendo inviável a prevalência das técnicas convencionais, exigindo, portanto, a atualização dos métodos utilizados na indústria da construção civil.

Nesse contexto, se observa a relevância da gestão de manutenção de edifícios com o intuito de preservar a qualidade ao longo do ciclo de vida do empreendimento e da metodologia *Building Information Modeling* (BIM), ferramenta que permite a obtenção de melhores resultados por meio de novas formas de processo de projeto e construção.

4.1. GESTÃO DE MANUTENÇÃO

De acordo com Yazigi (2021), a manutenção é "procedimento técnico-administrativo (em benefício do proprietário e/ou usuários), que tem por finalidade levar a efeito as medidas necessárias à conservação de um imóvel e à permanência das suas instalações e equipamentos, de modo a mantê-lo em condições funcionais normais, como as que resultaram da sua construção, em observância ao que foi projetado, e durante a sua vida útil. "

A norma ABNT NBR 5674:2012 descreve os diferentes tipos de manutenção necessários:

- Manutenção rotineira, caracterizada por um fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos, por exemplo, a limpeza geral e lavagem de áreas comuns;
- Manutenção corretiva, caracterizada por serviços que demandam ação ou intervenção imediata a fim de permitir a continuidade do uso dos sistemas, elementos ou componentes das edificações, ou evitar graves riscos ou prejuízos pessoais e/ou patrimoniais aos seus usuários ou proprietários; e
- Manutenção preventiva, caracterizada por serviços cuja realização seja programada com antecedência, priorizando as solicitações de usuários, estimativas de durabilidade esperada dos sistemas, elementos ou componentes das edificações em uso, gravidade e urgência, e relatórios de verificações periódicas sobre o seu estado de degradação.

A atividade de manutenção requer vasto acervo de documentação contendo manuais, desenhos, projetos, memoriais de cálculo, memoriais descritivos, especificações, intervenções, registros de serviços realizados, registros de reclamações e solicitações, relatórios de inspeção, normas e procedimentos, programas de manutenção. Faz-se necessário, portanto, a otimização do registro e disponibilidade desses recursos.

Ademais, segundo Nour (2003), a manutenção de edifícios possui forte relevância econômica, social, acadêmica, cultural, técnica e jurídica. Apesar disso, essa área recebe pouca atenção no meio acadêmico, sendo necessário maior dedicação e estudos mais aprofundados nesse assunto.

4.1.1. MATURIDADE DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Segundo a ABNT NBR 5674:2012, edificações são frequentemente retiradas de serviço, mesmo antes do cumprimento de sua Vida Útil Projetada (VUP). A omissão ante a necessidade de manutenção é grande causadora desse fenômeno, acarretando maiores custos e transtornos em virtude da necessidade de recuperação ou nova construção.

A gestão do sistema de manutenção deve prever meios para preservar as características do edifício e prevenir perdas no seu desempenho. Nesse sentido, a norma estabelece a elaboração de um programa de manutenção preventiva e corretiva e os devidos procedimentos do sistema de gestão de manutenção.

A norma recomenda que os seguintes parâmetros sejam considerados na elaboração dos indicadores a serem periodicamente avaliados para a eficiência da gestão do sistema de manutenção:

- atendimento ao desempenho das edificações e de seus sistemas conforme descrito na abnt nbr 15575 (partes 1 a 6);
- prazo acordado entre a observação da não conformidade e a conclusão de serviço de manutenção;
- tempo médio de resposta às solicitações dos usuários e intervenções de emergência;
- periodicidade das inspeções prediais de uso e manutenção estabelecidas no manual de operação, uso e manutenção da edificação; e
- registro das inspeções.

As inspeções devem considerar:

- um roteiro de inspeções dos sistemas, subsistemas, elementos, equipamentos e componentes da edificação;
- as formas de manifestação esperadas da degradação natural dos sistemas, subsistemas, elementos e equipamentos ou componentes da edificação associadas à sua vida útil, conforme indicações do manual e que resultem em risco à saúde e segurança dos usuários;

- as solicitações e reclamações dos usuários ou proprietários.

Os relatórios das inspeções devem:

- descrever a degradação de cada sistema, subsistema, elemento ou componente e equipamento da edificação;
- apontar e, sempre que possível, estimar a perda do seu desempenho;
- recomendar ações para minimizar os serviços de manutenção corretiva; e
- conter prognósticos de ocorrências.

O programa de manutenção deve contemplar:

- designação do sistema, quando aplicável aos elementos e componentes
- descrição da atividade
- periodicidade em função de cada sistema, quando aplicável aos elementos e componentes observadas as prescrições do projeto ou as especificações técnicas
- identificação dos responsáveis
- documentação referencial e formas de comprovação
- modo de verificação do sistema; e
- custo

Segundo a ABNT NBR 14037:2011 o cumprimento do programa de manutenção fornece subsídios para o bom funcionamento da edificação, atendendo às condições de saúde, segurança e salubridade do usuário.

Todavia, Nour (2003) defende que a manutenção predial recebe pouca atenção no Brasil. Desse modo, ausência de um sistema de controle de qualidade eleva os custos de manutenção dos edifícios, sendo possível uma otimização conhecendo-se as curvas de degradação dos componentes e prevendo os custos anuais a serem despendidos para evitar a propagação de problemas e antevê-los

A existência de poucas estatísticas que considerem a importância da manutenção predial é evidência da negligência do tema no país, Nour (2003) aponta que no Brasil apenas os dados gerais da produção da indústria da construção são registrados.

O assunto também tem abordagem mínima no meio acadêmico, o foco é culturalmente o edifício pronto e não o decorrer da sua vida útil, o que vai contra o objetivo social a que se propõe um empreendimento, tendo em vista a sua função de servir como suporte para diversas atividades durante a sua duração. Ademais, esse cenário resulta em prejuízos técnicos, sendo predominante o desconhecimento dos processos da gestão de manutenção de qualidade, bem

como o diagnóstico de problemas e as suas soluções, havendo poucos estudos que abordem essas questões. Esse cenário apresenta-se contrário às necessidades contemporâneas, nas quais os edifícios construídos se apresentam como um dos maiores patrimônios do país.

Viana et al (2022) propôs um estudo com o intuito de avaliar o nível de maturidade das equipes de manutenção predial quanto à realização das boas práticas de manutenção. O estudo levantou o panorama apresentado no Quadro 1 para casos múltiplos nos setores responsáveis por tais atividades de sete prefeituras municipais de Sergipe.

Quadro 1 - Panorama geral do setor de obras de cada município

Cidade	Existência de um setor específico para manutenções	Caracterização do setor	Existência de um plano/roteiro de manutenções periódicas	Registro das manutenções realizadas
A	Sim	Possui uma equipe interna específica para realizar as atividades de manutenção	Não	Sim
B	Sim	Possui uma equipe interna específica para realizar as atividades de manutenção	Não	Sim
C	Sim	Possui uma equipe interna para realizar as atividades de manutenção mais simples e um contrato único com uma empresa para atividades de manutenções mais complexas	Não	Sim
D	Sim	Possui uma equipe interna para realizar as atividades de manutenção mais simples e um contrato único com uma empresa para atividades de manutenções mais complexas	Sim	Sim
E	Não	Realiza licitação e contratação de	Não	Não

		empresas toda vez que surge uma atividade de manutenção		
F	Não	Possui uma equipe interna específica para realizar as atividades de manutenção	Não	Não
G	Não	Possui uma equipe interna para realizar as atividades de manutenção mais simples e um contrato único com uma empresa para atividades de manutenções mais complexas	Não	Não

Fonte: Adaptado de Viana, 2022

O estudo evidencia a negligência cultural quanto à gestão da manutenção predial, com grande parcela da amostra não constando de setor específico para a manutenção, plano de manutenção periódica e/ou registro das manutenções realizadas.

Além disso, o nível da maturidade para a manutenção também foi avaliado, considerando dez Sistemas Principais (SP): fundações, estruturas de concreto, alvenaria, revestimento de pisos, pintura, coberturas, impermeabilização, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas e esquadrias e suas respectivas Recomendações Principais (RP).

Para a definição da maturidade do setor quanto às atividades de manutenção, as Equações 1, 2, 3 e 4 foram utilizadas.

$$MM = \sum_{i=1}^{10} \quad MSPi$$

$$MSP = MRPi * Pi$$

$$MRP = \frac{\sum_{i=1}^{n} \quad Nfi}{5n}$$

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n} \quad NEi}{\sum_{i=1}^{n} \quad NEfi}$$

Nas quais:

MM: pontuação de maturidade do setor quanto às atividades de manutenção predial;

MSP: resultado do sistema principal ponderado; MRP: média relativa do nível de utilização das RP por SP;

Nf: média aritmética das notas das RP de um determinado SP;

P: peso do SP;

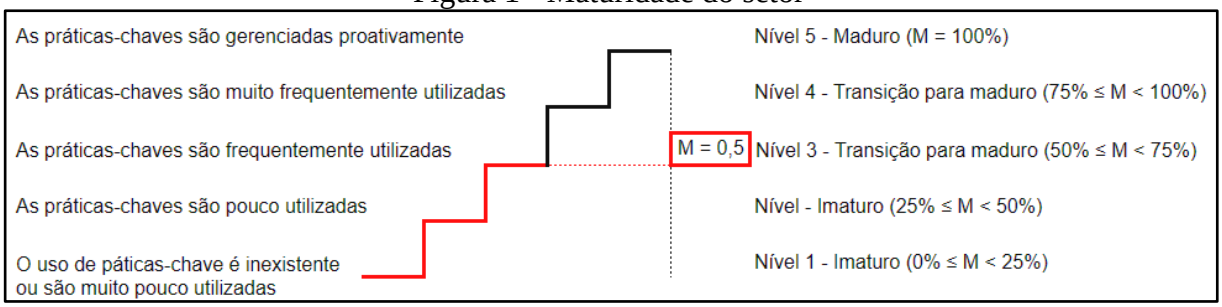
NE: notas de importância dos especialistas para o SP; e

NEf: média aritmética das notas dos especialistas para os SP.

Os pesos do SP foram definidos com base nas opiniões de especialistas com experiência profissional no setor de manutenção e as frequências das realizações das RP com base nas respostas de representantes do setor de manutenção de prefeituras municipais, ambas as pesquisas foram realizadas por meio de questionários com perguntas fechadas e classificação em escala de cinco pontos.

Obteve-se como resultado uma pontuação de maturidade do setor quanto às atividades de manutenção predial, o que significa que as recomendações são realizadas com relativa frequência, mas não há uma adoção integral e proativa dessas para a amostra avaliada, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Maturidade do setor



Fonte: Adaptado de Viana, 2022

É possível inferir, assim, a significativa possibilidade de melhorias para que se atinja a maturidade total da gestão de manutenção no contexto nacional.

4.2. BIM

O BIM teve o seu desenvolvimento atrelado à necessidade de uma representação que ultrapassasse as figuras e agregasse também informações, esse conceito foi impulsionado pela

utilização de sistemas computacionais para a elaboração de projetos associada à demanda por maior qualidade e agilidade dos projetos.

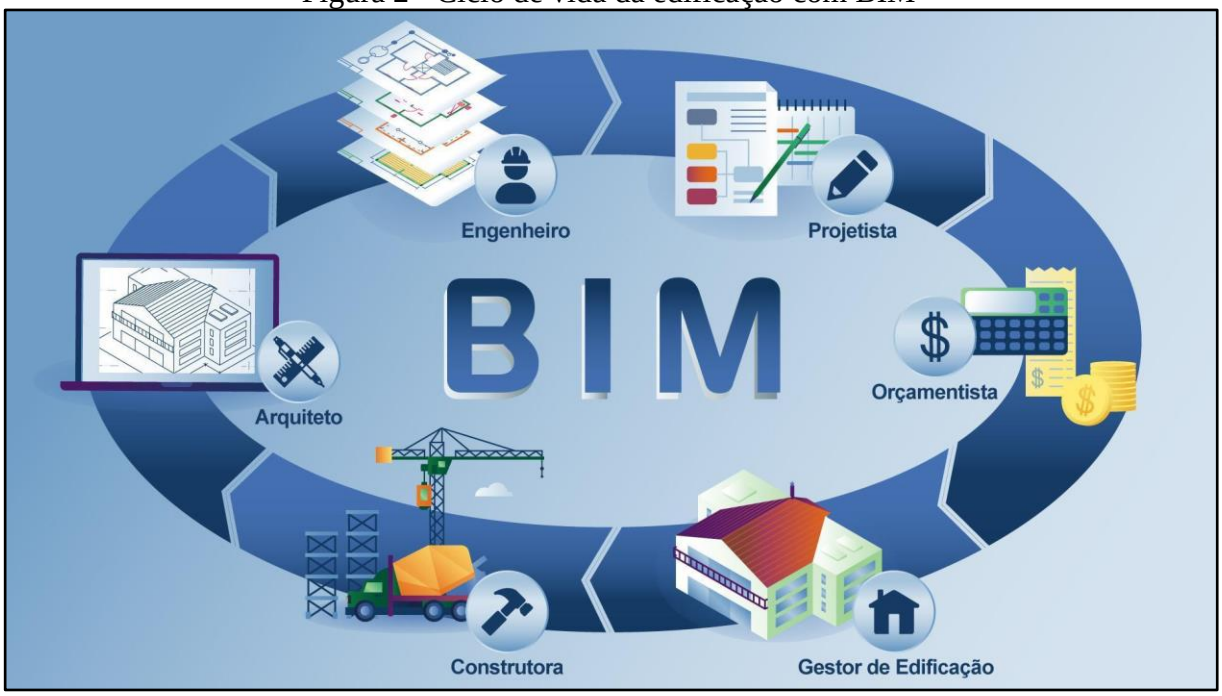
O *Building Information Modeling* pode ser definido como um processo que permite a gestão da informação, enquanto o *Building Information Model* é o conjunto de modelos compartilhados, digitais, tridimensionais e semanticamente ricos, que forma a espinha dorsal do processo da Modelagem da Informação da Construção (Manzione, 2013).

Dessa forma o BIM se apresenta como ferramenta para a revolução que ocorre nos últimos anos na indústria da construção civil, na qual o foco não é mais o desenho, mas os dados. Sendo assim, o modelo gerado não consiste apenas em imagens, mas sim em uma simulação fiel à edificação a ser construída possibilitando a análise de informações e a retroalimentação dessas com o intuito de prover melhorias ao processo.

Também segundo Manzione (2013), a parametricidade associada ao modelo tridimensional é o que caracteriza a ferramenta BIM, tem-se, assim, elementos "inteligentes" que apresentam dados relevantes ao controle de problemas e interferências e à garantia da eficiência.

A metodologia BIM permite o acompanhamento do edifício ao longo de todo o seu ciclo de vida e em todas as suas disciplinas como apresentado na Figura 2, demandando a participação de todos os envolvidos no contexto da edificação.

Figura 2 - Ciclo de vida da edificação com BIM



Fonte: Altoqi

O BIM apresenta benefícios em termos de melhoria na eficiência da gestão do fluxo de informações, capacidades de simulação que possibilitam antever problemas de custos e desperdícios e melhoria geral da colaboração e da coordenação dos projetos (Manzione, 2013).

Portanto, no contexto de aumento da complexidade das construções o BIM se apresenta como meio para alcançar maior velocidade, sustentabilidade, redução de custos de operação e manutenção.

4.2.1. DIMENSÕES DO BIM

O uso do BIM promove o armazenamento de informações em um banco único, de modo que informações nele inseridas podem ser utilizadas durante todo o ciclo de vida do empreendimento, com o acesso ágil e facilitado.

Segundo Eastman et al (2021) os benefícios alcançáveis pela metodologia BIM compreendem a pré-construção para o proprietário, o processo de projetar, a construção e o contexto pós-construção.

Os termos BIM 3D, 4D e 5D fazem referência à visualização e coordenação 3D de projetos, planejamento visual e orçamentação respectivamente, no contexto BIM.

O BIM 3D possibilita a coordenação proativa dos trabalhos durante o seu detalhamento e construção ou a identificação reativa de conflitos espaciais e temporais ao longo dos processos.

O BIM 4D permite a vinculação do cronograma de construção aos objetos BIM, representados em 3D, dessa forma a sequência da edificação pode ser melhor visualizada. A ferramenta pode abranger também os métodos construtivo, informações espaciais, de utilização de recursos e de produtividade, sendo útil à detecção de conflitos. Obtém-se, assim, cronogramas melhor elaborados e, portanto, mais confiáveis.

Com o BIM 5D é possível o levantamento de quantitativos e estimativas de custo, facilitando a obtenção de estimativas preliminares e informações mais detalhadas, fornecendo, consequentemente, orçamentos mais precisos e mais cedo.

Há divergência entre os autores quanto às definições de BIM 6D e 7D, em alguns casos o 6D é relacionado à sustentabilidade e o 7D ao Facility Management, mas o contrário também ocorre. Para este estudo será adotado o BIM 6D como relacionado à sustentabilidade, análise energética e certificação, e o BIM 7D à gestão de manutenção de edifícios.

4.2.2. APLICATIVOS BIM

Segundo Eastman et al (2021), o termo BIM pode se referir tanto à tecnologia quanto ao processo, mas ele vem sendo utilizado, muitas vezes, de forma confusa. Modelos 3D que contêm poucos ou nenhum atributo de objeto podem até servir como ferramenta BIM e serem inseridos para dar suporte a esse processo, mas não constituem em si uma plataforma BIM.

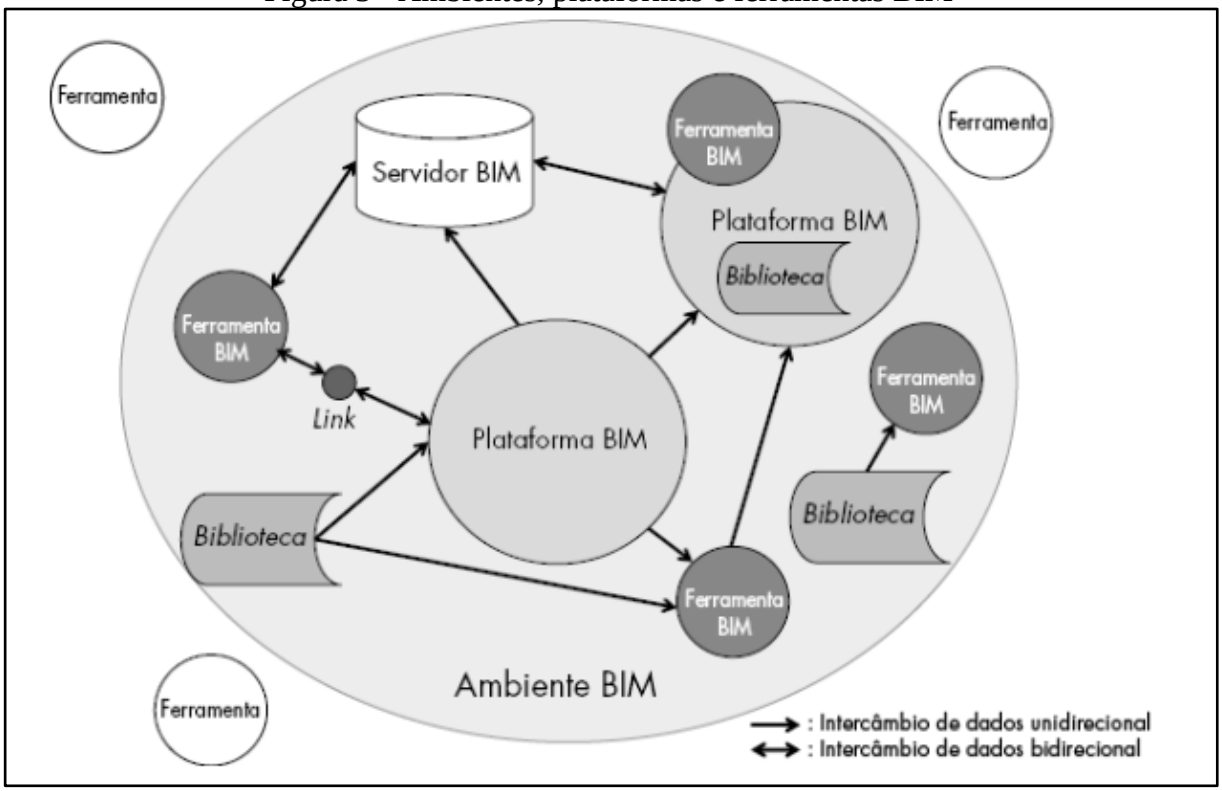
Também segundo Eastman et al (2021) os aplicativos utilizados na metodologia BIM têm a pretensão de serem mais que meras ferramentas, permitindo a interoperabilidade com outros aplicativos com o intuito de prover renderizações, análises energéticas, orçamentos, coordenação dos trabalhos entre múltiplos usuários, etc. Para esse autor, é importante, portanto, pensar o desenvolvimento do BIM como uma arquitetura de sistemas envolvendo múltiplos aplicativos para os diferentes usos e o estabelecimento da seguinte hierarquia:

Ferramenta BIM: recurso que permite envio, recebimento ou processamento de informações dentro de um processo BIM, em associação com as plataformas. Nessa categoria considera-se mesmo as ferramentas que não são genericamente ferramentas BIM, desde que se encontrem empregadas em processos BIM.

Plataforma BIM: gerador central de informações BIM, mantém a integridade do modelo a partir da capacidade de modelagem de objetos parametrizada. Fornece o modelo de dados primário que hospeda informações oriundas de vários aplicativos, demandando interoperabilidade e podendo também apresentar ferramentas e funcionalidades internas.

Ambiente BIM: Um conjunto de aplicativos BIM que são interligados a fim de suportar múltiplos fluxos de informações e processos em um projeto, organização ou setor da construção local. Os ambientes BIM incluem as várias ferramentas, plataformas, servidores, bibliotecas e processos de trabalho BIM dentro do projeto ou da organização, como apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Ambientes, plataformas e ferramentas BIM



Fonte: Eastman, 2021

O ambiente BIM é demandado quando há a utilização de múltiplas plataformas e modelos de dados para rastrear e coordenar a comunicação, ele permite o gerenciamento da informação de forma mais ampla do que a plataforma, sendo possível a utilização, além dos dados de modelagem, de vídeos, imagens, gravações de áudio, e-mails, etc.

Nesse contexto, o Revit e o Augin se apresentam como ferramentas BIM capazes de auxiliar processos ao longo da vida útil de uma edificação.

Segundo a Autodesk, o Revit é um software BIM que ajuda as equipes de arquitetura, engenharia e construção (AEC) a criar construções e infraestruturas de alta qualidade, podendo ser utilizado para: modelar formas, estruturas e sistemas em 3D com exatidão, precisão e facilidade paramétricas; simplificar o trabalho de documentação, com revisões instantâneas em plantas, elevações, tabelas e seções à medida que os projetos mudam; e capacitar equipes multidisciplinares com conjuntos de ferramentas especializadas e um ambiente de projeto unificado.

Segundo Silva et al (2020) o Augin é uma plataforma que permite a visualização dos projetos e um ambiente imersivo, oferecendo serviço em nuvem e realidade aumentada. O programa pode ser utilizado de forma gratuita com algumas limitações ou por meio de assinatura, com maior capacidade de armazenamento. A ferramenta tem origem brasileira e

trabalha com a tecnologia para construção com fluxos automáticos, por meio de plug-in, para o envio de arquivo de imagem em 3D, que permite ao usuário fazer usos de todas as suas funcionalidades.

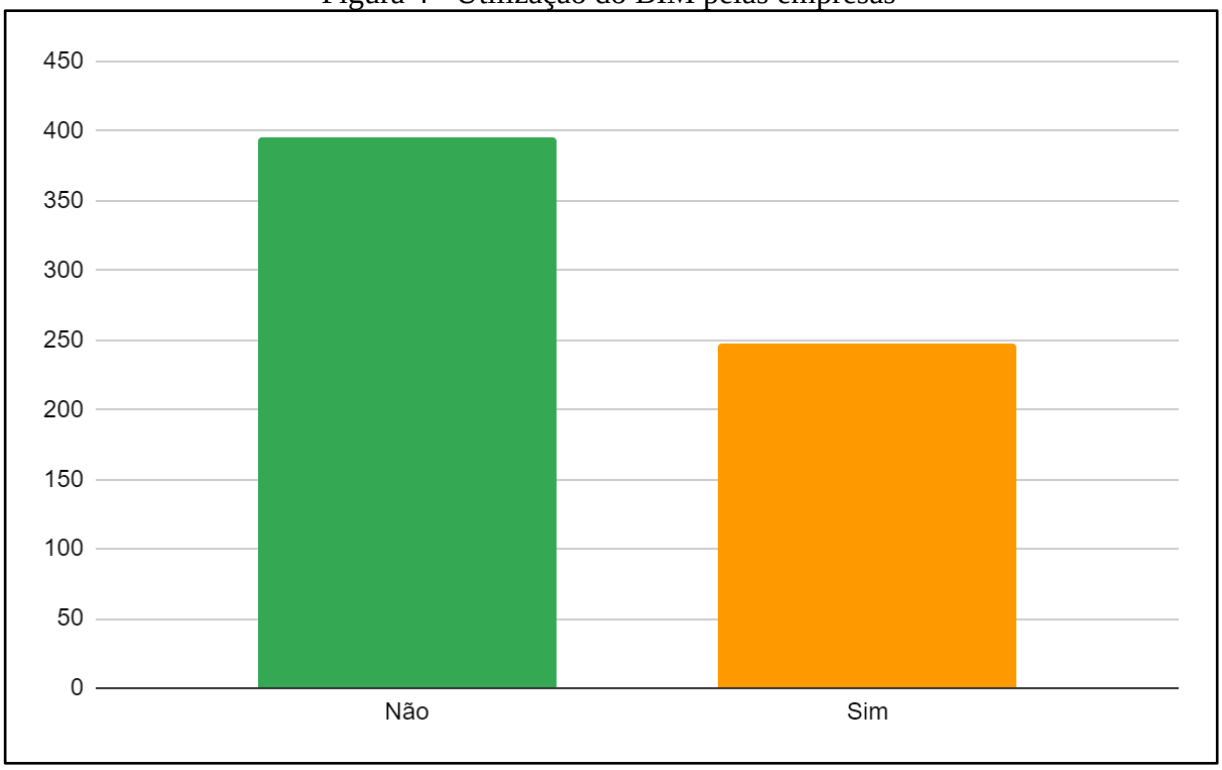
4.2.3. A MATURIDADE DO BIM NO MERCADO

Apesar dos esforços para a difusão do BIM no Brasil evidenciados pela Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*, há ainda dificuldades a serem superadas para que esse processo possa ocorrer de maneira plena.

O Mapeamento de Maturidade BIM Brasil realizado em 2020 em pela Grant Thornton em colaboração com o Sienge buscou levantar a utilização da metodologia BIM e o interesse em sua implantação, avaliando a resposta de 643 empresas e seus profissionais.

Cerca de 61,6% da amostra ainda não utiliza a metodologia conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Utilização do BIM pelas empresas



Fonte: Adaptado de Mapeamento de Maturidade BIM Brasil, 2020

O estudo também levantou as principais dificuldades para a implantação da metodologia, conforme apresentado pelo Quadro 2.

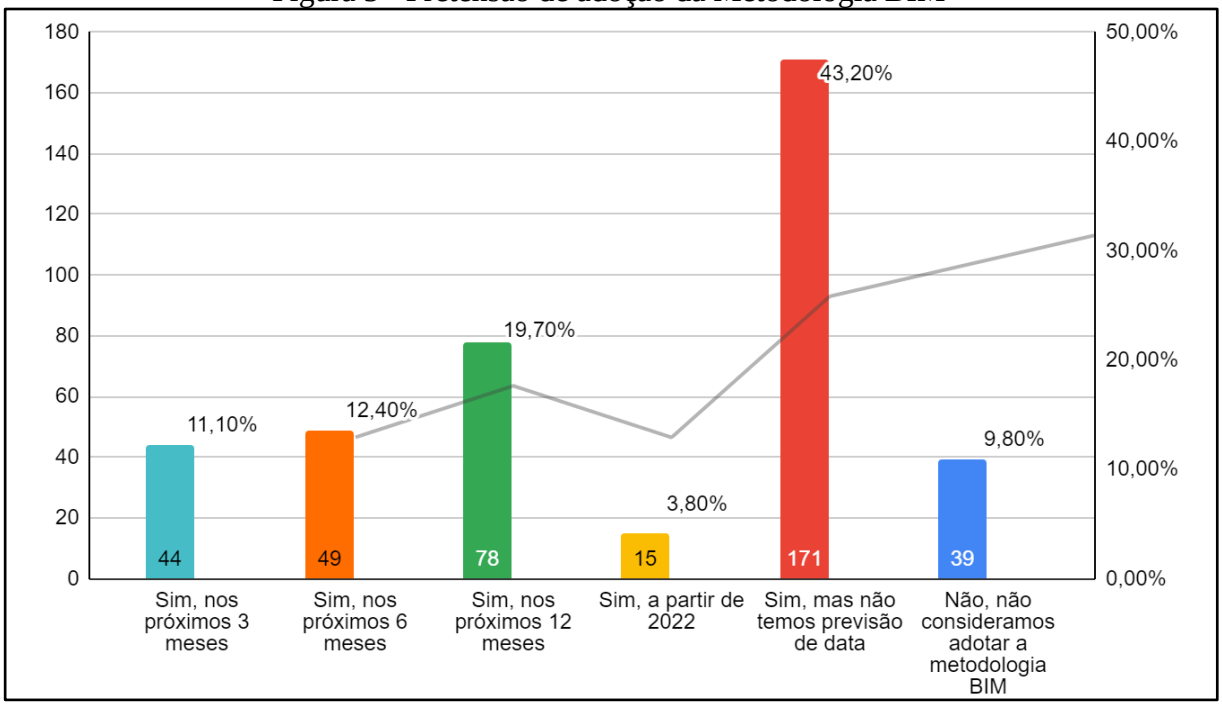
Quadro 2 - Dificuldades para a implantação da Metodologia BIM

Principais motivos apontados para a não adoção da Metodologia BIM	
Barreiras financeiras, quanto aos softwares e equipamentos necessários	195
Barreiras organizacionais, não temos estrutura de colaboradores grande o bastante para adotar a metodologia BIM	140
Barreiras financeiras, quanto aos treinamentos necessários	123
Barreiras de mercado, não encontramos projetistas aptos ou com um custo viável para adoção da metodologia BIM	114
Não encontramos suporte ou orientação para o processo de implantação da metodologia BIM	75
Barreiras de mercado, não encontramos construtoras / Incorporadoras disponíveis a remunerar os trabalhos modelados em BIM	68
Não tivemos incentivo do Poder Público	61
Não tenho opinião sobre o assunto	54
A Alta Direção não se mostrou convencida para adoção da metodologia BIM	53
Não tivemos retorno ou o retorno financeiro foi muito baixo, inviabilizando a adoção	35
Outros motivos	21

Fonte: Adaptado de Mapeamento de Maturidade BIM Brasil, 2020

Apesar das dificuldades apresentadas, 90,2% dos entrevistados que declararam ainda não utilizar a metodologia, afirmaram que pretendem implantá-la futuramente, conforme consta na Figura 5.

Figura 5 - Pretensão de adoção da Metodologia BIM



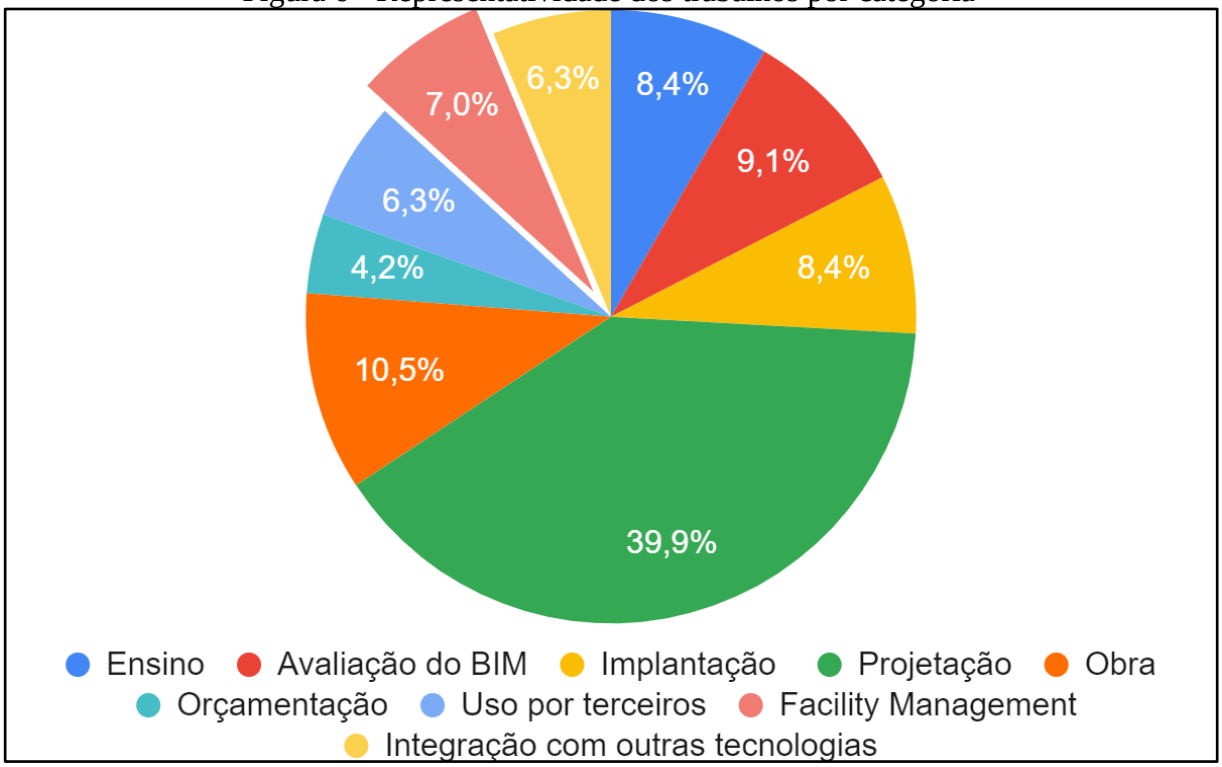
Fonte: Adaptado de Mapeamento de Maturidade BIM Brasil, 2020

Há, paralelamente a isso, a baixa representatividade de estudos acadêmicos acerca da metodologia BIM, principalmente relacionados à sua aplicação para além do modelo 3D.

O estudo realizado por Checcucci (2019) classificou as teses e dissertações brasileiras de investigação em BIM, no período de 2013 a 2018, nas seguintes categorias: Ensino, Avaliação do BIM, Implantação, Projetação, Obra, Orçamentação, Uso por terceiros, Facility Management e Integração com outras tecnologias.

É possível inferir, portanto, que há ainda poucos estudos voltados para a aplicação do BIM gestão de manutenção de edifícios, tendo em vista que apenas 7% dos estudos levantados são voltados para a utilização da metodologia no contexto de Facility Management, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Representatividade dos trabalhos por categoria

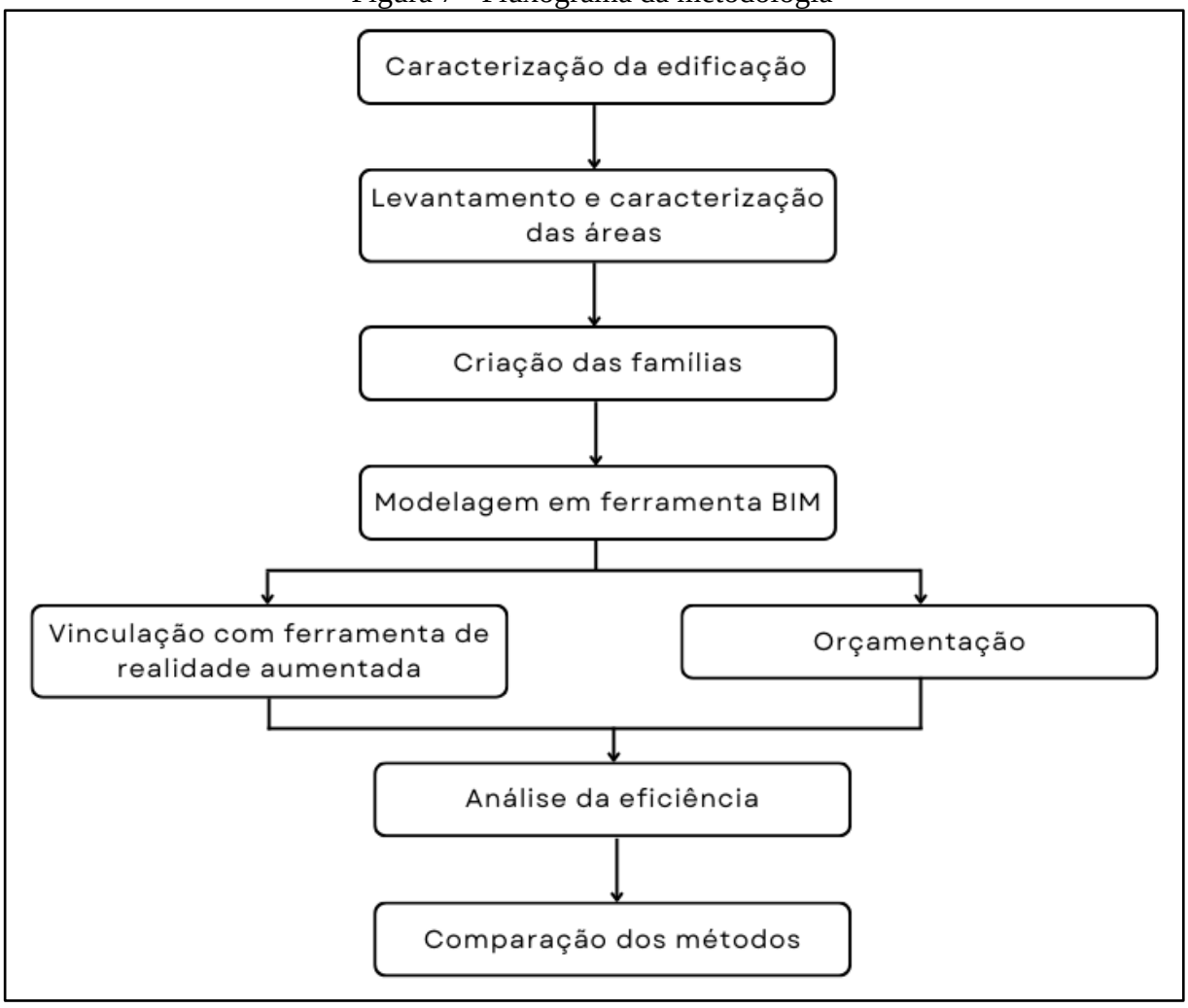


Fonte: Checcucci, 2019

5. METODOLOGIA

Esse trabalho foi realizado com o intuito de avaliar o potencial das ferramentas BIM no contexto da gestão de manutenção predial, conforme o fluxograma apresentado na Figura 7, propondo metodologia aplicada ao serviço de manutenção corretiva do piso do edifício em questão.

Figura 7 - Fluxograma da metodologia



Fonte: A autora

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A edificação, apresentada na Figura 8, conta com uma área urbanizada de 5205,50 m², sendo dessa 1202,00 m² de área de solo permeável e havendo uma área total construída de 10135,03 m². É dividida em prédio principal, anexo I, anexo II e área externa.

Figura 8 - O edifício

Fonte: Porto Belo

O prédio principal é composto por cinco pavimentos e um subsolo, o Anexo I por três pavimentos e o Anexo II é apenas térreo, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Divisão da edificação

Fonte: CORSI Arquitetura

A maior parte do edifício conta com piso elevado, que, apesar da recente inauguração do prédio, em 2019, apresenta problemas recorrentes de recalque.

5.2. LEVANTAMENTO DAS ÁREAS

Para o estudo desenvolvido as áreas afetadas foram levantadas pelo caminhamento ao longo de toda área do prédio, demarcação em planta e posterior modelagem das regiões locadas em ferramenta BIM.

5.3. CRIAÇÃO DA FAMÍLIA

Para os trabalhos realizados no Revit foi necessária a utilização de famílias, que são grupos de elementos com um conjunto comum de propriedades chamado de parâmetros e uma representação gráfica relacionada.

Para permitir a modelagem as famílias foram previamente criadas com os parâmetros relevantes para o serviço estudado.

5.4. MODELAGEM EM FERRAMENTA BIM

A modelagem das áreas afetadas foi realizada na ferramenta BIM Autodesk Revit, por meio do qual se fez possível o levantamento de quantitativos, o respectivo orçamento e o modelo a ser referenciado em aplicativo de realidade aumentada.

5.5. ORÇAMENTAÇÃO

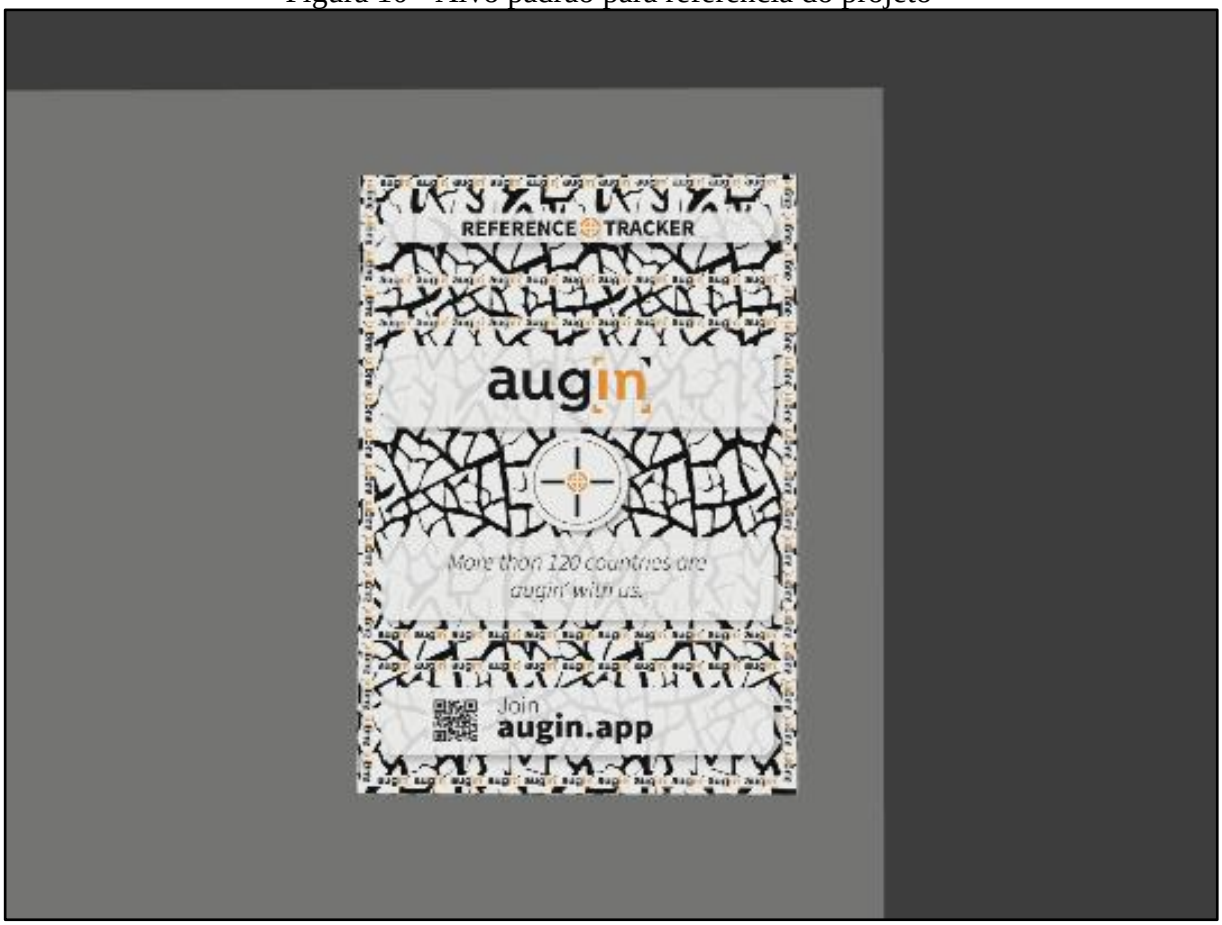
O orçamento foi realizado por meio de tabela gerada automaticamente também pelo Autodesk Revit.

Para a realização dos cálculos em tabela foram definidas fórmulas atribuídas aos parâmetros de interesse a serem calculados. Desse modo, há parâmetros de entrada, inseridos durante a modelagem e parâmetros de saída, calculados por meio daqueles fornecidos e que foram posteriormente fornecidos pelo programa em tabela.

5.6. VINCULAÇÃO COM REALIDADE AUMENTADA

A vinculação com a realidade virtual foi realizada por meio do aplicativo Augin, utilizando o seu plugin para Revit, que permite a conexão e upload do projeto na plataforma do programa. O aplicativo foi instalado no computador e no celular, e no primeiro definiu-se um alvo padrão no projeto para referenciação, definido em local específico no modelo de representação do edifício, no canto direito superior de uma porta corta fogo, conforme Figura 10.

Figura 10 - Alvo padrão para referência do projeto



Fonte: A autora

Já no celular, com o projeto aberto no aplicativo e com a seleção do modo de realidade aumentada, a câmera do celular foi apontada para o alvo padrão, conforme Figura 11, permitindo a visualização das áreas afetadas em realidade aumentada, locadas nas suas devidas posições e com os seus respectivos parâmetros inseridos ou calculados no Revit.

Figura 11 - Alvo padrão para visualização do modelo

Fonte: A autora

5.7. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA

A eficiência da metodologia proposta foi analisada por meio do caminhamento ao longo do prédio, levantamento da fidelidade do modelo virtual à realidade, as informações obtidas em campo, bem como a sua relevância. Fez-se também a análise do orçamento elaborado utilizando as ferramentas e a sua contribuição para a eficiência do serviço em questão.

5.8. COMPARAÇÃO

Por fim, realizou-se a comparação da metodologia proposta com a utilizada tradicionalmente para o serviço de manutenção corretiva do piso em questão, elencando vantagem e desvantagens de ambos.

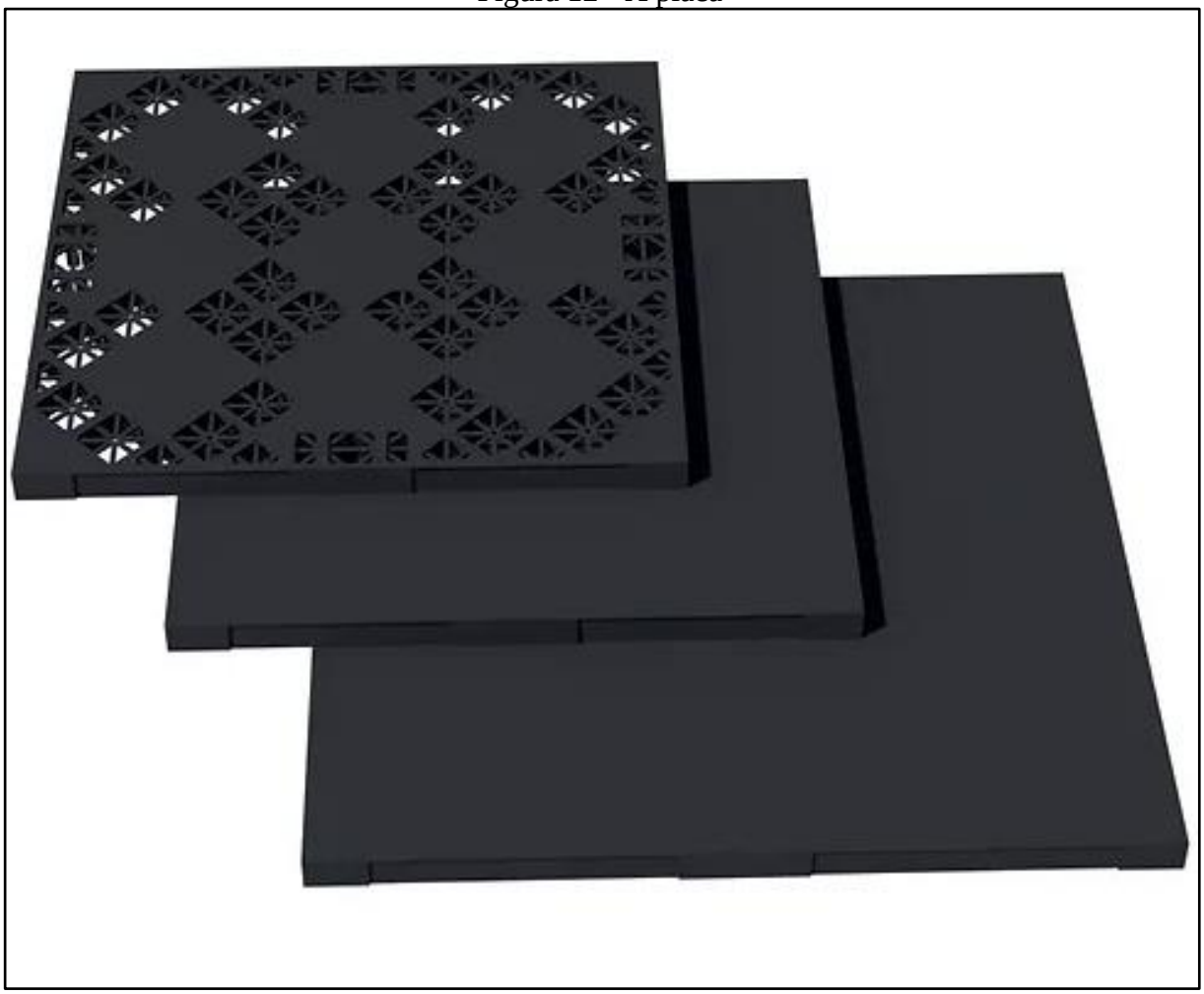
6. RESULTADOS

6.1. AVALIAÇÃO DAS ÁREAS ESTUDADAS

Na maior parte da edificação optou-se pelo emprego de piso elevado pelas vantagens conferidas, tais como instalação rápida e limpa e a acomodação de rede de instalações no vão entre esse e a laje.

O sistema utilizado é composto por placas, apresentadas na Figura 12, bem como por pedestais reguláveis compostos por PDCR, bucha, rosca niveladora, tubo rígido e base, conforme a Figura 13.

Figura 12 - A placa



Fonte: Remaster

Figura 13 - Os pedestais

Fonte: Remaster

O edifício conta com 6912 m² de piso, desse 4277 m² são de piso elevado, totalizando mais de 60% de toda a área utilizando esse sistema.

Apesar das vantagens apresentadas, o respectivo serviço de instalação demanda mão de obra especializada, de modo que problemas de execução acarretaram recalques em vários locais no piso do edifício no decorrer da sua utilização.

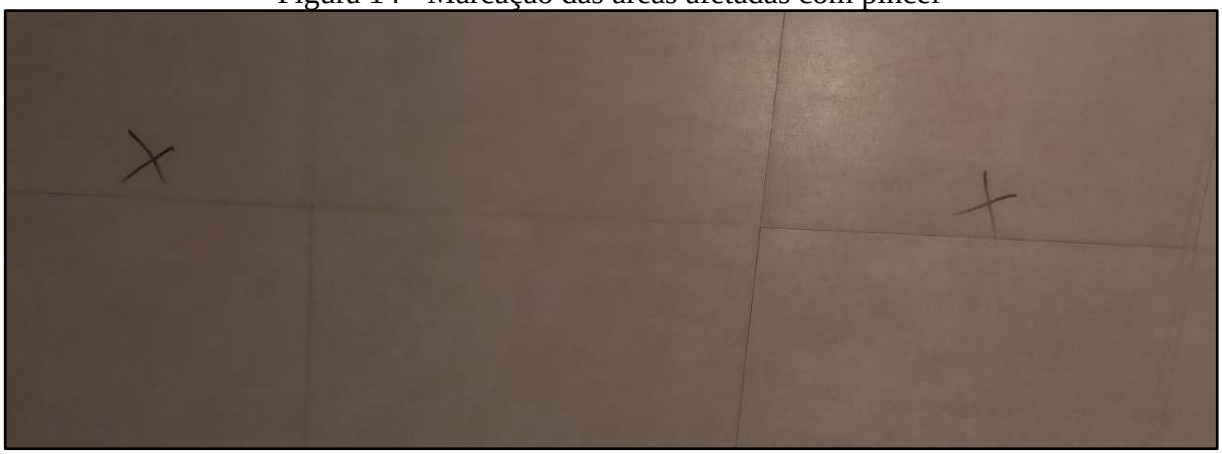
Identificou-se a partir da remoção das peças para troca o corte irregular dos tubos, o que é possibilidade de causa da ruptura de placas e consequentes recalques. Dessa forma, a atuação da construtora passou a ser solicitada a atuação da construtora com o intuito de solucionar esses problemas, fazendo os devidos ajustes e trocas de peças.

Embora o serviço tenha realização terceirizada o acompanhamento da conformidade também é necessário para a fiscalização por parte do órgão, para tanto se propõe a utilização de nova metodologia para esse serviço, fazendo uso de ferramentas BIM.

Apesar do comprometimento de diversos tipos de ambiente, os serviço teve início a partir dos corredores em virtude a sua utilização por todos os usuários e a sua consequente maior demanda e desgaste. Dos 940 m² de piso elevado em corredores, 192 m² se encontravam comprometidos, isso representa o comprometimento de cerca de 20% da área estudada.

O serviço tradicionalmente tinha início por meio do caminhamento ao longo do edifício identificando as áreas recalcadas com a marcação no piso utilizando lápis de quadro e cones como apresentado nas Figuras 14 e 15.

Figura 14 - Marcação das áreas afetadas com pincel



Fonte: A autora

Figura 15 - Marcação das áreas afetadas com cones

Fonte: A autora

Posteriormente, realiza-se a troca das peças quebradas de forma gradativa, tendo em vista a dimensão do serviço a ser realizado, a necessidade de logística para relocação de funcionários e materiais, bem como o tempo demandado para isso. Para que as trocas necessárias ocorram o piso vinílico é descolado, as placas são removidas e todos os materiais danificados são removidos, conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Troca do piso danificado

Fonte: A autora

A metodologia tradicional não conta com auxílio de ferramentas tecnológicas e apresenta, dentre outras, as seguintes desvantagens:

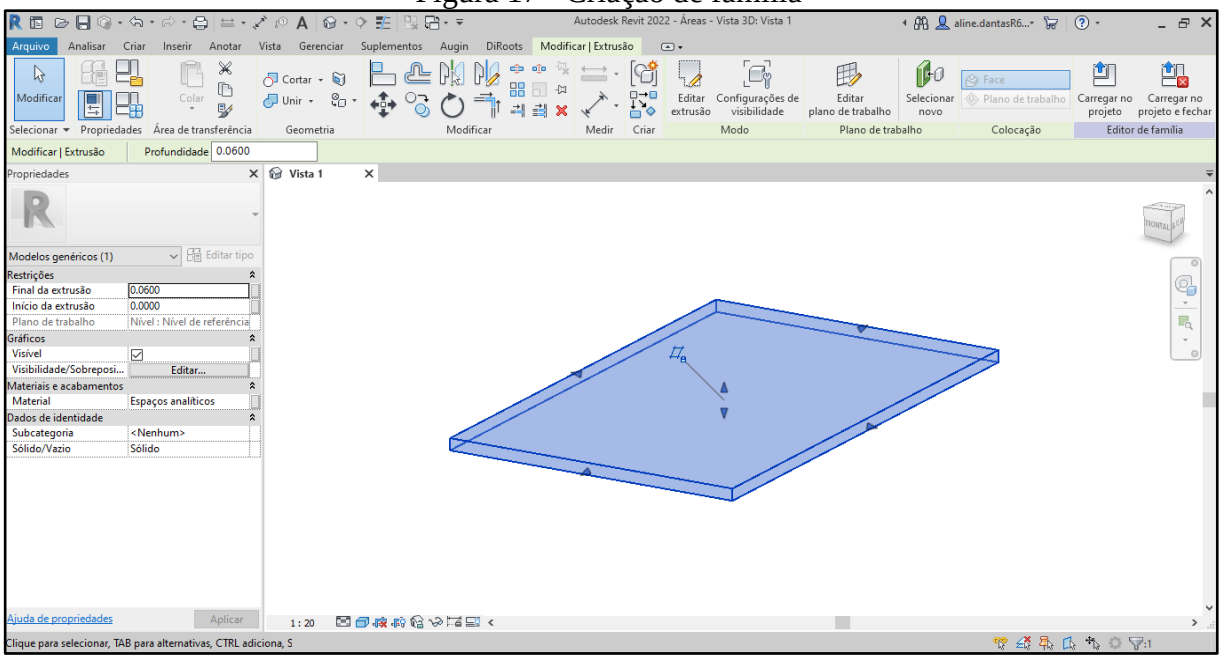
- Transtornos para os usuários;

- Prejuízos à limpeza do local;
- Ineficácia pela remoção da marcação por terceiro;
- Imprecisão para a mensuração de quantitativos e custos;
- Necessidade de ir à campo para qualquer mensuração;
- Possibilidade de retrabalho;
- Perda de informações acerca do serviço.

6.2. MODELAGEM NA FERRAMENTA BIM

Para a metodologia proposta foi criada no Autodesk Revit uma família representante das áreas críticas com todos os parâmetros relevantes ao serviço, conforme apresentado na Figura 17.

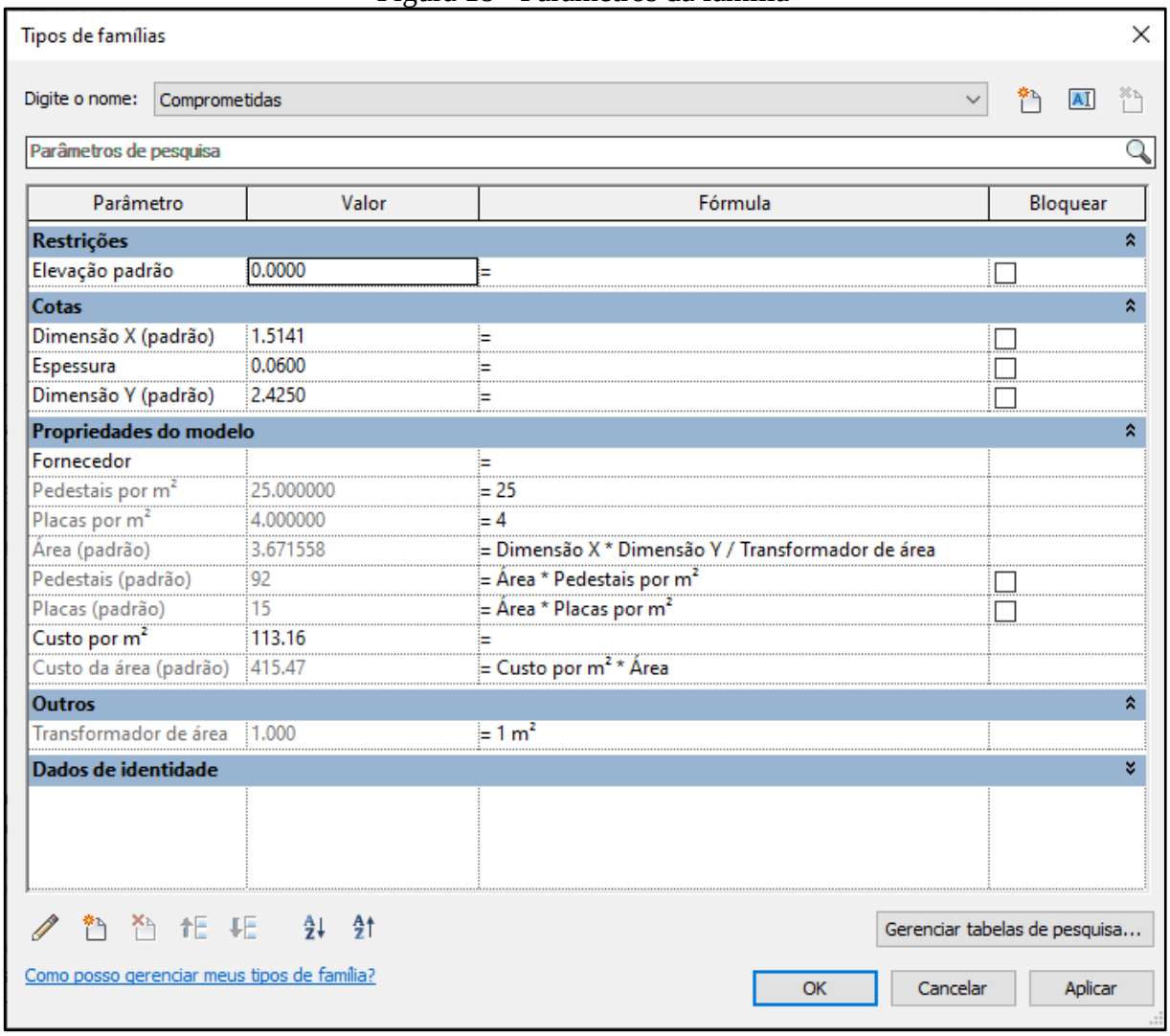
Figura 17 - Criação de família



Fonte: A autora

A família foi criada com os seguintes parâmetros referentes aos reparos das áreas comprometidas: fornecedor, pedestais/m², placas/m²,custo/m², área, pedestais, placas, custo de cada área; conforme apresentado na Figura 18.

Figura 18 - Parâmetros da família



Fonte: A autora

O nível de detalhe adotado para a criação da família teve por intuito a representação gráfica das áreas afetadas e o estabelecimento dos parâmetros necessários ao serviço.

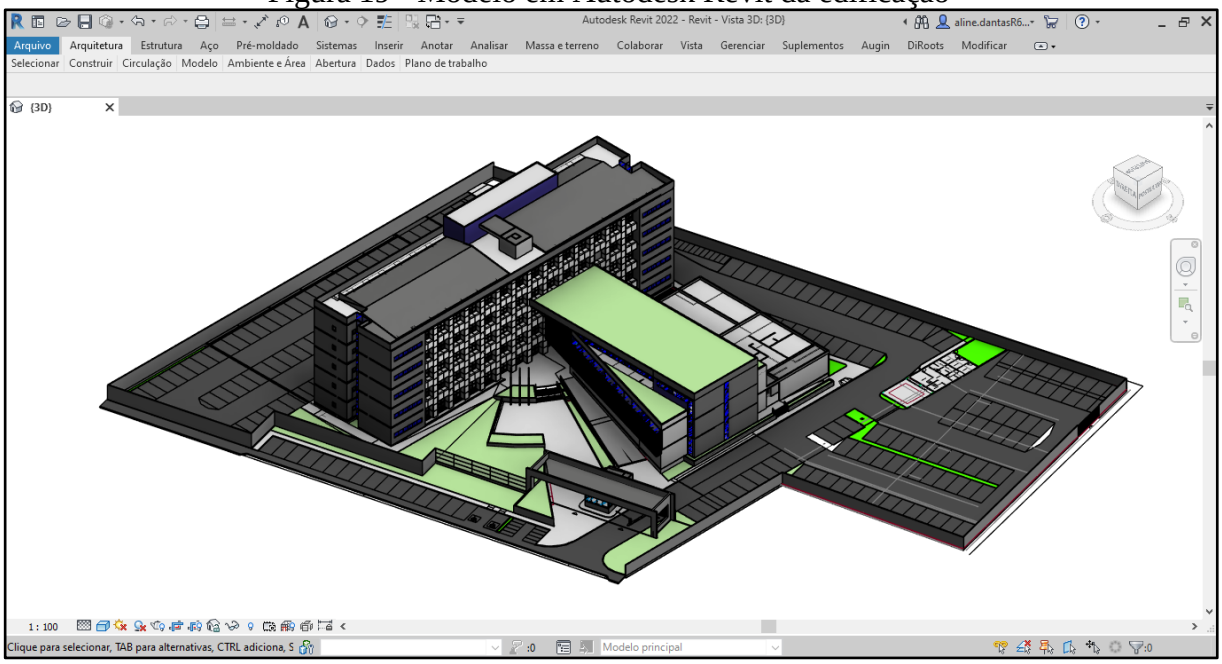
Os parâmetros no Revit são classificados como de tipo ou de instância, os parâmetros de tipo consistem em propriedades que são comuns a todas as instâncias de uma mesma família, um parâmetro de tipo não pode ser alterado individualmente para elemento, já para os parâmetros de instância isso é possível. São parâmetros de tipo: fornecedor, pedestais/m², placas/m², custo/m² e são parâmetros de instância: área, pedestais, placas e o custo de cada área.

Os parâmetros de tipo foram os dados de entradas fornecidos, enquanto os parâmetros de instância são os dados a serem calculados pelo software para cada instância.

Para a realização de serviços futuros também é possível realizar de forma parametrizada a indicação das áreas que já foram trocadas.

Posteriormente à criação das famílias, essas foram utilizadas de forma vinculada ao modelo em Revit do prédio, constante na Figura 19, para demarcar as áreas comprometidas em planta.

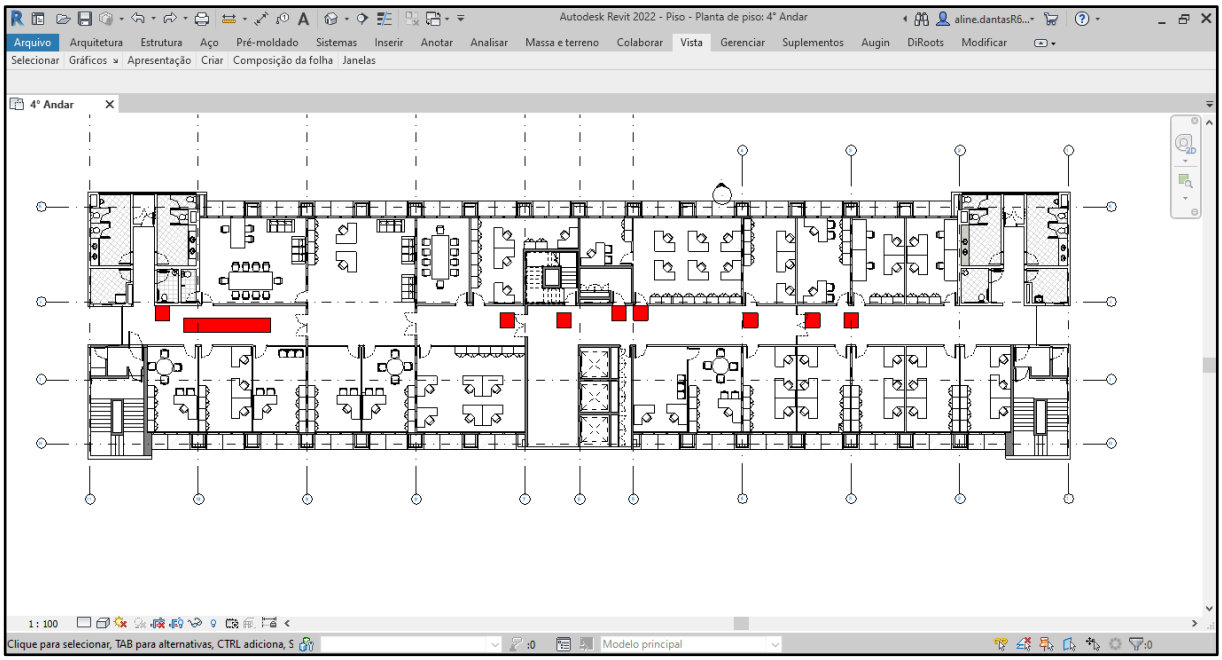
Figura 19 - Modelo em Autodesk Revit da edificação



Fonte: CORSI Arquitetura

As áreas afetadas foram levantadas em campo e posteriormente modeladas no Autodesk Revit utilizando as respectivas famílias parametrizadas, conforme apresentado na Figura 20.

Figura 20 - Modelagem das áreas danificadas no Autodesk Revit



Fonte: A autora

6.3. ORÇAMENTO

O desenvolvimento do orçamento teve início pelo contato com o fornecedor, obtendo o custo unitário dos materiais que compõem o sistema de piso elevado, conforme apresentado na Figura 21.

Figura 21 - Orçamento do fornecedor

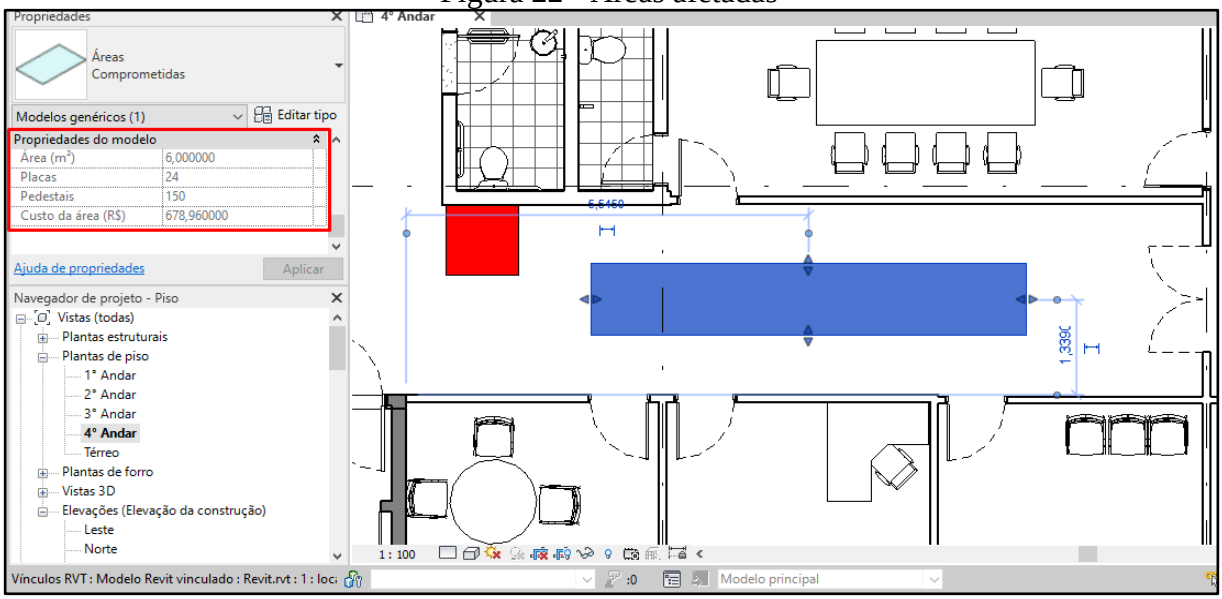
ESCOPO PISO ELEVADO REMASTER INTERNO	UNID.	QTDE	VALOR	VALOR TOTAL	FATURAMENTO	PAGAMENTO
MATERIAL- Piso elevado em placas **60x60cm** feito em termoplástico reciclado, reciclável, com pedestais fixo que elevam o sistema até **15cm** de altura acabada, **sem revestimento** para uso em áreas INTERNAS.	m²	192	R$ 113,16	R$ 21.726,72	REMASTER	40% no aceite saldo 28DDF
GERENCIAMENTO - Piso elevado em placas **60x60cm** feito em termoplástico reciclado, reciclável, com pedestais fixo que elevam o sistema até **15cm** de altura acabada, **sem revestimento** para uso em áreas INTERNAS.	m²	192	R$ 161,34	R$ 30.977,28		
SERVIÇO - Frete	Vb	1	R$ 6.200,00	R$ 6.200,00	TERCEIRIZADO (Faturamento direto)	CONFORME
TOTAL				**R$ 58.904,00**		

Fonte: A autora

A informação foi inserida nos parâmetros de tipo da família representante das áreas afetadas no Autodesk Revit, processo por meio do qual, em virtude das fórmulas já atribuídas aos parâmetros de tipo apresentados na Figura 18, foi possível o cálculo automático dos

parâmetros de instância no próprio software para cada área delimitada conforme destaque na Figura 22.

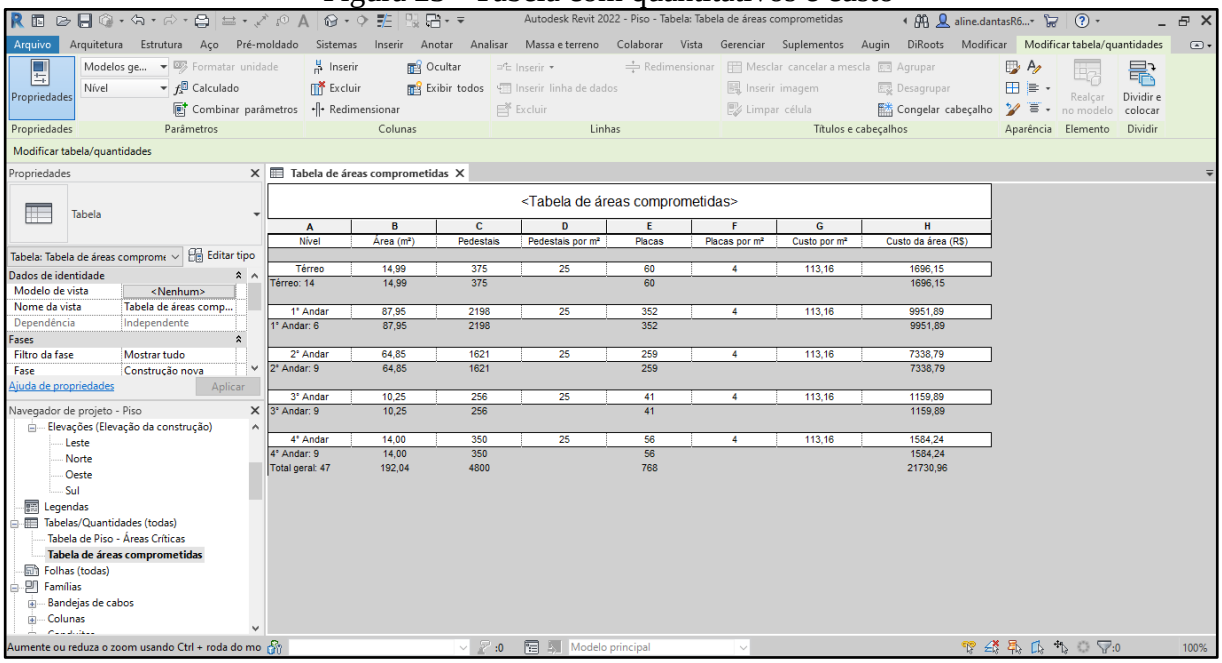
Figura 22 - Áreas afetadas



Fonte: A autora

Ainda no software os dados são organizados automaticamente em tabela, cujos campos, filtros e classificação foram pré-definidos durante a sua criação. A tabela sintetizada é apresentada na Figura 23, com as respectivas informações agrupadas em função dos níveis da edificação, mas a sua versão estendida encontra-se no APÊNDICE A.

Figura 23 - Tabela com quantitativos e custo



Fonte: A autora

Em posse da tabela extrai-se as informações de área, quantitativo de pedestais ou placas e o custo total, agrupados em níveis ou de forma global, mantendo um modelo com informações centralizadas e precisas.

6.4. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA

O modelo criado no Autodesk Revit foi vinculado à ferramenta Augin que permite a visualização em realidade aumentada. Por meio de plugin instalado no Autodesk Revit foi feito o upload do modelo na plataforma do Augin, no aplicativo para computador foi locado o alvo de referência em um ponto estratégico do modelo, no qual também foi colocado impresso na mesma posição in loco.

Ao apontar a câmera do celular para o alvo padrão o modelo foi referenciado, sendo visualizado em realidade aumentada, conforme apresentado na Figura 24.

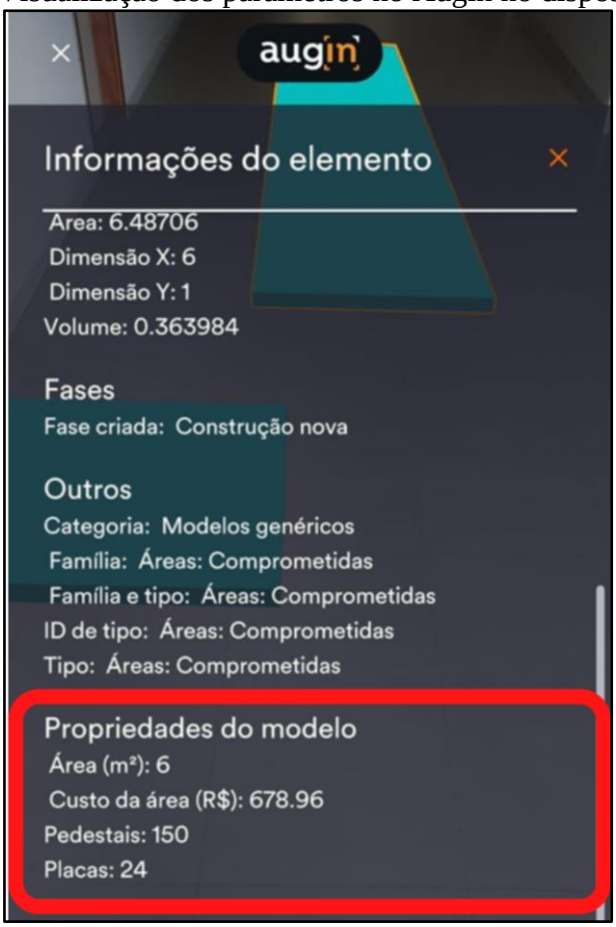
Figura 24 - Visualização das áreas comprometidas por meio de realidade aumentada

Fonte: A autora

Desse modo as áreas afetadas foram visualizadas com o auxílio de dispositivo móvel, sem a necessidade de marcações no piso.

Além disso, os parâmetros de instância calculados no Autodesk Revit também são visualizados no modelo vinculado em Augin ao se clicar sobre a instância de interesse, conforme apresentado nas propriedades de modelo destacadas na Figura 25.

Figura 25 - Visualização dos parâmetros no Augin no dispositivo móvel



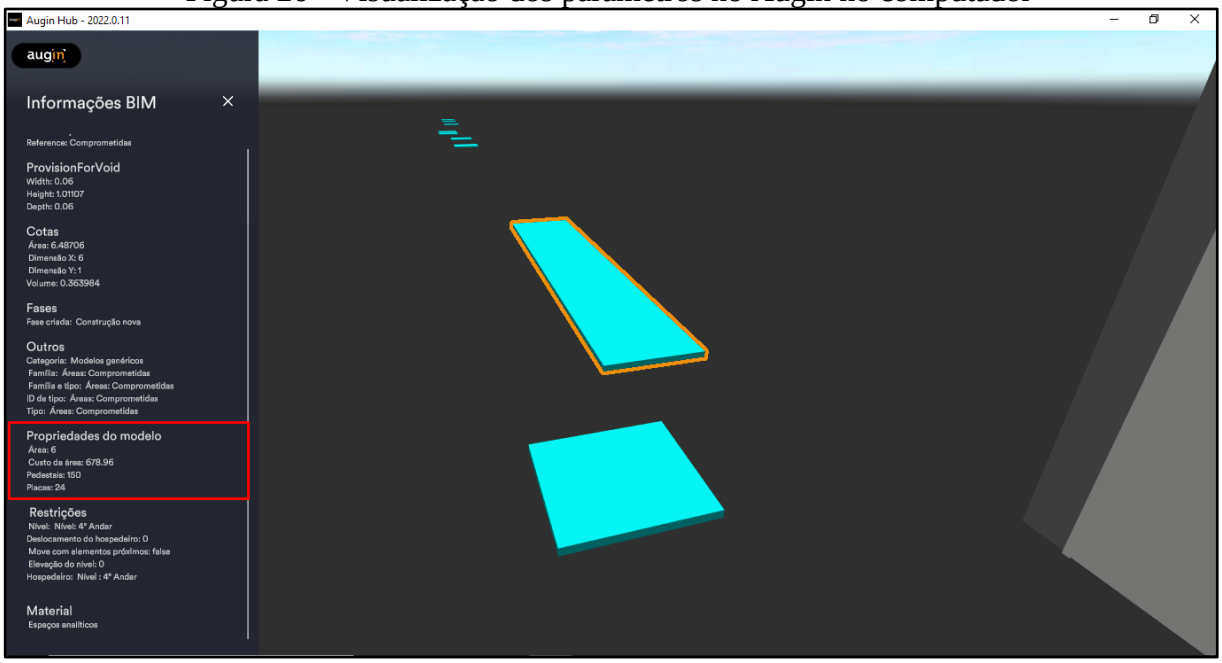
Fonte: A autora

Nessa fase foi verificada a fiel representação e referenciação das áreas modeladas sem a necessidade de marcações no piso, de caminhamento para identificação das regiões afetadas e em gerar transtornos aos usuários, de forma fácil e rápida.

Além disso, experienciou-se a rápida aferição do material demandado para o serviço em aplicativo de fácil acesso e manuseio.

As informações visualizadas por meio de dispositivo móvel também podem ser acessadas pelo programa do Augin para computador, quando para atividades em que se dispense a vinculação da realidade virtual, dispensando também a necessidade de deslocamento a campo, conforme apresentado na Figura 26.

Figura 26 - Visualização dos parâmetros no Augin no computador



Fonte: A autora

Obteve-se, por fim, um modelo com informações centralizadas acerca do serviço em questão, relevante para a gestão de manutenção ao longo da vida útil do edifício.

6.5. ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS

Realizou-se, por fim, o levantamento das vantagens e desvantagens do método tradicional e da metodologia proposta, realizando a comparação entre ambos, apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 - Análise comparativa das metodologias

Metodologias	Vantagens	Desvantagens
Proposta	1) Identificação das áreas afetadas de forma mais fácil e rápida 2) Não acarreta transtornos aos usuários 3) Não prejudica a limpeza	1) Demanda aquisição de softwares 2) Demanda a utilização de dispositivos 3) Apresenta limitações de armazenamento gratuito

	4) Não demanda caminhamento ao longo do edifício 5) Promove representação precisa e referenciada 6) Permite aferição rápida e precisa de materiais e custos 7) Não demanda deslocamento à campo para mensuração 8) Resulta em modelo com informações centralizadas 9) Registro das áreas submetidas à manutenção para serviços futuros	pelo Augin 4) Demanda treinamento
Tradicional	1) Não demanda ferramentas adicionais 2) Não demanda treinamento	Acarreta: 1) Transtornos para os usuários 2) Prejuízos à limpeza do local 3) Ineficácia pela remoção da marcação por terceiro 4) Imprecisão para a mensuração de quantitativos e custos 5) Necessidade de ir à campo para qualquer mensuração 6) Possibilidade de retrabalho 7) Perda de informações acerca do serviço

Fonte: A autora

É importante ressaltar que as desvantagens da metodologia proposta não são verificadas para o caso em que já se utiliza as ferramentas BIM apresentadas para outros fins.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

7.1. CONCLUSÕES

O trabalho buscou analisar a contribuição de ferramentas BIM em serviços de manutenção predial. Para isso, foi realizada modelagem em Autodesk Revit e vinculação com o aplicativo de realidade aumentada, Augin, para auxiliar a manutenção corretiva do piso de uma edificação pública em João Pessoa.

A partir do modelo de informações centralizadas obtido, por meio do qual foi possível orçamentação e vinculação com ferramenta de realidade aumentada, realizou-se a análise da eficiência da metodologia proposta e verificou-se, assim, a fiel representação e referenciação das áreas modeladas.

Desse modo, a metodologia proposta foi comparada ao método tradicionalmente empregado, confirmando-se o potencial daquela, tendo em vista as vantagens constatadas, tais como a identificação das áreas afetadas de forma mais fácil e rápida, a ausência de transtornos aos usuários e de prejuízos à limpeza, a dispensa do caminhamento ao longo do edifício, bem como do deslocamento a campo para mensuração, a promoção de representação precisa e referenciada, a aferição rápida e precisa de materiais e custos, e o modelo resultante com informações centralizadas.

Todavia, para que a proposta possa ser empregada é mister a superação de fatores como a aquisição de softwares, a utilização de dispositivos, a demanda por treinamento e o armazenamento gratuito limitado.

Ademais, comparativamente infere-se que apesar das desvantagens acarretadas pelo método tradicional, tais como os transtornos ocasionados aos usuários, o prejuízos à limpeza do local, a ineficácia pela possibilidade de remoção da marcação por terceiro, a imprecisão para a mensuração de quantitativos e custos, a necessidade de ir à campo para realizar qualquer mensuração, a possibilidade de retrabalho e a perda de informações acerca do serviço; o método ainda apresenta vantagens relacionadas a sua simplicidade, por não demandar ferramentas adicionais ou treinamento.

É importante ressaltar que as vantagens apresentas para o método tradicional só existem em contextos nos quais ainda não haja familiaridade com ferramentas BIM nem as suas aquisições.

Sendo assim, no contexto contemporâneo de crescente adesão ao BIM, o seu emprego se mostra viável e vantajoso no serviço de manutenção predial corretiva apresentado.

7.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para pesquisas futuras, a implantação da metodologia BIM à manutenção preventiva, a análise de outros aplicativos que podem ser utilizados nesse contexto, o levantamento da percepção nacional dos profissionais acerca da aplicação dessa metodologia aplicada à manutenção de edifícios, análise de custos e economias relacionados a essa implantação, bem como a associação a tecnologia de scanner 3D para a completa dispensa do caminhamento no serviço abordado.

REFERÊNCIAS

ALTOQI. **BIM**: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: manutenção de edificações – requisitos para o sistema de gestão da manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037**: diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, 2011.

AUTODESK. **Revit**: software BIM para projetistas, construtores e desenvolvedores. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=RVT>. Acesso em: 16 ago. 2022.

AUGIN. **O que é o Augin?** Disponível em: <https://augin.app/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

CBIC. **A Importância da Construção Civil**. Informativo Econômico, 6 jun. 2021.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. **Teses e dissertações brasileiras sobre BIM**: Uma análise do período de 2013 a 2018. PARC, Campinas, SP, v. 10, fev 2019.

EASTMAN, Charles et al. **Manual de BIM**: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. 3°. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021. 285 p.

GRANT THORNTON. SIENGE. **Mapeamento de maturidade BIM Brasil**. São Paulo. 2020

INSTITUTO DE ENGENHARIA. **Maturidade BIM no Brasil**. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2020/11/24/maturidade-bim-no-brasil/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. Orientador: Silvio Burrattino Melhado. 2013. 343 p. Tese (Doutorado, Engenharia de Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

NOUR, Antonio Abdul. **Manutenção de edifícios**: Diretrizes para elaboração de um sistema de manutenção de edifícios comerciais e residenciais. Orientador: Jorge Batlouni Neto. 2003. 84 p. Monografia (MBA - Especialista em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PORTO BELO. **Polícia Federal**: Superintendência Regional na Paraíba. Disponível em: <http://portobeloweb.com.br/portfolio/policia-federal-superintendencia-regional-na-paraiba>. Acesso em: 16 ago. 2022.

REMASTER. **O piso**. 2022. Disponível em: <https://www.remaster.com.br/sistema-do-piso.> Acesso em: 16 ago. 2022.

SIENGE. **Do 3D ao 7D**: Entenda todas as dimensões do BIM. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

SILVA, FERNANDO H. L.; GIESTA, JOSYANNE P.; CÂMARA, RAYANNE R. D. **Avaliação das potencialidades da inserção da realidade aumentada em canteiro de obras**. ptBIM 2020, 3° Congresso o Português de Building Information Modelling, p. 111-120.

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

VIANA , M. R. et al. **Proposição de modelo de maturidade para as equipes de manutenção**: estudos de casos em instituições públicos. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 43-59, jun 2022.

WBDG. **Construction-Operations Building Information Exchange (COBie)**. Disponível em: <https://www.wbdg.org/bim/cobie#ar>. Acesso em: 16 ago. 2022.

YAZIG, Walid. Responsabilidade sobre a edificação. In: YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 18. ed. São Paulo: Blucher, 2021. cap. 21, p. 821-825.

APÊNDICE A - TABELA COM QUANTITATIVOS E CUSTO

Tabela de áreas comprometidas							
Nível	Área (m²)	Pedestais por m²	Pedestais	Placas por m²	Placas	Custo por m²	Custo da área (R$)
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,99	25	50	4	8	113,16	225,07
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
Térreo	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
	14,99		375		60		1696,15
1° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
1° Andar	14,86	25	371	4	59	113,16	1681,39
1° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
1° Andar	56,40	25	1410	4	226	113,16	6382,63
1° Andar	11,74	25	294	4	47	113,16	1329,05
1° Andar	2,94	25	73	4	12	113,16	332,50
	87,95		2198		352		9951,89
2° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
2° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
2° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
2° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
2° Andar	55,85	25	1396	4	223	113,16	6320,35
2° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
2° Andar	2,00	25	50	4	8	113,16	226,32
2° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
2° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
	64,85		1621		259		7338,79
3° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
3° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
3° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
3° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
3° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
3° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
3° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
3° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
3° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
3° Andar	2,25	25	56	4	9	113,16	254,61
	10,25		256		41		1159,89
4° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
4° Andar	6,00	25	150	4	24	113,16	678,96
4° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
4° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
4° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
4° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
4° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
4° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
4° Andar	1,00	25	25	4	4	113,16	113,16
	14,00		350		56		1584,24
Total geral: 47	192,04		4800		768		21730,96