

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

KARINE DE PAULA BASTOS SANTOS

GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES COM O BIM.
ENFOQUE NAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE
ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

VITÓRIA

2017

KARINE DE PAULA BASTOS SANTOS

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES COM O BIM.
ENFOQUE NAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE
ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama.

VITÓRIA

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Sandra Mara Borges Campos – CRB-6 ES-000593/O

S237g Santos, Karine de Paula Bastos, 1985-
Gestão da manutenção de edificações com o BIM : enfoque
nas manifestações patológicas de elementos de construção /
Karine de Paula Bastos Santos. – 2017.
202 f. : il.

Orientador: João Luiz Calmon.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Modelagem de informação da construção. 2. BIM (Building
information modeling). 3. Edifícios – Manutenção. 4. Patologia de
Construção. I. Calmon, João Luiz. II. Universidade Federal do
Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 624

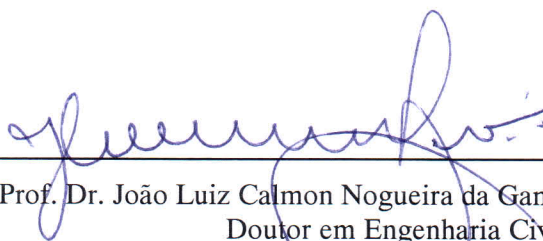
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Gestão da Manutenção de Edificações com o BIM. Enfoque nas Manifestações Patológicas de Elementos de Construção

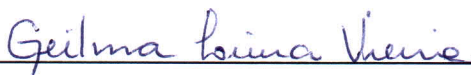
Karine de Paula Bastos Santos

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de Construção Civil.

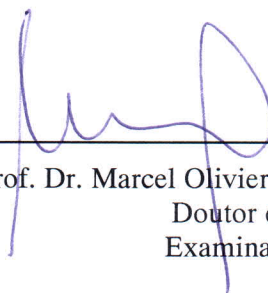
Aprovada no dia **30 de novembro de 2017** por:



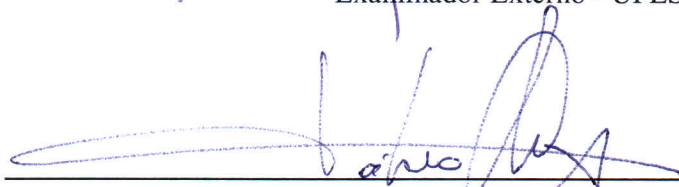
Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama
Doutor em Engenharia Civil
Orientador - UFES



Profa. Dra. Geilma Lima Vieira
Doutora em Engenharia Civil
Examinadora Interna - UFES



Prof. Dr. Marcel Olivier Ferreira de Oliveira
Doutor em Engenharia Civil
Examinador Externo - UFES



Prof. Dr. Fábio Almeida Có
Doutor em Engenharia Civil
Examinador Externo - IFES

Vitória – ES, novembro de 2017

AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo Jéferson, pelo apoio, incentivo e paciência durante toda esta jornada.

Aos meus pais, Carlos e Mirian, e minhas irmãs, Karina, Roberta e Tayane, que mesmo distantes, me incentivaram nos momentos mais difíceis ao longo do mestrado.

Ao Prof. Dr. João Luiz Calmon, pela orientação, apoio, colaboração e suporte para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos do Labesbim, Thais, Marianne Cavalcante, Luan, Ernani, Mariane Dantas, pelo auxílio e contribuições prestadas para a realização deste trabalho.

À arquiteta Letícia Barcellos, da prefeitura do Campus da UFES, pela disponibilidade e receptividade no fornecimento dos projetos e documentação da edificação utilizada neste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro, e à empresa Autodesk, pelo fornecimento dos *software* BIM 360 Glue e BIM 360 Field, sem os quais não seria possível a realização desta pesquisa.

RESUMO

A fase de uso e operação é a fase mais longa e de maior custo no ciclo de vida de uma edificação. Os custos desta fase são superiores à fase de planejamento, projeto e construção. Para garantir que a edificação apresente desempenho especificado em projeto e que na fase operacional os custos sejam minimizados, é necessário o planejamento adequado do processo de Gestão da Manutenção e o emprego de métodos que auxiliem esse processo ao longo da vida útil. Observa-se o crescimento de tecnologias que auxiliam o processo construtivo, a exemplo da Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modeling* (BIM). O BIM é uma tecnologia que possui grande potencial para aplicação na Gestão da Manutenção, uma vez que permite a representação da edificação por meio de modelos virtuais 3D que podem ser integrados com vários tipos de dados e informações do processo construtivo, especificações, características dos materiais, etc. Apesar das potencialidades da aplicação do BIM para o processo de manutenção de edificações, existem poucos estudos que abordam como o BIM auxilia o processo de diagnóstico e análise de origens/causas de manifestações patológicas e falhas nos diferentes sistemas construtivos da edificação, além de formas de recuperação/reparo destes elementos. O objetivo deste trabalho é propor um método para auxiliar a Gestão da Manutenção de edificações por meio da plataforma BIM com enfoque nas manifestações patológicas dos elementos de construção. Para alcançar o objetivo proposto, foram utilizados os seguintes *software* BIM da empresa Autodesk: Revit® para modelagem tridimensional dos projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e estrutural; BIM 360 Glue para exportação dos modelos e BIM 360 Field para integração dos modelos com documentos da edificação e referencial técnico de manifestações patológicas, diagnóstico e recuperação de elementos construtivos. O uso do BIM pode promover o aprimoramento da Gestão da Manutenção, com melhorias no desempenho de sistemas construtivos, redução de processos de deterioração e de custos de recuperação, com consequente aumento da vida útil da edificação.

Palavras-chave: Modelagem da Informação da Construção, BIM, Gestão da Manutenção, Edificações Existentes, manifestação patológica.

ABSTRACT

The operational and maintenance phase is the longest and most expensive lifecycle period of buildings, compared to design and construction phases. Appropriate maintenance planning ensures cost reductions and the compliance of building performance requirements. The use of Building Information Modeling has rapidly increased in Architecture, Engineering and Construction Industry (AEC), especially in the design and construction phases. Additionally, BIM can be implemented during the operational and maintenance phases. BIM technology enables the building graphical representation using 3D virtual models linked to a lot of data and construction process information, technical specifications, building materials features, among others. Despite its potential for maintenance management of existing buildings, there are not many studies on BIM support in the diagnosis of construction damage, analysis of root causes and repair methods. This work aims at proposing a methodology to help building maintenance management through BIM platform, more specifically focusing on construction damage. Three Autodesk BIM software were used for data collections: (1) Revit® to create 3D models from architectural, MEP and structural designs; (2) BIM 360 Glue® to export models and (3) BIM 360 Field® to link the models to building documents and technical materials about construction damage, diagnosis and repair methods. The results showed that BIM represents an effective support tool to enhance maintenance management quality and construction systems performance, which in turn are vital to reduce deterioration processes, rehabilitation costs and to extend building service life.

Keywords: Building Information Modeling, BIM, Maintenance Management, Existing Buildings, pathology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Abordagens da Gestão de Instalações e Gestão da Manutenção.	26
Figura 2 – Evolução da manutenção	30
Figura 3 – Áreas da Gestão de Instalações e respectivos sistemas.	32
Figura 4 – Edificação histórica e suas representações.	41
Figura 5 – Processo de avaliação das condições atuais da manutenção.	42
Figura 6 – Representação dos principais benefícios da integração de dados BIM-FM.	43
Figura 7 – Planilhas do COBie vistos no <i>software</i> Microsoft Excel.	46
Figura 8 - Métodos para aperfeiçoamento da Gestão da Manutenção de edificações.	47
Figura 9 – Modelo fotogramétrico 3D CAD da fachada da Catedral em escala 1:100.	47
Figura 10 – Mapa de danos estruturas em pilares e próximos às janelas.....	48
Figura 11 – Esquema proposto para o plano de manutenção e restauração da Catedral de Milão.....	49
Figura 12 – Itens da estrutura do Plano de Manutenção.....	50
Figura 13 – Recorte de um plano de manutenção estabelecido para edificação habitacional	51
Figura 14 – Esquema proposto para o PIMEC.....	52
Figura 15 – Diagrama do banco de dados da gestão da manutenção de uma edificação.	54
Figura 16 – Interface para entrada de dados dos elementos para inspeção.....	55
Figura 17 – Acesso a toda a documentação no formulário digital.	55
Figura 18 – Esquema do modelo de manutenção proposto por Costa	57
Figura 19 – Base de dados desenvolvida por Costa.	58

Figura 20 – Estrutura da ficha técnica de um elemento fonte de manutenção.....	59
Figura 21 – Métodos de Gestão da Manutenção com o BIM.	60
Figura 22 – Mapa 2D de localização para rastreamento de ativos no sistema FMM.	61
Figura 23 – Modelo final da edificação.....	63
Figura 24 – Planilhas de cálculo de pisos.	63
Figura 25 – Sequência de <i>software</i> utilizados no sistema.....	64
Figura 26 – Formas de acesso à base de dados.	66
Figura 27 – Exemplo do modelo com destaque para equipamentos em diferentes condições de serviço.....	68
Figura 28 – Integração do CBR com o BIM.....	69
Figura 29 – Seleção de uma parede no modelo BIM e informações relacionadas as condições iniciais de projeto da mesma parede.....	71
Figura 30 – Detalhes das informações de projeto de uma parede.....	72
Figura 31 – Processo de controle de defeitos.	73
Figura 32 – Edificação real, modelo e simulações 3D.....	75
Figura 33 - Modelos gerados pelo Revit.....	81
Figura 34 - Família de <i>software</i> Autodesk BIM 360®.	82
Figura 35 - Interface do BIM 360 Field Web.....	84
Figura 36 - Interface do BIM 360 Field <i>mobile app</i>	84
Figura 37 - Fluxograma metodológico das etapas deste trabalho.....	86
Figura 38 - Vista 3D do modelo arquitetônico do CT-12.	88
Figura 39 - Vista 3D do modelo hidrossanitário do CT-12.....	89
Figura 40 - Vista 3D do modelo estrutural do CT-12.....	89
Figura 41 - Vista 3D do modelo elétrico do CT-12.	90
Figura 42 - Modelos visualizados no BIM 360 Glue.	90
Figura 43 - Modelos visualizados no BIM 360 Field Web.....	91

Figura 44 - Arquivos inseridos na Pasta Patologia Revestimentos e Pisos Cerâmicos visualizados no BIM 360 Field <i>mobile app</i> .	92
Figura 45 - Projetos inseridos na pasta Projetos CT-12 <i>pdf</i> visualizados no BIM 360 Field <i>mobile app</i> .	94
Figura 46 - Descrição do método proposto para a Gestão da Manutenção com auxílio do BIM.	97
Figura 47 - Relação dos <i>checklists</i> desenvolvidos para cada sistema construtivo da edificação.	98
Figura 48 - Exemplo de informações inseridas em fissuras no <i>checklist</i> do sistema estrutural.	99
Figura 49 - Emprego da função <i>equipment</i> em elementos do sistema hidrossanitário.	102
Figura 50 - Relação de tarefas para os diferentes elementos/sistemas construtivos da edificação.	103
Figura 51 - Vista dos modelos do CT-12.	104
Figura 52 - Vista geral do modelo 3D do CT-12 no iPad.	105
Figura 53 - Visualização da circulação no pavimento térreo do CT-12 no iPad e no local.	105
Figura 54 - Visualização de <i>pins</i> em objetos localizados na fachada do CT-12.	106
Figura 55 – Visualização de <i>pins</i> em objetos de diferentes ambientes no modelo 3D do CT-12.	106
Figura 56 - Adição de <i>pin</i> e respectivo formulário (<i>issue</i>).	107
Figura 57 – Exemplos de associação de <i>pins</i> com fotografias dos danos na lateral esquerda do CT-12.	108
Figura 58 – Exemplos de associação de <i>pins</i> com fotografias dos danos na fachada do CT-12 (próximo à entrada).	108
Figura 59 – Exemplos de associação de <i>pins</i> com fotografias dos danos na fachada do CT-12.	109

Figura 60 - Relação dos <i>issues</i> no BIM 360 Field Web preenchidos por meio de <i>pins</i> inseridos em objetos do modelo 3D.	110
Figura 61 – Preenchimento do <i>checklist</i> do sistema estrutural.	111
Figura 62 - Informações sobre a anomalia trinca.	112
Figura 63 - Vista de imagens ilustrativas de alguns tipos de trincas e respectivas causas.	112
Figura 64 - Relação dos <i>checklists</i> dos sistemas preenchidos e visualizados no BIM 360 Field Web.	114
Figura 65 - Exemplo de formulário preenchido pelo usuário no surgimento de algum problema na edificação.	116
Figura 66 - Tipos de registros da função <i>equipment</i> (<i>checklists</i> , <i>issues</i> , <i>tasks</i> , <i>attachments</i> , <i>comments</i>).	116
Figura 67 - Visualização de várias edificações gerenciadas pelo administrador da conta do BIM 360.	117
Figura 68. Fluxo de informações para implantação do BIM na Universidade Federal do Espírito Santo.	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – O BIM e suas dimensões.	35
Quadro 2 – Evolução do nível de detalhe no modelo de uma edificação.	37
Quadro 3 – Processo para análise de identificação das causas de falhas.....	68
Quadro 4 – Síntese dos métodos de Gestão de Instalações e Manutenção apresentados neste trabalho.	77

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
BAS	<i>Building Automation Systems</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management Systems</i>
CAFM	<i>Computer Aided Facility Management</i>
COBie	<i>Construction Operations Building information exchange</i>
EDMS	<i>Energy Management Systems</i>
EFM	Elementos Fonte de Manutenção
FM	<i>Facilities Management</i>
GSA	<i>General Services Administration</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
LOD	<i>Level of Development</i>
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
Secovi/SP	Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais do Estado de São Paulo
Sinduscon/SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	18
1.1. Objetivos	20
1.1.1. Objetivo Geral.....	20
1.1.2. Objetivos Específicos	20
1.2. Limitações da Pesquisa	21
1.3. Estrutura da Dissertação.....	22
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1. Fundamentação Teórica	25
2.1.1. Gestão de Instalações de Edificações.....	25
2.1.1.1. Manutenção de Edificações	26
2.1.1.1.1 Tipos de Manutenção	28
2.1.2. Sistemas e <i>Software</i> de Gestão de Instalações e de Manutenção.....	31
2.1.3. <i>Building Information Modeling</i>	33
2.1.3.1. Definições e Características do BIM	33
2.1.3.2. BIM e Edificações Existentes	39
2.1.3.3. O emprego do BIM na Gestão de Instalações e Manutenção de Edificações	41
2.1.3.3.1 <i>Software</i> BIM-FM	45
2.2. Pesquisas realizadas na gestão da manutenção.....	47
2.2.1. Métodos de Gestão da Manutenção.....	47
2.2.1.1. Método proposto por Giunta, Paola e Castiglione (2003)	47
2.2.1.2. Método proposto por Leite (2009)	49
2.2.1.3. Método proposto por Silva e Falorca (2009) – PIMEC.....	51
2.2.1.4. Método proposto por Dukić, Trivunić e Starčev-Ćurčin (2013).....	53
2.2.1.5. Método proposto por Costa (2014)	56

2.2.1.6.	Método proposto por Paulo <i>et al.</i> (2016) – Sistema <i>BuildingsLife</i> ...	59
2.2.2.	Métodos de Gestão da Manutenção com auxílio do BIM	60
2.2.2.1.	Método proposto por Shen, Hao e Xue (2012).....	61
2.2.2.2.	Método proposto por Soares (2013)	62
2.2.2.3.	Método proposto por Sampaio e Simões (2014).....	63
2.2.2.4.	Método proposto por Fontes (2014).....	65
2.2.2.5.	Método proposto por Motamedi, Hammad e Asen (2014)	67
2.2.2.6.	Método proposto por Motawa e Almarshad (2015)	69
2.2.2.7.	Método proposto por Thabet, Lucas e Johnston (2016).....	70
2.2.2.8.	Método proposto por Hamzah <i>et al.</i> (2016).....	70
2.2.2.9.	Método proposto por Shi <i>et al.</i> (2016).....	74
2.2.2.10.	Considerações gerais sobre os métodos abordados.....	75
3.	METODOLOGIA	80
3.1.	DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO	80
3.2.	DESCRIÇÃO DOS SOFTWARE UTILIZADOS.....	80
3.2.1.	Autodesk Revit®.....	80
3.2.2.	Autodesk BIM 360®.....	81
3.3.	PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO	85
4.	MODELAGEM E INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DA EDIFICAÇÃO PROTÓTIPO	88
4.1.	Processos e procedimentos de modelagem no Autodesk Revit®.....	88
4.1.1.	Modelagem Arquitetônica	88
4.1.2.	Modelagens Estrutural e das Instalações Elétricas e Hidrossanitárias..	88
4.2.	Processos e procedimentos para exportação dos modelos do Revit® para o BIM 360 Glue® e BIM 360 Field®.....	90
4.3.	Inserção de documentos e informações no BIM 360 Field®.....	91

5. PROPOSTA DO MÉTODO PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO COM EMPREGO DO BIM	96
5.1. Procedimentos para inspeção predial e diagnóstico de elementos construtivos.....	96
5.2. Manutenção Preventiva	100
5.3. Simulações e aplicação do método no CT-12.....	104
5.3.1. Preenchimento de formulários no modelo 3D.....	104
5.3.2. Preenchimento de <i>checklists</i> para cada sistema construtivo.....	111
5.4. Recomendações para gestores de operação e manutenção.....	115
5.5. Proposta para implantação do método na Universidade Federal do Espírito Santo	117
6. CONCLUSÕES	122
6.1. Apresentação dos resultados alcançados frente aos objetivos propostos	122
6.2. Barreiras a serem ultrapassadas para implantação do BIM na Gestão da Manutenção	123
6.3. Perspectivas para Trabalhos Futuros	124
7 REFERÊNCIAS.....	126
APÊNDICE A – Lista de Recursos/elementos construtivos (equipments).....	132
APÊNDICE B – Lista de Tarefas de Manutenção Preventiva.....	135
APÊNDICE C – Formulários (<i>issues</i>) resultantes da adição de pins.....	161
APÊNDICE D – Exemplo do processo de preenchimento do <i>checklist</i> do sistema estrutural no iPad.....	179
APÊNDICE E – Relatório dos <i>checklists</i> preenchidos dos sistemas construtivos...	188

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

As edificações devem ser projetadas, construídas e mantidas de acordo com requisitos básicos de desempenho e durabilidade ao longo da vida útil e também atender às necessidades dos usuários. Observa-se que profissionais da Construção Civil e proprietários fundamentam grande parte de suas decisões com base na análise de custos durante a fase de concepção, projeto e construção de uma edificação. Entretanto, os custos relacionados com a fase de operação e manutenção, em muitos casos, não são considerados na fase inicial do projeto. Como consequência, grande parte dos proprietários ou gestores não adotam métodos ou sistemas voltados para a Gestão da Manutenção, o que compromete diretamente o desempenho da edificação.

Edificações cada vez mais complexas são construídas, o que exige uma quantidade maior de documentação, detalhamento e especificação dos projetos, elevada coordenação de sistemas, gerenciamento de serviços adicionais e instalações, além de maior conhecimento da equipe responsável pela manutenção da edificação (Krygiel *et al.*, 2008). Grande parte dessas informações são armazenadas em arquivos físicos de documentos como projetos arquitetônico, elétrico, estrutural, hidrossanitário, combate a incêndio, informações sobre equipamentos e registros de manutenção, etc. Segundo Soares (2013) esta forma de armazenamento dificulta a consulta, pois é necessário o deslocamento até o local onde a documentação se encontra arquivada.

Além de documentos físicos, alguns gestores empregam como base de dados *software* como MS Word, MS Excel, dentre outros. Entretanto, estas aplicações são limitadas e geralmente não são organizadas de forma sistemática (HAMZAH *et al.*, 2016).

Zawawi *et al.* (2011) afirmam que a gestão da manutenção é praticada de forma inadequada em grande parte das edificações, o que provoca impactos negativos nas suas instalações e serviços. O processo atual de gestão é cansativo, requer tempo e está sujeito a um número maior de erros, que conduzem a informações inconsistentes ou incompletas (THABET; LUCAS; JOHNSTON, 2016). Fontes (2014) ressalta que geralmente existe uma perda gradativa das informações da edificação desde a fase de concepção do projeto até a fase da manutenção. Além disso, muitas edificações não possuem registros ou um histórico de manutenções realizadas. Como

consequência de processos inadequados da gestão, pode ocorrer a desvalorização do patrimônio, surgimento/reincidência de manifestações patológicas, com possibilidade de comprometer a segurança do usuário e reduzir o desempenho/ vida útil da edificação.

Os processos e métodos empregados na Gestão da Manutenção necessitam ser aperfeiçoados para melhorar a qualidade da gestão, reduzir custos e garantir que a edificação apresente durabilidade estabelecida em projeto. Zawawi *et al.* (2011) explicam que o sucesso da gestão da manutenção depende de aspectos como (1) liderança, (2) cultura, (3) estrutura, papéis e responsabilidades, (4) infraestrutura do sistema e (5) medições. Deve-se passar a gerenciar as atividades de manutenção não apenas como uma resposta a problemas observados na edificação após a construção, mas deve haver uma ação programada e preventiva contra futuros problemas (ANTUNES, 2004).

De acordo com Dukić, Trivunić e Starčev-Ćurčin (2013), uma gestão da manutenção adequada deve se basear na obtenção de dados precisos das condições da construção ao longo da vida útil. Isso significa que os dados devem estar disponíveis, uniformes e ordenados, o que pode ser alcançado por meio de um banco de dados no formato digital. Além de documentos associados ao processo construtivo, o banco de dados deve conter o registro de intervenções e atividades desempenhadas na edificação durante a fase de uso e operação (DUKIĆ, TRIVUNIĆ E STARČEV-ĆURČIN, 2013). Sem um sistema de informação eficaz, os gestores das edificações não conseguem garantir a manutenção adequada (FALORCA; RODRIGUES; SILVA, 2011).

A Modelagem da Informação da Construção – BIM (*Building Information Modeling*) pode ser adotada como uma tecnologia de auxílio na tomada de decisões na fase operacional das edificações. O BIM proporciona a análise e a modelagem de todo o ciclo de vida, com objetivo de dar suporte às diferentes fases do processo construtivo, tais como a fabricação, fornecimento de insumos (EASTMAN *et al.*, 2014), construção, manutenção (KRYGIEL *et al.*, 2008) e até mesmo para restauração, fim de vida útil e demolição de estruturas (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014).

O BIM pode ser usado como um banco de dados visual 3D para armazenar, organizar e trocar informações sobre o desempenho das edificações e registrar processos de deterioração ao longo do tempo para melhorar as práticas atuais de manutenção

(BORTOLINI; FORCADA; MACARULLA, 2016). Entretanto, segundo Eastman *et al.* (2014), as aplicações do BIM normalmente ainda estão limitadas às fases de concepção, detalhamento e fases iniciais de construção da edificação.

Este tipo de tecnologia auxilia na identificação, diagnóstico, determinação da origem e causas de possíveis anomalias na edificação, além de facilitar o monitoramento do reparo e recuperação de sistemas construtivos. Além disso, é possível o aprimoramento de processos manuais de gestão da manutenção, com aumento da eficiência da gestão. Há um inventário preciso dos sistemas e instalações que podem ser utilizadas para orçamentos de substituição/reparo e outros custos de manutenção.

Apesar dos benefícios que a adoção do BIM pode proporcionar às edificações, seu emprego na Gestão da Manutenção de sistemas construtivos ainda é limitado. Uma parte considerável dos métodos apresentados na literatura está voltada para o uso do BIM na manutenção de equipamentos e máquinas existentes na edificação. Há poucos métodos ou registros de aplicações do BIM na análise de falhas/defeitos/manifestações patológicas em elementos e sistemas construtivos. Por este motivo, este trabalho busca suprir esta lacuna e utilizar as potencialidades do BIM como base para o processo de manutenção desses elementos e sistemas.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um método para a Gestão da Manutenção de edificações com auxílio da plataforma BIM, com enfoque nas manifestações patológicas dos elementos de construção.

1.1.2. Objetivos Específicos

Para o atendimento do objetivo geral, devem ser alcançados os seguintes objetivos específicos:

- Criar modelos virtuais 3D da edificação que será tomada como referência para o desenvolvimento do método proposto;

- Propor uma base de dados padrão para receber informações relativas aos sistemas e elementos construtivos, com documentações da fase de projeto, especificações técnicas e histórico de manutenções;
- Sistematizar informações relativas a tipos de manifestações patológicas que podem ocorrer nos sistemas construtivos de uma edificação com descrição de causas, processo de degradação, métodos de recuperação/reparo ou substituição;
- Integrar os modelos virtuais da edificação com a base de dados e um *software* BIM para aplicação do método proposto;
- Explicar como o método pode ser aplicado em edificações para a Gestão da Manutenção.

1.2. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Com base na revisão de literatura, análise das potencialidades dos *software* BIM, orientação de professores e na limitação do tempo, este trabalho foi limitado conforme descrito a seguir:

- Este estudo se restringe ao desenvolvimento de um método de auxílio à gestão da manutenção em edificações por meio da plataforma BIM. Trata-se de um método voltado para fornecer uma assistência ao processo de manutenção preventiva e corretiva, com auxílio na identificação, diagnóstico e técnicas de recuperação de elementos construtivos com manifestações patológicas;
- A edificação objeto de estudo e simulação está localizada no Centro Tecnológico no Campus de Goiabeiras da UFES;
- O programa BIM adotado para a produção dos modelos foi o *software* Autodesk Revit®, pois além de ser largamente utilizado no mercado para modelagem, possui licença institucional gratuita e permite integração com os dois *software* da Autodesk com licença adquirida para esta pesquisa: BIM 360 Glue e BIM 360 Field;
- Os modelos BIM da edificação terão como base os elementos de arquitetura, estrutura, instalações elétricas e hidrossanitárias. Não será objeto deste trabalho projetos de climatização, combate a incêndio e

descrição de mobiliário e demais equipamentos existentes na edificação selecionada;

- Não será utilizada a tecnologia de nuvem de pontos para captura dos dados geométricos e condições físicas da edificação, devido aos custos elevados para obtenção de equipamentos como o *scanner* a laser;
- Não serão desenvolvidos novos *software*, rotinas ou algoritmos com base em técnicas de programação integrados ao BIM para a gestão das edificações;
- O método proposto neste trabalho, fundamentado na tecnologia BIM, terá simulações, de caráter hipotético, como objeto de estudo, realizadas na edificação selecionada, uma vez que o método ainda não é aplicado na Gestão da Manutenção da universidade e não foram utilizados os registros de manutenção já realizados na edificação.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O Capítulo 1 deste trabalho contempla aspectos sobre a importância e justificativa do tema proposto para os profissionais de arquitetura, engenharia, construção e gestores da manutenção. O capítulo também aborda os objetivos e limitações do tema.

O capítulo subsequente a este aborda revisão de literatura dividida em duas partes: fundamentação teórica, com definições e características voltadas para a Gestão das Instalações de edificações e BIM; e um estudo das pesquisas realizadas na Gestão da Manutenção com e sem o emprego do BIM.

O Capítulo 3 retrata a metodologia utilizada nesta pesquisa, com descrição da edificação selecionada para aplicação do método e os *software* utilizados. Já o Capítulo 4 explica o processo de modelagem, adição e integração de informações da edificação no *software* BIM adotado como base do método proposto.

O Capítulo 5 apresenta o método proposto neste trabalho com auxílio do BIM para execução do Plano de Manutenção. Foram definidos de procedimentos para inspeção predial, diagnóstico dos componentes e elementos construtivos e orientações para a manutenção preventiva. O capítulo ainda apresenta simulações e aplicações do método na edificação selecionada e é finalizado com recomendações para sua aplicação.

No Capítulo 6 serão abordadas as conclusões e sugestões da autora para trabalhos e aperfeiçoamento do método proposto para a Gestão da Manutenção com auxílio do BIM.

No Capítulo 7 constam as referências utilizadas neste trabalho e por fim, os apêndices A, B, C, D e E, mostram relatórios e dados fornecidos pelo *software* utilizado nesta pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1.1. Gestão de Instalações de Edificações

A gestão da edificação durante a fase de operação e uso corresponde a uma área conhecida como *Facility Management* (FM) que pode ser traduzida como Gestão de Instalações ou Operações. A Associação Internacional de Gestão de Instalações (IFMA – *International Facility Management Association*) explica que se trata de um campo de gestão caracterizado por múltiplas disciplinas para assegurar a funcionalidade do ambiente construído por meio da integração de pessoas, lugar, processos e tecnologia.

Segundo Becerik-Gerber *et al.* (2012), a Gestão de Instalações auxilia na localização dos componentes e elementos construtivos da edificação para facilitar possíveis reparos, viabiliza o acesso em tempo real de dados, permite a visualização e marketing da edificação, verificação da manutenibilidade, criação e atualização de recursos digitais, gerenciamento do espaço, controle e monitoramento de energia, dentre outros. De acordo com a US General Services Administration – GSA (2011)¹, a Gestão de Instalações proporciona segurança, saúde e eficiência em ambientes de trabalho.

Para Pärn, Edwards e Sing (2017), existem fatores que impactam sobre a forma como a Gestão de Instalações é adotada em uma edificação. Os autores dividiram esses fatores em três grandes grupos com os seguintes itens:

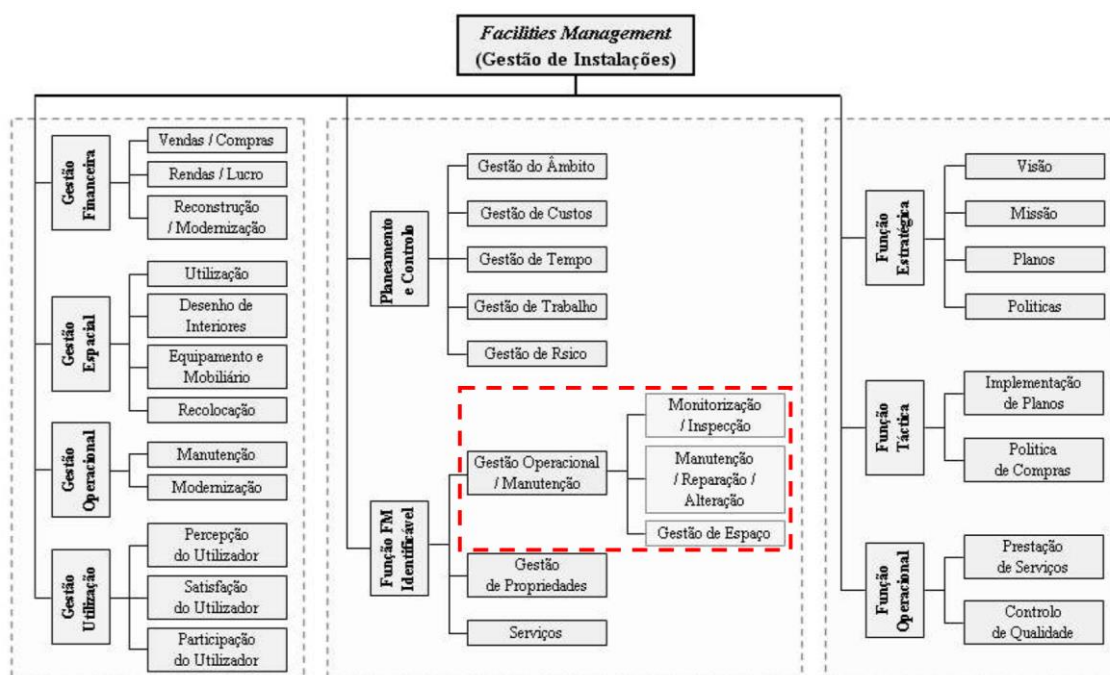
- Ambiente administrativo
 - Estrutura organizacional
 - Objetivos da empresa
 - Cultura e contexto do local
- Características da construção e das instalações
 - Tipo de instalação
 - Localização
 - Dimensões

¹ Administração de Serviços Gerais dos Estados Unidos, órgão do Governo Federal que estabelece padronizações para arquitetura, engenharia e desenvolvimento urbano, dentre outros campos.

- Fatores/Intervenções externas
 - Necessidades e processos administrativos
 - Prioridades da manutenção do recurso
 - Legislação
 - Inter-relações com empresas prestadoras de serviços

Falorca, Rodrigues e Silva (2011) retratam áreas e sub-áreas da Gestão de Instalações de acordo com o ponto de vista de diferentes autores como mostra a Figura 1. Nesta Figura, é possível observar que a gestão da manutenção é um campo que pertence a Gestão de Instalações de uma edificação.

Figura 1 - Abordagens da Gestão de Instalações e Gestão da Manutenção.



Fonte: Falorca, Rodrigues e Silva (2011, p. 4).

2.1.1.1. Manutenção de Edificações

A manutenção, segundo Fontes (2014), possui como objetivos manter a segurança e conforto dos usuários, prevenir a deterioração de elementos e sistemas construtivos e garantir que a edificação apresente desempenho conforme projetado. A manutenção envolve a realização de inspeções periódicas nas edificações. Por este motivo, Costa (2014) mostra que uma das mais graves consequências da ausência de inspeções é

o desconhecimento do estado real dos elementos da edificação. Como consequência, ocorrem intervenções tardias após a intensificação do processo de deterioração da edificação provocado por anomalias. Como resultado, as intervenções se tornam mais complexas, dispendiosas e, a depender da gravidade, pode levar à interdição de locais específicos por um período de tempo.

Carlino (2012) ressalta que a função de manutenção passa a ser pouco confiável, com ações voltadas para a correção de problemas, atrasos nas soluções e sem planejamento prévio das atividades. Deve haver uma manutenção rotineira e sistemática para preservar o desempenho da edificação. Hamid e Othman (2014) explicam que este tipo de manutenção tem sido negligenciado devido a interpretação equivocada das necessidades dos trabalhos de manutenção e ausência de recursos financeiros. Para Carlino (2012), deve existir um registro de eventos ocorridos de forma a alimentar o processo de manutenção, principalmente com dados precisos para estabelecer a relação custo x benefício das soluções a serem adotadas.

Dukić, Trivunić e Starčev-Ćurčin (2013) esclarecem que o processo de manutenção é um processo circular com três fases inter-relacionadas: planejamento, implementação e controle. Para cada uma, além da inspeção de defeito, deve haver um novo plano e novas implementações para manutenção, com predição de estados futuros e ações para alcançar os resultados esperados. A base de qualquer planejamento, é a análise do estado passado e presente, com comparação de dados correspondentes.

Um plano de manutenção, de acordo com Silva e Falorca (2009) é um conjunto de especificações utilizadas para programar ações de preservação. Trata-se de uma ferramenta que fornece um suporte para os setores responsáveis pela gestão da edificação. O principal objetivo do plano é monitorar o desempenho de sistemas, elementos e componentes construtivos, com uma constante correção das condições de operação e consequentes ameaças ou riscos, se necessário (SILVA; FALORCA, 2009).

A norma NBR 5674 (ABNT, 2012) cita os documentos que devem estar presentes no Programa de Manutenção tais como projetos, memoriais, orientação dos fornecedores, manual de uso, operação e manutenção. Além disso, norma destaca outras características específicas tais como:

- Tipologia, complexidade e regime de uso da edificação;

- Sistemas, materiais e equipamentos;
- Idade das edificações;
- Expectativa de durabilidade dos sistemas, quando aplicável aos elementos e componentes de acordo com a norma de desempenho NBR 15575;
- Relatório das inspeções;
- Histórico das manutenções realizadas;
- Rastreabilidade dos serviços;
- Escala de prioridades entre os diversos serviços;
- Previsão financeira.

Para a avaliação da Gestão da Manutenção, a NBR 5674 (ABNT, 2012) orienta a análise dos seguintes pontos:

- Atendimento ao desempenho das edificações e de seus sistemas de acordo com a norma NBR 15575 da ABNT;
- Análise do intervalo entre o momento em que foram identificadas as anomalias e a conclusão do serviço de manutenção;
- Tempo médio de retorno aos pedidos dos usuários e intervenções de emergência;
- Periodicidade das inspeções prediais com base no manual de operação, uso e manutenção;
- Registro das inspeções.

2.1.1.1.1 Tipos de Manutenção

Os procedimentos de manutenção podem ser classificados de acordo com a forma de intervenção empregada. Existem vários tipos de classificação. A NBR 5674 classifica em três tipos: manutenção rotineira, corretiva e preventiva. A manutenção rotineira, como indica esta norma, corresponde a “um fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos” (ABNT, 2012, p.3). Como exemplos a norma cita serviços de limpeza geral e lavagem de áreas comuns.

Além destes tipos, outros autores abordam sobre a manutenção preditiva (SILVA; FALORCA, 2009; COSTA, 2014; NEELAMKAVIL, 2011; SHALABI; TURKAN, 2017) e

manutenção baseada na condição ou *condition-based maintenance* – CBM (HORNER; EL-HARAM; MUNNS, 1997; HAO *et al.*, 2010; NEELAMKAVIL, 2011).

Segundo a NBR 5674, a manutenção corretiva corresponde a atividades 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...” (ABNT, 2012, p. 3). Neelamkavil (2011) esclarece que a manutenção corretiva deve ser uma estratégia de operação indicada para elementos não críticos na edificação. Se este tipo de manutenção for adotado para elementos críticos pode interromper linhas de produção, tornar as edificações inabitáveis ou causar acidentes.

Para Hao *et al.* (2010) a manutenção corretiva se fundamenta em substituir ou recuperar elementos/componentes somente quando o funcionamento normal é interrompido ou quando existem falhas/anomalias (*run-to-failure*). Este tipo de manutenção pode ser realizado durante a fase de operação, uma vez que há o risco de surgir falhas ou anomalias inesperadas na edificação ao longo de sua vida útil.

Por outro lado, a manutenção preventiva permite o acompanhamento do histórico de falhas do elemento. A NBR 5674 define a manutenção preventiva da seguinte forma:

Serviços cuja realização seja programada com antecedência, priorizando as solicitações dos usuários, estimativas da 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. (ABNT, 2012, p. 3)

Inspeções regulares são a base da manutenção preventiva, não somente em elementos estruturais, mas também de todos os outros elementos da edificação (DUKIĆ; TRIVUNIĆ; STARČEV-ĆURČIN, 2013). Hao *et al.* (2010) explicam que geralmente ocorre o planejamento de substituições periódicas de elementos, cronograma de intervalos, independente se o componente apresenta desempenho satisfatório ou não. Este fato implica em custos consideráveis de manutenção. Além disso, Neelamkavil (2011) mostra que a manutenção preventiva geralmente necessita de paralisação dos serviços, com perda de produção.

Horner, El-haram e Munns (1997) sugerem que para reduzir o custo, a manutenção preventiva pode ser utilizada apenas em elementos construtivos específicos. Segundo os autores, existem elementos que não exercem um impacto significativo no custo da manutenção e não influenciam na segurança e saúde do usuário. Por este motivo, os

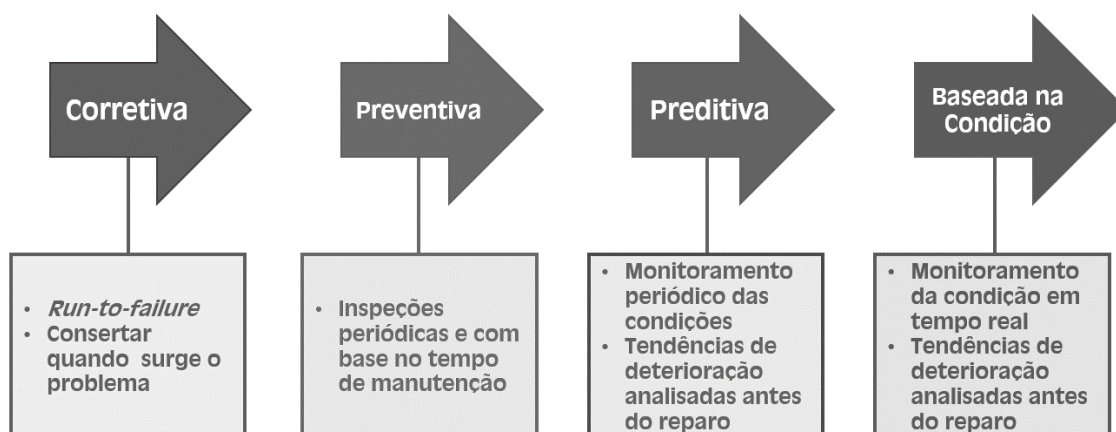
gestores podem adotar a estratégia de menor custo e melhor localização dos recursos logísticos nas atividades de manutenção.

O custo elevado da manutenção preventiva impulsionou o desenvolvimento de novas abordagens para manutenção nas edificações, tais como a manutenção preditiva e a manutenção com base na condição.

De acordo com Costa (2014) a manutenção preditiva se fundamenta no estado de conservação dos elementos. Apesar de possuir um plano de tarefas estruturado de forma semelhante a manutenção preventiva, Costa (2014) explica que somente são executadas se houver modificações dos parâmetros de desempenho. Esses parâmetros são avaliados por meio de inspeções realizadas aos elementos.

Por outro lado, a manutenção baseada na condição corresponde a um monitoramento constante de elementos, componentes e sistemas da edificação. Neelamkavit (2011) mostra que essa estratégia utiliza informações em tempo real das condições dos elementos para identificar quando a manutenção será realmente necessária, do contrário, pode ser adiada. A Figura 2 compara a manutenção corretiva, preventiva e preditiva.

Figura 2 – Evolução da manutenção



Fonte: Adaptado de Neelamkavit (2011).

A manutenção baseada na condição, segundo Neelamkavit (2011), racionaliza a prevenção de anomalias e falhas devido ao monitoramento das variáveis físicas que determinam seus sintomas. Esta abordagem é capaz de reduzir a incerteza na manutenção, com base nas necessidades indicadas pelas condições dos elementos.

2.1.2. Sistemas e *Software* de Gestão de Instalações e de Manutenção

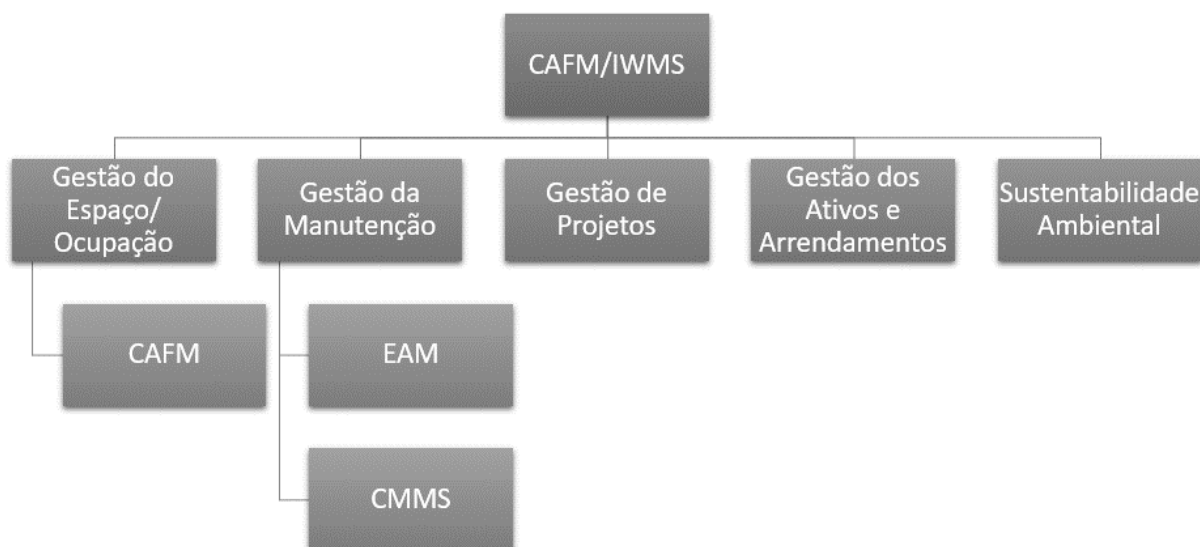
Para organizar e sistematizar as informações da edificação durante a fase operacional, surgiram os Sistemas de Gestão da Manutenção (*Maintenance Management System – MMS*) que podem ser manuais ou computadorizados. Este último é o mais indicado devido ao volume de informações utilizada pelos gestores. Falorca, Rodrigues e Silva (2011) ressaltam que estes sistemas devem ser devidamente estruturados e capazes de capturar, gravar, armazenar e processar uma grande quantidade de dados, além de atualizar o histórico de manutenção e fornecer periodicamente diversos relatórios de gestão.

Vários *software* foram desenvolvidos e agrupados em áreas específicas para aumentar a eficiência desse processo. Uma dessas áreas é a de Gestão de Instalações auxiliada por computador (*Computer-Aided Facility Management – CAFM*). Esta é uma base de suporte à gestão de instalações com emprego de tecnologias de informação (FALORCA; RODRIGUES; SILVA, 2011). Pärn, Edwards e Sing (2017) citam os seguintes exemplos desse tipo de sistema:

- CAD (*Computer Aided Design*) – desenho assistido por computador;
- IWMS (*Integrated Workplace Management Systems*) – sistemas de gestão do ambiente de trabalho integrados;
- EAM (*Enterprise Asset Management*) – gestão de recursos/ativos da empresa;
- CMMS (*Computerized Maintenance Management System*) – sistemas computadorizados de gestão da manutenção.

Soares (2013) explica que não existe um consenso na literatura sobre qual a terminologia que melhor representa as aplicações de *software* FM. As mais utilizadas são CAFM e IWMS. O autor ainda enfatiza que o IWMS é mais empregado nos Estados Unidos enquanto que na Europa, o termo mais empregado é o CAFM. A Figura 3 mostra a estrutura básica desses sistemas.

Figura 3 – Áreas da Gestão de Instalações e respectivos sistemas.



Fonte: Adaptado de Soares (2013).

Segundo Falorca, Rodrigues e Silva (2011), o CMMS possui um sistema com banco de dados computadorizado com informações sobre as operações de manutenção. Os autores citam como exemplos, elementos que precisam de manutenção e informações sobre a localização de peças ou elementos de reposição. Dessa forma, o CMMS auxilia a gestão na tomada de decisões com conhecimento das informações necessárias com análise dos recursos disponíveis.

Tretten e Karim (2014) destacam algumas limitações de sistemas CMMS:

- Redução do foco de como os serviços serão realizados;
- Dificuldades encontradas pelos usuários para utilizar o sistema, pois os usuários precisam de uma solução visual ou um mapa para localizá-los dentro do sistema e no processo de manutenção.
- Necessita ser compatível com outros sistemas para que os dados de comunicação possam ser transferidos.

Além dos sistemas classificados como CAFM, existem outros que auxiliam a gestão de instalações. Becerik-Gerber *et al.* (2012) também cita os seguintes:

- EDMS (*Electronic Document Management Systems*) – sistemas de gestão eletrônica de documentos;
- SEM (*Energy Management Systems*) – sistema de gestão da energia;

- BAS (*Building Automation Systems*) – sistema de automação da edificação. Segundo Love *et al.* (2014), este sistema é utilizado para redesenhar a instalação em sua ferramenta de escolha e então cria links para manuais de operação e banco de dados.

Entretanto, os dados fornecidos por estes sistemas estão fragmentados entre si, ou em alguns casos, os dados são inseridos manualmente após a entrega da obra, o que torna o processo ineficiente e laborioso (BECERIK-GERBER *et al.*, 2012; LOVE *et al.*, 2014).

2.1.3. *Building Information Modeling*

2.1.3.1. Definições e Características do BIM

O *Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção promove a criação de um modelo virtual 3D preciso da edificação, elaborado de forma digital. O BIM permite a aplicação e manutenção de uma representação digital de todas as informações da construção ao longo de diferentes fases do ciclo de vida por meio de um banco de dados, que podem ser geométricos ou não-geométricos (GU; LONDON, 2010).

O BIM é um processo que emprega tecnologias com integração entre diferentes tipos de *software*. É possível analisá-lo dentro de uma visão estreita ou ampla. Volk, Stengel e Schultmann (2014) mostram que o BIM utilizado em uma visão estreita corresponde somente ao modelo digital da edificação enquanto que a visão ampla envolve aspectos funcionais, documentais, técnicos, organizacionais e legais. O BIM favorece o controle da qualidade e coordenação de documentos, com informações interconectadas, isso significa que as mudanças realizadas em um objeto dentro do modelo, se refletem instantaneamente no projeto em todas as suas vistas (Krygiel *et al.*, 2008).

Os *software* BIM podem ser agrupados de acordo com a finalidade da aplicação. Existem *software* para modelagem arquitetônica, elétrica, hidráulica, estrutural, gestão da construção, análises e simulações do desempenho energético da edificação, gestão de instalações, sistemas georreferenciados, etc. Segundo Biagini *et al.* (2016), os *software* BIM mais utilizados para a modelagem são o Autodesk Revit®, Bentley

Architecture®, ArchiCAD® da empresa Graphisoft, Tekla®, Allplan® da empresa Nemetschek, SketchUp BIM.

Por outro lado, o BIM também abrange uma atividade humana que exige mudanças amplas no processo de construção (Eastman *et al.*, 2014). Gu e London (2010) apontam como as principais barreiras para adoção do BIM a ausência de conhecimento e treinamento, natureza fragmentada da indústria da construção civil, relutância da indústria para mudar as práticas de trabalho existentes, hesitação para aprender novos conceitos/tecnologias e ausência de clareza nas responsabilidades e benefícios.

O BIM possibilita o acesso de proprietários, clientes, construtores a uma informação ao mesmo tempo por meio da interoperabilidade entre plataformas de tecnologia (BuildingSMART, 2015). Segundo Eastman *et al.* (2014) a interoperabilidade corresponde ao processo de transferência de dados entre diferentes *software*, permitindo um intercâmbio de informações para que vários especialistas possam atuar no processo de modelagem da edificação. Um dos principais modelos de dados de que permite a interoperabilidade é o *Industry Foundation Classes* (IFC) usado para planejamento, projeto, construção e gerenciamento de edificações. Trata-se de um modelo de dados público e não proprietário (Eastman *et al.*, 2014).

Asmi *et al.* (2015) explicam que o desenvolvimento de formatos que permitem a interoperabilidade é obtido para satisfazer demandas específicas dos diferentes projetos, de acordo com a possibilidade de customização. Steel, Drogemuller e Toth (2010) esclarecem que existem três níveis de interoperabilidade:

- Arquivo e sintaxe – corresponde à capacidade de dois *software* compartilharem arquivos sem perda de dados.
- Visualização – habilidade de dois programas visualizarem os modelos compartilhados sem ocorrer erros.
- Semântica – habilidade de dois programas alcançarem um entendimento comum do modelo a ser compartilhado.

Além do modelo virtual 3D, o BIM abrange as dimensões 4D: planejamento da construção e 5D: estimativa de custo. Após o BIM 5D, não há um consenso na literatura para 6D, 7D, nD. Para Czmoch e Pękala (2014) o 6D corresponde à sustentabilidade e o 7D, gestão de instalações (FM). Por outro lado, para Pärn,

Edwards e Sing (2017) o 6D corresponde a gestão de instalações, conforme indicado no quadro 1.

Quadro 1 – O BIM e suas dimensões.

Dimensão	Descrição	Impacto sobre os intervenientes
3D	Representa o projeto da edificação com dados geométricos, descrições paramétricas e normas relacionadas para a construção.	Equipe de projeto e fornecedores
4D (3D + tempo)	Ligação entre o planejamento e o modelo 3D para obtenção do processo construtivo ao longo do tempo.	Construtoras e empreiteiras
5D (3D + custo)	Adição do custo dos elementos construtivos no modelo 3D.	Orçamentista
6D (3D + FM)	Integra a gestão de instalações e informações do ciclo de vida da edificação.	Gestores de instalações, proprietários
Nd (3D + ...Nd)	Outras dimensões associadas ao modelo BIM	Interveniente específico

Fonte: Adaptado de Pärn, Edwards e Sing (2017).

As diferentes características de edificações e estruturas, o tipo de uso (residencial, comercial, serviços, etc.), a idade (nova, existente ou histórica) e o proprietário (privado, associações, autoridades, universidades), influenciam na forma como o BIM será aplicado, o nível de detalhe e o suporte às funcionalidades voltadas para projeto, construção, manutenção e demolição (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014).

O modelo virtual 3D pode ser criado em níveis, de acordo com o grau de detalhamento do projeto. A classificação mais utilizada é a LOD (*level of development*) que pode ser traduzido como nível de desenvolvimento ou de detalhe. Pärn, Edwards e Sing (2017) mostram uma escala de 100 a 500 para LOD. O LOD100 possui uma baixa definição do projeto enquanto que o LOD500 corresponde ao modelo *as-built* (como construído) em alta definição. Este último modelo deve conter características físicas e funcionais da edificação assim como os processos relacionados à gestão e comunicação das informações ao longo das disciplinas (BIAGINI *et al.*, 2016). Para Alwan (2016) o LOD

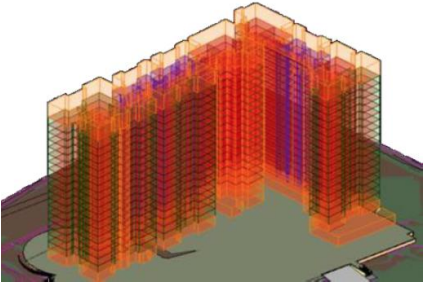
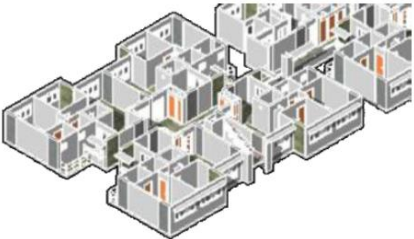

500 contém a informação digital *as-built* adequada para fins de manutenção e operação. Na prática, entretanto, os modelos com nível de projeto LOD500 são raros.

O LOD foi padronizado pelo Instituto Americano de Arquitetos (*American Institute of Architects – AIA*), e atualmente faz parte da norma americana de BIM, o *NBIMS Guide* elaborado pelo *National Institute Of Building Sciences Buildingsmart Alliance* conhecido como BuildingSMART.

Manzione (2013) ilustra a evolução do modelo de uma edificação com variação do nível de detalhe ou LOD, de acordo com as especificações apresentadas pelo *NBIMS Guide*, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Evolução do nível de detalhe no modelo de uma edificação.

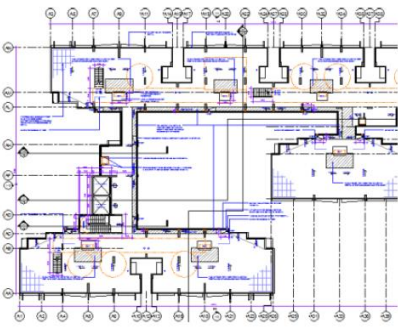
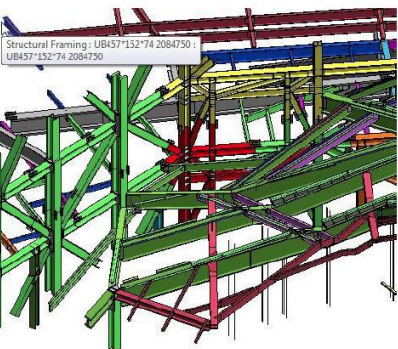
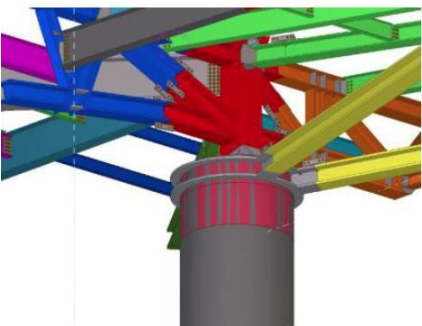

(continua)

Fase	LOD	Produtos “entregáveis” do BIM	
		Conteúdo do modelo	Ilustração
Conceitual	100	Estudos de massa conceituais com dimensões, áreas, volumes, locação e orientação apenas indicativos.	
Geometria Aproximada	200	Visão geral do edifício e de seus sistemas com dimensões, forma, locação, orientação e quantidades aproximadas. Podem ser inseridas propriedades não geométricas nessa fase.	
Geometria precisa	300	Versão mais precisa e detalhada dos componentes e sistemas do edifício, com precisão nas dimensões, forma, locação, orientação e quantidades. Podem ser inseridas propriedades não geométricas nessa fase.	

Fonte: MANZIONE (2013, p. 87 e 88).

Quadro 2 – Evolução do nível de detalhe no modelo de uma edificação.

(conclusão)

		Desenhos mais precisos gerados no LOD 300.	
Execução/ Fabricação	400	O modelo para fabricação e montagem é apresentado com maior precisão de detalhes que na fase de LOD 300. Porém, se houver necessidade os detalhes podem ser completados em modelos 2D.	
Como foi construído	500	O modelo é detalhado com o mesmo nível de precisão do estágio anterior mas é atualizado a partir das modificações ocorridas em obra, de forma a retratar o edifício exatamente como foi construído.	 

Fonte: MANZIONE (2013, p. 87 e 88).

2.1.3.2. BIM e Edificações Existentes

O BIM apresenta vários benefícios para edificações existentes, pois pode ser adotado na fase de manutenção e operação, no auxílio de reformas, *retrofits* ou futuras renovações. Segundo Volk, Stengel e Schultmann (2014), existem diferenças durante o processo de modelagem de novas construções comparada a edificações existentes, que não possuem um modelo em 3D. Como o BIM ainda não é largamente utilizado por todos os engenheiros, arquitetos e empresas responsáveis pela manutenção, os modelos BIM são criados de forma isolada voltados principalmente para a etapa concepção, projeto, construção e entrega da obra.

Para edificações existentes, deve ser avaliado se a edificação já possui um modelo 3D, que pode ser atualizado, ou se é necessário atualizar toda a documentação no modelo. Entretanto, grande parte das edificações que se encontram em fase de operação possuem informações incompletas, obsoletas ou fragmentadas. As plantas em 2D muitas vezes não estão disponíveis, e quando estão não possuem todas as alterações que ocorreram devido às reformas, o que dificulta uma representação geométrica 3D precisa (CHO; HAM; GOLPAVAR-FARD, 2015).

Para estes casos, é necessária a obtenção de um modelo *as-built*. O processo de obtenção desse modelo é uma atividade que consome tempo (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014; WANG; CHO; KIM, 2015), requer intensa mão-de-obra, possui custo elevado (WANG; CHO; KIM, 2015) e há uma tendência a erros (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014). O esforço para modelagem BIM é alto e por este motivo, o BIM ainda não é usualmente aplicado em edificações existentes (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014), além de haver dificuldades para a inclusão do estado de preservação da edificação no projeto (BIAGINI *et al.*, 2016).

O BIM também pode ser utilizado para a modelagem de construções históricas (*Historical Building Information Modeling* – HBIM). O HBIM se diferencia da aplicação usual do BIM em novas construções ou edificações existentes devido a características históricas, culturais e sociais que requer intervenções relacionadas à manutenção e restauração (BIAGINI *et al.*, 2016). Observa-se um potencial do HBIM, mas existem poucos estudos na área (Ilter *et al.*, 2015).

A duração do processo de modelagem 3D da edificação depende do tipo de documentação existente. Para o caso de edificações que não possuem projetos em

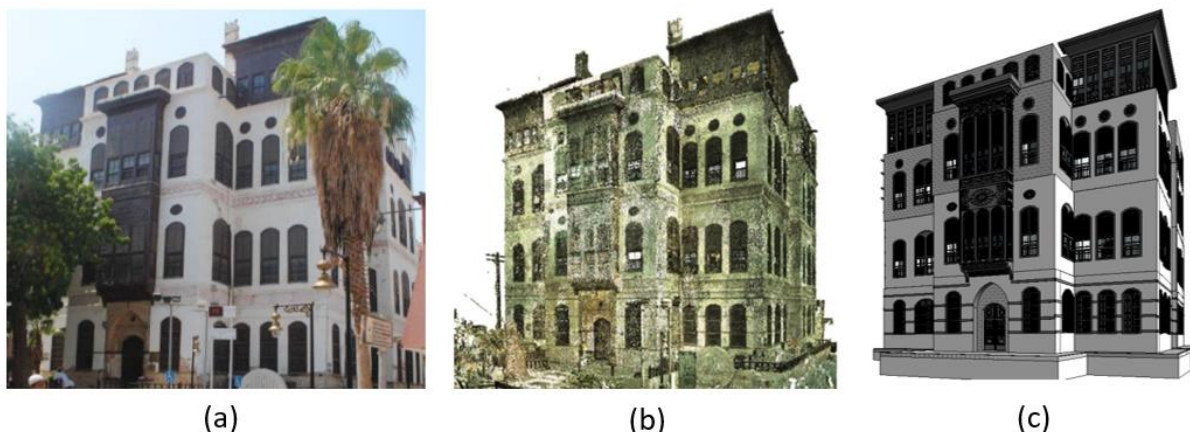
2D ou documentação *as-built* atualizada, é necessário realizar medidas *in-loco*. Anil *et al.* (2013) explicam que métodos físicos de medição são precisos para medidas específicas no modelo, uma vez que as medidas virtuais podem ser comparadas com as medidas reais. Entretanto, os autores apresentam as seguintes limitações para este tipo de medição:

1. Não abrange completamente todas as medidas possíveis dos elementos da edificação.
2. As causas dos erros não podem ser identificadas diretamente.
3. É um processo longo, que exige grande quantidade de medidas físicas.
4. Dificuldade na obtenção de dados precisos e medições de locais de difícil acesso, a exemplo da cobertura.

Com objetivo de suprir as limitações das medições físicas e acelerar o processo de modelagem, existem *software* especializados em engenharia reversa que permitem a captura de dados, processamento e modelagem de edificações existentes em *software* BIM. Alguns possibilitam a geração rápida das plantas de piso da edificação ou certa integração do BIM, porém ainda estão longe da automação ou semi-automatização do processo de modelagem (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014).

Para a captura de dados da edificação em seu estado atual podem ser adotadas técnicas com base em nuvens de pontos lançadas em um *software*. A nuvem de pontos permite o reconhecimento de elementos da envoltória da edificação, tais como janelas, portas, paredes e telhado. As técnicas mais utilizadas são o escaneamento a laser e a fotogrametria (WANG; CHO; KIM, 2015; CHO; HAM; GOLPAVAR-FARD, 2015). A Figura 4 retrata um exemplo de nuvem de pontos e o modelo final de edificação histórica.

Figura 4 – Edificação histórica e suas representações.



(a) Fotografia da edificação. (b) Representação da edificação em nuvem de pontos. (c) Modelo HBIM da edificação. Fonte: Baik, Yaagoubi e Boehm (2015, p. 29, 30).

Wang, Cho e Kim (2015) explicam que a fotogrametria é um processo de fotografias consecutivas que compreende milhões de pontos individuais, sendo que cada um possui uma informação de coordenada relativa em 3D. Uma das principais vantagens da fotogrametria é a velocidade na coleta de dados e aquisição de informações de cores e texturas sobre os objetos do local para reconhecimento com base na aparência do objeto. Entretanto, existem limitações para a fotogrametria. Wang, Cho e Kim (2015) destacam aspectos como iluminação e condições climáticas diferentes que podem dificultar o processo de análise das imagens com possibilidade de serem ocultados alguns trechos.

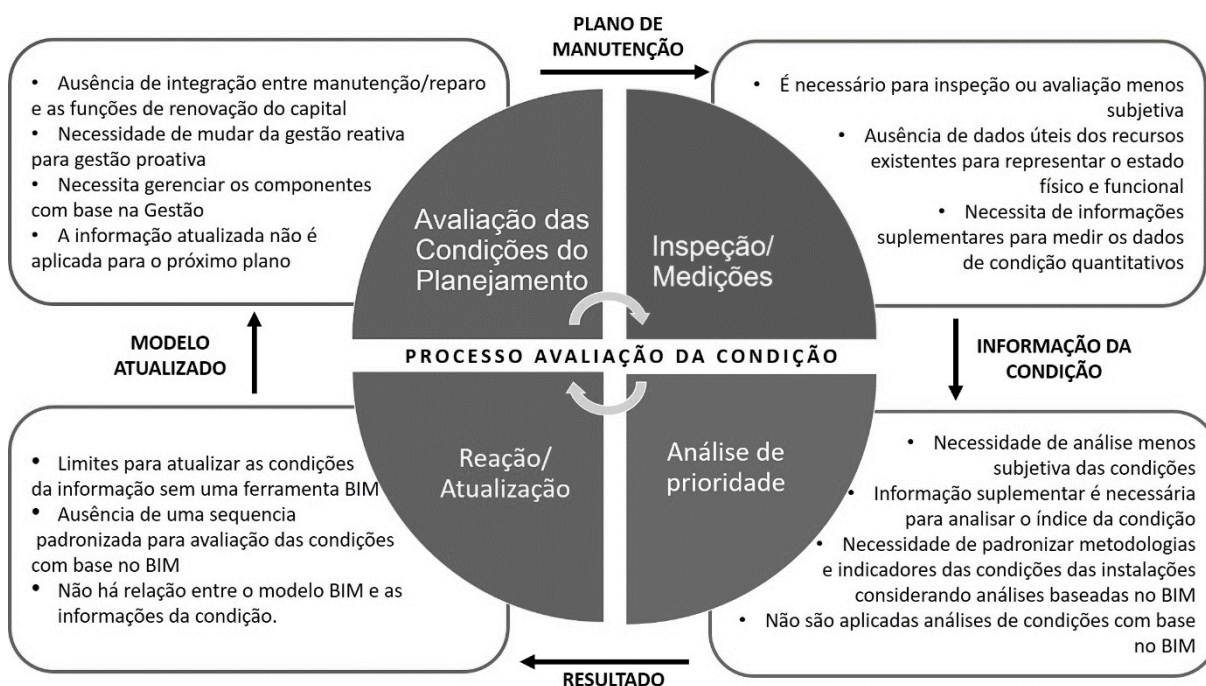
No campo da construção e gestão de instalações, pesquisadores investigam assuntos relacionados ao emprego do *scanner* a laser para fins diversos, tais como modelagem do ambiente de trabalho, gestão da segurança em tempo real, monitoramento do progresso da construção, identificação de defeitos, modelagem *as-built*, etc. (WANG; CHO; KIM, 2015). Segundo Biagini *et al.* (2016), o escaneamento a laser é uma técnica que possui custo elevado, porém reduz o tempo de obtenção dos dados em relação à fotogrametria.

2.1.3.3. O emprego do BIM na Gestão de Instalações e Manutenção de Edificações

O BIM possui grande potencial para aplicação na fase de operação e manutenção das edificações. Proporciona visualização, identificação precisa do local e relações entre sistemas construtivos e equipamentos, além de acesso aos dados de atributos com

condições existentes precisas. O BIM armazena grande quantidade de dados interligados a objetos/elementos da edificação, com representação inteligente e paramétrica (GSA, 2011). A Figura 5 indica uma análise de processos da gestão da manutenção sem o emprego do BIM e ressalta sua importância dentro desse contexto.

Figura 5 – Processo de avaliação das condições atuais da manutenção.



Fonte: Adaptado de Kim e Yu (2016).

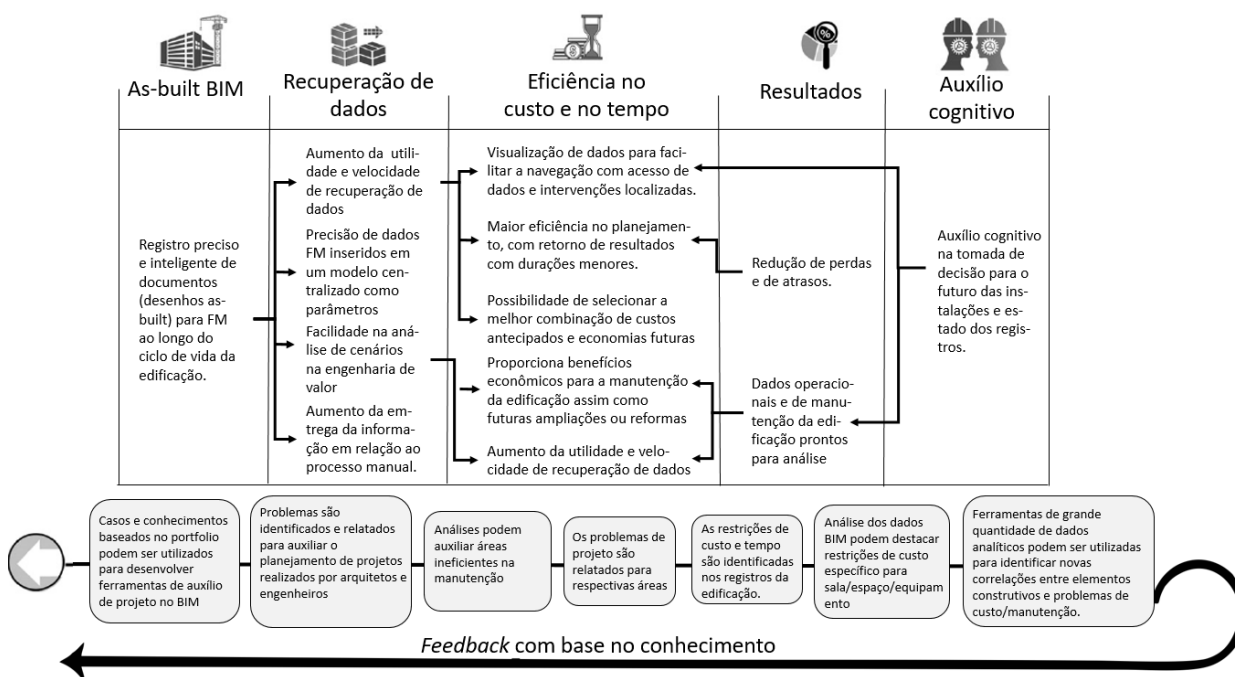
O BIM apresenta os seguintes benefícios para a Gestão de instalações:

- Aperfeiçoamento de processos manuais de informações do processo de manutenção (KASSEM *et al.*, 2015);
- Aumento da eficiência das ordens de trabalho para execução, em termos de agilidade, acesso de dados e intervenções locais (LOVE *et al.*, 2014; KASSEM *et al.*, 2015).
- Aperfeiçoamento da acessibilidade de dados de gestão que podem ser encontrados dentro do modelo (KASSEM *et al.*, 2015). Redução de dificuldades relacionadas a atividades de gerenciamento da edificação (MOTAWA; ALMARSHAD, 2015), além facilitar estudos de manutenibilidade que foca em um desempenho desejado para uma determinada etapa do ciclo de vida (BECERIK-GERBER *et al.*, 2012);

- Aumento da eficiência na criação de planos específicos, elevações e renderizações todas em um mesmo modelo (KASSEM *et al.*, 2015);
- Habilidade de anexar dados em conformidade com normas e regulamentos, que podem ser relatados ou planejados fora de um modelo (KASSEM *et al.*, 2015);
- Habilidade para análise de cenários em projetos de reformas em um ambiente 3D (KASSEM *et al.*, 2015) e remodelagem, renovação ou demolição de edificações existentes (BECERIK-GERBER *et al.*, 2012).
- Avaliação de lições aprendidas com o passado e armazenadas no BIM para auxiliar também o projeto e construção de novas edificações, prevenção e redução de riscos (BECERIK-GERBER *et al.*, 2012).

A Figura 6 sintetiza os principais benefícios do emprego do BIM na fase de operação e uso das edificações.

Figura 6 – Representação dos principais benefícios da integração de dados BIM-FM.



Fonte: Adaptado de Pärn, Edwards e Sing (2017).

Para o BIM ser utilizado em inspeção para fins de manutenção é necessário um banco de dados rigoroso, para permitir ao usuário identificar cada anomalia presente nos componentes construtivos dentro do modelo BIM, associando-a com suas prováveis

causas, métodos de reparo e registro fotográfico, com constante atualização (SAMPAIO; SIMÕES; 2014).

As informações entram na plataforma BIM como atributos e documentos. Assim, é realizada a análise de possíveis trajetos durante a manutenção ou reparo, formas de otimizar esse processo, agendamento dos percursos, com redução dos mesmos e de possíveis riscos. Os dados da inspeção são armazenados em um modelo BIM, tornando-o adequado para consultas e planejamento de futuras manutenções (SAMPAIO; SIMÕES; 2014).

Hichri *et al.* (2013) explicam que muitos estudos estão voltados para relações e formas do modelo digital, entretanto poucos focam nos atributos. Estes são fundamentais no contexto do BIM, pois permite a caracterização de objetos para enriquecer a representação 3D final. Exemplos de atributos, são dados semânticos tais como: resistência dos materiais, estado de conservação, danos (GROETELAARS, 2015), textura, idade, custo, documentação (HICHRI *et al.*, 2013), dentre outros. Esta documentação pode conter informações das instalações, composição de paredes, elementos estruturais, dados de substituições, reformas, recuperações, etc.

A adoção da tecnologia BIM na fase operacional das edificações ainda é limitada. Algumas das barreiras que interferem na implementação do BIM foram descritas a seguir:

- Ausência de ferramentas e processos de Gestão de Instalações padronizados (BECERIK-GERBER *et al.*, 2012) e de informações dos materiais, equipamento e registro histórico de manutenções realizadas (FONTES, 2014);
- Ausência de um modelo 3D parametrizado ou até mesmo de plantas em CAD para posterior criação do modelo BIM 3D (FONTES, 2014);
- Benefícios incertos e não validados do BIM nas práticas de manutenção vigentes (BECERIK-GERBER *et al.*, 2012);
- Necessidade de constante manutenção dos modelos BIM para manter-se atualizados (LIN *et al.*, 2016);
- Dificuldades na definição das necessidades específicas da Gestão de Instalações para o modelo e também como que esse modelo pode se preparar para identificar essas necessidades (BECERIK-GERBER *et al.*, 2012; KASSEM *et al.*, 2015).

- Necessidade de se confirmar a precisão do modelo *as-built* BIM e revisar os erros para o uso na Gestão de Instalações, atividade que requer muito tempo para sua realização (LIN *et al.*, 2016);
- Problemas na interoperabilidade entre as soluções BIM e *software* de Gestão de Instalações (BECERIK-GERBER *et al.*, 2012; KASSEM *et al.*, 2015);
- Oferta reduzida de produtos BIM para os proprietários (BECERIK-GERBER *et al.*, 2012);
- Escassez de metodologias que demonstrem os benefícios tangíveis do BIM na gestão de instalações (KASSEM *et al.*, 2015) associado a experiência limitada dos gestores na tecnologia BIM (BECERIK-GERBER *et al.*, 2012; KASSEM *et al.*, 2015; LIN *et al.*, 2016).

2.1.3.3.1 *Software* BIM-FM

Existem vários *software* utilizados na gestão de instalações que se relaciona com o BIM. Como exemplos, pode-se citar os seguintes: FM Interact, ArchiFM, Bentley Facilities, ArchiBus, EcoDomus FM, Performa Asset Management System, dentre outros. Estes sistemas geralmente estão disponíveis *online* e suas principais funções são a gestão de espaços, gestão de ativos e gestão da manutenção.

Durante a fase de operação e manutenção, os gestores necessitam armazenar informações visuais ou gráficas da edificação, além de textos contendo dados de produtos/equipamentos, especificações dos sistemas construtivos, relatórios de inspeções/manutenções, etc. Alguns desses programas já eram aplicados sem a tecnologia BIM e estão se adaptando para atender às novas demandas dos gestores de instalações.

Como em muitos casos a adição de todas as informações em um único modelo ou sistema é difícil ou inviável, a interoperabilidade entre diferentes *software* é um dos fatores fundamentais para aplicação do BIM na fase operacional da edificação. Pärn, Edwards e Sing (2017) destacam que pode ocorrer uma integração inadequada de dados devido a diferenças de sintaxe, esquema ou semântica.

Modelos salvos no formato IFC podem ser usados como formato de arquivo para transferir dados do modelo BIM para os sistemas de Gestão de Instalações. Além do padrão IFC, outro padrão aberto internacional utilizado para a troca de informações é

o COBie (*Construction Operations Building information exchange*). Teicholz (2013) explica que o COBie corresponde ao intercâmbio de informações de operações da Edificação, ou de padrões proprietários, que são formatos desenvolvidos pelos fabricantes dos *software*. Estes padrões integram o modelo 3D BIM com sistemas CAFM e CMMS. O COBie pode unir, compatibilizar e compartilhar documentos produzidos durante a construção, sendo geralmente são informações não gráficas (SOARES, 2013).

Segundo Manzione (2013), o padrão COBie especifica e identifica o conjunto mínimo de informações necessárias para a gestão dos ativos de uma edificação ao longo do ciclo de vida. Este padrão pode ser visualizado durante as fases de projeto, construção e manutenção por meio de planilhas, em formato Excel (*xm*), das classes IFC que contém a relação de especificações do padrão COBie. A Figura 7 mostra um exemplo de uma planilha gerada pelo COBie. As informações foram organizadas em uma listagem contendo as instalações, espaços, zona, tipo, componente, etc.

Figura 7 – Planilhas do COBie vistos no *software* Microsoft Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	Elevation	Height
1										
2	First Floor	danielle.r.	2011-09-1	Floor	Autodesk	RlfcBuilding	3eM8WbY	First Floor	0	0
3	Roof - Mai	danielle.r.	2011-09-1	Roof	Autodesk	RlfcBuilding	3eM8WbY	Roof - Mai	9,25	0
4	Second Flo	danielle.r.	2011-09-1	Floor	Autodesk	RlfcBuilding	3eM8WbY	Second Flo	4,57	0
5	Site	danielle.r.	2011-09-1	Site	Autodesk	RlfcBuilding	n/a	Site	0	0
6	TOF Footin	danielle.r.	2011-09-1	Site	Autodesk	RlfcBuilding	3eM8WbY	TOF Footin	-1	0
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Navigation bar: Instruction | Contact | Facility | **Floor** | Space | Zone | Type | Component

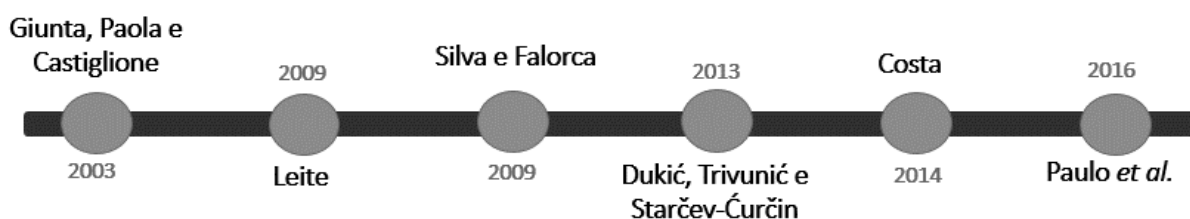
Fonte: Gamboa (2015, p.32)

2.2. PESQUISAS REALIZADAS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

2.2.1. Métodos de Gestão da Manutenção

A seguir serão apresentados estudos voltados para o aprimoramento da Gestão da Manutenção de edificações. A Figura 8 ilustra a ordem cronológica das pesquisas apresentadas nesta seção.

Figura 8 - Métodos para aperfeiçoamento da Gestão da Manutenção de edificações.

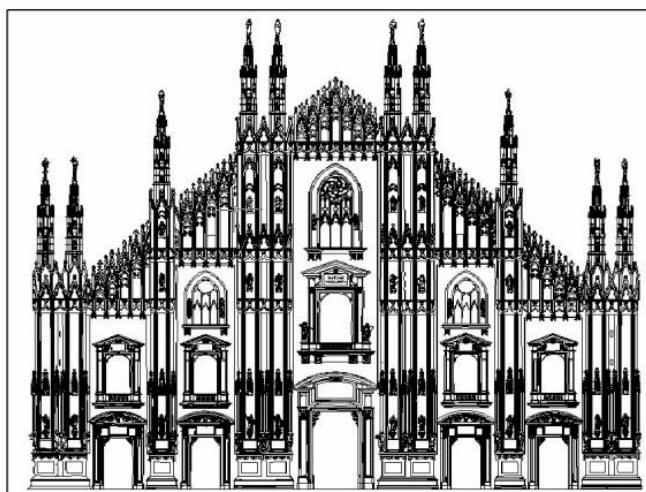


Fonte: Acervo pessoal.

2.2.1.1. Método proposto por Giunta, Paola e Castiglione (2003)

Giunta, Paola e Castiglione (2003) desenvolveram uma metodologia que utiliza um modelo 3D para a manutenção e restauração de uma catedral em Milão, Itália. A modelagem da catedral ocorreu a partir do escaneamento a laser 3D e da fotogrametria. O modelo final, em formato 3D CAD, contém fachadas e paredes internas da edificação. A Figura 9 ilustra a fachada do modelo 3D.

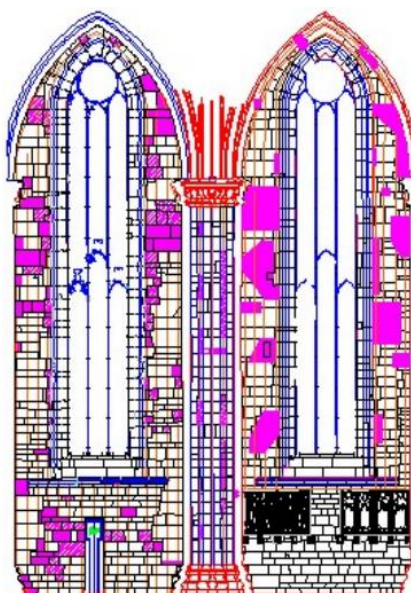
Figura 9 – Modelo fotogramétrico 3D CAD da fachada da Catedral em escala 1:100.



Fonte: Giunta, Paola e Castiglione (2003, p. 9)

Por meio de uma base de dados, o modelo 3D é integrado a fotografias, documentos, dados de caracterização e mapas. A metodologia também utiliza ensaios para a determinação do diagnóstico de anomalias como termografia, raio X, colorimetria e georadar. Este último ensaio auxilia na análise da estrutura e na elaboração de mapas estruturais para identificação de fraturas, espessura dos blocos, etc. A Figura 10 indica as áreas críticas em um trecho da catedral, locais que devem ser priorizados no processo de intervenção. As áreas críticas estão representadas por coloração rosa.

Figura 10 – Mapa de danos estruturas em pilares e próximos às janelas.

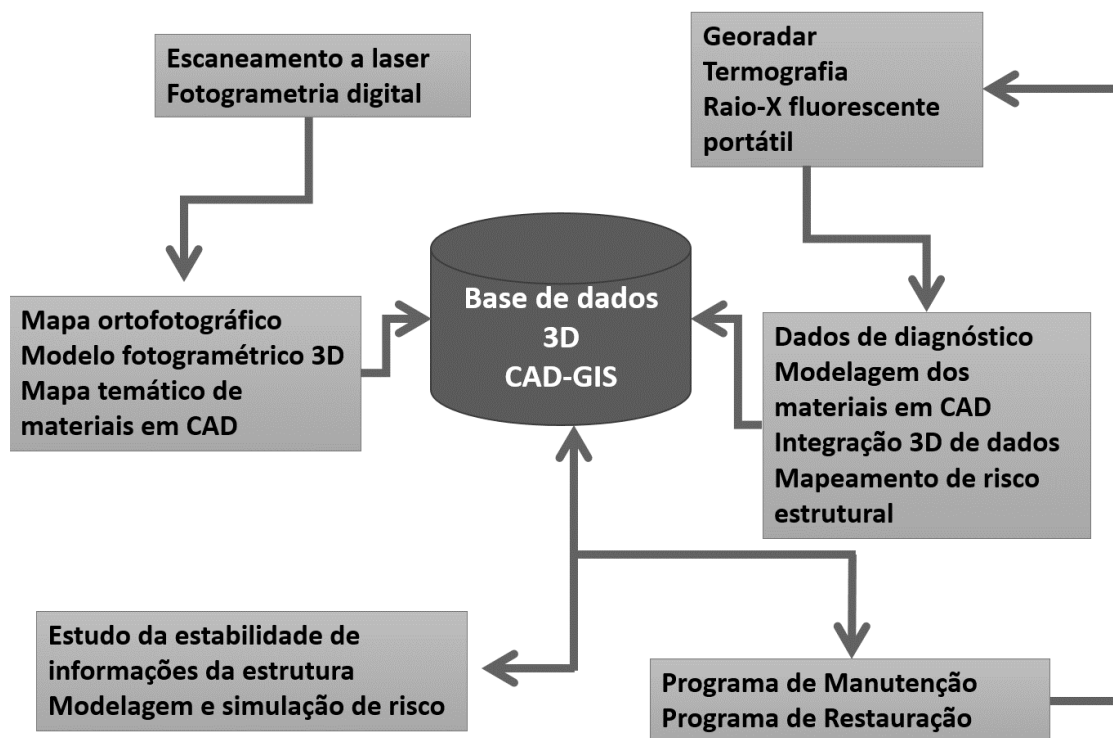


Fonte: Giunta, Paola e Castiglione (2003, p. 7)

Todos os dados foram atualizados em uma base de dados georreferenciada (GIS) e integrada da Catedral como suporte para as operações de manutenção. A Figura 11 representa as etapas deste processo.

Apesar da capacidade de visualização da edificação estar limitada a um desenho em 3D, observa-se que este método representa um avanço no emprego de recursos visuais como auxílio no diagnóstico de anomalias e no processo de manutenção. O método não aborda uma análise da previsão de custos envolvidos nesse processo.

Figura 11 – Esquema proposto para o plano de manutenção e restauração da Catedral de Milão.

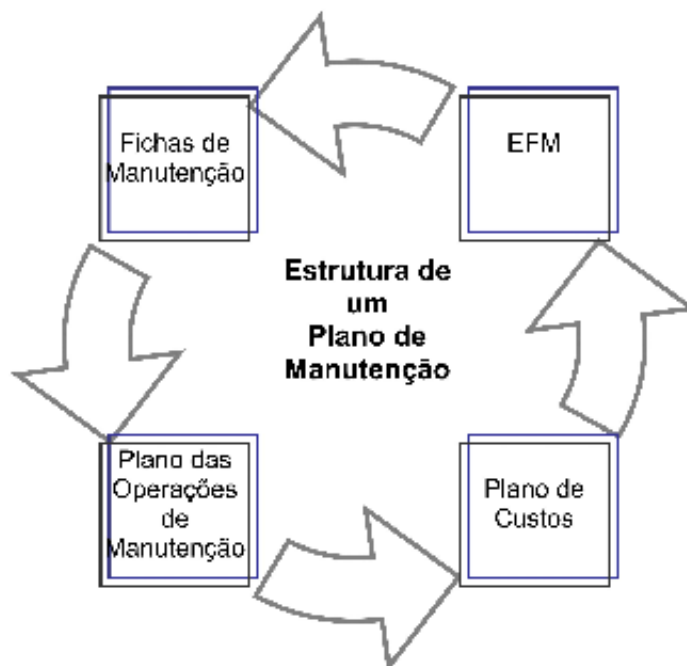


Fonte: Adaptado de Giunta, Paola e Castiglione (2003).

2.2.1.2. Método proposto por Leite (2009)

Leite (2009) sugere uma metodologia voltada para o plano de manutenção de edificações habitacionais. A finalidade da metodologia sugerida pela autora é modificar a tendência de os gestores reagirem diante do surgimento de anomalias e falhas, ao invés de adotarem uma postura proativa, em grande parte dos casos. O plano visa auxiliar na conservação de exigências funcionais próximas ao estado inicial da edificação. A Figura 12 ilustra os itens que devem estar presentes no plano de manutenção.

Figura 12 – Itens da estrutura do Plano de Manutenção



Fonte: Leite (2009, p. 120)

O plano contém a descrição dos sistemas, elementos e componentes construtivos, que foram organizados em elementos fonte de manutenção (EFM). Cada EFM corresponde a uma unidade da edificação que possui determinadas condições e mecanismos de degradação, além de comportamentos distintos ao longo da vida útil da edificação.

A autora descreve requisitos básicos necessários para a estruturação do plano de manutenção:

- Definição de níveis de qualidade mínima
- Elaboração de estratégias de atuação
- Definição de anomalias e causas possíveis
- Estabelecimento de rotinas de inspeção com respectivas periodicidades
- Definição dos sintomas de pré-patologia
- Organização do sistema de seleção de operação de manutenção
- Estimativa de um plano de custos
- Análise de registros históricos
- Gestão de informação
- Estimativa de custos de operações
- Registro de todas as intervenções

A Figura 13 indica uma planilha utilizada pela autora como parte do plano de manutenção de edificação habitacional, com a periodicidade das intervenções ao longo dos anos. A autora também organizou os elementos fonte de manutenção por códigos para localização na planilha.

Figura 13 – Recorte de um plano de manutenção estabelecido para edificação habitacional

EFM		Operações																															
Ref.:	Descrição		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20											
1.2.1.	Panos de paredes Exteriores	Inspeção				•				•				•				•				•										•	
		Correctiva									•																					•	
1.2.2.	Panos de paredes Interiores	Inspeção					•											•														•	
		Correctiva										•																				•	
1.3.1.	Cobertura Terraço	Inspeção	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		Limpeza	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		Pró-acção																															
		Correctiva	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Substituição																														•	
1.3.2.	Cobertura Inclinada	Inspeção		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•	•
		Limpeza		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•	•
		Pró-acção				•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•	•
		Correctiva		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•		•	•
		Substituição																														•	
2.1.1.	Revestimentos horizontais Exteriores	Inspeção				•					•				•				•				•				•				•		•
		Limpeza				•					•				•				•				•				•				•		•
		Pró-acção				•					•				•				•				•				•				•		•
		Correctiva				•					•				•				•				•				•				•		•
		Substituição									•																					•	
2.1.2.	Revestimentos horizontais Interiores	Inspeção				•					•							•					•									•	

Fonte: Leite (2009, p.120).

Observa-se que a autora direciona a metodologia para o planeamento de ações para a execução de serviços de manutenção. Apesar ser destacada a importância dos requisitos básicos acima mencionados, não foram abordados como pode ser realizado o registro de manutenções passadas e o armazenamento das informações da gestão da manutenção.

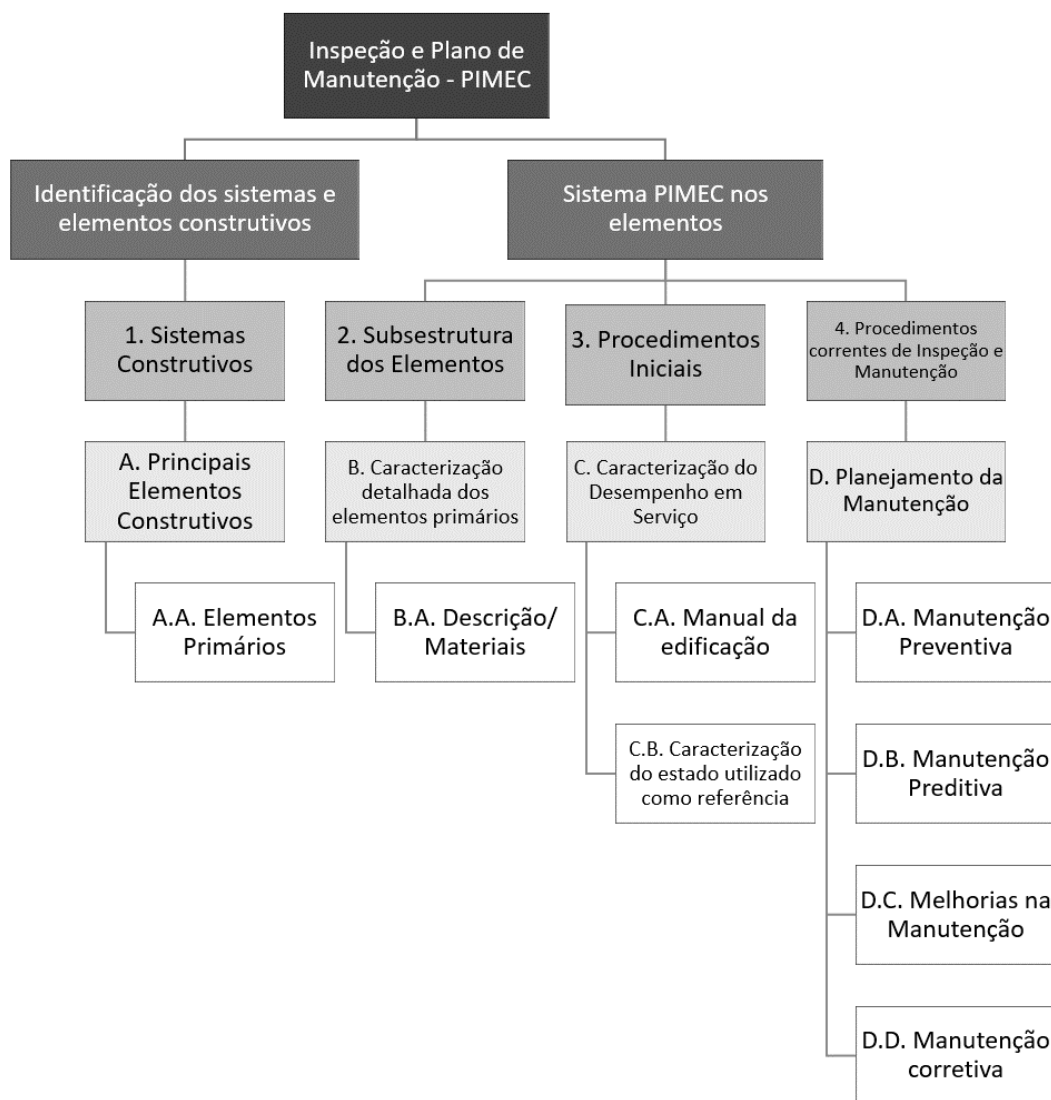
2.2.1.3. Método proposto por Silva e Falorca (2009) – PIMEC

Silva e Falorca (2009) apresentaram uma abordagem mais ampla para a gestão, denominada Plano de Inspeção e Manutenção para Edificações Correntes – PIMEC. Este plano possui as seguintes etapas:

- Etapa A – Caracterização da edificação;
- Etapa B – Detalhamento dos elementos e materiais;
- Etapa C – Análise de desempenho sob as condições de serviço;
- Etapa D – Orientações para ações técnicas e planos específicos de manutenção.

A Figura 14 exhibe o esquema utilizado pelos autores.

Figura 14 – Esquema proposto para o PIMEC



Fonte: Adaptado de Silva e Falorca (2009)

No item D.A. Manutenção preventiva, os autores propõem os seguintes itens:

- Caracterização de parâmetros
 - Previsão da vida útil
 - Qualidade mínima aceitável
 - Verificação do nível de desempenho
 - Registro de degradação
- Planejamento de intervenções
 - Cronograma da manutenção

O método permite identificar, agrupar e caracterizar os elementos construtivos com registro de informações relevantes em um banco de dados. Os autores observaram que esta metodologia aumenta o conhecimento dos procedimentos de manutenção pela equipe responsável e, conseqüentemente, pode promover impactos positivos no prolongamento da vida útil da edificação e na organização de ações futuras.

Trata-se de um processo dinâmico, que envolve ajustes constantes quando ocorre acréscimo de novas informações e registro de novas atividades. Os autores sugerem a criação de tabelas/planilhas para registrar o resultado das inspeções e um modelo de relatório de inspeção a ser preenchido. A informação é unificada com base em um modelo de arquivos de consulta rápida.

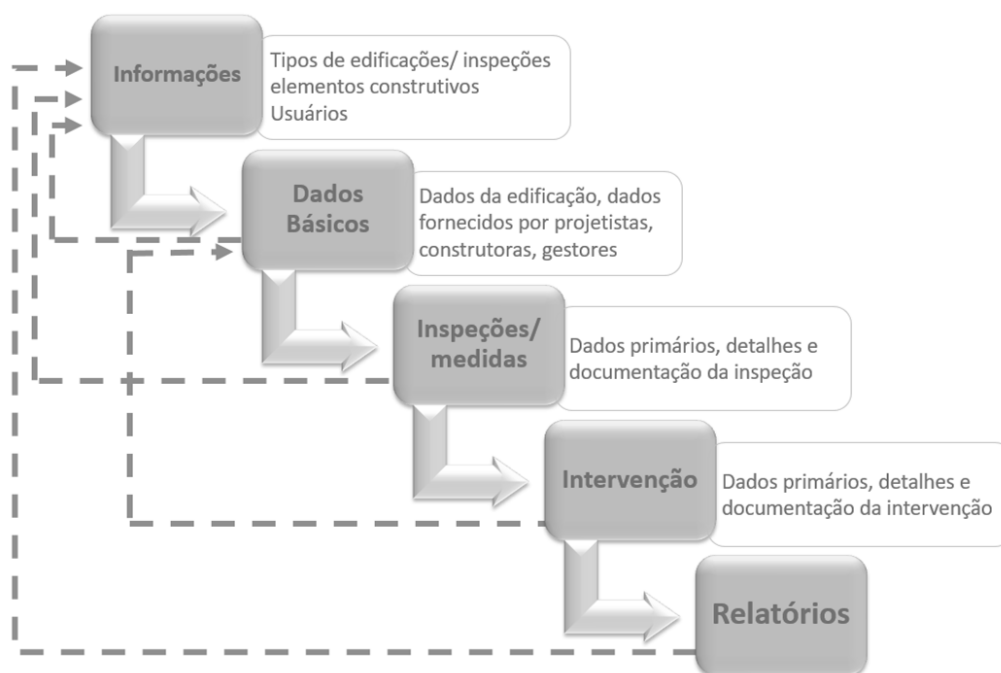
Apesar do método demonstrar uma abordagem simplificada, há uma grande quantidade de informação e documentos que podem ser gerados como resultados de inspeções e operações de reparos/recuperação ao longo da vida útil da edificação. Por este motivo, para a aplicação desta metodologia, é necessário maior organização e disponibilização de dados constantemente utilizados pela equipe responsável pela manutenção.

2.2.1.4. Método proposto por Dukić, Trivunić e Starčev-Ćurčin (2013)

Os autores desenvolveram um *software* para manutenção preventiva de edificações, denominado Base-FM, com objetivo de facilitar o planejamento das atividades para os gestores e reduzir os custos da manutenção. A base do programa é um banco de dados digital sobre os elementos construtivos. Os elementos foram divididos em: construção, instalações, acabamentos e equipamentos. Para cada grupo, há categorias, e em cada categoria, os elementos foram definidos por um nome e um código.

A Figura 15 mostra o diagrama do banco de dados desenvolvido pelos autores. É necessário definir as características da edificação na manutenção, tais como dados de entrada a serem inseridos por projetistas, construtores e equipes responsáveis pelas inspeções. Estes dados podem ser apresentados e listados em relatórios. As inspeções são classificadas em regular, anual, principal, adicional e emergência. Os intervalos das inspeções dependem do tipo de sistema ou elemento construtivo.

Figura 15 – Diagrama do banco de dados da gestão da manutenção de uma edificação.



Fonte: Adaptado de Dukić, Trivunić e Starčev-Ćurčin (2013)

Os autores explicam que este sistema pode ser utilizado para a gestão da manutenção em várias edificações simultaneamente, com redução do número da equipe responsável pelo processo de manutenção. Além da redução da equipe, há uma redução de custos, pois existem soluções padronizadas para o processo de reabilitação de certos elementos que são identificados frequentemente com presença de defeitos. Ocorre a prevenção de falhas na edificação, simplificação na compra de materiais para reparos, etc.

A limitação desta metodologia é a ausência de uma análise da previsão de custos futuros de manutenção. O sistema não antecipa as tomadas de decisão para atividades futuras. As Figuras 16 e 17 ilustram exemplos da aplicação do sistema desenvolvido pelos autores.

Figura 16 – Interface para entrada de dados dos elementos para inspeção.

Type of elements of building

Code	Name of type of elements
1	Foundation
2	Columns
3	Facade elements
4	Floor slabs
5	Main girders
6	Roof girders
7	Crane rail carriers

Code: 1
 Name of type of element: Foundation
 Material: 1-Concrete

Type of element functionality:
☒ structure ☐ final works
☐ installation ☐ equipment

Created by user: admin

Buttons: Previous, Next, New, Cancel, Accept, Exit

Fonte: Dukić, Trivunić e Starčev-Ćurčin (2013, p. 62)

Figura 17 – Acesso a toda a documentação no formulário digital.

Building

Code	Building name	City	Address	Finishing date
1	Coka	Coka	Kinkindski put bb	21.02.2005
2	Mali ugao	Novi Sad	Ilije Bircanina 52	20.12.2008
3	Dabel	Nova Pazova	Vojvodjanska 18	18.01.2008
4	Center for Day care of children	Mali Iđos	Marsala Tita 32	21.12.2009
5	Primary school Petefi Sandor	Becej	Drijane	11.05.2009
6	Snouts Hall	Zrenjanin		13.11.2009

Code: 1 Building name: Coka

Documentation

Code	File name	Description of document	File date
1	PROJEKAT.dwg	project of construction	20.04.2010
2	3696.pdf	record of the technical acceptance	30.05.2010
3	specifikacija objekata.xls	detailed specifications of objects	30.05.2010
4	scan0001.jpg	photos of damages on column S1a	30.05.2010

Code: 1 File name: PROJEKAT.dwg Description of document: project of construction

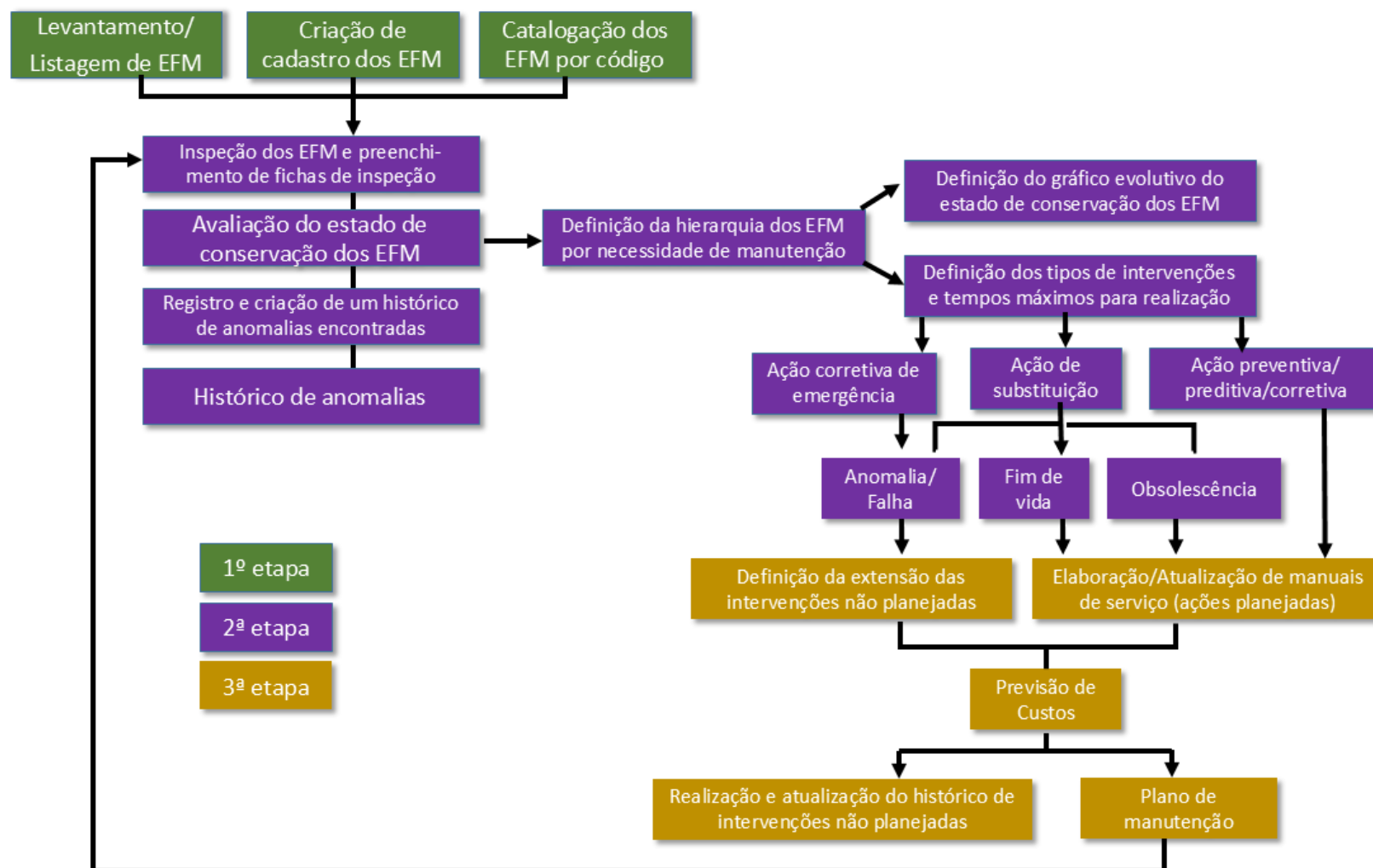
Buttons: Previous, Next, New, Cancel, Accept, Exit, Find, Show, Add, Delete

Fonte: Adaptado de Dukić, Trivunić e Starčev-Ćurčin (2013, p. 63)

2.2.1.5. Método proposto por Costa (2014)

Costa (2014) propõe metodologia para a gestão de manutenção de edificações existentes, novas ou reabilitadas. A autora desenvolveu uma base de dados com inclusão de todos elementos fontes de manutenção (EFM) para uma edificação comercial, com a compilação de um histórico de problemas e operações de manutenção realizadas. A Figura 18 mostra o esquema do método proposto por Costa (2014).

Figura 18 – Esquema do modelo de manutenção proposto por Costa.



Fonte: Adaptado de Costa (2014)

O modelo utiliza uma base de dados desenvolvida pela autora para armazenamento das informações, conforme indicado na Figura 19.

Figura 19 – Base de dados desenvolvida por Costa.



Fonte: Costa (2014, p. 28).

A seguir, segue a listagem da documentação recomendada pela autora para a gestão da manutenção:

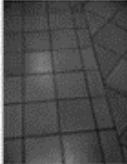
- Catálogo e ficha técnica dos elementos
- Manual de Manutenção
- Hierarquização dos elementos, organizados por necessidade de intervenção
- Histórico das anomalias como fator de desempate para a determinação do tipo de manutenção a ser realizada: preventiva, corretiva ou substituição do elemento.

A Figura 20 exemplifica uma ficha técnica de um elemento.

Figura 20 – Estrutura da ficha técnica de um elemento fonte de manutenção.

Ficha do elemento		Adicionar registo	Registo anterior	Próximo registo
ID Elemento	Pavimentos interioresRevestimentos horizontaisAcabamentosB/MallP4Não se aplicaS2			
Elemento	Pavimentos interiores			
Sub-grupo Elemento	Revestimentos horizontais			
Grupo Elemento	Acabamentos			
Corpo	B			
Zona	Mall			
Piso	P4			
Orientação	Não se aplica			
Solução tipo	S2			
Acessibilidade de manutenção	Fácil			
Facilidade de inspeção	Fácil			
Importância do espaço	Muito elevada			
Importância do elemento para o edifício	Pouco importante			
Quantidade	217			
Unidade	m2			
Data de execução	01-09-1996			

Foto



Solução construtiva

Pavimento em mosaico cerâmico, conforme o dimensionamento e estereotomia indicada nos desenhos, assentes com argamassa Laficrete 4237 com Pó Crete 211 da Solvay, S.A ou equivalente.

Fonte: Costa (2014, p. 29).

O método utilizado para definição da prioridade das intervenções foi adaptado de outros estudos e se baseia na criação de um índice de necessidade de manutenção (%) e também analisa a vida útil e residual dos elementos.

2.2.1.6. Método proposto por Paulo *et al.* (2016) – Sistema *BuildingsLife*

Paulo *et al.* (2016) desenvolveram um sistema de gestão da edificação denominado *BuildingsLife*. Trata-se de um *software online* para registro de todas as informações coletadas sobre a deterioração da edificação. Este *software* permite a criação de relatórios de pesquisas personalizadas, quantificação de fatores de degradação tais como climáticos e ambientais, com sua respectiva influencia no processo de deterioração. O sistema também realiza a predição da vida útil dos elementos com base em métodos determinísticos ou probabilísticos.

Uma grande quantidade de informações para diferentes níveis de degradação e as possibilidades de ações/planos de manutenção podem ser armazenadas pelo sistema. O melhor plano é escolhido como um conjunto de ações a serem implementadas considerando o nível máximo de degradação aceitável e com o custo

o mais baixo possível para o período considerado. Esta metodologia permite comparar diferentes estratégias de manutenção em termos de custo, nível de desempenho da manutenção e estimativa de degradação.

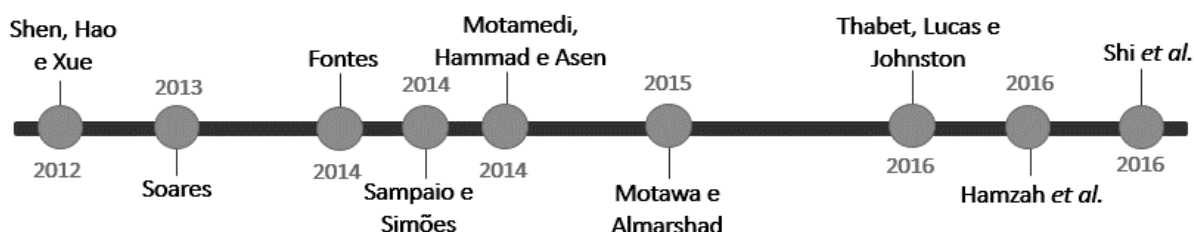
Segundo os autores, o sistema apresenta facilidade de aprendizado para os gestores da manutenção, com suporte de um banco de dados. Os dados de entrada são fatores de degradação. Quanto maior a quantidade de fatores de degradação adicionados, menores os erros gerados pelo sistema, ou seja, é necessária uma grande quantidade de informações para obtenção de resultados significativos.

O *BuildingsLife* é um sistema com plataforma interativa que pode ser utilizado por qualquer interveniente do setor da Construção Civil. Entretanto, o sistema está limitado a análises do processo de degradação de fachadas. Não é avaliado o processo de degradação em todos os sistemas construtivos da edificação.

2.2.2. Métodos de Gestão da Manutenção com auxílio do BIM

Os métodos sugeridos no item 2.2.1 apresentam várias vantagens para o processo da gestão da manutenção de edificações. Entretanto, apenas um método possibilitou a visualização dos elementos inspecionados com base em um modelo 3D CAD, o de Giunta, Paola e Castiglione (2003). Uma interface visual é uma grande ferramenta de auxílio para os gestores durante o processo da manutenção. Isto pode ser alcançado com o emprego do BIM, que também é uma plataforma que permite o armazenamento de diversos tipos de dados. A Figura 21 indica a ordem cronológica dos métodos de Gestão da Manutenção fundamentados na tecnologia BIM, que serão descritos neste item.

Figura 21 – Métodos de Gestão da Manutenção com o BIM.



Fonte: Acervo pessoal.

2.2.2.1. Método proposto por Shen, Hao e Xue (2012)

Os autores propõem um método denominado de Sistema de Gestão da Manutenção e de Instalações – FMM (*Facility Operations and Maintenance Management System*). Este sistema engloba a análise das condições da edificação tais como suprimento de eletricidade, gás, água quente e fria, condições dos recursos físicos (máquinas e equipamentos especiais), localização e disponibilidade de equipamentos/ferramentas especiais.

A integração do sistema, ocorreu por meio de 3 tipos de *software*:

- FMM – desenvolvido pelos autores;
- AeroScout® - *software* comercial de rastreamento de ativos. Localiza equipamentos com base em radiofrequência. Foram utilizadas etiquetas RFID para o rastreamento por meio de uma rede de internet;
- Servidor BIM para armazenar informações no modelo em formato IFC.

O sistema FMM possui uma lista de equipamentos e recursos físicos com detalhamento de suas propriedades obtidas do servidor BIM e salvos os dados no banco de dados local. Os elementos fixos possuem suas informações geométricas e de localização representadas diretamente no modelo BIM. Os recursos móveis são localizados somente por meio do rastreamento. A Figura 22 mostra uma janela do sistema.

Figura 22 – Mapa 2D de localização para rastreamento de ativos no sistema FMM.



Fonte: Shen, Hao e Xue (2012, p. 47)

O método permite obter uma representação gráfica das informações de localização dos recursos por meio de acesso a um visualizador gráfico 2D/3D, promovido pelo sistema de rastreamento de localização ou visualizador do modelo BIM.

O sistema está voltado para a manutenção de instalações com base na condição, com foco em equipamentos e recursos físicos existentes na edificação. Os autores não aplicaram este método para análise de anomalias, processo de degradação e manutenção de sistemas construtivos. Além disso, os autores não apresentaram uma forma de integração do processo da manutenção com o planejamento financeiro das intervenções.

2.2.2.2. Método proposto por Soares (2013)

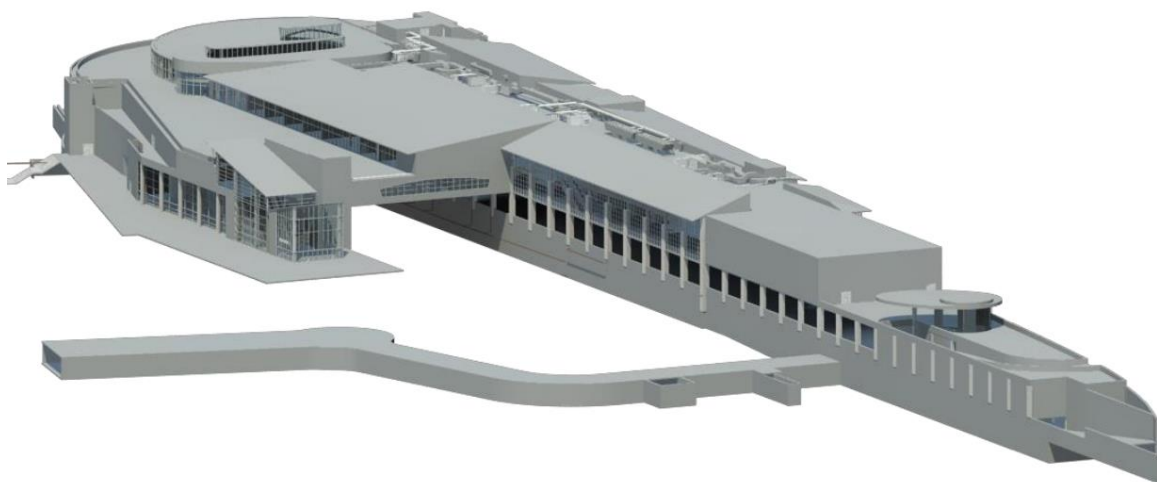
Soares (2013) aplicou a metodologia BIM na Gestão de instalações de uma edificação comercial com idade de 10 anos. O autor realizou a modelagem arquitetônica, hidráulica, elétrica e sistemas de ar condicionado no *software* Autodesk Revit. A informação inserida na fase de modelagem foi exportada para o *software* de Gestão de Instalações já empregado na edificação, o IBM Máximo.

O autor estabeleceu 11 indicadores para a manutenção, agrupados em 4 categorias: parâmetros de caracterização, indicadores de desempenho e organização, indicadores de desempenho do edifício e indicadores de eficiência da manutenção. Esses indicadores foram aplicados no processo da gestão da manutenção dos equipamentos existentes na edificação, tais como bombas, elevadores, escadas rolantes, etc. Não foi aplicado para componentes, elementos e sistemas construtivos.

Os problemas encontrados pelo autor ocorreram durante o processo de integração entre os *software* BIM e de manutenção, onde houve perda de dados durante o processo de exportação no formato IFC. Por este motivo, o autor utilizou o padrão COBie para a transferência de informações do modelo BIM para o *software* IBM Máximo (Figura 22). As informações foram agrupadas por parâmetros compartilháveis e exportadas para planilhas COBie no Excel, onde foram organizadas em um sistema de cores para indicar as necessidades específicas da gestão da manutenção.

As Figuras 23 e 24 indicam o modelo final da edificação e uma das planilhas de cálculo COBie.

Figura 23 – Modelo final da edificação.



Fonte: Soares (2013, p. 108).

Figura 24 – Planilhas de cálculo de pisos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	Elevation	Height
1										
2	Cota 0	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level: 8mm Head	0,00	0,00
3	Piso escada	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level: 8mm Head	#####	0,00
4	Piso -2	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level: 8mm Head	#####	0,00
5	Piso -1	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level: 8mm Head	#####	0,00
5	Piso 0	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level: 8mm Head	#####	0,00
7	Piso 1	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level: 8mm Head	#####	0,00
8	Piso 2	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level: 8mm Head	#####	0,00
9	Cobertura	joeldrtsoares@gmail.com	2013-08-14T07:05:28	Floor	Aut	Autodesk.Revit.D	##	Level: 8mm Head	#####	0,00
0										
1										

Fonte: Soares (2013, p. 122).

2.2.2.3. Método proposto por Sampaio e Simões (2014)

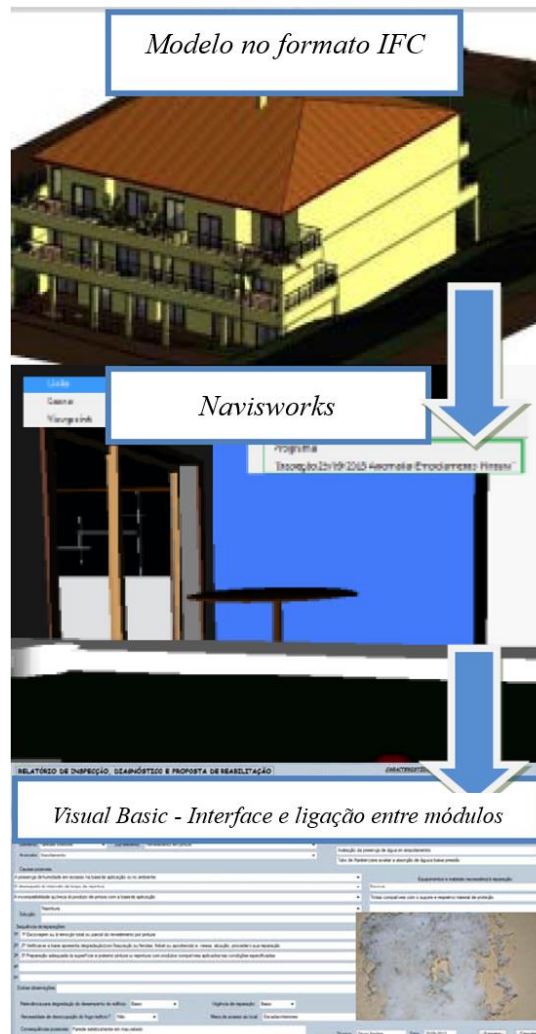
Sampaio e Simões (2014) desenvolveram um sistema interativo, fundamentado na realidade virtual para tornar mais eficiente as operações de inspeção de edificações. O sistema permite aos usuários identificar manifestações patológicas nos sistemas construtivos diretamente no modelo BIM. Para análise das causas prováveis, soluções de recuperação e métodos de reparo, o sistema possui um banco de dados com material de pesquisa de diferentes tipos de manifestações patológicas em elementos de vedação e revestimentos.

Os autores utilizaram os seguintes *software*:

- Autodesk Revit Architecture para modelagem 3D com base em desenhos AutoCAD, salvos em formato IFC;
- Autodesk Navisworks (visualizador BIM), pela capacidade de visualização e de adicionar diferentes modelos, documentos, programas ou anotações, além da interação com programas de inspeção;
- Microsoft Visual Basic, para criação de janelas de aplicação de inspeção e estabelecimento de ligações entre o programa e bancos de dados da inspeção;
- Microsoft Access para organização do banco de dados.

A Figura 25 exhibe a sequência e ligação entre os *software*.

Figura 25 – Sequência de *software* utilizados no sistema.



Fonte: Sampaio e Simões (2014, p. 338)

Os autores elaboraram um aplicativo de inspeção como uma ferramenta de suporte aos trabalhos de manutenção em um ambiente BIM. O aplicativo foi criado com emprego do *software* Visual Basic para criar formulários interativos. Durante o processo de inspeção, quando o técnico observa uma anomalia, um banco de dados pode ser consultado para preencher os formulários e selecionar no aplicativo a anomalia identificada no local. É possível selecionar o tipo de elemento (parede, fachada ou cobertura), sub-elemento (ex:pintura para o caso de paredes) e uma anomalia já cadastrada no formulário, associada aos elementos e sub-elementos e fotografias obtidas no processo de inspeção.

Este formulário é convertido em formato *pdf* e inserido dentro do modelo BIM por meio de uma interação com o visualizador (Navisworks). Este modelo é atualizado constantemente com os formulários de inspeção, com objetivo de ser uma ferramenta de suporte precisa para planos de reparo/recuperação. Com o visualizador, o técnico pode selecionar um elemento no modelo corresponde ao elemento com anomalia identificado na inspeção.

A seleção do elemento permite a obtenção de suas características construtivas. No visualizador também há um *link* que direciona para o preenchimento do formulário de inspeção. Os formulários de inspeção anexados no modelo permitem o registro histórico de anomalias e processos de manutenção.

O sistema apresentou algumas limitações, como a ausência da modelagem dos projetos estrutural, elétrico, hidráulico, dentre outros. Estes modelos, quando unificados podem auxiliar no diagnóstico de outros tipos de manifestações patológicas, além das anomalias típicas nas vedações. Além disso, os autores tiveram dificuldade em adicionar os formulários dentro do elemento construtivo selecionado no visualizador BIM.

2.2.2.4. Método proposto por Fontes (2014)

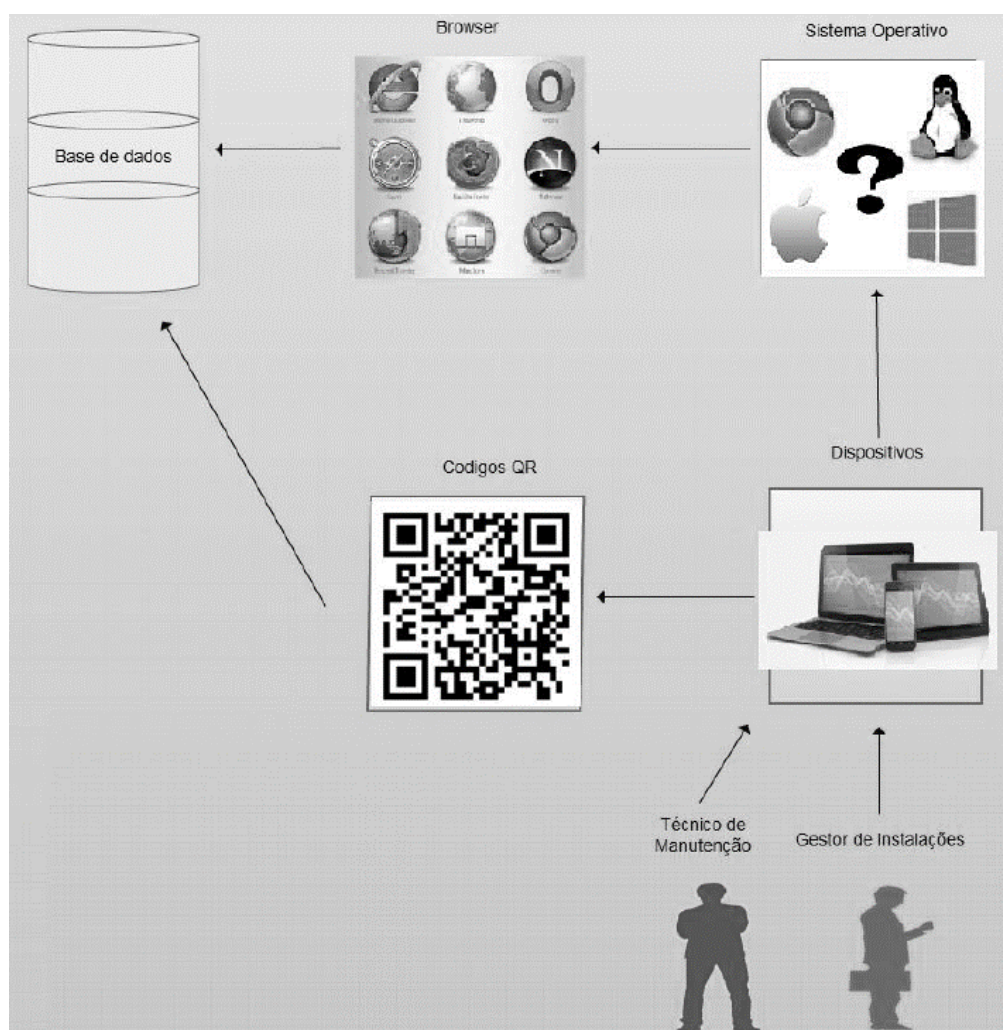
Apresentou uma proposta de sistema de manutenção para responder as necessidades de uma instalação hoteleira. O modelo 3D virtual foi interligado a um sistema de manutenção *online*, criado pelo autor, que pode ser utilizado em dispositivos móveis. O sistema armazena informação relativa a todos os

equipamentos do hotel e permite a sua consulta de forma simples pelos técnicos da manutenção.

Durante o processo de modelagem da edificação, foi utilizado o *software* Autodesk Revit Architecture. A modelagem, direcionada apenas para o projeto arquitetônico, apresentou um baixo nível de detalhe (LOD).

O autor realizou levantamento de manifestações patológicas nos sistemas construtivos da edificação com registro fotográfico. Entretanto, não foi apresentada uma integração dos problemas construtivos identificados na inspeção com o modelo virtual 3D e o sistema desenvolvido. A abordagem está voltada para o processo de manutenção preventiva dos equipamentos existentes na edificação baseado na integração com o modelo BIM. Os equipamentos são identificados por códigos QR que permite o acesso à base de dados, como apresentado na Figura 26.

Figura 26 – Formas de acesso à base de dados.



2.2.2.5. Método proposto por Motamedi, Hammad e Asen (2014)

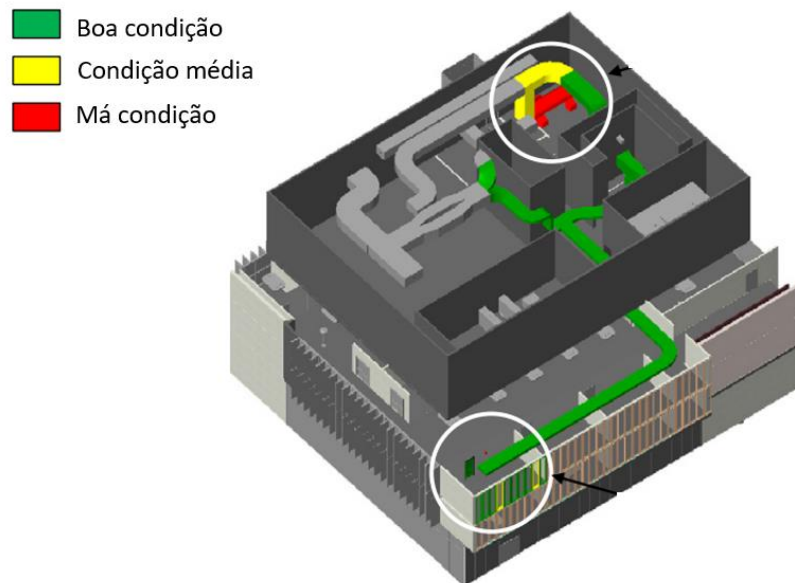
Motamedi, Hammad e Asen (2014) desenvolveram um método denominado Sistema Analítico Visual de Gestão de Instalações ou FMVAS (*FM Visual Analytics System*), para ajudar os técnicos na análise da causa-raiz de falhas nas instalações da edificação. O método se fundamenta nas capacidades de visualização do modelo BIM para avaliação técnica, entendimento, raciocínio e tomada de decisão a partir de uma ampla base de dados.

Segue algumas características do sistema:

- Integração de dados
 - Busca por dados relacionados ao ciclo de vida do componente
 - Cada componente tem um ID para localização na base de dados.
 - Informações técnicas, relação entre os sistemas, procedimentos de operação e manutenção.
- Visualizações:
 - Visualização dos elementos por cores padronizadas (Figura 27).
 - Visualização de causas possíveis de um certo problema com base no conhecimento da vida útil remanescente e relações entre os elementos no modelo.
 - Análise da distribuição espacial e temporal dos problemas para inferir padrões e tendências com base na visualização da distribuição e da frequência dos mesmos no passado e em situações atuais (visualização 3D e 4D).
 - Visualização da cadeia de efeitos causados por alterações do estado/condições de um certo componente

Os autores modelaram uma edificação nos *software* Revit Architecture e Revit MEP e utilizaram o *software* FM Interact para a gestão da manutenção. Os dados dos componentes foram exportados do modelo para um banco de dados do FM Interact, que é capaz de sincronizar os valores de atributos compartilhados com o modelo por meio da interface de programação do Revit. Os autores não apresentaram uma aplicação diretamente voltada para sistemas construtivos da edificação. A Figura 27 e o quadro 3 mostram um exemplo do modelo e do método, respectivamente.

Figura 27 – Exemplo do modelo com destaque para equipamentos em diferentes condições de serviço.



Fonte: Motamedi, Hammad e Asen (2014, p. 82).

Quadro 3 – Processo para análise de identificação das causas de falhas.

Processos	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Identificar problema/efeito/incidente/falha (sintomas)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Identificar sistemas/ espaços /componentes/ causas relacionadas</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Identificar elementos relacionados para a visualização</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Definir atributos de perguntas de visualização</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Visualização</div> </div>				
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Ordens de serviço corretivo CMMS - Resultados de inspeção - Cartões de serviço 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de árvore de falhas - Diagramas causa-efeito 	<ul style="list-style-type: none"> - Relações BIM 	<ul style="list-style-type: none"> - BIM baseado nas propriedades, histórico, condições dos ativos - CMMS 	<ul style="list-style-type: none"> - Ferramenta de visualização BIM
Exemplos	<ul style="list-style-type: none"> - Muito quente - Sala #123 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de ar condicionado - Esquadrias - Calor gerado a partir de ativos na sala 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de ar condicionado #2 - Esquadrias na sala #123 - Ativos na sala #123 	<ul style="list-style-type: none"> - Condição = ruim - Status = inativo - Última inspeção > 2012 	

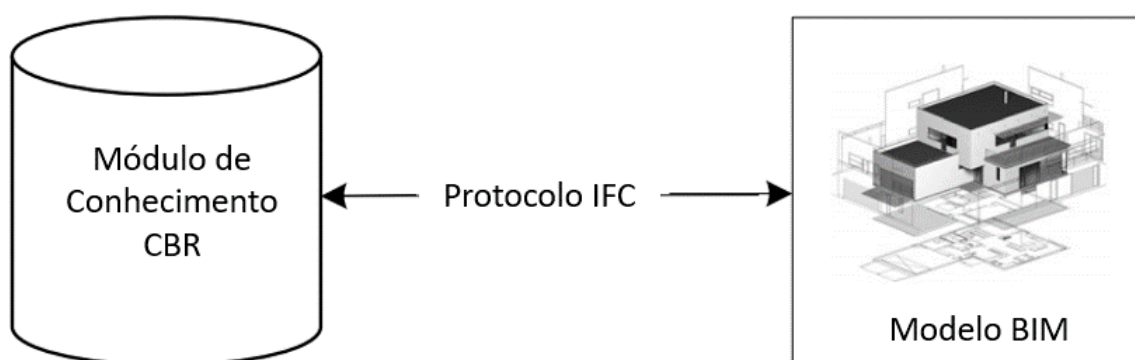
Fonte: Adaptado de Motamedi, Hammad e Asen (2014).

2.2.2.6. Método proposto por Motawa e Almarshad (2015)

Com a finalidade de reduzir as barreiras da implantação do BIM na Gestão de Instalações, Motawa e Almarshad (2015) propõem uma abordagem mais ampla, denominada modelagem do conhecimento da edificação (BKM – *Building Knowledge Modeling*). Os autores recomendam esse método em substituição de sistemas convencionais de informações de manutenção.

O método se fundamenta na aplicação do raciocínio baseado em casos (CBR – *case-based reasoning*) para aprimorar o desempenho dos modelos BIM na manutenção. Esta metodologia permite uma aprendizagem de procedimentos já executados e métodos a serem adotados em casos de manutenção semelhantes. A Figura 28 mostra a integração entre o CBR e o BIM que pode ser realizada por meio do IFC.

Figura 28 – Integração do CBR com o BIM.



Fonte: Motawa e Almarshad (2015, p. 235)

Os autores descreveram os atributos necessários para o conhecimento dos casos usados no módulo CBR. Os principais atributos destacados pelos autores foram:

- Informações da edificação
 - Finalidade – comercial, educacional, etc.
 - Sistema estrutural – concreto, madeira, aço, misto, etc.
 - Número de pavimentos
- Categoria, seção e subseção
- Detalhes do problema
 - Nome
 - Descrição
 - Localização
 - Causas

Com estes dados, o Sistema emprega um cálculo com base em pontuações para definição da prioridade das intervenções. Os autores explicam que é necessária a realização de mais pesquisas para indicar como esta plataforma pode estar integrada com os vários sistemas CAFM. Não foi demonstrado o resultado desta metodologia em um estudo de caso prático.

2.2.2.7. Método proposto por Thabet, Lucas e Johnston (2016)

Thabet, Lucas e Johnston (2016) apresentaram uma proposta para uma estrutura de intervenção no processo de gestão de operação das instalações de uma universidade nos Estados Unidos. Os autores adotaram as seguintes etapas do processo:

1. Aplicação das opções de parâmetros compartilhados do Revit para definir as propriedades necessárias e os atributos dos ativos.
2. Modelos de diferentes projetistas foram exportados, em formato IFC, para o Navisworks onde todas as informações dos parâmetros de projeto foram compiladas.
3. Um arquivo no formato .CSV foi exportado do Navisworks usando um *plug-in* que permite a gestão das informações dos parâmetros do projeto.
4. O arquivo .CSV foi reconfigurado por meio da programação no Visual Basic e importado para o *software* de gestão de instalações, AiM.

A metodologia propõe uma abordagem ampla para o gerenciamento de ativos da edificação. Entretanto, os autores não mostraram uma aplicação diretamente voltada para o processo de manutenção de sistemas construtivos.

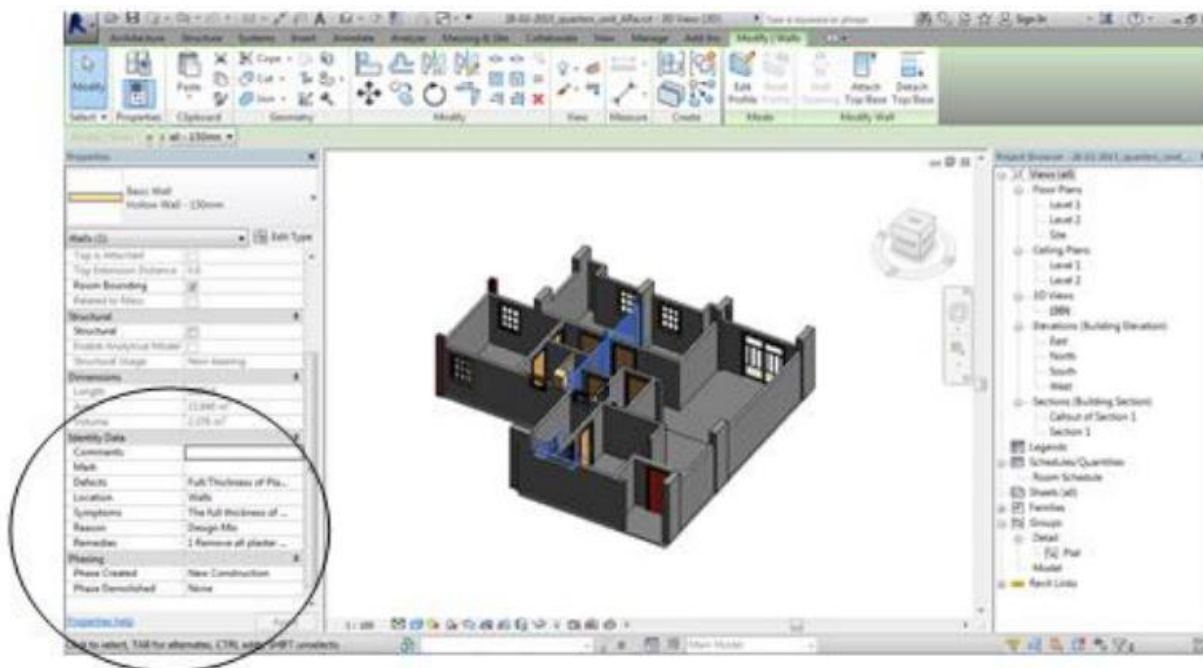
2.2.2.8. Método proposto por Hamzah *et al.* (2016)

Hamzah *et al.* (2016) desenvolveram um método denominado *CMMS Expert Using BIM*, que auxilia na elaboração de relatórios, avaliações, diagnósticos e controle de anomalias construtivas voltadas para estruturas pré-moldadas de concreto. Estas informações são acessíveis com base no modelo BIM com interface amigável para o usuário.

Os autores utilizaram três *software*: Revit para a criação do modelo BIM, Microsoft Visual Basic.NET e o Microsoft Access. O método desenvolvido é um sistema

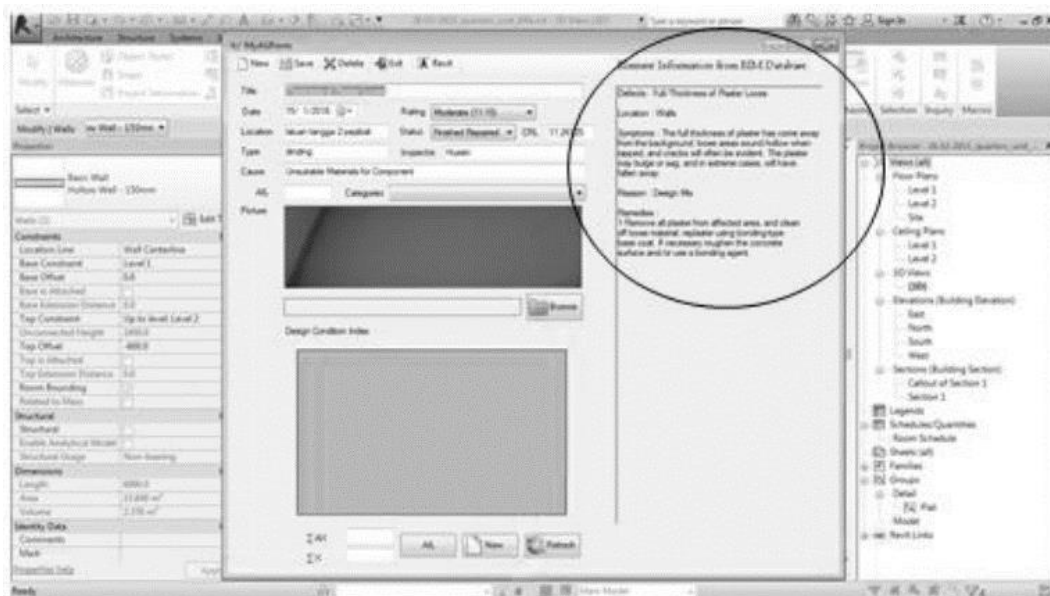
computadorizado de gestão da manutenção. A interface gráfica do usuário possui quatro funções: *login* do sistema, relatório e avaliação, diagnóstico e controle dos defeitos. Este sistema permite o acesso às informações e banco de dados em *tablet* ou *notebook* no momento em que é realizada a inspeção e identificação de danos. É possível inserir a localização de cada defeito estrutural no modelo da edificação para posterior elaboração de relatórios. A Figura 29 ilustra o modelo da edificação no Revit, com seleção de um elemento construtivo e identificação das informações deste elemento. Já a Figura 30 permite visualizar o formulário das condições de projeto do elemento selecionado.

Figura 29 – Seleção de uma parede no modelo BIM e informações relacionadas as condições iniciais de projeto da mesma parede.



Fonte: Hamzah et al. (2016, p. 8)

Figura 30 – Detalhes das informações de projeto de uma parede.



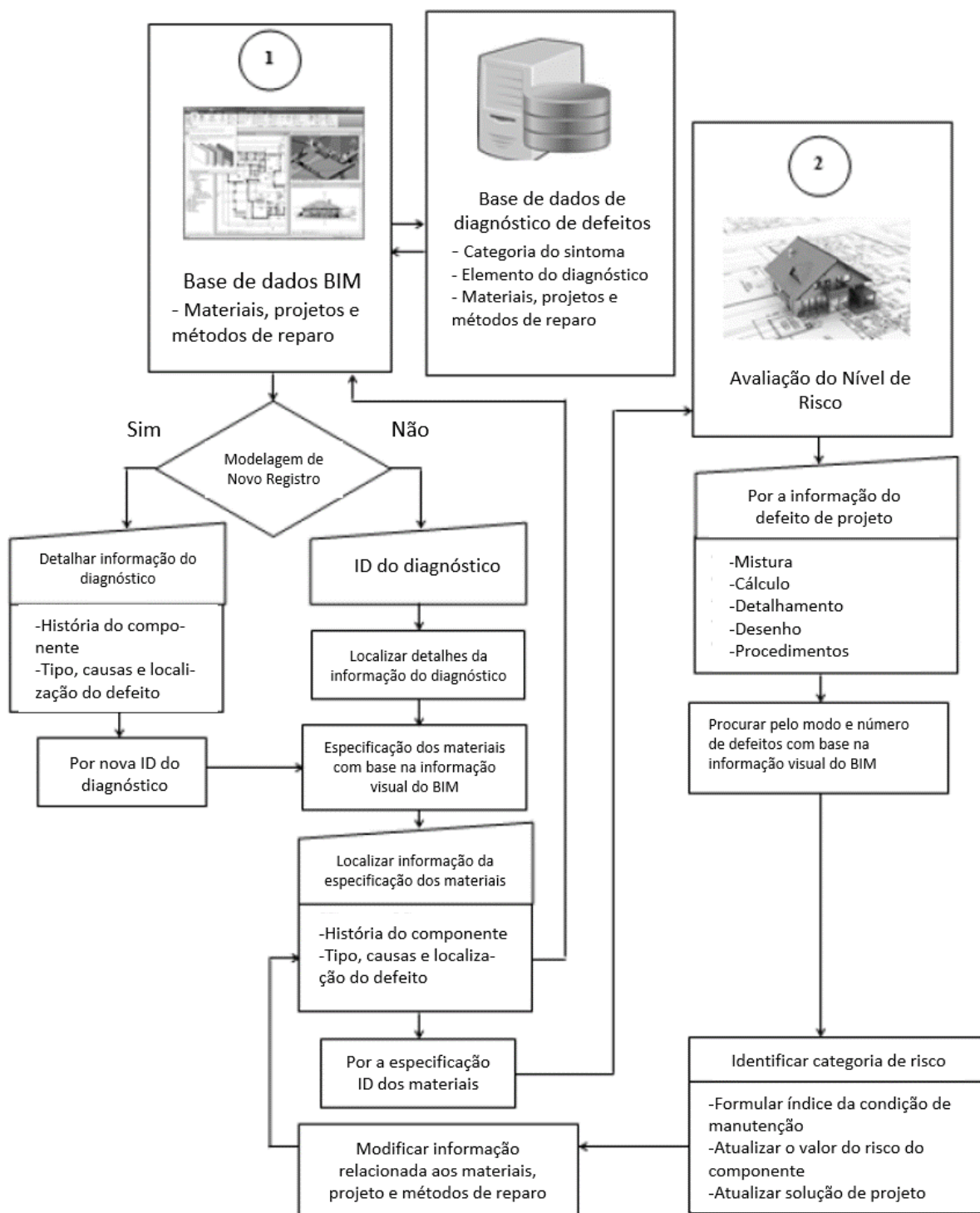
Fonte: Hamzah *et al.* (2016, p. 8)

Com esse sistema, o engenheiro determina o diagnóstico e posteriormente analisa a causa e origem dos defeitos. Para facilitar estas análises, as informações foram agrupadas de acordo com o tipo de manifestação patológica e são um resultado de pesquisas em normas técnicas, manuais, livros, relatórios técnicos, jornais, congressos, dentre outros. O engenheiro seleciona o defeito e então surge as formas de recuperação e reparo.

Neste sistema, o BIM recebe as informações com o resultado do diagnóstico do defeito, em um banco de dados do Revit. Essas informações são utilizadas para o controle dos próximos projetos de estruturas pré-moldadas com objetivo de melhorar os métodos construtivos (Figura 31).

Observa-se que o foco principal do sistema não é a gestão da manutenção integrada de toda a edificação, pois nem todos os sistemas e elementos construtivos são abordados, apenas estrutura pré-moldada de concreto. O sistema está limitado a apenas 3 tipos de manifestações patológicas na estrutura: fissuras, infiltração e problemas nas juntas, e não realiza uma avaliação de previsão de custos para o processo de recuperação.

Figura 31 – Processo de controle de defeitos.

Fonte: Adaptado de Hamzah *et al.* (2016)

2.2.2.9. Método proposto por Shi *et al.* (2016)

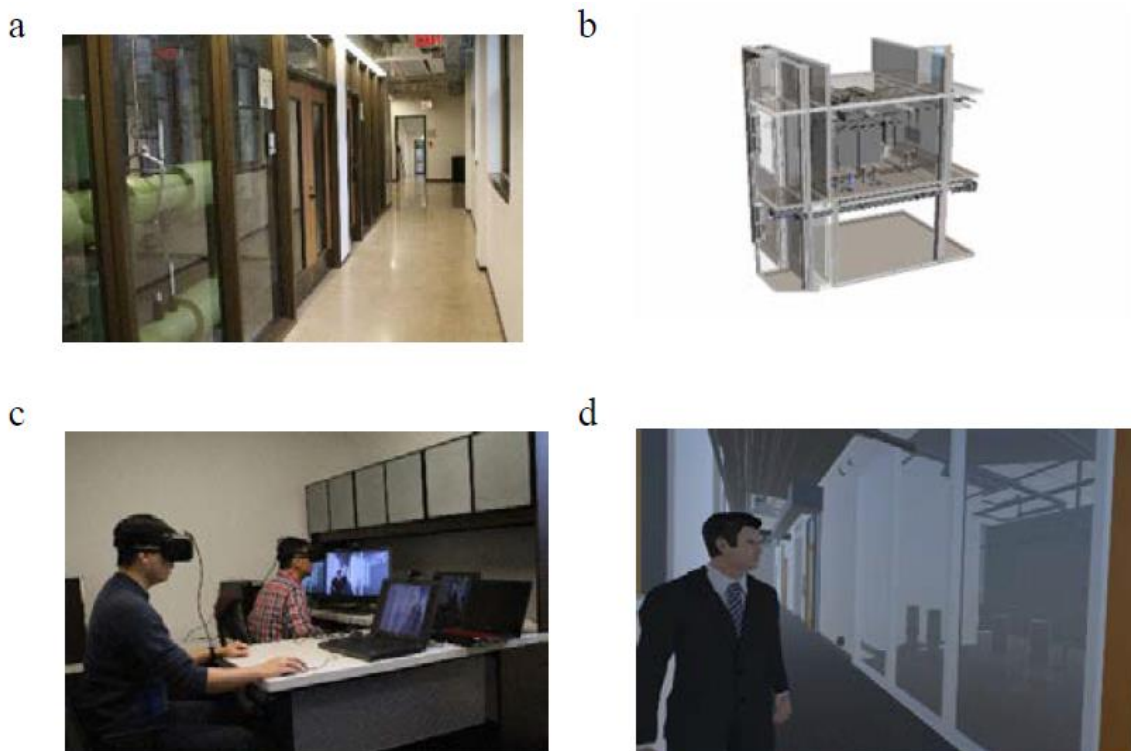
Shi *et al.* (2016) analisaram a capacidade de se utilizar um ambiente virtual compartilhado entre vários usuários para a comunicação em FM. O sistema desenvolvido pelos autores consiste em dois componentes fundamentais:

- Conversão dos modelos BIM (arquitetônico, elétrico, hidráulico e estrutural) para aplicação em um programa de jogos eletrônicos
- Rede multiusuário –para a criação de uma plataforma com base em uma rede de nuvem com integração de múltiplos usuários em tempo real.

A modelagem foi realizada no Autodesk Revit. Para conversão do modelo, utilizou-se os *software* Autodesk 3DS Max e Autodesk Material Convert. O programa de jogos possui recursos como *avatar*, áudio, iluminação, elevada resolução gráfica, sistema de operação múltipla, e realidade virtual. Os usuários controlam o movimento e deslocamento de *avatars* físicos com o teclado no ambiente virtual. O programa funciona *online* e também em dispositivos móveis.

A capacidade de visualização do método proposto auxilia na investigação das causas dos danos nos elementos da edificação. Além disso, é possível melhorar a comunicação entre projetistas, gerentes de manutenção, proprietários, usuários e outros intervenientes, que podem estar em diferentes locais. A comunicação se torna mais realista e interativa, como indicado na Figura 32.

Figura 32 – Edificação real, modelo e simulações 3D.



(a) Fotografia da edificação. (b) Modelo da edificação no Revit. (c) Interação multiusuário com óculos especiais. (d) Detalhe das instalações imersas no ambiente virtual.

Fonte: Shi *et al.* (2016, p. 125).

As limitações apresentadas pelo método englobam a necessidade de aprimorar o realismo do ambiente virtual e a impossibilidade dos participantes de manipular os componentes construtivos no ambiente virtual, devido à dificuldade de transferência de dados entre o programa e o modelo BIM. Não foram analisados estudos de caso voltados para casos de falhas/anomalias nas instalações e elementos construtivos da edificação.

2.2.2.10. Considerações gerais sobre os métodos abordados

Os métodos abordados representam uma contribuição para a gestão da manutenção das edificações. Muitos auxiliam no processo de sistematização das informações e principais procedimentos que envolvem a manutenção. Entretanto, muitos apresentam lacunas ou limitações que podem ser aprimoradas.

Uma característica marcante dos métodos que não empregam a tecnologia BIM é a ausência de um armazenamento integrado das informações e capacidade de

visualização da edificação. Por outro lado, a maioria dos métodos que utilizaram o BIM possuem como foco a Gestão das Instalações, especialmente para equipamentos e recursos da edificação. Apenas dois métodos, Simões e Sampaio (2014) e Hamzah *et al.* (2016), aprofundaram nas aplicações do BIM diretamente voltadas para os sistemas construtivos e manifestações patológicas que podem surgir ao longo do ciclo de vida. O Quadro 4 sintetiza todos os métodos apresentados neste trabalho para auxiliar numa visualização global dos métodos de gestão da manutenção com e sem o emprego do BIM.

Com base no que foi exposto, observa-se que há uma quantidade limitada ou até mesmo deficiente de aplicações e estudos de caso voltados para a gestão da manutenção em sistemas construtivos com emprego do BIM. Este trabalho irá propor um método para suprir essa lacuna e aproveitar o potencial do BIM para promover melhorias no processo de gestão.

O método a ser elaborado neste trabalho irá utilizar alguns aspectos dos processos descritos nestes e terá como abordagem principal o processo de manutenção de elementos construtivos. Será cadastrada uma base de dados na plataforma BIM com as informações necessárias para a tomada de decisão por parte do gestor. Estas informações envolvem o processo de diagnóstico, análise de origem/causas de anomalias, planejamento, métodos e registro histórico das manutenções. Dessa forma, o gestor, ao se deparar com um conjunto de anomalias ao longo do ciclo de vida da edificação, pode realizar um planejamento das intervenções com avaliações técnicas e de custo, que permitem estabelecer graus de prioridades para o processo de intervenção.

Quadro 4 – Síntese dos métodos de Gestão de Instalações e Manutenção apresentados neste trabalho.

(continua)

	Autor	Método	Descrição	Limitações
SEM O EMPREGO DO BIM	Leite (2009)	Plano de manutenção para edifícios habitacionais	Propõe requisitos básicos para o plano com base na descrição e listagem de elementos construtivos, rotinas e periodicidade de inspeções	Não especifica como deve ser realizado o registro e armazenamento de informações da manutenção
	Silva e Falorca (2009)	Plano de inspeção e manutenção para edificações	Identificação, agrupamento e caracterização de elementos construtivos com registro de informações em um banco de dados.	Geração de grande quantidade de dados de inspeções e intervenções, o que requer maior organização e disponibilização desses dados.
	Dukić, Trivunić e Starčev-Čurčin (2013)	Criação de <i>software</i> para manutenção preventiva de edificações	Banco de dados digital dos elementos construtivos, fichas e periodicidade das inspeções padronizadas, geração de relatórios e padronização de intervenções.	Ausência de análise financeira para previsão de custos futuros de manutenção.
	Costa (2014)	Desenvolvimento de <i>software</i> para gestão da manutenção	Catálogo dos elementos construtivos, fichas de inspeção, histórico de anomalias, rotinas, operações de manutenção e intervenções.	Ausência de análise financeira para previsão de custos futuros de manutenção.
	Giunta, Paola e Castiglione (2003)	Integração de dados com modelo 3D para manutenção e restauração de edificação histórica.	Emprego de fotografias, documentos, dados de caracterização. Mapeamento de áreas com danos no modelo 3D para priorização de intervenções.	Ausência de análise financeira para previsão de custos futuros de manutenção.
	Paulo <i>et al.</i> (2016)	Criação de <i>software online</i> para registro de dados de deterioração da edificação.	Geração de relatórios, quantificação de fatores de degradação, predição da vida útil dos elementos, armazenamento de planos de manutenção e análise de custos de intervenção.	Restrito a elementos de fachada da edificação.
COM BIM	Shen, Hao e Xue (2012)	Criação de um Sistema de Gestão da Manutenção e de Instalações por meio da integração de 3 <i>software</i> , dentre eles, um servidor BIM.	Analisa aspectos como suprimento de eletricidade, gás, água quente e fria, condições de máquinas e equipamentos.	Restrito a manutenção de equipamentos e recursos físicos da edificação. Ausência de planejamento financeiro/ previsão de custos.
	Soares (2013)	Método com base no modelo virtual 3D integrado com <i>software</i> comercial de Gestão de Instalações.	Emprego de indicadores para a manutenção de equipamentos.	Risco de perda de dados entre os <i>software</i> utilizados, não aborda manutenção de sistemas construtivos.

Fonte: Acervo pessoal.

Quadro 4. Síntese dos métodos de Gestão de Instalações e Manutenção apresentados neste trabalho.

(conclusão)

COM BIM	Autor	Método	Descrição	Limitações
	Sampaio e Simões (2014)	Criação de um aplicativo para inspeção predial integrado ao modelo virtual 3D de edificação.	Identificação de manifestações patológicas nos sistemas construtivos diretamente no modelo BIM. Integração com banco de dados para pesquisa.	Restrito ao modelo arquitetônico, problemas na integração dos formulários de inspeção com o modelo BIM.
	Fontes (2014)	Sistema de manutenção <i>online</i> integrado ao modelo virtual 3D com acesso em dispositivos móveis.	Método voltado para a manutenção preventiva de equipamentos integrados ao modelo BIM.	Não aborda a manutenção de sistemas construtivos da edificação.
	Motamedi, Hammad e Asen (2014)	Visualização do modelo BIM e integração com <i>software</i> comercial de gestão de instalações	Visualização de equipamentos com falhas por meio de cores padronizadas no modelo 3D, integração de dados para auxílio na tomada de decisões.	Restrito ao processo de captura de dados para detecção de falhas em equipamentos, não aborda a manutenção de sistemas construtivos da edificação.
	Motawa e Almarshad (2015)	Modelagem de um conhecimento integrado da edificação.	Aprendizagem de procedimentos e métodos de manutenção já realizados para casos futuros, integrados ao modelo BIM.	Necessidade de mais pesquisas para analisar como a plataforma pode estar integrada com os sistemas CAFM.
	Thabet, Lucas e Johnston (2016)	Modelo virtual 3D integrado com <i>software</i> de programação e de gestão de instalações para ser aplicado em universidades	Voltado para a gestão de ativos da edificação.	Não se aplica para o processo de manutenção de sistemas construtivos.
	Hamzah et al. (2016)	Integração de <i>software</i> BIM com <i>software</i> de programação.	Geração de relatórios, avaliações, diagnóstico e controle de anomalias construtivas em estruturas pre-moldadas de concreto.	Restrito a os elementos de concreto da edificação, com análise voltada apenas para três manifestações patológicas nestes elementos.
	Shi et al. (2016)	Integração de modelos BIM com plataforma compartilhada entre múltiplos usuários em tempo real	Auxílio na investigação das causas dos danos em elementos da edificação e no processo de comunicação dos intervenientes.	Necessidade de aprimorar o realismo do ambiente virtual e impossibilidade dos participantes de manipular os componentes construtivos devido a dificuldade na transferência de dados.

Fonte: Acervo pessoal.

3 METODOLOGIA

3. METODOLOGIA

3.1. DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Neste trabalho será utilizada uma edificação para aplicação do método proposto com implementação do BIM para a Gestão da Manutenção de edificações. A edificação selecionada, denominada Centro Tecnológico XII (CT-12), está localizada no Campus de Goiabeiras da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. Possui idade real de 5 anos e área total construída de 2.469,19 m², distribuídos em pavimento térreo e primeiro pavimento. O térreo possui salão de entrada, biblioteca, quatro salas de aula, sanitários masculino e feminino e circulação. O primeiro pavimento possui 8 salas de aula, sanitários masculino, feminino e circulação.

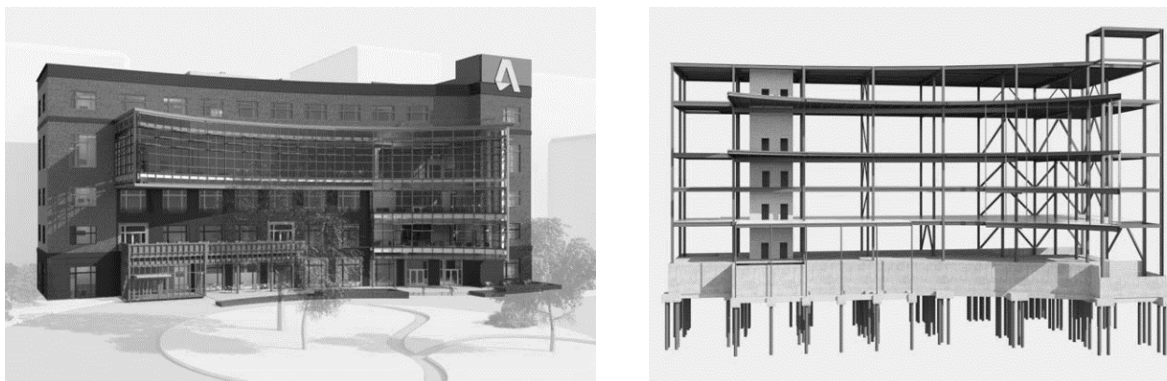
Os projetos arquitetônico, elétrico, estrutural e hidrossanitário foram fornecidos pela prefeitura da UFES para o processo de modelagem. Outras informações da edificação, tais como especificações técnicas e memoriais descritivos, foram objetos de simulações para serem integrados no método proposto.

3.2. DESCRIÇÃO DOS SOFTWARE UTILIZADOS

3.2.1. Autodesk Revit®

O Autodesk Revit® inclui características para projetos de arquitetura (Revit Architecture), estrutura (Revit Structure) e instalações elétricas, hidrossanitárias e mecânicas (Revit MEP). Este *software* apresenta várias ferramentas que possibilitam o usuário aplicar processos com base em modelos inteligentes para planejar, projetar, construir e gerenciar edificações e infraestrutura (AUTODESK, 2017a). A Figura 33.a e 33.b exemplificam modelos do Revit.

Figura 33 - Modelos gerados pelo Revit.



(a) Modelo arquitetônico.

(b) Modelo estrutural.

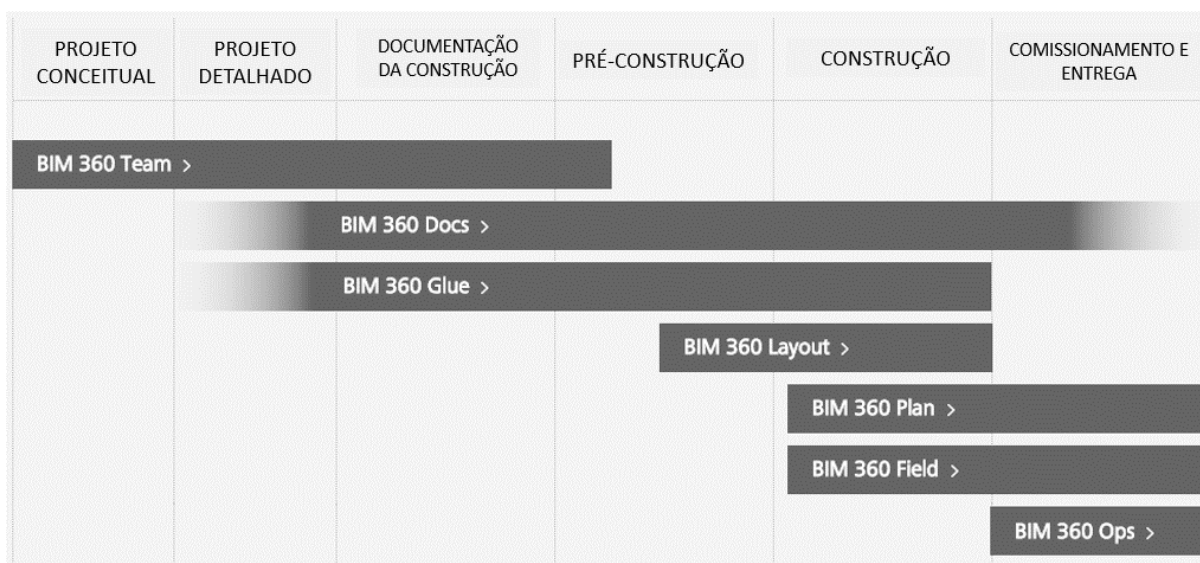
Fonte: Autodesk (2017a)

O Revit® é um *software* que suporta projetos, desenhos e planejamentos necessários para o BIM. Dentro do modelo, cada folha do projeto, vista 2D ou 3D e cronogramas fazem parte de um conjunto de informações de um único modelo virtual da edificação. Enquanto o usuário trabalha no modelo, o Revit coleta informações sobre o projeto da edificação e coordena esta informação ao longo de todas as representações do projeto (AUTODESK, 2017b).

3.2.2. Autodesk BIM 360®

O BIM 360® é um conjunto de *software* da Autodesk que atuam na nuvem ao longo de diversas fases do processo construtivo. Cada aplicativo pode ser empregado em uma fase específica desse processo, com início na fase de concepção do projeto até a fase de operação da edificação, como mostra a Figura 34.

O *software* BIM 360 Ops é um aplicativo específico da Autodesk para a gestão da manutenção e fase operacional da edificação, voltado principalmente para a manutenção preventiva. Este *software* permite o agendamento e controle de inspeções em elementos construtivos, armazenamento de informações e registros de manutenções já realizadas e visualização dos elementos no modelo arquitetônico, previamente exportado do Revit. Apesar dos benefícios que o BIM 360 Ops apresenta, este *software* não foi utilizado, pois não seria possível alcançar os objetivos propostos neste trabalho em relação à análise e diagnóstico de manifestações patológicas.

Figura 34 - Família de *software* Autodesk BIM 360®.

Fonte: Autodesk (2017c)

Para atender os objetivos, foi utilizado o BIM 360 Field, pois além de possibilitar a manutenção preventiva, permite a visualização de modelos de diversas disciplinas, além do arquitetônico, tais como elétrico, hidrossanitário e estrutural, além de possuir outras funcionalidades distintas do BIM 360 Ops.

Entretanto, antes da aplicação do BIM 360 Field, foi necessário realizar a exportação e *upload* dos modelos da edificação do Revit para o BIM 360 Glue. Este *software* foi desenvolvido pela Autodesk para ser utilizado na fase de concepção, análise e compatibilização dos diferentes projetos da edificação. É uma ferramenta semelhante ao *software* Navisworks, da Autodesk, com a vantagem de ser utilizado *online* pela equipe de projeto. O BIM 360 Glue permite o acesso ao modelo 3D com revisão de ferramentas voltadas para a construção, simplificação na navegação de modelos, medições, integração com o Navisworks e com ferramentas de projeto (AUTODESK, 2017d).

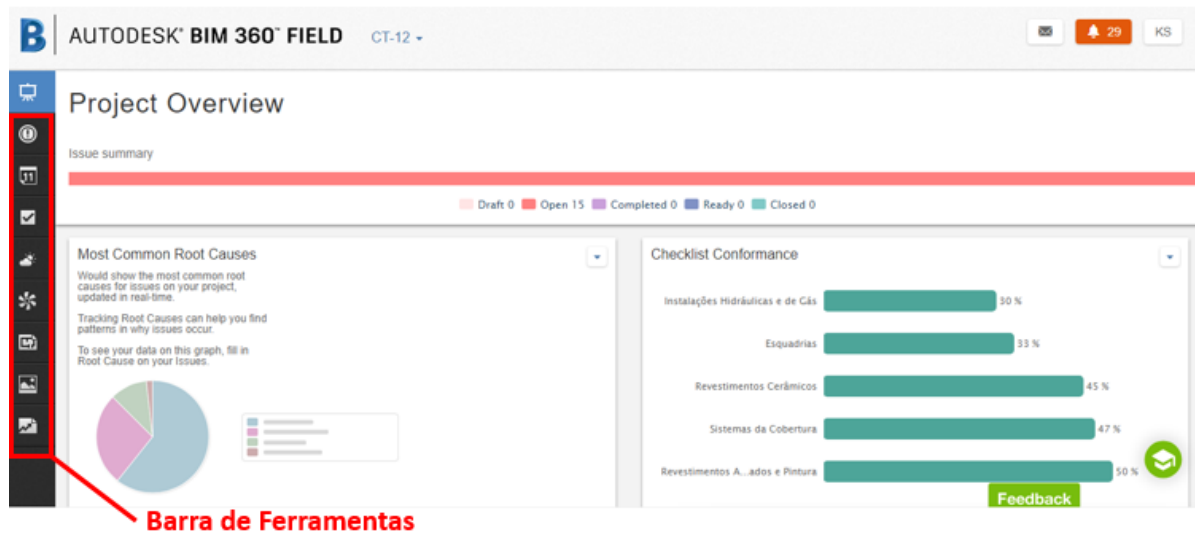
Por outro lado, o BIM 360 Field é um *software* voltado para o controle de produção e de qualidade da execução da obra. Possui duas formas de utilização: o BIM 360 Field Web, com acesso em computadores e notebooks, por meio da internet; e o BIM 360 Field *mobile app*, acessível em dispositivo móvel iOS, compatível com iPad. O BIM 360 Field combina tecnologia móvel para uso em campo com base na colaboração na nuvem e registro dos processos de gestão da construção, tais como qualidade, segurança e comissionamento (AUTODESK, 2017e).

O *software* possibilita a criação de programas de controle de qualidade por meio da criação de temas, rastreo de trabalho com listas de verificação, comunicação do *status* do projeto, relatórios diários e distribuição automática dos mesmos. O *software* também integra as diversas empresas envolvidas na construção. O trabalho de cada uma delas é coordenado por um administrador que permite acessos amplos ou limitados para estes usuários de acordo com sua função e empresa. (AUTODESK, 2017e).

O BIM 360 Field também permite o gerenciamento de várias obras (projetos) ao mesmo tempo. O aplicativo possui uma barra de ferramentas padrão que pode ser aplicada para cada obra. Além da vista geral (*Project Overview*), esta barra de ferramentas possui oito comandos (Figura 35), descritos a seguir:

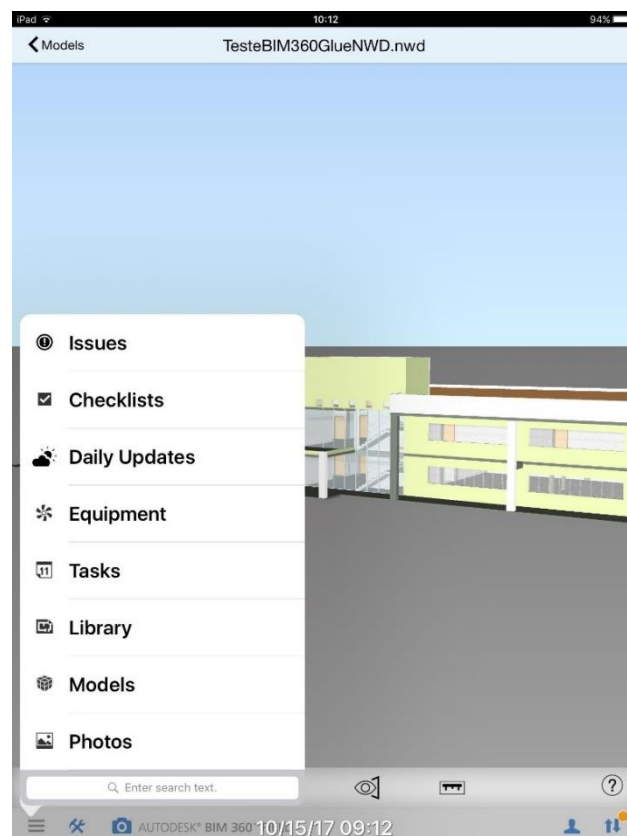
- *Issues* – possibilita a criação de assuntos ou temas específicos para a obra, são formulários que podem ser previamente padronizados.
- *Tasks* – permite a criação de tarefas a serem executadas dentro de um calendário previamente definido.
- *Checklists* – realiza a criação e preenchimento de listas de verificação para identificação de não conformidades durante o processo construtivo.
- *Daily Updates* - gera relatórios diários atualizados.
- *Equipment* – realiza a gestão de recursos, que correspondem aos objetos (elementos construtivos, equipamentos, mobiliário, etc.) provenientes do modelo virtual 3D do Revit.
- *Library* – permite o armazenamento de arquivos de diferentes formatos (*dwg*, *pdf*, *doc*, etc.) dentro da biblioteca da construção, com possibilidade de busca por palavras-chave.
- *Photos* - possibilita o download de todas as imagens anexadas como dados da obra.
- *Reports* - Criação e distribuição de relatórios com base nos *issues*, *tasks* e *checklists*.

Figura 35 - Interface do BIM 360 Field Web.



Fonte: Acervo pessoal.

Estes comandos também estão disponíveis no BIM 360 Field *mobile app* para emprego durante inspeções à obra (Figura 36). Entretanto, a base para edição e criação das funções explicadas anteriormente se encontra disponível apenas no BIM 360 Field Web.

Figura 36 - Interface do BIM 360 Field *mobile app*.

Fonte: Acervo pessoal.

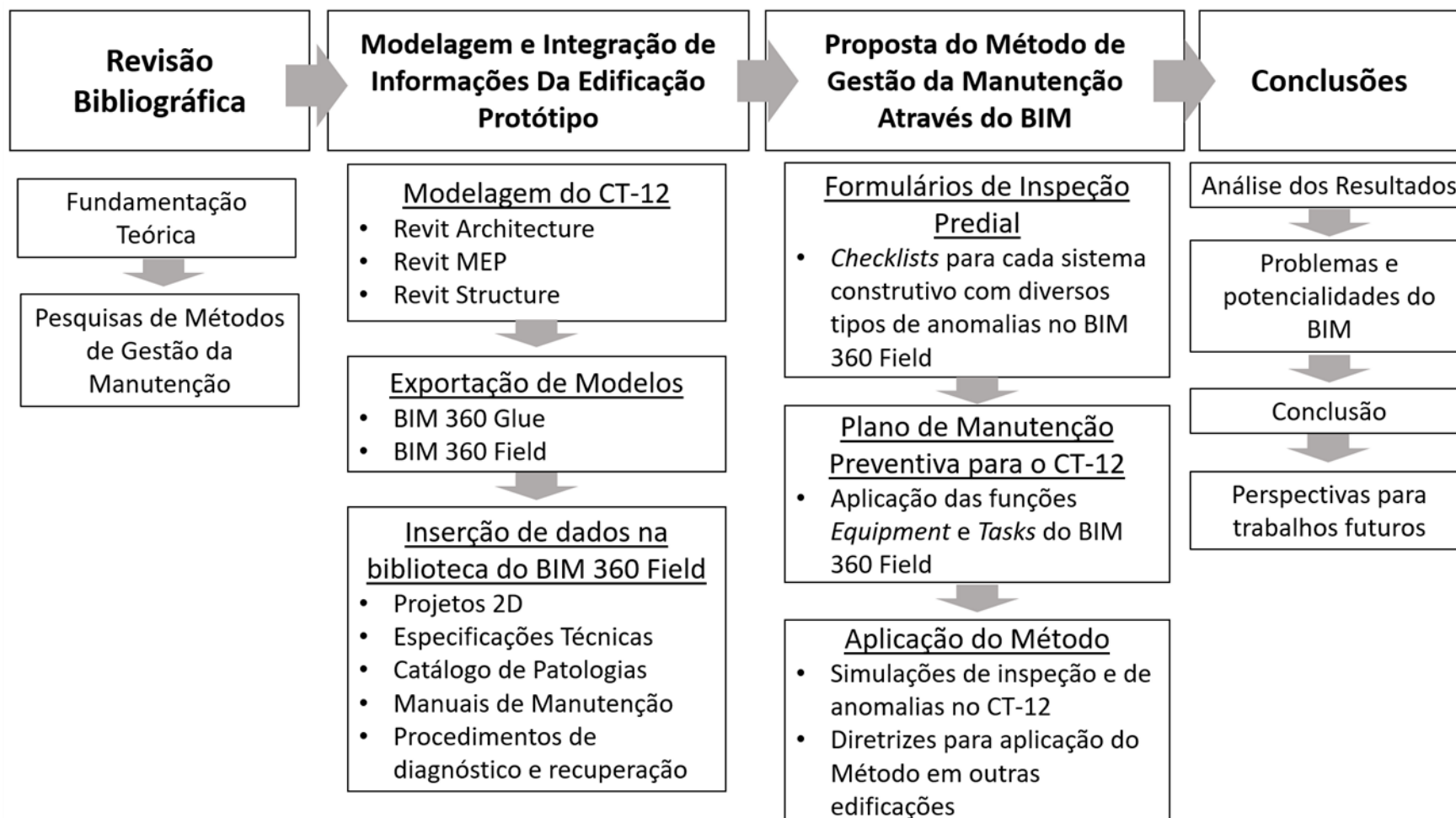
3.3. PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM PARA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Os modelos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e estrutural do CT-12 desenvolvidos no Revit serão exportados para o *software* BIM 360 Glue, para em seguida, serem compartilhados com o *software* BIM 360 Field. Além dos modelos virtuais 3D, serão inseridos dentro da biblioteca do BIM 360 Field (*Library*), os projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e estrutural originais em formato *dwg* e *pdf*. As especificações técnicas da edificação serão inseridas em outra pasta da biblioteca, mas não serão os dados reais da edificação, serão simuladas. A biblioteca do BIM 360 Field irá atuar como um banco de dados unificado da edificação.

Após esta etapa, será catalogada uma relação de manifestações patológicas, defeitos e falhas que podem ocorrer em diferentes sistemas construtivos ao longo da vida útil da edificação. Haverá uma seleção de informações para elaboração de uma documentação para auxiliar o diagnóstico desses problemas tais como: origem/causas, prognóstico, principais técnicas de recuperação/reparo e normas técnicas relacionadas. Essas informações serão sistematizadas para facilitar o processo da gestão. Em seguida, serão realizadas simulações e implantação deste método de Gestão da Manutenção na edificação objeto da pesquisa, o CT-12. A Figura 37 mostra um fluxograma das etapas deste trabalho.

Por meio da navegação do modelo do CT-12 no BIM 360 Field *mobile app*, o gestor preenche formulários, realiza anotações, comentários, anexa fotografias e pode acessar toda a biblioteca do BIM 360 Field. Serão analisadas simulações de possíveis manifestações patológicas, defeitos e falhas que podem existir em diferentes sistemas construtivos da edificação selecionada para identificar o potencial do método no auxílio do diagnóstico e resolução destes problemas.

Figura 37 - Fluxograma metodológico das etapas deste trabalho



Fonte: Acervo pessoal.

4 MODELAGEM E INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DA EDIFICAÇÃO PROTÓTIPO

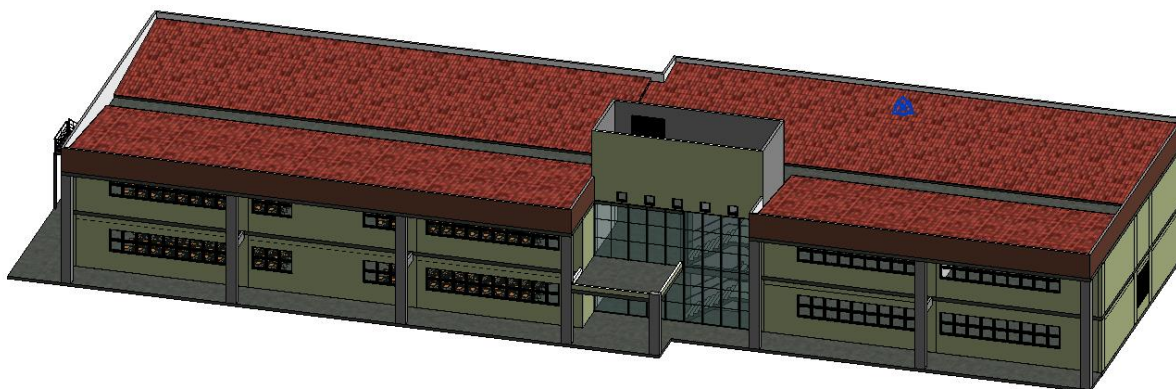
4. MODELAGEM E INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DA EDIFICAÇÃO PROTÓTIPO

4.1. PROCESSOS E PROCEDIMENTOS DE MODELAGEM NO AUTODESK REVIT®

4.1.1. Modelagem Arquitetônica

O modelo arquitetônico do CT-12 foi desenvolvido com base no projeto arquitetônico em formato *dwg*, do *software* AutoCAD. Este processo de modelagem consistiu na criação de objetos como paredes, pisos, pilares, vigas, esquadrias e cobertura. A Figura 38 ilustra o modelo arquitetônico 3D da edificação.

Figura 38 - Vista 3D do modelo arquitetônico do CT-12.



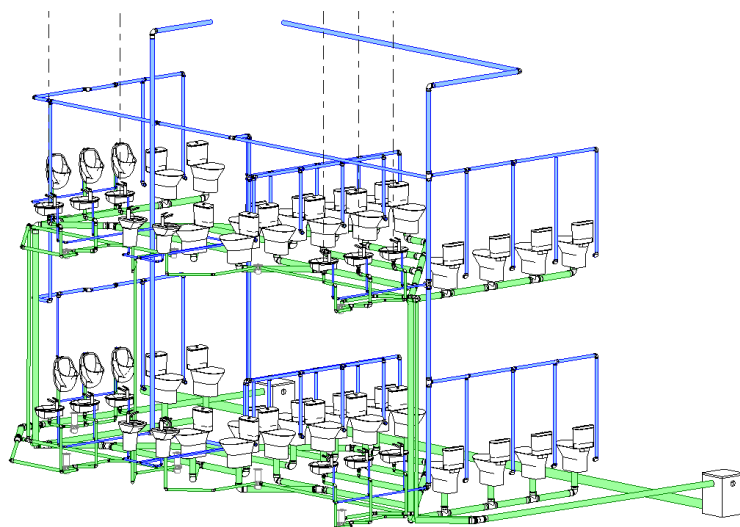
Fonte: Acervo pessoal.

4.1.2. Modelagens Estrutural e das Instalações Elétricas e Hidrossanitárias

Os modelos estrutural, elétrico e hidrossanitário foram criados a partir do modelo arquitetônico e com base nos projetos complementares originais em *dwg*. Foram criados arquivos separados no Revit para cada um destes modelos, por meio de vínculos ligados ao projeto arquitetônico.

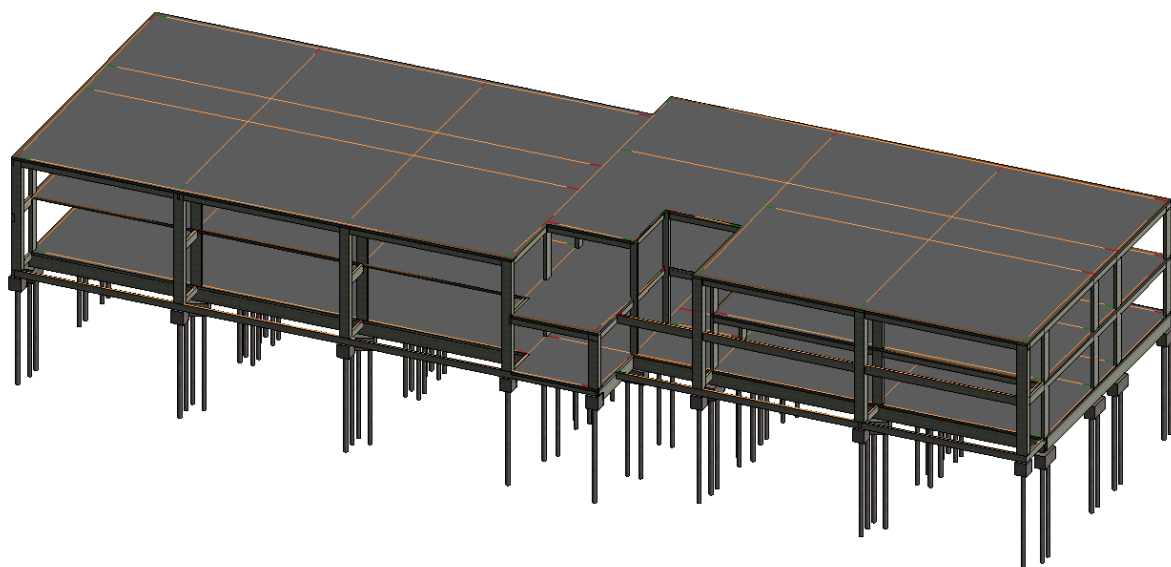
No modelo hidrossanitário, foram modeladas as bacias, pias, mictórios, tubulações de água fria, caixas de passagem e tubulações de esgoto e água servida (Figura 39). No modelo estrutural foram modelados pilares, vigas, lajes, blocos de fundações, vigas baldrame e estacas (Figura 40). Por fim, no modelo elétrico foram modeladas as luminárias, tomadas, interruptores e eletrodutos (Figura 41).

Figura 39 - Vista 3D do modelo hidrossanitário do CT-12.



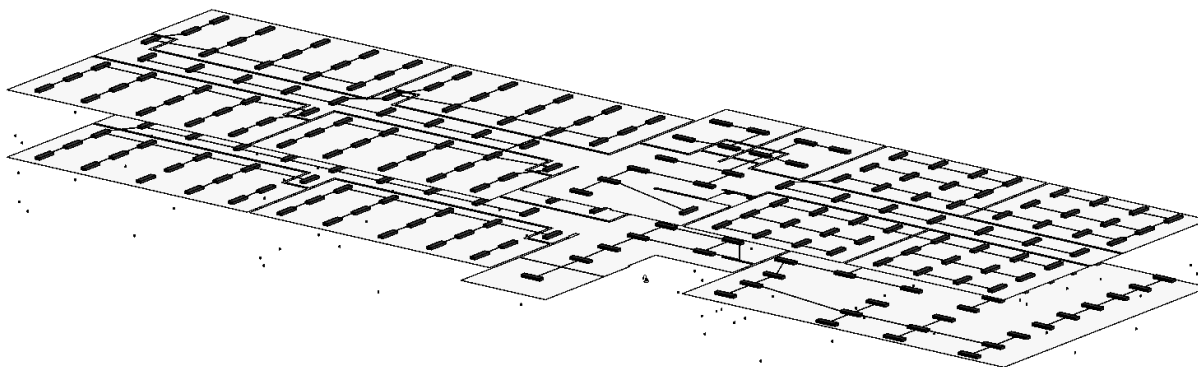
Fonte: Acervo pessoal.

Figura 40 - Vista 3D do modelo estrutural do CT-12.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 41 - Vista 3D do modelo elétrico do CT-12.

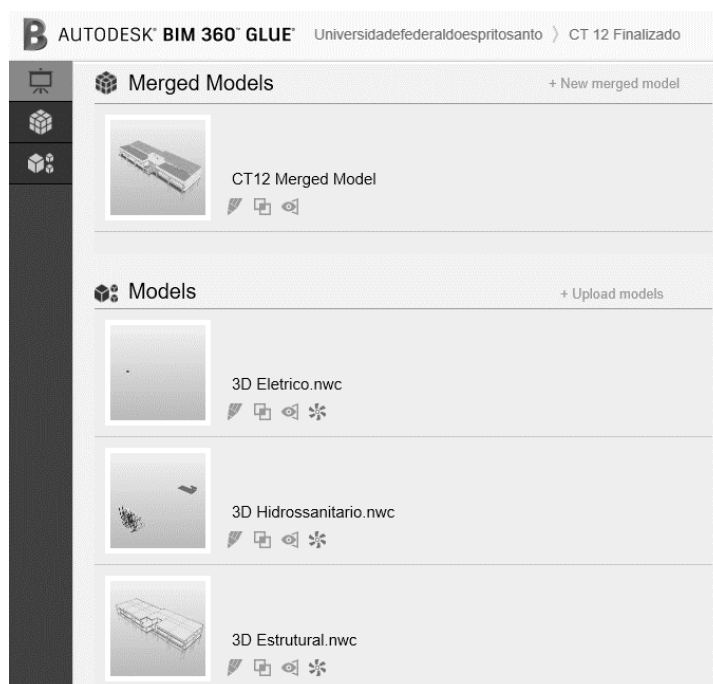


Fonte: Acervo pessoal.

4.2. PROCESSOS E PROCEDIMENTOS PARA EXPORTAÇÃO DOS MODELOS DO REVIT® PARA O BIM 360 GLUE® E BIM 360 FIELD®

Os modelos foram exportados para o BIM 360 Glue por intermédio de um *plugin* do Revit. O BIM 360 Glue disponibiliza uma opção de integração dos diferentes modelos de uma edificação (função *merged models*). Entretanto, o modelo integrado não foi utilizado pois o BIM 360 Field recebe apenas os modelos individuais provenientes do BIM 360 Glue. A Figura 42 mostra os modelos no BIM 360 Glue.

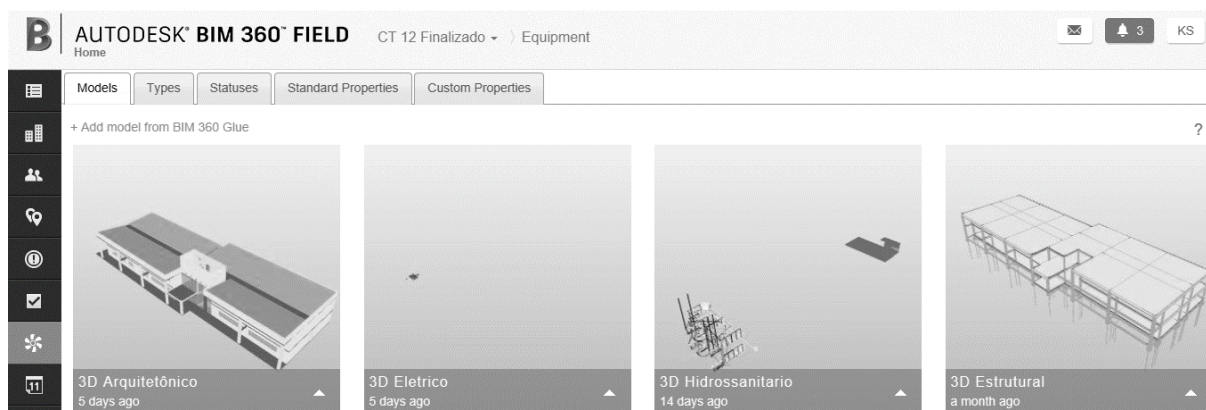
Figura 42 - Modelos visualizados no BIM 360 Glue.



Fonte: Acervo pessoal.

Após a exportação para o BIM 360 Glue, os modelos foram compartilhados com o BIM 360 Field Web (Figura 43). Entretanto, a navegação nos modelos só é possível no BIM 360 Field *mobile app*.

Figura 43 - Modelos visualizados no BIM 360 Field Web.



Fonte: Acervo pessoal.

4.3. INSERÇÃO DE DOCUMENTOS E INFORMAÇÕES NO BIM 360 FIELD®

Além dos modelos provenientes do BIM 360 Glue, foram inseridos na biblioteca BIM 360 Field (função *library*) informações da edificação e outros documentos, por meio da criação de pastas e subpastas para receber estes arquivos. Estas pastas e arquivos podem ser visualizados no BIM 360 Field Web e também em dispositivos móveis (iPad). As seguintes pastas foram criadas neste local:

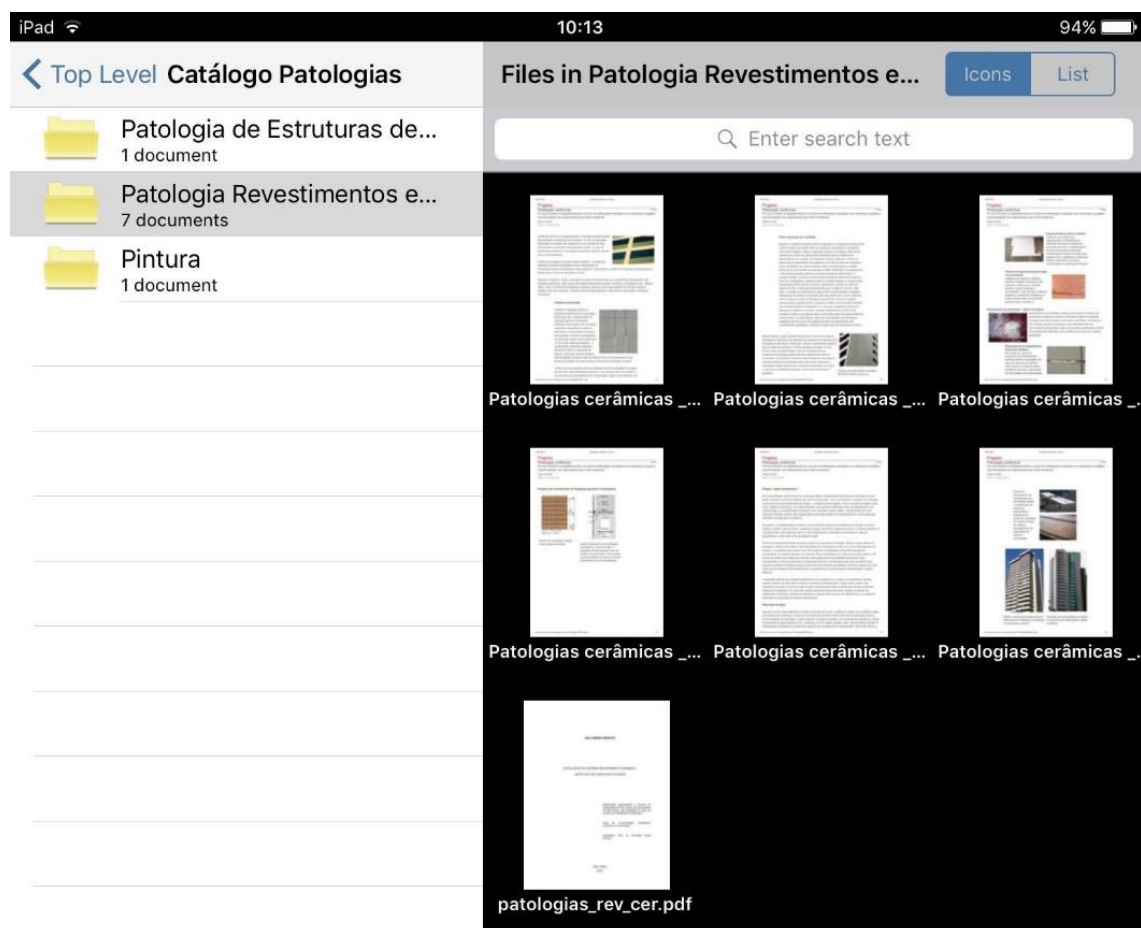
1 - Catálogo Patologias

Levantamento bibliográfico de várias de manifestações patológicas, defeitos e falhas que podem ocorrer nos diversos tipos de sistemas construtivos de uma edificação. Dentre os materiais adicionados nesta pasta, se encontram teses, dissertações, livros, boletins técnicos, etc. Estes documentos foram agrupados em subpastas para cada sistema construtivo como ferramenta para auxiliar na identificação e diagnóstico dos danos.

Por exemplo, a pessoa responsável pela inspeção, ao se deparar com uma manifestação patológica como expansão das armaduras no concreto armado, pode pesquisar mais informações deste fenômeno clicando na função *library*, onde surge várias pastas, dentre estas, a pasta Catálogo Patologias. Após selecionar esta pasta, é possível selecionar a subpasta Patologia de Estruturas de Concreto Armado, onde se encontra os documentos para pesquisa de acordo com a manifestação patológica

desejada. A Figura 44 ilustra o conteúdo de uma das subpastas criadas: Patologia Revestimentos e Pisos Cerâmicos, dentro da pasta Catálogo de Patologias.

Figura 44 - Arquivos inseridos na Pasta Patologia Revestimentos e Pisos Cerâmicos visualizados no BIM 360 Field *mobile app*.



Fonte: Acervo pessoal.

2 – Sugestões de Procedimentos de Recuperação

Levantamento bibliográfico de formas de intervenção de acordo com o diagnóstico das manifestações patológicas. Assim como a pasta Catálogo Patologias, foram criadas subpastas para cada sistema construtivo. Nas subpastas se encontram arquivos como boletins técnicos, normas e procedimentos padronizados para o processo de recuperação e reparo de elementos construtivos com danos.

3 - Manuais de Manutenção

Nesta pasta se encontra arquivos tais como manuais de referência para elaboração do manual de manutenção para edificação. Um dos manuais inseridos nesta pasta foi elaborado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo em conjunto com o Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração

de Imóveis Residenciais e Comerciais do Estado de São Paulo (SINDUSCON/SP; SECOVI/SP, 2013). Este material foi utilizado como base para elaboração do Plano de Manutenção Preventiva, prazos de garantia de sistemas e componentes construtivos, cuidados de uso e sugestões de procedimentos de manutenção.

4 - Especificações técnicas e memorial descritivo do CT-12

Esta pasta contém informações técnicas dos materiais e elementos construtivos presentes na edificação adotada para aplicação do método proposto neste trabalho, o CT-12. Estes dados foram simulados, uma vez que não foi possível ter acesso a documentação da edificação. Foram inseridas informações como fabricante, manuais técnicos, dentre outros, separadas por sistema construtivo em subpastas.

5 - Projetos CT-12 *dwg*

Nesta pasta foram inseridos todos os projetos originais do CT-12 elaborados no *software* AutoCAD® da Autodesk. Os projetos foram agrupados nas seguintes subpastas: Arquitetônico, Elétrico, Estrutural e Hidrossanitário. Em cada subpasta se encontram as pranchas relacionadas com as especificações de cada projeto.

6 - Projetos CT-12 *pdf*

Pasta criada para adicionar os mesmos projetos da pasta Projetos CT-12 *dwg*, porém convertidos no formato *pdf*. Os arquivos foram salvos nesta pasta para permitir a visualização destes projetos no iPad. Onde é possível também adicionar comentários, marcações (*mark ups*), para algum tipo de análise dentro do próprio arquivo.

A Figura 45 indica o conteúdo da subpasta Estrutural, dentro da pasta Projetos CT-12 *pdf*, onde é possível visualizar no iPad e de forma global todas pranchas do projeto estrutural salvas em formato *pdf*.

Figura 45 - Projetos inseridos na pasta Projetos CT-12 pdf visualizados no BIM 360 Field *mobile app*.



Fonte: Acervo pessoal.

5 PROPOSTA DO MÉTODO PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO COM EMPREGO DO BIM

5. PROPOSTA DO MÉTODO PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO COM EMPREGO DO BIM

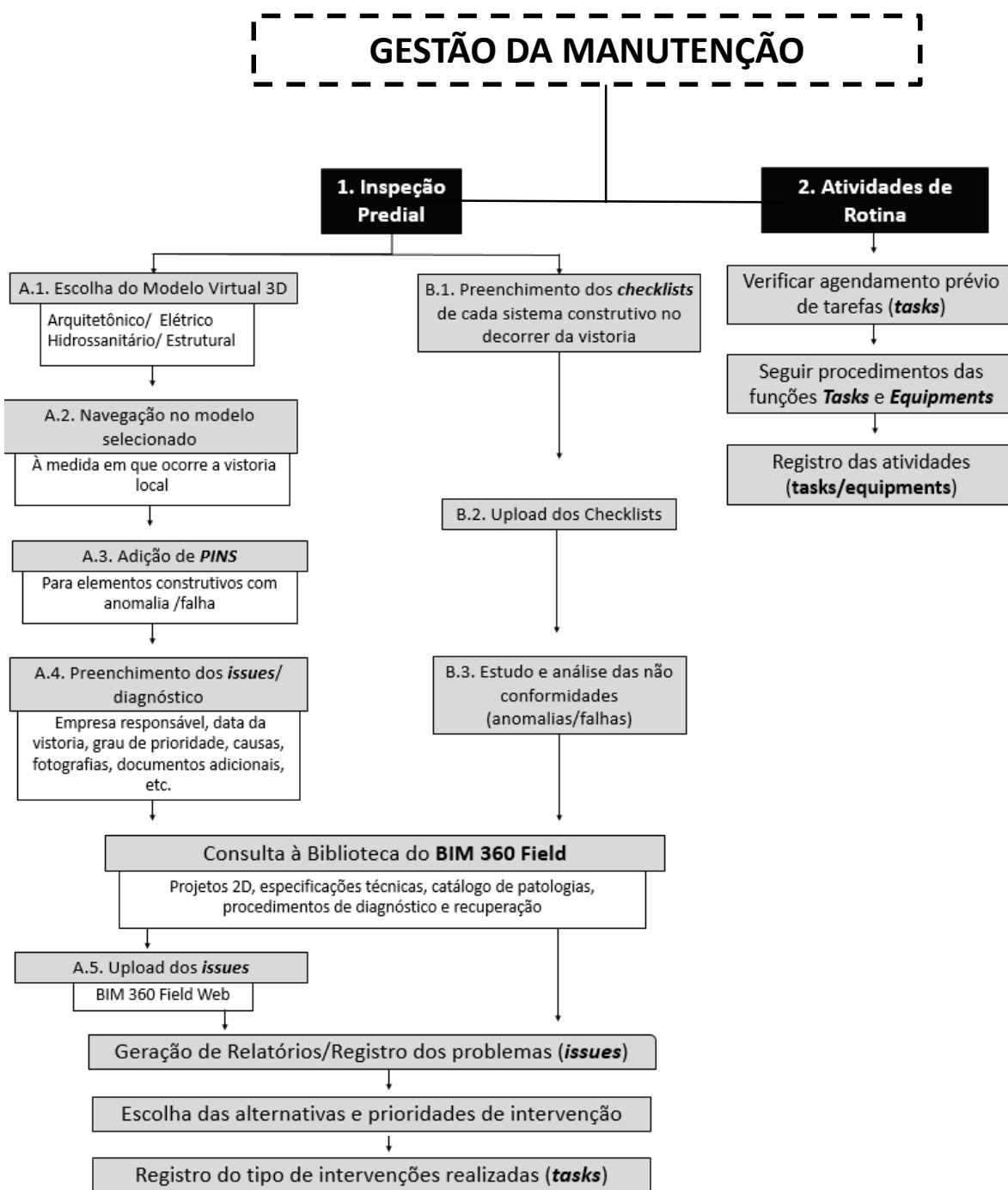
5.1. PROCEDIMENTOS PARA INSPEÇÃO PREDIAL E DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

A Gestão da Manutenção de edificações deve englobar processos de identificação e análise de possíveis manifestações patológicas, defeitos e falhas em elementos construtivos. Lichtenstein (1986) propõe o levantamento do maior número possível de subsídios para o entendimento do problema por meio de vistoria do local, anamnese (histórico do edifício), análise de exames complementares, diagnóstico da situação e por fim, definição da conduta a partir da escolha da alternativa de intervenção apropriada para o caso.

Com base neste roteiro, o método proposto neste trabalho engloba a tecnologia BIM como uma tecnologia de suporte para inspeção predial, identificação e resolução de problemas patológicos com consequente aprimoramento da Gestão de Manutenção de edificações. Neste método, o técnico responsável realiza a vistoria do local utilizando um iPad com o aplicativo do BIM 360 Field. Este aplicativo permite a localização de componentes construtivos e acesso a todos os dados da edificação previamente lançados na plataforma do BIM 360 Field Web. Além dos documentos citados no item 4.3, podem ser adicionados na biblioteca o histórico de manutenções, problemas e danos anteriores e registros dos reparos já realizados. Estes dados geralmente são necessários para a anamnese da edificação.

A Figura 46 descreve os processos que compõem o método proposto para a Gestão da Manutenção. Estes processos envolvem a manutenção preventiva e corretiva. A manutenção corretiva deve ser adotada diante do surgimento de danos imprevistos na edificação, devido a necessidade de serem definidos a gravidade do dano e procedimentos de intervenção a serem realizados o mais breve possível. Neste caso, é necessária a inspeção predial. Já a manutenção preventiva, também utiliza os procedimentos de inspeção predial, mas estes procedimentos se encontram previamente programados no Plano de Manutenção. Além da inspeção, a manutenção preventiva também realiza a programação de atividades rotineiras de manutenção, tais como substituição, limpeza de componentes construtivos, etc.

Figura 46 - Descrição do método proposto para a Gestão da Manutenção com auxílio do BIM.

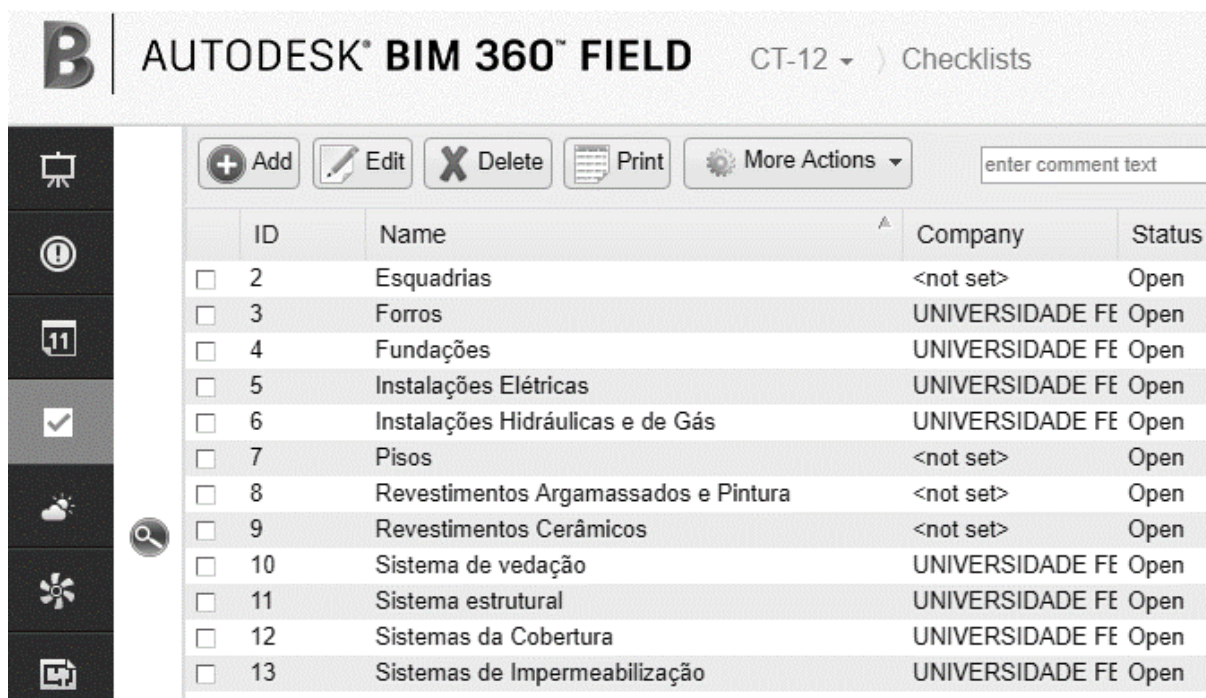


Fonte: Acervo pessoal.

Durante a vistoria, o técnico identifica anomalias/falhas nos elementos construtivos inspecionados com preenchimento da lista de verificação correspondente, ou seja, um *checklist* para cada um dos diferentes sistemas construtivos da edificação. Além disso, é possível inserir anotações, realizar o registro fotográfico das anomalias encontradas e acessar à biblioteca do BIM 360 Field para localização de documentos com

informações técnicas que auxiliem o diagnóstico e o tipo de intervenção relacionado. A Figura 47 mostra uma lista dos *checklists* desenvolvidos neste trabalho para os principais sistemas construtivos de uma edificação.

Figura 47 - Relação dos *checklists* desenvolvidos para cada sistema construtivo da edificação.



	ID	Name	Company	Status
<input type="checkbox"/>	2	Esquadrias	<not set>	Open
<input type="checkbox"/>	3	Forros	UNIVERSIDADE FE	Open
<input type="checkbox"/>	4	Fundações	UNIVERSIDADE FE	Open
<input type="checkbox"/>	5	Instalações Elétricas	UNIVERSIDADE FE	Open
<input type="checkbox"/>	6	Instalações Hidráulicas e de Gás	UNIVERSIDADE FE	Open
<input type="checkbox"/>	7	Pisos	<not set>	Open
<input type="checkbox"/>	8	Revestimentos Argamassados e Pintura	<not set>	Open
<input type="checkbox"/>	9	Revestimentos Cerâmicos	<not set>	Open
<input type="checkbox"/>	10	Sistema de vedação	UNIVERSIDADE FE	Open
<input type="checkbox"/>	11	Sistema estrutural	UNIVERSIDADE FE	Open
<input type="checkbox"/>	12	Sistemas da Cobertura	UNIVERSIDADE FE	Open
<input type="checkbox"/>	13	Sistemas de Impermeabilização	UNIVERSIDADE FE	Open

Fonte: Acervo pessoal.

Os *checklists* possuem uma relação das principais manifestações patológicas, falhas e defeitos que podem ocorrer nos sistemas construtivos. Alguns destes problemas receberam informações adicionais tais como descrição, procedimentos de diagnóstico e fotografias ilustrativas. Por exemplo, para o *checklist* do sistema estrutural, uma das anomalias cadastradas foi a fissura. Esta, recebeu informações como definição, recomendações técnicas e imagens ilustrativas que ajudam a identificar as causas de acordo com a inclinação e direção apresentada, conforme a Figura 48.

Figura 48 - Exemplo de informações inseridas em fissuras no *checklist* do sistema estrutural.

Edit Checklist Item Save Changes Discard Changes

Instructions

Abertura na superfície, estreita e pouco profunda. Espessura inferior a 0,5mm.
 RECOMENDAÇÕES DO IBAPESP:

1. Localização das aberturas, ou seja, se estão localizadas na laje, viga, pilares ou alvenaria portante.
2. Verificar se as peças com lesão estão submetidas a um processo de deterioração progressiva causada por algum

Attachments

+ File
Library
Library Preview
Link
Camera
Download All

Fig-1-Plaqueta_ou_gesso_-_IBAPESP-2012.jpg
 Added/Modified Aug 31, 2017 11:23 AM
 Taken on Aug 31, 2017 11:23 AM
 Public link:

Markup
Download
Delete

Fig-2-Ausencia_de_Verga_e_Contraverga_-_IBAPESP-2012.jpg
 Added/Modified Aug 31, 2017 11:23 AM
 Taken on Aug 31, 2017 11:23 AM
 Public link:

Fonte: Acervo pessoal.

O método apresenta dois tipos distintos de inserção de informações no iPad durante o processo de inspeção predial, como abordado na Figura 46. Um deles é o preenchimento do *checklist* para cada sistema construtivo, criado conforme explicado anteriormente. Neste caso, o técnico abre o *checklist* de um dado sistema, visualiza a listagem dos possíveis problemas, clica em *YES* no caso da existência dos mesmos ou *NO*, caso o problema não esteja presente no sistema construtivo inspecionado.

A outra opção é o lançamento das anomalias e falhas diretamente no modelo 3D. O técnico abre o modelo no iPad, seleciona o elemento construtivo com problema e em seguida adiciona um *pin* no elemento, uma espécie de tacha. Este *pin* permite adicionar anexos, comentários, preencher formulários (*issues*) onde se estabelece o grau de risco, prioridade de intervenção, data da vistoria, adição marcadores nas fotografias, além da possibilidade de visualizar informações paramétricas provenientes do *software* de modelagem, tais como resistência do concreto, espaçamento e cobrimento das armaduras, etc.

Após adição dessas informações, o técnico sincroniza o BIM 360 Field *mobile app* com o BIM 360 Field Web, para que ao chegar no escritório, possa analisar as informações inseridas na vistoria em um computador. Assim, é possível visualizar os *checklists* preenchidos em campo e todos os *issues* criados e preenchidos a partir dos

pins adicionados nos objetos do modelo. O item 5.4 deste capítulo aborda a aplicação destes procedimentos em uma simulação de danos e inspeção predial no CT-12.

5.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva foi elaborada de acordo com as orientações da NBR 15.575-1(ABNT, 2013) e do Manual do Proprietário (SINDUSCON/SP; SECOVI/SP, 2013). Inicialmente, foram definidos os prazos de garantia para materiais e serviços dos sistemas construtivos, considerando a validade a partir da data de entrega do imóvel, prazo de garantia do fabricante e períodos de 6 meses, 1, 2, 3 e 5 anos.

Estas informações foram preenchidas na função *Equipment* do BIM 360 Field. Para cada tipo de elemento construtivo, denominado *equipment* pelo *software*, foram anexados arquivos com orientações como cuidados de uso, falhas não contempladas pela garantia, manutenção preventiva e sugestões de manutenção. Além disso, cada elemento pode ser associado a comentários, *checklists*, *issues* e também podem ser atribuídas tarefas ou rotinas de manutenção, *tasks*. O APÊNDICE A mostra uma planilha, resultante da exportação da listagem dos elementos construtivos do BIM 360 Field para o Excel e a Figura 49 indica um exemplo para componentes do sistema hidrossanitário.

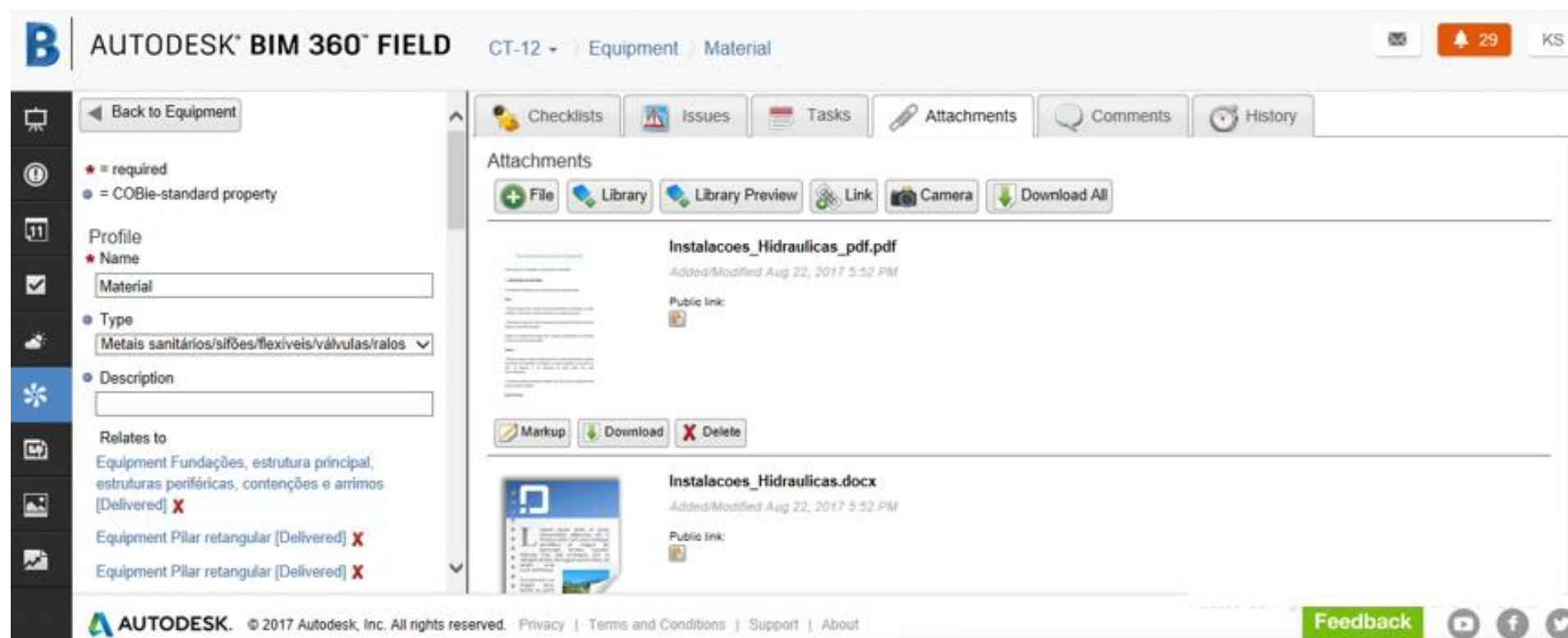
A função *task* possibilita o planejamento e agendamento de tarefas. Estas tarefas foram desenvolvidas de acordo com recomendações da NBR 15575-1(ABNT, 2013) e do Manual do Proprietário (SINDUSCON/SP; SECOVI/SP, 2013) e estão divididas em dois grupos:

- Manutenção Preventiva – envolve trabalhos mais simples e rotineiros de manutenção dos elementos construtivos, conforme datas previamente definidas no plano. Estes trabalhos foram inseridos na função *Equipment* e visualizados na função *task*, como mostra relatório presente no APÊNDICE B.
- Trabalho de Inspeção (*Inspect Work*) – envolve o planejamento das atividades de inspeção predial, de acordo com as orientações da NBR 15575-1(ABNT, 2013) para identificação de anomalias e falhas nos sistemas construtivos da edificação. Neste caso, o responsável pela inspeção irá utilizar os *checklists* explicados no item anterior.

A Figura 50 mostra algumas das tarefas criadas.

Além da periodicidade das tarefas, o BIM 360 Field permite adicionar informações personalizadas pelo usuário, tais como custos de mão-de-obra, custo de equipamento, custo de materiais, custo total, quantidade (área, volume, comprimento) etc. As tarefas foram salvas em formato de relatórios em formato *pdf* por meio da função *report* e podem ser integralmente visualizadas no APÊNDICE B. Além da função *task*, as intervenções, reparos e tarefas de manutenção já realizadas e até mesmo possíveis imprevistos durante esse processo, podem ser registrados com base no preenchimento de *issues* (formulários).

Figura 49 - Emprego da função *equipment* em elementos do sistema hidrossanitário.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 50 - Relação de tarefas para os diferentes elementos/sistemas construtivos da edificação.

AUTODESK® BIM 360® FIELD CT-12 Tasks

6 Day Week Month List Templates

Name	Description	Responsible Company	Task Category	Duração	Periodicidade
Instalações Hidráulicas/Louça	Verificar anéis o'ring dos registros de pressão, misturador de lavatório de bidê.	UNIVERSIDADE FI	Manutenção Preventiva	1	A cada ano
Estruturas e paredes	Inspeccionar no ato da entrega e após 3 anos.	UNIVERSIDADE FI	Inspect Work	1	A cada 5 anos
Estruturas/paredes	Repintar fachada da edificação	Terceirizada Habilit	Manutenção Preventiva	1	A cada 3 anos
Estruturas/paredes	Repintar paredes internas	Terceirizada Habilit	Manutenção Preventiva	0	A cada 3 anos
Instalações hidráulicas/Louça	Verificar gaxeta, anéis o'ring e estanqueidade dos registros de gaveta e dos registros de e	UNIVERSIDADE FI	Manutenção Preventiva	1	A cada 3 anos.
Instalações Hidráulicas/Louça	Limpar os aeradores (bicos removíveis).	UNIVERSIDADE FI	Manutenção Preventiva	1	A cada 6 meses
Revestimentos e vedação	Realizar a inspeção periódica a cada 5 anos.	UNIVERSIDADE FI	Inspect Work	1	
Esquadria de Alumínio	Limpeza da persiana de enrolar.	UNIVERSIDADE FI	Manutenção Preventiva	1	1 vez a cada 3 meses
Instalações Hidráulicas/Louça	Trocar os vedantes (courinhos) das torneiras, misturadores de lavatório e de bidê e registr	UNIVERSIDADE FI	Manutenção Preventiva	1	A cada ano
Esquadrias de Alumínio	Limpeza dos orifícios dos trilhos inferiores.	UNIVERSIDADE FI	Manutenção Preventiva	1	1 vez a cada 3 meses
Instalações Hidráulicas/Louça	Verificar estanqueidade da válvula de descarga, torneira automática e torneira eletrônica	UNIVERSIDADE FI	Manutenção Preventiva	1	A cada 5 anos
Esquadrias de alumínio	Reapertar parafusos aparentes dos fechos	UNIVERSIDADE FI	Manutenção Preventiva	1	1 vez ao ano
Impermeabilização	Inspeccionar os rejuntamentos dos pisos cerâmicos, ralos e peças sanitárias	UNIVERSIDADE FI	Manutenção Preventiva	1	1 vez ao ano
Instalação Elétrica - Quadro d	Desligar e religar os disjuntores diferenciais do quadro elétrico.	UNIVERSIDADE FI	Manutenção Preventiva	1	A cada mês
Instalações Elétricas	Inspeccionar a cada 5 anos.	UNIVERSIDADE FI	Inspect Work	1	

25 items

Autodesk © 2017 Autodesk, Inc. All rights reserved. Privacy | Terms and Conditions | Support | About

Feedback

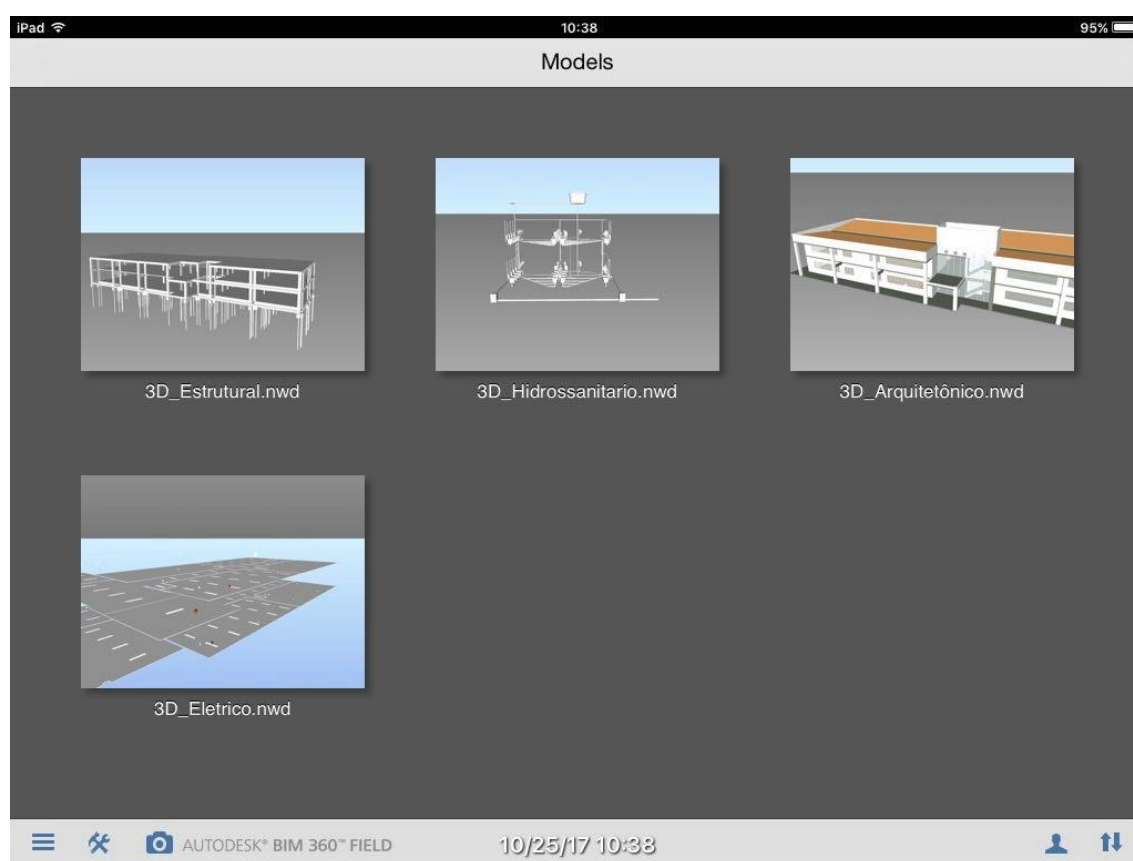
Fonte: Acervo pessoal.

5.3. SIMULAÇÕES E APLICAÇÃO DO MÉTODO NO CT-12

Após a inserção das informações mencionadas nos itens anteriores, o método proposto foi aplicado no CT-12. Inicialmente, realizou-se a vistoria local com o emprego de um iPad. A Figura 51 mostra uma vista do aplicativo do BIM 360 Field no iPad com os 4 modelos criados: arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e estrutural.

Conforme já descrito em itens anteriores, o processo de inspeção predial pode ser realizado de duas formas: com base no preenchimento de formulários inseridos no modelo 3D ou por meio de listas de verificação (*checklists*) para cada sistema construtivo da edificação. Estes procedimentos estão descritos nos itens a seguir.

Figura 51 - Vista dos modelos do CT-12.

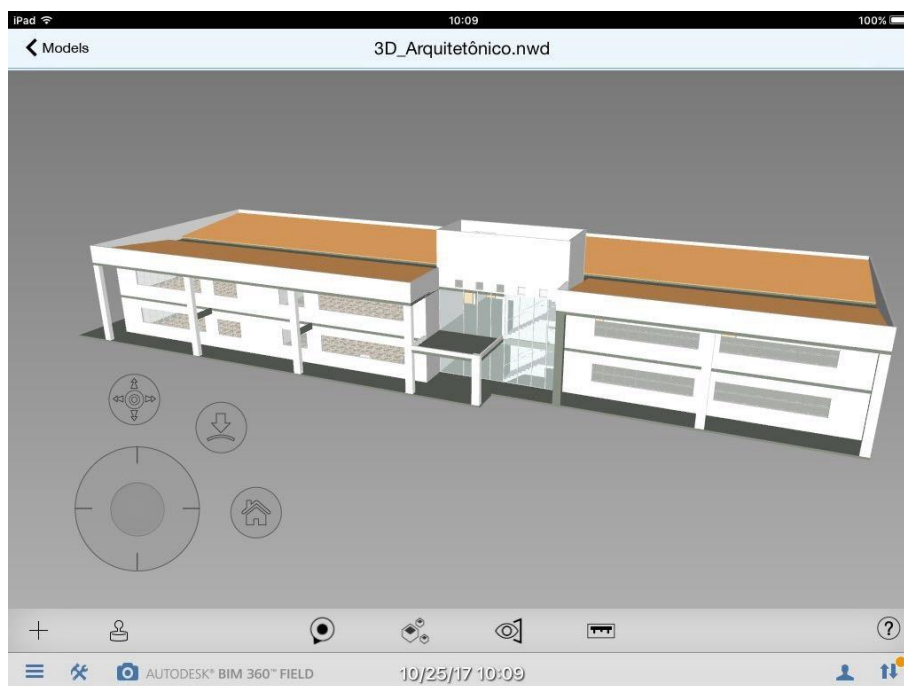


Fonte: Acervo pessoal.

5.3.1. Preenchimento de formulários no modelo 3D

Para uma análise geral das condições da edificação, foi utilizado o modelo arquitetônico (Figura 52). Por meio da navegação nesse modelo no iPad durante a vistoria local, foram inseridas algumas manifestações patológicas e falhas.

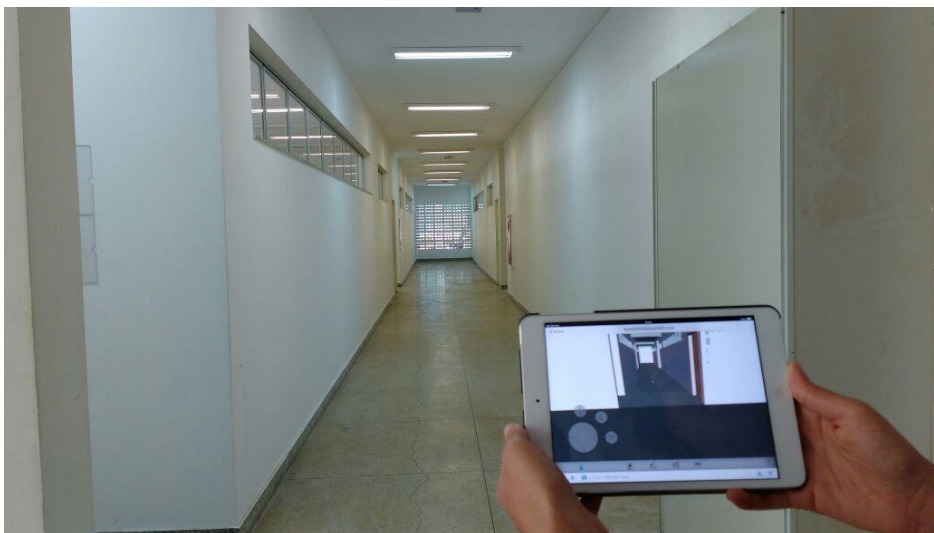
Figura 52 - Vista geral do modelo 3D do CT-12 no iPad.



Fonte: Acervo pessoal.

A Figura 53 permite visualizar a área de circulação no pavimento térreo no modelo virtual e também no próprio local.

Figura 53 - Visualização da circulação no pavimento térreo do CT-12 no iPad e no local.



Fonte: Acervo pessoal.

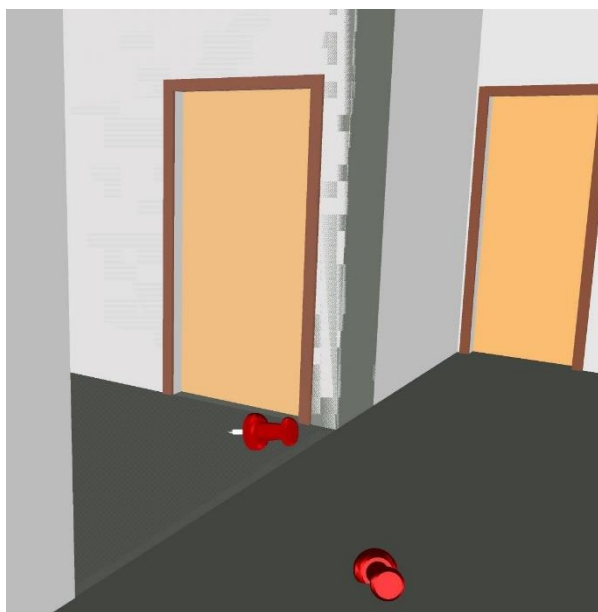
Na medida em que os ambientes do CT-12 foram inspecionados, foram adicionados os *pins* nos objetos/elementos construtivos com manifestações patológicas e falhas. A Figura 54 e 55 (a) e (b) indicam a adição desses *pins* (em vermelho) em elementos da edificação no modelo 3D.

Figura 54 - Visualização de *pins* em objetos localizados na fachada do CT-12.

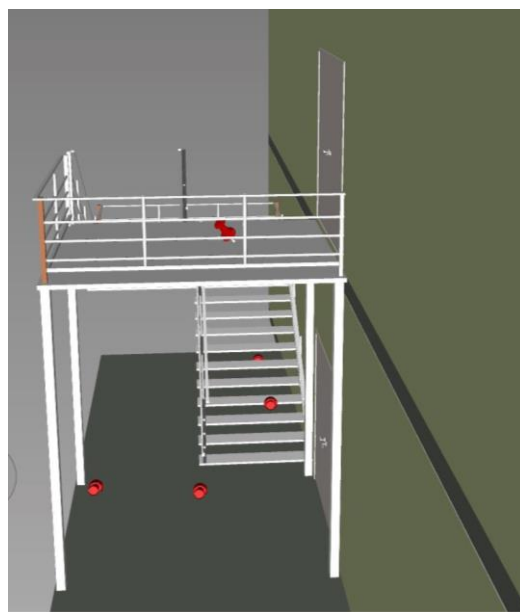


Fonte: Acervo pessoal.

Figura 55 – Visualização de *pins* em objetos de diferentes ambientes no modelo 3D do CT-12.



(a)



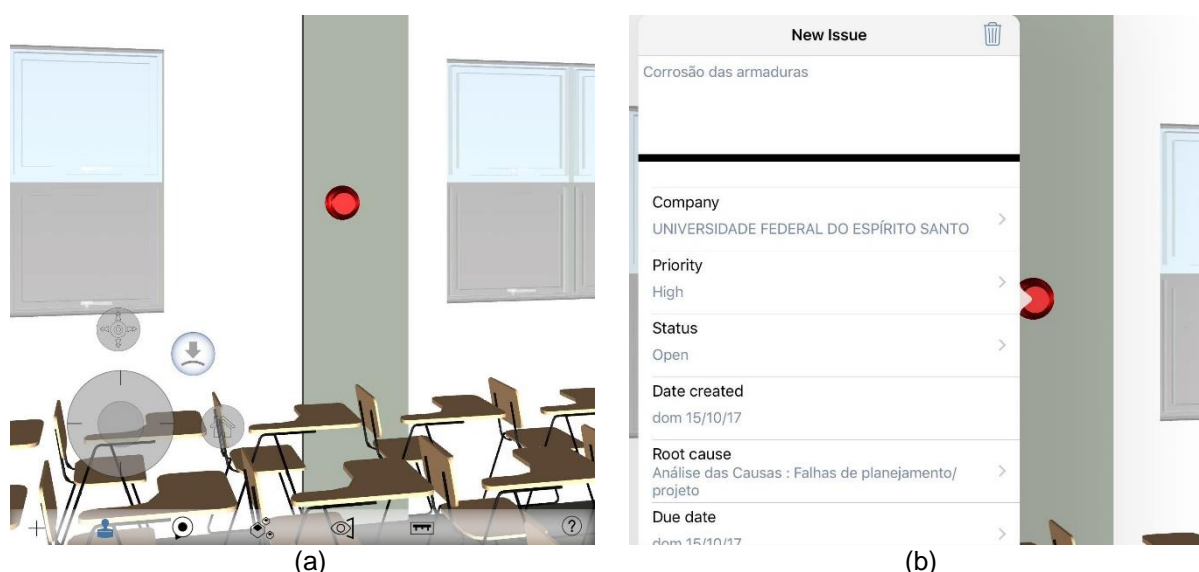
(b)

a) adição de *pins* na circulação do pavimento térreo do CT-12. b) adição de *pins* na lateral esquerda da área externa do CT-12.

Fonte: Acervo pessoal.

A Figura 56(a) e 56(b) exemplificam a inserção de um formulário em um pilar onde foi simulada a existência de corrosão das armaduras. A Figura 56(b) indica algumas informações que podem ser preenchidas no formulário tais como: empresa responsável pela vistoria, grau de prioridade da anomalia para futuras intervenções, status do serviço (em aberto), data da inspeção e análise das possíveis causas.

Figura 56 - Adição de *pin* e respectivo formulário (*issue*).

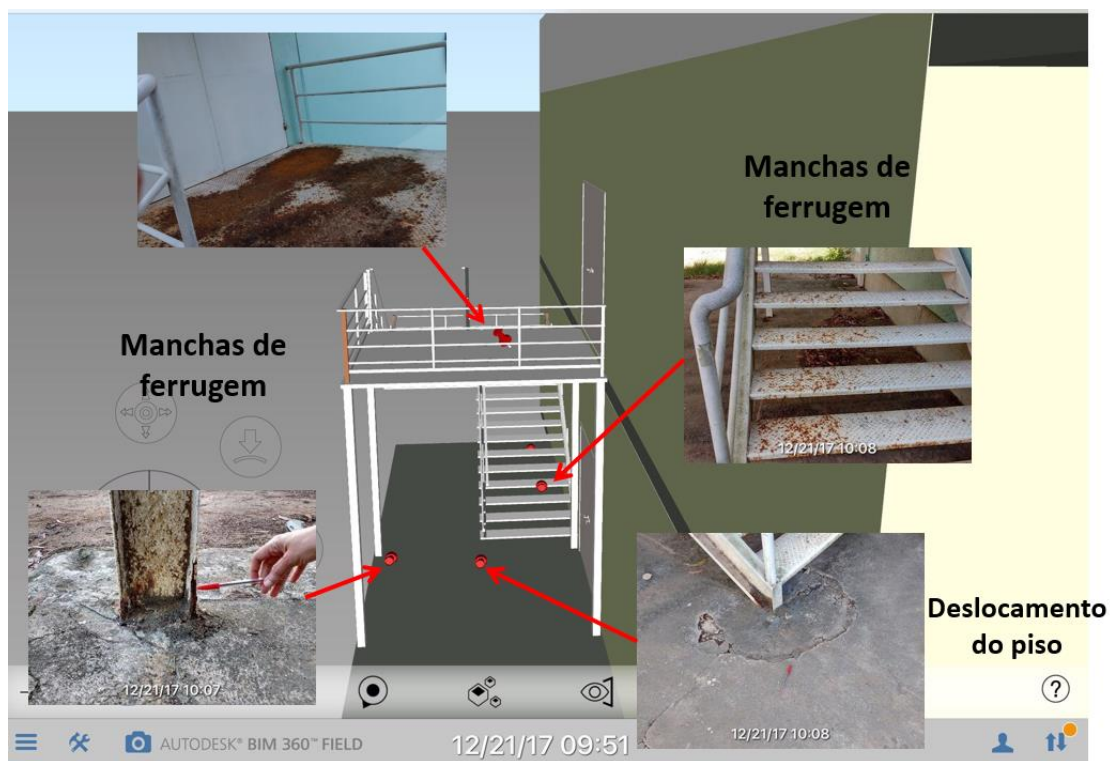


a) adição de *pin* em pilar de uma das salas do CT-12. b) informações preenchidas no formulário (*issue*) visualizadas após selecionar o *pin* correspondente.

Fonte: Acervo pessoal.

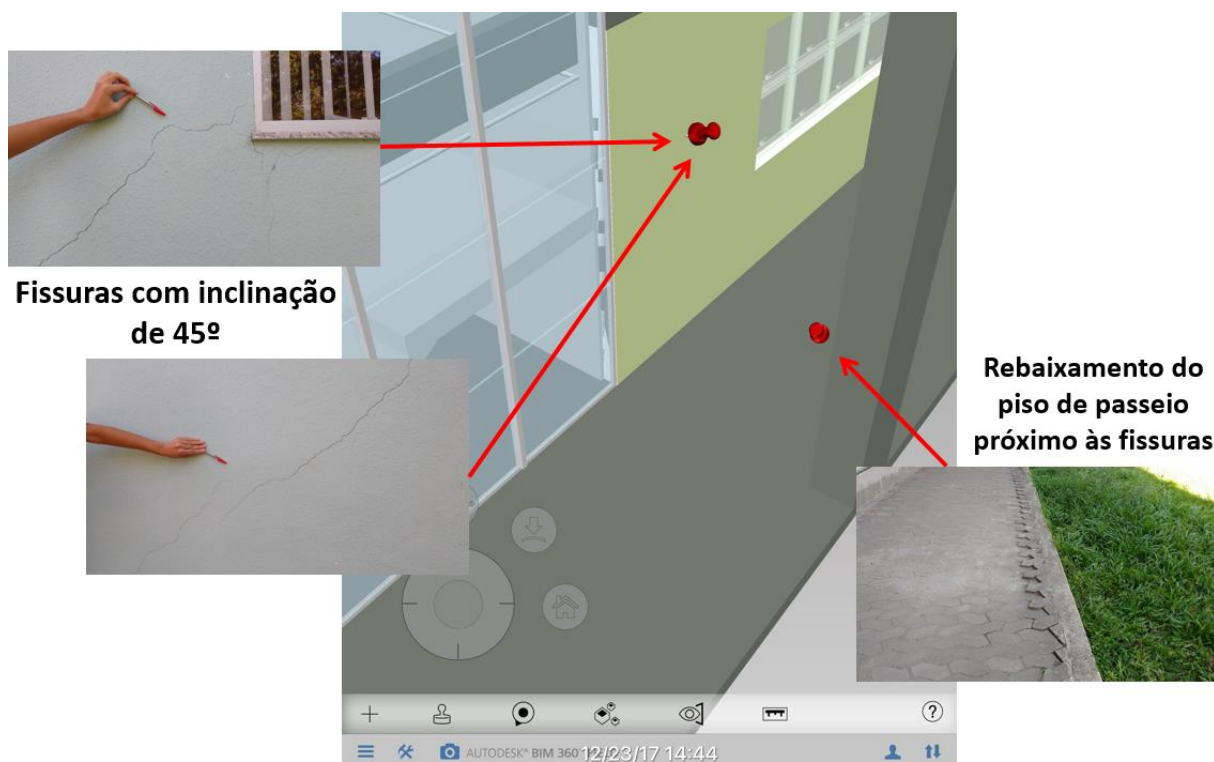
Além disso, ainda é possível anexar fotografias dos danos (*attachments*), como pode ser observado nas Figuras 57 a 59. Estas figuras mostram exemplos de elementos construtivos do CT-12 com presença de danos onde foram adicionados *pins* para preenchimento dos formulários e inserção de fotografias.

Figura 57 – Exemplos de associação de *pins* com fotografias dos danos na lateral esquerda do CT-12.



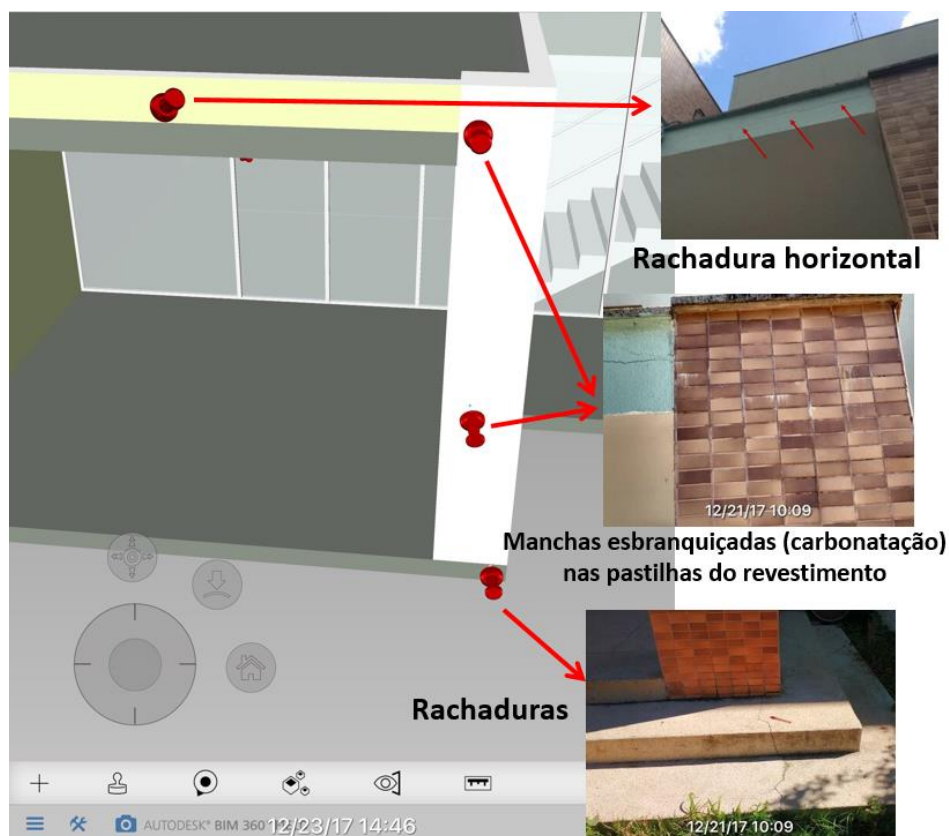
Fonte: Acervo pessoal.

Figura 58 – Exemplos de associação de *pins* com fotografias dos danos na fachada do CT-12 (próximo à entrada).



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 59 – Exemplos de associação de *pins* com fotografias dos danos na fachada do CT-12.



Fonte: Acervo pessoal.

Após o preenchimento dos formulários para cada problema encontrado, realizou-se a sincronização com o BIM 360 Field Web. A Figura 60 mostra a relação de todos os formulários que foram inseridos diretamente no modelo arquitetônico 3D. Nesta relação consta um código do *issue* (ID), a descrição do problema e a prioridade para futuras intervenções de acordo com a gravidade.

Além disso, da mesma forma que outros comandos do BIM 360 Field, a visualização dos formulários pode ser personalizada com adição de outras informações, como por exemplo, relação das causas, profundidade/ extensão dos danos, os diversos custos envolvidos no processo de recuperação, como custo de mão-de-obra, equipamentos, material, etc. Os custos são fundamentais para análise dos elementos que devem ser recuperados primeiro, além dos graus de prioridade já mencionados. Por fim, os formulários podem ser impressos em relatórios, contendo inclusive os anexos, como por exemplo, o registro fotográfico indicado nas figuras 57 a 59. O APÊNDICE C mostra o relatório dos formulários exibidos na Figura 60.

Figura 60 - Relação dos *issues* no BIM 360 Field Web preenchidos por meio de *pins* inseridos em objetos do modelo 3D.

B

AUTODESK® BIM 360™ FIELD

CT-12 > Issues > All Locations >

95

KS

Add

Edit

Void

Print

More Actions >

<input type="checkbox"/>		ID	Description	Location	Priority	Due Date	Root cause	Quantit	Unit	Tags
<input type="checkbox"/>		000056	Degradação desgosto do material, oxidação, corrosão.		Medium					
<input type="checkbox"/>		000056	Rachadura inclinada	Pavimento térreo	Medium	Sep 5, 2017	Falhas de execuça	1.0	m	Fissuras observadas em ambos os lados da
<input type="checkbox"/>		000075	Manchas de infiltração próximas à base de pilar	SALA 01	Low	Nov 8, 2017	Falhas na manuten	1.0	un	
<input type="checkbox"/>		000055	Rachadura proxima a porta	Primeiro Pavimento	Medium	Sep 5, 2017	Falhas de planejam	30.0	cm	quantidade - extensão do dano Rachadura a
<input type="checkbox"/>		000053	Trinca inclinada	Pavimento térreo	Medium	Sep 5, 2017	Falhas de execuça	1.2	m	
<input type="checkbox"/>		000063	Ausência de cordoalhas de aterramento entre as portas e o c	Primeiro Pavimento	Critical	Oct 16, 2017				
<input type="checkbox"/>		000050	Rachadura longitudinal ao longo do piso da circulação	Pavimento térreo	Medium	Sep 5, 2017	Falhas de execuça	10.0	m	Causa provável - recalque de fundações. Ve
<input type="checkbox"/>		000047	<no description>		Medium					
<input type="checkbox"/>		000072	Corrosão de escada metálica	Área Externa	High	Nov 8, 2017	Falhas na manuten	1.0	un	Manchas de ferrugem nos dois patamares d
<input type="checkbox"/>		000057	Furo e deslocamento no revestimento	Pavimento térreo	Medium	Sep 5, 2017	Falhas na manuten	1.0	un	
<input type="checkbox"/>		000062	Ausência de cordoalhas de aterramento entre as portas e o c		Medium					
<input type="checkbox"/>		000069	Fissuração		Medium	Oct 26, 2017				
<input type="checkbox"/>		000064	Armadura Exposta. Expansão da armadura. laje inferior do re		High		Falhas de planejam			
<input type="checkbox"/>		000046	Empoçamento		Medium					
<input type="checkbox"/>		000051	Rachaduras, eflorescências e deslocamento do revestiment	Hall	Medium	Sep 5, 2017	Falhas de execuça			Análise das causas: infiltração de água, aus
<input type="checkbox"/>		000065	Corrosão das armaduras	Primeiro Pavimento	High	Oct 15, 2017	Falhas de planejam			
<input type="checkbox"/>		000074	Abaulamento de piso no passeio da lateral esquerda	Área Externa	Medium	Nov 8, 2017	Falhas de execuça			Causa provável: recalque do contrapiso.
<input type="checkbox"/>		000071	Rachadura ao redor dos pilares metálicos de sustentação da	Área Externa	Medium	Oct 26, 2017	Falhas de execuça			Análise das causas: recalque do contrapiso :

Fonte: Acervo pessoal.

5.3.2. Preenchimento de *checklists* para cada sistema construtivo

O outro tipo de inspeção predial realizada no CT-12 correspondeu ao preenchimento de listas de verificação (*checklists*) para os diferentes sistemas da edificação. As listas foram preenchidas no iPad, com registro dos problemas presentes na edificação. A figura 61 exemplifica o preenchimento do *checklist* do sistema estrutural, com simulação das anomalias encontradas no CT-12. O preenchimento completo deste *checklist* pode ser visualizado no APÊNDICE D.

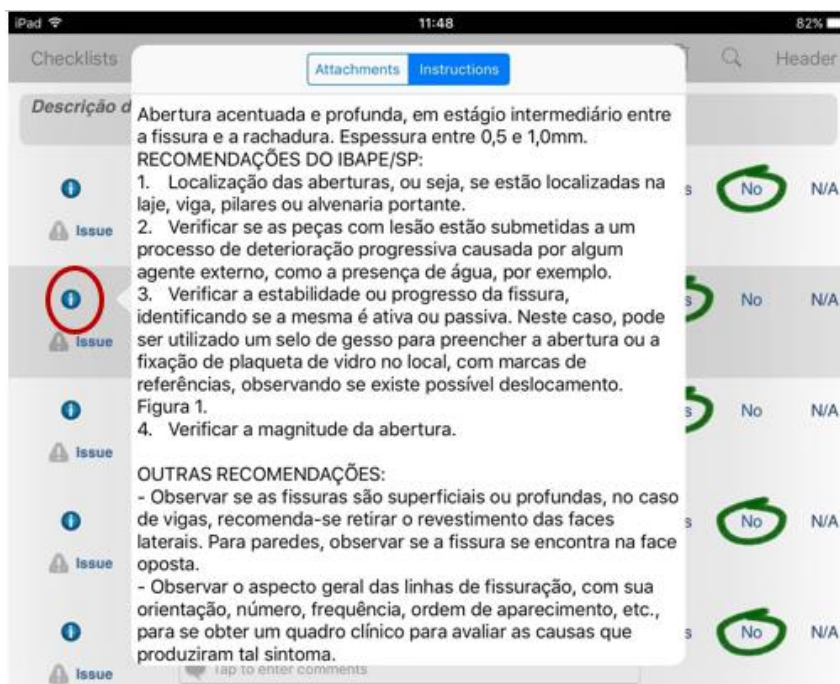
Figura 61 – Preenchimento do *checklist* do sistema estrutural.

Item	Descrição	Yes	No	N/A
1	Fissura		<input checked="" type="radio"/>	
2	Trinca fachada - terreo, parede sala9 primeiro pavimento	<input checked="" type="radio"/>		
3	Rachadura pisos da area externa, piso da circulação no pavimento terreo	<input checked="" type="radio"/>		
5	Irregularidade geométrica, falhas de concretagem		<input checked="" type="radio"/>	
4	Fenda		<input checked="" type="radio"/>	
6	Manchas de ferrugem na superfície. laje inferior do reservatorio	<input checked="" type="radio"/>		
7	Armadura Exposta. Expansão da armadura. laje inferior do reservatorio	<input checked="" type="radio"/>		
8	Deformações		<input checked="" type="radio"/>	
9	Deterioração de materiais, deslocamento, desagregação	<input checked="" type="radio"/>		

Fonte: Acervo pessoal.

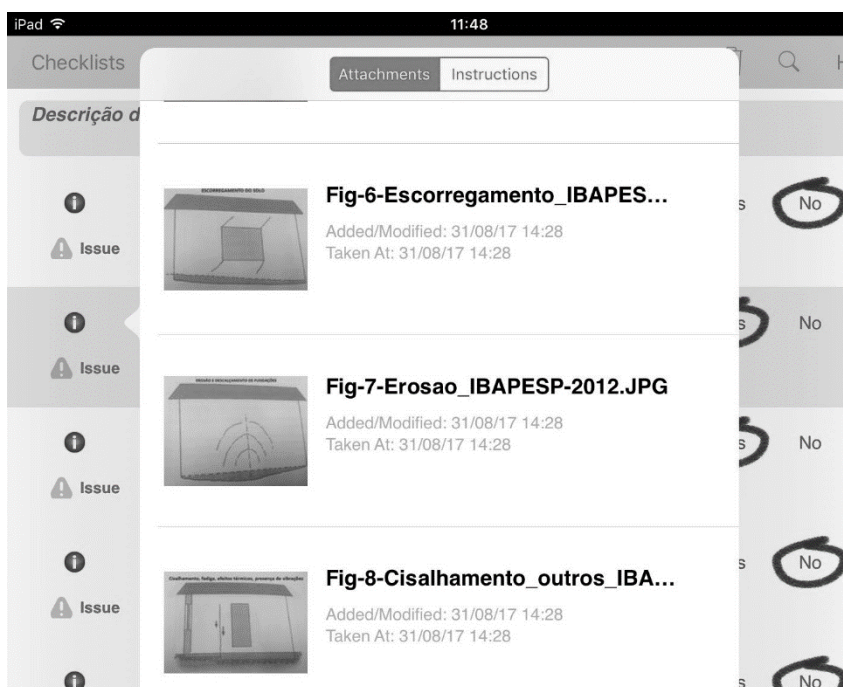
É possível observar na Figura 62, que ao selecionar o item *instructions* presente no *checklist*, ícone destacado em vermelho, no item 2, surge informações descritivas para a anomalia trinca. Já a Figura 63 indica imagens ilustrativas, como a orientação das trincas que auxiliam no diagnóstico.

Figura 62 - Informações sobre a anomalia trinca.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 63 - Vista de imagens ilustrativas de alguns tipos de trincas e respectivas causas.




Fonte: Acervo pessoal.

Abaixo do ícone da função *instructions*, foram preenchidos alguns *issues*, onde foram inseridos os mesmos tipos de informações dos *issues* inseridos diretamente no modelo 3D, como exemplificado na Figura 56(b). O APÊNDICE D, além de mostrar o preenchimento do checklist do sistema estrutural, mostra informações adicionais para o processo de identificação e diagnóstico das manifestações patológicas associadas a este sistema construtivo.

Os *checklists* preenchidos de cada sistema foram atualizados no BIM 360 Field Web, para posterior análise. A Figura 64 indica essa listagem com simulações das inspeções. É possível realizar várias inspeções em um mesmo sistema construtivo em datas distintas. O APÊNDICE E descreve as simulações realizadas para os *checklists* apresentados nesta figura, salvos em formato *pdf* por meio da função *report*.

Figura 64 - Relação dos *checklists* dos sistemas preenchidos e visualizados no BIM 360 Field Web.

<div>  AUTODESK® BIM 360™ FIELD CT-12 ▾ Checklists </div>										
<div> + Add Edit Delete Print More Actions ▾ <input type="text" value="enter comment text"/> </div>										
	ID	Name	Company	Status	Location Path	Checklist type	Template	Author	Date Created	Date Updated
<input type="checkbox"/>	000025	Agentes de deterioração das edificações	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Agentes de deterior	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 1:08 PM	15 Oct 2017 1:08 PM
<input type="checkbox"/>	000033	Esquadrias	<not set>	Open		QA/QC	Esquadrias	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 1:01 PM	15 Oct 2017 1:08 PM
<input type="checkbox"/>	2	Esquadrias	<not set>	Open		QA/QC	Esquadrias	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:26 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	3	Forros	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Forros	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:27 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	000032	Forros	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Forros	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 1:02 PM	15 Oct 2017 1:08 PM
<input type="checkbox"/>	4	Fundações	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Fundações	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:27 PM	04 Sep 2017 2:32 PM
<input type="checkbox"/>	000031	Fundações	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Fundações	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 1:03 PM	15 Oct 2017 1:08 PM
<input type="checkbox"/>	5	Instalações Elétricas	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Instalações Elétrica	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:27 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	000035	Instalações Elétricas	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Instalações Elétrica	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 12:59 PM	15 Oct 2017 1:09 PM
<input type="checkbox"/>	000024	Instalações Elétricas	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Instalações Elétrica	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 11:18 AM	15 Oct 2017 11:47 AM
<input type="checkbox"/>	000030	Instalações Hidráulicas e de Gás	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Instalações Hidrául	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 1:04 PM	15 Oct 2017 1:08 PM
<input type="checkbox"/>	000022	Instalações Hidráulicas e de Gás	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Instalações Hidrául	eng_karine@yahoo.com.br	10 Oct 2017 3:37 PM	10 Oct 2017 3:37 PM
<input type="checkbox"/>	6	Instalações Hidráulicas e de Gás	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Instalações Hidrául	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:28 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	000023	Instalações Hidráulicas e de Gás	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Instalações Hidrául	eng_karine@yahoo.com.br	10 Oct 2017 5:57 PM	10 Oct 2017 5:57 PM
<input type="checkbox"/>	7	Pisos	<not set>	Open		QA/QC	Pisos	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:28 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	000029	Pisos	<not set>	Open		QA/QC	Pisos	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 1:05 PM	15 Oct 2017 1:08 PM
<input type="checkbox"/>	000036	Revestimentos Argamassados e Pintura	<not set>	Open		QA/QC	Revestimentos Arg	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 12:57 PM	15 Oct 2017 1:09 PM
<input type="checkbox"/>	8	Revestimentos Argamassados e Pintura	<not set>	Open		QA/QC	Revestimentos Arg	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:28 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	9	Revestimentos Cerâmicos	<not set>	Open		QA/QC	Revestimentos Ceri	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:28 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	000028	Revestimentos Cerâmicos	<not set>	Open		QA/QC	Revestimentos Ceri	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 1:05 PM	15 Oct 2017 1:08 PM
<input type="checkbox"/>	10	Sistema de vedação	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Sistema de vedaçã	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:29 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	000027	Sistema de vedação	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Sistema de vedaçã	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 1:07 PM	15 Oct 2017 1:08 PM
<input type="checkbox"/>	000037	Sistema estrutural	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Sistema estrutural	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 12:42 PM	15 Oct 2017 1:09 PM
<input type="checkbox"/>	11	Sistema estrutural	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Sistema estrutural	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:29 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	000034	Sistemas da Cobertura	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Sistemas da Cobert	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 1:00 PM	15 Oct 2017 1:09 PM
<input type="checkbox"/>	12	Sistemas da Cobertura	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Sistemas da Cobert	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:30 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	13	Sistemas de Impermeabilização	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Sistemas de Imperr	eng_karine@yahoo.com.br	04 Sep 2017 2:30 PM	04 Sep 2017 3:16 PM
<input type="checkbox"/>	000026	Sistemas de Impermeabilização	UNIVERSIDADE FE	Open		QA/QC	Sistemas de Imperr	eng_karine@yahoo.com.br	15 Oct 2017 1:07 PM	15 Oct 2017 1:08 PM

Fonte: Acervo pessoal.

5.4. RECOMENDAÇÕES PARA GESTORES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

O método proposto neste trabalho se fundamenta no emprego do *software* BIM 360 Field, como descrito nos itens anteriores. Com base no que já foi apresentado, neste item serão abordadas as principais recomendações para a aplicação do BIM na Gestão da Manutenção de Edificações.

Antes da aplicação do método, é necessário cumprir com os requisitos básicos para a sua implantação. Dentre estes, pode-se ressaltar a importância da modelagem prévia dos projetos arquitetônico e complementares da edificação, reunião de toda a documentação existente, desde especificações, memoriais descritivos, até registros/histórico das manutenções. Dessa forma, o BIM 360 Field pode atuar como o sistema de informações para organização de todos os dados da edificação.

O gestor da manutenção atua como o administrador do projeto (edificação) no BIM 360 Field. Ele recebe, registra, direciona e controla os serviços de manutenção. Recomenda-se que não somente o setor responsável pela manutenção participe deste processo. É importante que os usuários também atuem, comunicando a este setor o surgimento de algum tipo de problema patológico ou falha. O usuário pode identificar o problema e comunicar ao setor de manutenção preenchendo um formulário (*issue*) no BIM 360 Field. Um exemplo deste formulário pode ser visualizado na Figura 65, onde mostra os campos que deverão ser preenchidos pelo usuário e é automaticamente registrado no BIM 360 Field para análise do gestor.

A inspeção predial, além de atender a necessidade de inspeção periódica dos elementos construtivos conforme o plano de manutenção, também pode ser adotada para o surgimento de problemas relatados pelos usuários, onde há necessidade de manutenções de caráter corretivo. As atividades rotineiras de manutenção e operação dos elementos construtivos fazem parte da manutenção preventiva.

O setor de manutenção ao receber o formulário preenchido pelo usuário, analisa a solicitação e em seguida realiza a inspeção predial. Após análise, definição do diagnóstico do problema e do tipo de intervenção a ser adotada, verifica-se a necessidade de contratação de empresa capacitada, habilitada ou se os funcionários do setor podem realizar os serviços de reparo.

Figura 65 - Exemplo de formulário preenchido pelo usuário no surgimento de algum problema na edificação.

Fonte: Acervo pessoal.

Após a execução do reparo, é necessário o seu registro para evitar a perda de informações. Isso pode ser realizado por meio de formulários (*issues*) e tarefas (*tasks*) que podem ser interligados diretamente aos elementos/sistemas construtivos que foram cadastrados na função *equipment*. Esta função permite a cada elemento da edificação receber os formulários padronizados de inspeção (*checklist*), formulários gerais (*issues*) e as tarefas (*tasks*). Estas, podem estar associadas à inspeção predial, a algum tipo de intervenção/reparo executado no elemento ou a atividades rotineiras de manutenção. A Figura 66 exemplifica os tipos de registros que podem ser adicionados na função *equipment*.

Figura 66 - Tipos de registros da função *equipment* (*checklists*, *issues*, *tasks*, *attachments*, *comments*).

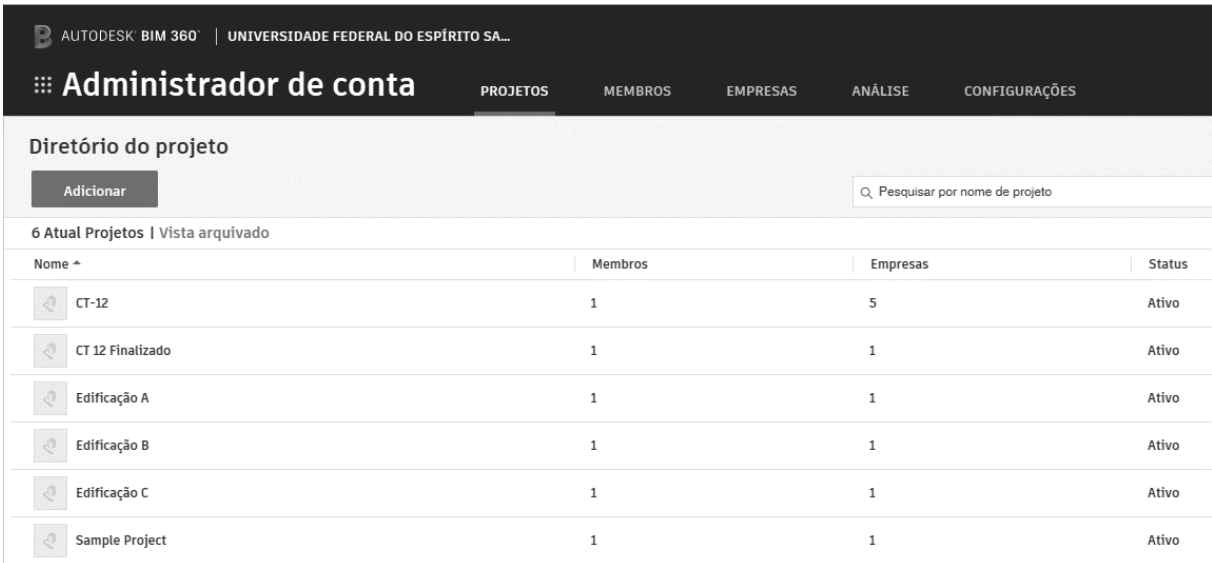
Fonte: Acervo pessoal.

O gestor da manutenção também organiza o cadastro de fornecedores e empresas terceirizadas no BIM 360 Field. Estas empresas possuem funções limitadas dentro do *software*, assim como os usuários. Os dados de serviços terceirizados, fabricantes e fornecedores de materiais podem ser registrados para o controle de serviços e custos relacionados à manutenção. É possível também anexar contratos de serviços já realizados, laudos técnicos, anotações de responsabilidade técnica (ART's), notas fiscais de materiais e componentes, cronogramas físico-financeiro, resultados de ensaios, etc.

5.5. PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Este método pode ser aplicado em um conjunto de edificações, a exemplo da Universidade Federal do Espírito Santo. A universidade possui edificações de várias idades e com áreas diversificadas. O BIM 360 Field possibilita adicionar várias edificações, cada uma como um novo projeto, na seção Administrador de Conta (Figura 67). O gestor atua como administrador da conta, por isso pode sistematizar as informações das edificações no *software*, inclusive adotar as recomendações apresentadas neste capítulo para cada edificação individualmente.

Figura 67 - Visualização de várias edificações gerenciadas pelo administrador da conta do BIM 360.



Nome	Membros	Empresas	Status
CT-12	1	5	Ativo
CT 12 Finalizado	1	1	Ativo
Edificação A	1	1	Ativo
Edificação B	1	1	Ativo
Edificação C	1	1	Ativo
Sample Project	1	1	Ativo

Fonte: Acervo pessoal.

O método proposto neste trabalho pode ser adotado na Universidade Federal do Espírito Santo de forma integrada ao método desenvolvido por Faroni (2017). A autora apresentou diretrizes e recomendações para a implantação de um sistema de Gestão de Facilidades (Gestão de Instalações) por meio da plataforma BIM para a universidade. Estas diretrizes tiveram como base a análise de uma edificação adotada como estudo de caso, o CT-12, mesma edificação adotada nesta pesquisa. Simulações de cenários e atividades cotidianas de gestão de espaços e ativos foram realizadas por meio da integração do *software* BIM Revit® com o Archibus®, *software* comercial de gestão de instalações.

Apesar de Faroni (2017) enfatizar em seu trabalho a gestão de ativos e de espaços, a autora propõe diretrizes gerais para implantação do BIM e fluxos de informações envolvendo diferentes setores da universidade. O CT-12, por exemplo, é uma edificação que faz parte de um conjunto de edificações pertencentes ao Centro Tecnológico.

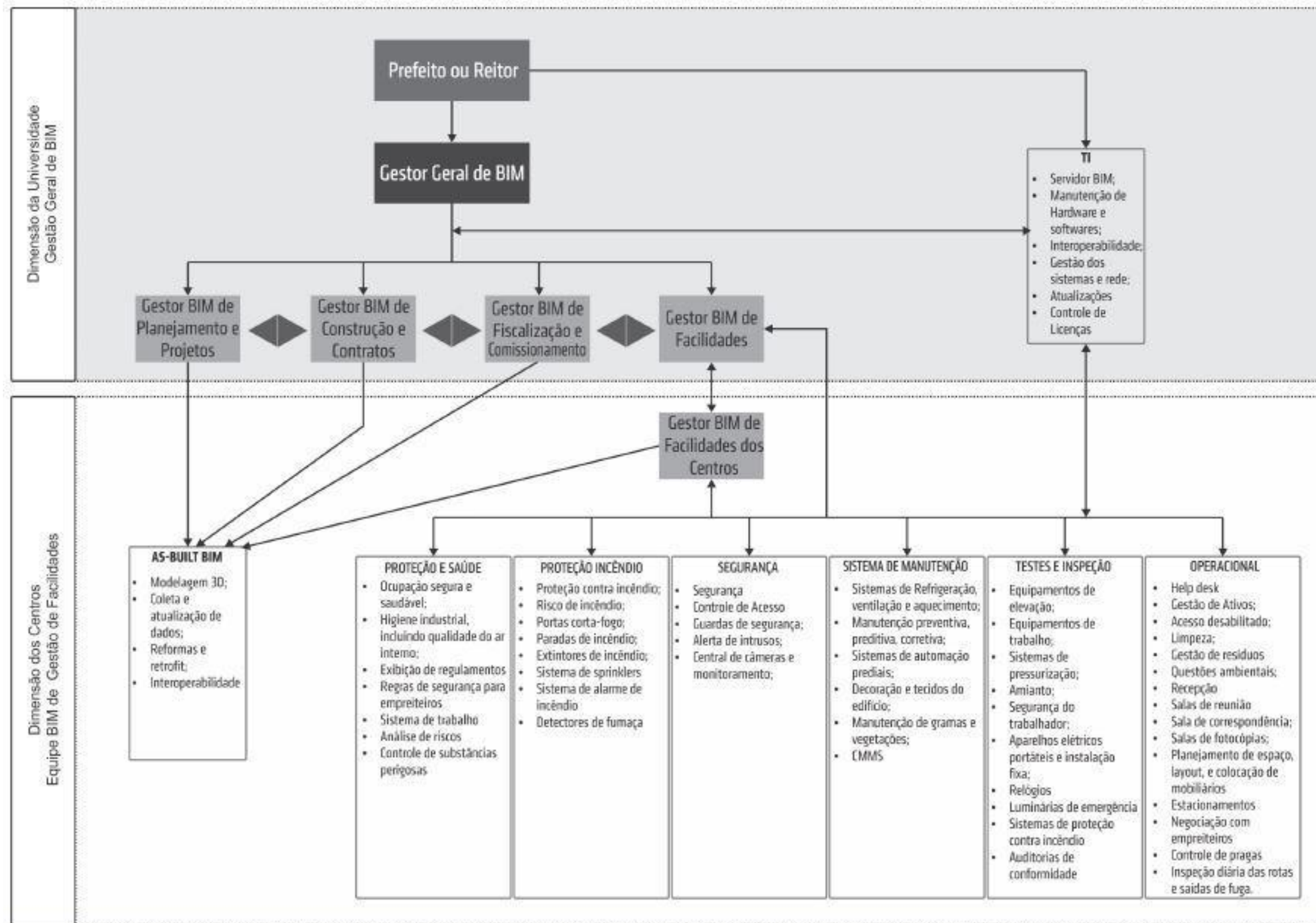
Para a implantação do BIM, Faroni (2017) propõe a criação de funções como: gestor geral de BIM, vinculado ao prefeito (Prefeitura Universitária) ou ao reitor (Reitoria), e gestores BIM vinculados a quatro áreas principais: (1) Projetos e Planejamento, (2) Construção e Contratos, (3) Fiscalização e Comissionamento e (4) Facilidades. O gestor BIM de facilidades é um gestor geral responsável pela Gestão de Instalações da universidade. A autora propõe ainda um gestor BIM de facilidades específico para cada centro. O centro corresponde a uma unidade, como por exemplo, Centro de Artes, Centro de Educação, Centro Tecnológico, etc. Este gestor coordena as seguintes atividades da Gestão de Instalações no centro: proteção à saúde, proteção a incêndio, segurança, sistemas de manutenção, testes e inspeção e operacional. Estas atividades se integram ao modelo BIM (*as-built* BIM).

A Figura 68 ilustra o fluxo de informações que podem ser adotado no processo de gestão de um centro da universidade. O método proposto neste trabalho para a Gestão da Manutenção pode ser integrado ao método de Faroni (2017) no item Sistema de Manutenção que a autora indica nesta figura. As características apresentadas na Figura 68 para o Sistema de Manutenção que se relacionam com o método proposto neste trabalho são: manutenção preventiva, preditiva, corretiva e CMMS.

Para os processos de manutenção preventiva, preditiva e corretiva, o BIM proporciona várias vantagens, tais como a disponibilidade do modelo BIM relatadas por Faroni (2017), com possibilidade de extração e análise das vistas e visualização do modelo tridimensional. Além disso, a equipe de gestão pode identificar de forma mais rápida ambientes e elementos construtivos a serem objetos de manutenção, assim como suas características e especificações técnicas, aspectos fundamentais para auxiliar processos de tomadas de decisões.

Quanto aos sistemas CMMS, o *software* BIM 360 Field, conforme abordado em itens anteriores, demonstrou várias potencialidades para aplicação como um sistema computadorizado de gestão da manutenção, uma vez que permite a integração do modelo virtual 3D com diversos tipos de documentos, especificações e informações tanto da edificação como informações relacionadas às manifestações patológicas em elementos construtivos e processos de manutenção.

Figura 68. Fluxo de informações para implantação do BIM na Universidade Federal do Espírito Santo.



Fonte: Faroni (2017, p.159)

6 CONCLUSÕES

6. CONCLUSÕES

6.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ALCANÇADOS FRENTE AOS OBJETIVOS PROPOSTOS

O método proposto neste trabalho permitiu comprovar que a Modelagem da Informação da Construção, *Building Information Modeling* (BIM), pode ser aplicada na Gestão da Manutenção de edificações com ênfase nas manifestações patológicas em elementos de construção. O *software* BIM 360 Field possibilitou a integração não somente dos modelos virtuais 3D com outros tipos de informações da edificação, como também foi possível adicionar dados e referências técnicas relacionadas ao diagnóstico e recuperação de elementos construtivos com manifestações patológicas.

As simulações e análises realizadas na edificação objeto do estudo permitiram verificar que a aplicação do método proposto proporciona os seguintes benefícios:

- Maior controle, disponibilidade, velocidade e precisão no acesso aos diferentes tipos de documentação tais como projetos, especificações e registros de manutenção. Como resultado, há a redução de tempo e trabalho gasto por toda a equipe de manutenção, durante o processo de captura/obtenção de dados, e redução de erros durante as tomadas de decisão.
- Identificação e mapeamento das manifestações patológicas e falhas diretamente no modelo virtual 3D. É possível que este mapeamento seja realizado no modelo arquitetônico ou em um modelo específico (projetos complementares).
- Integração dos modelos virtuais da edificação com planilhas e relatórios, para identificação de quais elementos construtivos necessitam de reparo/manutenção ao longo do tempo.
- Auxílio no processo de diagnóstico e definição do tipo de intervenção para elementos construtivos com danos por meio da adição de documentos técnicos na biblioteca do BIM 360 Field.
- Ausência de perda de dados durante o processo de exportação do modelo entre os *software* utilizados, pois estes foram produzidos pelo mesmo fabricante.

Os procedimentos apresentados para execução do processo de Gestão da Manutenção com auxílio do BIM 360 Field foram capazes de padronizar atividades de

manutenção, diagnóstico de manifestações patológicas e falhas, sistematização de informações e registro das mesmas. Para sua aplicação, é importante avaliar as características da edificação onde o método será aplicado e se existe mais alguma necessidade específica para ser atendida.

6.2. BARREIRAS A SEREM ULTRAPASSADAS PARA IMPLANTAÇÃO DO BIM NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Dentre as limitações, destaca-se que o emprego do BIM em edificações existentes ainda é restrito, devido a aspectos relacionados com o custo para aquisição dos *software* BIM e necessidade de treinamento da equipe. Além disso, a adoção do método na Gestão da Manutenção de edificações existentes pode ser dificultada pela ausência de projetos, de especificações técnicas dos materiais construtivos e do histórico das manutenções realizadas, conforme abordado na revisão de literatura.

Por este motivo, o processo de implantação do BIM em edificações existentes, além de ser um processo longo, requer uma equipe capacitada para o processo de modelagem e integração dessas informações no modelo. Estes aspectos também podem dificultar a implantação do método em universidades e outras instituições, já que é necessário um tempo para o processo de modelagem, além da necessidade de treinamento e capacitação da equipe responsável pela Gestão da Manutenção.

Outra questão a ser considerada é que a implantação do método requer uma mudança em vários processos da gestão. Antes do emprego de *software* BIM, é necessária uma mudança na forma como a manutenção é realizada, pois geralmente ocorre o predomínio de ações corretivas em detrimento de ações preventivas.

Após a superação dessas barreiras é possível comprovar as melhorias na Gestão da Manutenção com o emprego do método apresentado neste trabalho. Como consequência, pode-se observar o aumento do desempenho dos sistemas construtivos, redução de desgastes naturais, prevenção de processos prematuros de degradação e prolongamento da vida útil da edificação, além da redução de custos e despesas em geral.

6.3. PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de estudos para avaliar a integração dos *software* BIM 360 Field e BIM 360 Ops, para o plano de manutenção preventiva e análise das manutenções corretivas. Outro aspecto que também pode ser analisado é o emprego de etiquetas contendo o código de barras em cada elemento construtivo sujeito a manutenção, para facilitar o acesso e localização das informações de construção, manutenção e operação destes elementos. Uma ferramenta disponibilizada pelo BIM 360 Field.

Outro aspecto que pode ser desenvolvido em futuros trabalhos é a aplicação deste método de forma integrada com orçamento, levantamento de custos e prazos das intervenções a serem realizadas em elementos construtivos com danos. Além disso, recomenda-se a aplicação do método em um conjunto de edificações gerenciadas por um setor de manutenção integrado com a Gestão de Instalações, como por exemplo, a Universidade Federal do Espírito Santo. Neste caso, o método pode ser aplicado nas diversas edificações que compõem um centro para analisar as potencialidades e possíveis dificuldades encontradas no processo de implantação.

7 REFERÊNCIAS

7 REFERÊNCIAS

ALWAN, Zaid. **BIM performance framework for the maintenance and refurbishment of housing stock**. Structural Survey, [s.l.], v. 34, n. 3, p.242-255, 11 jul. 2016.

ANIL, Engin Burak *et al.* **Deviation analysis method for the assessment of the quality of the as-is Building Information Models generated from point cloud data**. Automation In Construction, [s.l.], v. 35, p.507-516, nov. 2013.

ARAÚJO, Thiago Thielmann de. **Diretrizes para estruturação de um Sistema de Gestão da Manutenção para Unidades de Atenção Primária à Saúde**. 2012. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/ambienteconstruido/files/2013/02/Thiago-T-Araujo-Dissertacao-V179-completa-enviada.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

ASMI, Emira El et al. **A standardized approach to BIM and energy simulation connection**. International Journal Of Design Sciences And Technology, Paris, v. 21, n. 1, p.59-82, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de Edificações** - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012. 31 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações habitacionais — Desempenho**. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 71p.

AUTODESK. **Revit – Built for BIM**. What does Revit do? 2017a. Disponível em: <<http://www.autodesk.com/products/revit-family/overview>>. Acesso em 15 mar. 2017.

AUTODESK. **About Revit**. 2017b. Disponível em: <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/Revit-GetStarted/files/GUID-D8835F8E-1330-4DBC-8A55-AF5941056C58-htm.html>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

AUTODESK. **Autodesk BIM 360**. 2017c. Disponível em: <<https://bim360.autodesk.com/>>. Acesso em: 15 set. 2017.

AUTODESK. **BIM Collaboration Software for Constructability Reviews**. 2017d. Disponível em: < <https://info.bim360.autodesk.com/bim-360-glue>>. Acesso em: 15 set. 2017.

AUTODESK. **Construction Software for Quality Control and Daily Reports**. 2017e. Disponível em: < <https://info.bim360.autodesk.com/bim-360-field>>. Acesso em: 15 set. 2017.

BAIK, A.; YAAGOUBI, R.; BOEHM, J. **Integration of Jeddah Historical BIM and 3D GIS for Documentation and Restoration of Historical Monument**. ISPRS - International Archives Of The Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences, [s.l.], v. -5/7, p.29-34, 11 ago. 2015.

BECERIK-GERBER, Burcin *et al.* **Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management**. Journal Of Construction Engineering And Management, [s.l.], v. 138, n. 3, p.431-442, mar. 2012.

BIAGINI, Carlo *et al.* **Towards the BIM implementation for historical building restoration sites**. Automation In Construction, [s.l.], v. 71, p.74-86, nov. 2016.

BORTOLINI, R.; FORCADA, N.; MACARULLA, M. **BIM for the integration of Building Maintenance Management: A case study of a university campus**. 11th European Conference On Product & Process Modelling, Limassol, Cyprus, p.1-9, set. 2016.

CARLINO, Alex Elias. **Melhorias dos processos de manutenção em prédios públicos**. 2012. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4674/4472.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

CHO, Yong K.; HAM, Youngjib; GOLPAVAR-FARD, Mani. **3D as-is building energy modeling and diagnostics: A review of the state-of-the-art**. Advanced Engineering Informatics, [s.l.], v. 29, n. 2, p.184-195, abr. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2015.03.004>.

COSTA, Sara P. F. Santos da. **Proposta de modelo de gestão da manutenção dos elementos construtivos de centros comerciais**. 2014. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2014. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/71568>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

CZMOCH, Ireneusz; PęKALA, Adam. **Traditional Design versus BIM Based Design**. Procedia Engineering, [s.l.], v. 91, p.210-215, 2014.

DIBLEY, M.j. *et al.* **Towards intelligent agent based software for building related decision support**. Advanced Engineering Informatics, [s.l.], v. 25, n. 2, p.311-329, abr. 2011.

DUKIĆ, Dijana; TRIVUNIĆ, Milan; STARČEV-ĆURČIN, Anka. **Computer-aided building maintenance with “BASE-FM” program**. Automation In Construction, [s.l.], v. 30, p.57-69, mar. 2013.

EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p. Tradução de: Cervantes G. Ayres Filho.

FARONI, M. C. C. **BIM nos processos de Gestão de Facilidades em uma universidade: estudo de caso e diretrizes preliminares.** 2017. 214f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

FALORCA, J.; RODRIGUES, C.; SILVA, M. da; **A Utilidade das aplicações informáticas na gestão da manutenção de edifícios.** 2º Forum Internacional de Gestão da Construção – GESCON 2011: Sistemas de Informação na Construção. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 27 e 28 de Outubro. 2011. Portugal.

FONTES, Alexandre Daniel Ribeiro. **Proposta de Sistema de Gestão da Manutenção de edifícios suportado por ferramentas BIM** - estudo de caso. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2014. Disponível em: <[https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=Proposta_de_Sistema_de_Gestão_da_Manutenção_de_Edifícios_Suportado_por_Ferramentas_BIM_-_Estudo_de_Caso](https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=Proposta_de_Sistema_de_Gest%C3%A3o_da_Manuten%C3%A7%C3%A3o_de_Edif%C3%ADcios_Suportado_por_Ferramentas_BIM_-_Estudo_de_Caso)>. Acesso em: 13 mar. 2017.

GENERAL SERVICES ADMINISTRATION. **GSA BIM Guide for Facility Management.** Washington, EUA : Gsa, 2011. Disponível em: <https://www.gsa.gov/largedocs/BIM_Guide_Series_Facility_Management.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2017.

GIUNTA, Giuseppe G.; PAOLA, Eleonora di; CASTIGLIONE, Benigno Morlin Visconti. **Innovative 3D information system for the restoration and preventive maintenance plan of the Milan Cathedral.** Proceedings Of Spie: 10th Inter. Sym. Remote Sensing, [s.l.], v. 1, n. 5239, p.5239-5244, 8-12 set. 2003.

GROETELAARS, N. J. **Criação de modelos BIM a partir de nuvem de pontos:** Estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica. 2015. 372 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: <<http://www.ppgau.ufba.br/node/1711>>. Acesso em: 10 set. 2016.

GRUSSING, M. N.; MARRANO, L. R. **Building Component Lifecycle Repair/Replacement Model for Institutional Facility Management.** In: International Workshop on Computing in Civil Engineering, 2007, Pittsburgh, USA. Proceedings. Pittsburgh: ASCE, 2012. p. 550 - 557.

GU, Ning; LONDON, Kerry. **Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry.** Automation In Construction, [s.l.], v. 19, n. 8, p.988-999, dez. 2010.

HAMID, A. H. A.; OTHMAN, M. H. **Relationship between Quality of Building Maintenance System and Occupant Satisfaction for Office Buildings.** Matec Web Of Conferences, [s.l.], v. 10, p.1-6, 2014.

HAMZAH, Noraini *et al.* **A CMMS Expert using BIM for IBS Building Maintenance.** Matec Web Of Conferences, [s.l.], v. 66, p.1-10, 2016.

HAO, Qi *et al.* **A Decision Support System for Integrating Corrective Maintenance, Preventive Maintenance, and Condition-Based Maintenance.** In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2010, Banff, Canadá. Conference Information. Banff: Asce, 2012. p. 470 - 479.

HICHRI, N. *et al.* **Review of the as-built BIM approaches.** International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. XL-5/W1, p. 107-112, 2013.

HORNER, R. M. W.; EL-HARAM, M. A.; MUNNS, A. K. **Building maintenance strategy: a new management approach.** Journal Of Quality In Maintenance Engineering, [s.l.], v. 3, n. 4, p.273-280, dez. 1997.

ILTER, Deniz; ERGEN, Esin. **BIM for building refurbishment and maintenance: current status and research directions.** Structural Survey, [s.l.], v. 33, n. 3, p.228-256, 13 jul. 2015.

INTERNATIONAL FACILITY MANAGEMENT ASSOCIATION – IFMA. **Facility Management 1.** Disponível em: <<http://community.ifma.org/fmpedia/w/fmpedia/facility-management-1>> Acesso em: 13 dez. 2016.

KASSEM, Mohamad *et al.* **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, 6 jul. 2015.

KIM, Karam; YU, Jungho. **Improvement of Facility Condition Assessment Processes Using BIM Data.** Construction Research Congress 2016, [s.l.], p.2432-2442, 24 maio 2016.

KRYGIEL, E.; NIES, B. **Successful sustainable design with Building Information Modeling.** Indianapolis: Wiley Publishing, Inc, 2008. 241 p.

LEITE, Cláudia Luísa Araújo. **Estrutura de um plano de manutenção de edifícios habitacionais.** 2009. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2009. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58591/1/000137039.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

LICHTENSTEIN, Norberto B. **Patologia das Construções. Boletim técnico – 06/86.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

LIN, Yu-cheng *et al.* **Development of BIM Execution Plan for BIM Model Management during the Pre-Operation Phase: A Case Study.** Buildings, [s.l.], v. 6, n. 1, p.1-14, 17 fev. 2016.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM.** 2013. 325 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de

Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MOTAMEDI, Ali; HAMMAD, Amin; ASEN, Yoosef. **Knowledge-assisted BIM-based visual analytics for failure root cause detection in facilities management.** Automation In Construction, [s.l.], v. 43, p.73-83, jul. 2014.

MOTAWA, Ibrahim; ALMARSHAD, Abdulkareem. **Case-based reasoning and BIM systems for asset management.** Built Environment Project And Asset Management, [s.l.], v. 5, n. 3, p.233-247, 6 jul. 2015.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES BUILDINGSMART ALLIANCE - BuildingSMART. **National BIM Standard** – United States ® Version 3, 2015. Disponível em: < https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US_V3_4.2_COBie.pdf >. Acesso em 10 set. 2016.

NEELAMKAVIL, Joseph. **Condition-Based Maintenance in Facilities Management.** Computing In Civil Engineering (2011), [s.l.], p.33-40, 16 jun. 2011.

PAULO, P. *et al.* **BuildingsLife – The use of genetic algorithms for maintenance plan optimization.** Journal Of Cleaner Production, [s.l.], v. 121, p.84-98, mai. 2016.

PÄRN, E. A.; EDWARDS, D. J.; SING, M. C. P. **The Building Information Modelling trajectory in facilities management: A review.** Automation In Construction, [s.l.], v. 75, p.45-55, mar. 2017.

SAMPAIO, A.Z.; SIMÕES, D. **Maintenance of Buildings Using BIM Methodology.** The Open Construction and Building Technology Journal, v.8, p. 337-342, 2014.

SHALABI, Firas; TURKAN, Yelda. **IFC BIM-Based Facility Management Approach to Optimize Data Collection for Corrective Maintenance.** Journal Of Performance Of Constructed Facilities, [s.l.], v. 31, n. 1, p.1-13, fev. 2017.

SHEN, Weiming; HAO, Qi; XUE, Yunjiao. **A loosely coupled system integration approach for decision support in facility management and maintenance.** Automation In Construction, [s.l.], v. 25, p.41-48, ago. 2012.

SHI, Yangming *et al.* **A Multiuser Shared Virtual Environment for Facility Management.** Procedia Engineering, [s.l.], v. 145, p.120-127, 2016.

SILVA, J. A. R. Mendes; FALORCA, Jorge. **A model plan for buildings maintenance with application in the performance analysis of a composite facade cover.** Construction And Building Materials, [s.l.], v. 23, n. 10, p.3248-3257, out. 2009.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO; SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual do Proprietário - Uso, operação e manutenção do imóvel, termo de garantia e programa de manutenção.** São Paulo, 2013, p. 93.

SOARES, Joel D. R. T. **A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático**. 2013. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Gestão da Construção, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2013. Disponível em: <http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4715/1/DM_JoelSoares_2013_MEC.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2017.

STEEL, Jim; DROGEMULLER, Robin; TOTH, Bianca. **Model interoperability in building information modelling**. *Software & Systems Modeling*, [s.l.], v. 11, n. 1, p.99-109, 7 out. 2010.

TEICHOLZ, Paulo. **Introduction**. In: INTERNATIONAL FACILITY MANAGEMENT ASSOCIATION (Estados Unidos) (Ed.). *BIM for facility managers*. Hoboken: John Wiley And Sons, 2013. Cap. 1, p.1-15.

THABET, W.; LUCAS, J.; JOHNSTON, S. **A Case Study for Improving BIM-FM Handover for a Large Educational Institution**. *Construction Research Congress*, p. 2177-2186, 2016.

TRETTEN, Phillip; KARIM, Ramin. **Enhancing the usability of maintenance data management systems**. *Journal Of Quality In Maintenance Engineering*, [s.l.], v. 20, n. 3, p.290-303, 5 ago. 2014.

VOLK, Rebekka; STENGEL, Julian; SCHULTMANN, Frank. **Building Information Modeling (BIM) for existing buildings** — Literature review and future needs. *Automation In Construction*, [s.l.], v. 38, p.109-127, mar. 2014.

WANG, Ying *et al.* **Engagement of Facilities Management in Design Stage through BIM: Framework and a Case Study**. *Advances In Civil Engineering*, [s.l.], v. 2013, p.1-8, 2013.

WANG, Chao; CHO, Yong K.; KIM, Changwan. **Automatic BIM component extraction from point clouds of existing buildings for sustainability applications**. *Automation In Construction*, [s.l.], v. 56, p.1-13, ago. 2015.

ZAWAWI, E. M. A. *et al.* **A Conceptual Framework for Describing CSF of Building Maintenance Management**. *Procedia Engineering*, [s.l.], v. 20, p.110-117, 2011.

**APÊNDICE A - LISTA DE
RECURSOS/ELEMENTOS
CONSTRUTIVOS
(*EQUIPMENTS*)**

LISTA DE RECURSOS/ ELEMENTOS CONSTRUTIVOS (EQUIPMENTS)

Type	Description	Prazo de Garantia - Fabricante	Prazo de Garantia - No ato da entrega	Prazo de Garantia - 6 meses	Prazo de Garantia - 1 ano	Prazo de Garantia - 2 anos	Prazo de Garantia - 3 anos	Prazo de Garantia - 5 anos
Argamassa/gesso liso	argamassa ou gesso liso				problemas de vedação e funcionamento			Má aderência do revestimento e dos componentes do sistema
Azulejo/cerâmica/pastilha			quebrados, trincados, riscados, manchados ou com tonalidade diferente			soltos, gretados ou desgaste excessivo que não por mau uso		
Borrachas, escovas, articulações, fechos e roldanas						problemas com a instalação ou com o desempenho do material		
Coletores	material	mau desempenho do material						
Coletores	serviços				problemas com a instalação			
Colunas de água fria, Colunas de água quente, tubos de queda de esgoto	serviços				problemas com a instalação			Danos causados devido à movimentação ou acomodação da estrutura
Colunas de água fria, Colunas de água quente, tubos de queda de esgoto	material	mau desempenho do material						
Contrapiso	revestimento final - contrapiso		superfícies irregulares	falhas no caimento ou nivelamento inadequado		destacamento		
Esquadrias de ferro	janelas		amassadas, riscadas ou manchadas		má fixação, oxidação ou mau desempenho do material			
Externa	pintura fachada e paredes externas		sujeira ou mal acabamento		empolamento, descascamento, esfarelamento, alteração de cor ou deterioração de acabamento			
Fios, cabos e tubulação	serviços				problemas com a instalação			
Fios, cabos e tubulação	material	mau desempenho do material						
Gesso	forros de gesso		quebrados, trincados ou manchados		fissuras por acomodação dos elementos estruturais e de vedação			
Impermeabilização	Tratamento dado em partes e/ou componentes da edificação para garantir estanqueidade da mesma impedindo a infiltração de água.							problemas que comprometem a solidez e o desempenho técnico
Interna	pintura paredes internas		sujeira ou mal acabamento		empolamento, descascamento, esfarelamento, alteração de cor ou deterioração de acabamento			
Louças, Caixa de descarga, bancadas	sanitários - serviços				problemas com a instalação			
Louças, Caixa de descarga, bancadas	sanitários - material	mau desempenho do material	quebrados, trincados, riscados, manchados ou entupidos					
Metais sanitários/sifões/flexíveis/válvulas/ralos	material	mau desempenho do material	Quebrados, trincados, manchados, entupidos ou riscados.					
Metais sanitários/sifões/flexíveis/válvulas/ralos	sanitários - serviços				problemas com a vedação			

Paredes externas/ fachadas	revestimentos no exterior da edificação						Infiltração decorrente do mau desempenho do revestimento externo da fachada (ex: fissuras que possam vir a gerar infiltração)	problemas com a integridade do material
Paredes internas	revestimentos no interior da edificação				Fissuras perceptíveis a uma distância superior a 1 metro			
Partes móveis - inclusive recolhedores de palhetas, motores e conjuntos elétricos de acionamento					problemas de vedação e funcionamento			
Pedras naturais (marmore, granito e outros)	revestimentos em pedras naturais					soltos ou desgaste excessivo que não por mau uso		
Perfis de alumínio, fixadores e revestimentos em painel de alumínio			Amassados, riscados ou manchados					problemas com a integridade do material
Ramais	tubulação derivada da coluna de distribuição destinada a alimentar subramais	mau desempenho do material						
Ramais					Problemas com as instalações embutidas e vedação.			
Rejuntamento	rejunte		falhas ou manchas		falhas na aderência			
Solidez/segurança da edificação	fundações e sistema estrutural							problemas em peças estruturais (lajes, vigas, pilares, estruturas de fundação, contenções e arrimos) e em vedações (paredes de alvenaria, dry-wall e painéis pré-moldados) que possam comprometer a solidez e segurança da edificação.
Tomadas, interruptores e disjuntores	em toda a edificação	mal desempenho do material e isolamento térmico	espelhos danificados ou mal colocados					
Tomadas, interruptores e disjuntores	serviços				problemas com a instalação			
Vidros	esquadrias e elementos em vidro		quebrados, trincados ou riscados		má fixação			

APÊNDICE B - LISTA DE TAREFAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

CT-12		Task Details	
		ID 000001	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	10 Oct 2017 5:54 PM	Scheduled For	12 Oct 2017 9:00 AM
Name	Instalações Hidráulicas/Louças/Metals	Status	New
Description	Verificar os ralos e sifões das louças, tanques e pias.	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			
Instalações Hidráulicas e de Gás			

CT-12		Task Details	
		ID 000002	

Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289

Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
---------------------	----------------------------------	-----------------------	--

Date Created	11 Oct 2017 6:00 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
--------------	---------------------	---------------	---------------------

Name	Instalações Hidráulicas/Louças/Metais	Status	New
------	---------------------------------------	--------	-----

Description	Types		
Verificar o diafragma da torre de entrada e a comporta do mecanismo de caixa acoplada.	Task: Manutenção Preventiva		
Locations	Location Detail		

Attached Checklists

CT-12		Task Details	
		ID 000003	

Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289

Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
---------------------	----------------------------------	-----------------------	--

Date Created	11 Oct 2017 6:01 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
--------------	---------------------	---------------	---------------------

Name	Instalações hidráulicas/Louças/Metais	Status	New
------	---------------------------------------	--------	-----

Description	Types		
Verificar gaxeta, anéis o'ring e estanqueidade dos registros de gaveta e dos registros de esfera.	Task: Manutenção Preventiva		
Locations	Location Detail		

Attached Checklists

CT-12		Task Details	
		ID 000004	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:03 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Instalações Hidráulicas/Louças/Metals	Status	New
Description	Verificar estanqueidade da válvula de descarga, torneira automática e torneira eletrônica	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000005	

Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289

Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
---------------------	----------------------------------	-----------------------	--

Date Created	11 Oct 2017 6:04 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
--------------	---------------------	---------------	---------------------

Name	Instalações Hidráulicas/Louças/Metals	Status	New
------	---------------------------------------	--------	-----

Description Verificar anéis o'ring dos registros de pressão, misturador de lavatório de bidê.	Types Task: Manutenção Preventiva
Locations	Location Detail

Attached Checklists

CT-12		Task Details	
		ID 000006	

Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289

Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
---------------------	----------------------------------	-----------------------	--

Date Created	11 Oct 2017 6:05 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
--------------	---------------------	---------------	---------------------

Name	Instalações Hidráulicas/Louças/Metals	Status	New
------	---------------------------------------	--------	-----

Description Trocar os vedantes (courinhos) das terneiras, misturadores de lavatório e de bidê e registros de pressão.	Types Task: Manutenção Preventiva
Locations	Location Detail

Attached Checklists

CT-12		Task Details	
		ID 000007	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	Terceirizada Habilitada	Resp. Company Phone #	<not set>
Date Created	11 Oct 2017 6:06 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Estruturas/paredes	Status	New
Description	Repintar paredes internas	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000008	

Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289

Responsible Company	Terceirizada Habilitada	Resp. Company Phone #	<not set>
---------------------	-------------------------	-----------------------	-----------

Date Created	11 Oct 2017 6:07 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
--------------	---------------------	---------------	---------------------

Name	Estruturas/paredes	Status	New
------	--------------------	--------	-----

Description Repintar fachada da edificação	Types Task: Manutenção Preventiva
Locations Pavimento térreo Primeiro Pavimento	Location Detail

Attached Checklists

CT-12		Task Details	
ID 000009			
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:08 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Esquadrias de alumínio	Status	New
Description	Regulagem do freio	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000010	

Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289

Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
---------------------	----------------------------------	-----------------------	--

Date Created	11 Oct 2017 6:09 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
--------------	---------------------	---------------	---------------------

Name	Instalação Elétrica - Quadro de Distribuição de Circuitos	Status	New
Description	Reapertar todas as conexões	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	

Attached Checklists	
---------------------	--

CT-12		Task Details	
ID 000011			
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:09 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Esquadrias de alumínio	Status	New
Description	Reapertar parafusos aparentes dos fechos	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
ID 000012			
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:11 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Instalação Elétrica - Tomadas, Interruptores e Pontos de Luz.	Status	New
Description	Reapertar conexões e verificar estado dos contatos elétricos, substituindo as peças que apresentem desgaste	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000013	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:14 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Cobertura	Status	New
Description	Realizar inspeção da cobertura a cada 2 anos.	Types	Task: Inspect Work
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000014	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:15 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Instalações Hidráulicas e de Gás	Status	New
Description	Realizar inspeção a cada 5 anos.		
Locations	Types Task: Inspect Work		
		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
ID 000015			
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:16 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Revestimentos e vedação	Status	New
Description	Realizar a inspeção periódica a cada 5 anos.		
Locations	Types Task: Inspect Work		
Location Detail			
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000016	

Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289

Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
---------------------	----------------------------------	-----------------------	--

Date Created	11 Oct 2017 6:19 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
--------------	---------------------	---------------	---------------------

Name	Esquadrias de Alumínio	Status	New
------	------------------------	--------	-----

Description	Types		
Limpeza geral da esquadria.	Task: Manutenção Preventiva		
Locations	Location Detail		

Attached Checklists			
---------------------	--	--	--

CT-12		Task Details	
		ID 000017	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:21 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Esquadrias de Alumínio	Status	New
Description	Limpeza dos orifícios dos trilhos inferiores.	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
ID 000018			
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:22 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Esquadria de Alumínio	Status	New
Description	Limpeza da persiana de enrolar.		
Locations	Types Task: Manutenção Preventiva		
Location Detail			
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000019	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:22 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Instalações Hidráulicas/Louças/Metals	Status	New
Description	Limpar os aeradores (bicos removíveis).	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000020	

Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289

Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
---------------------	----------------------------------	-----------------------	--

Date Created	11 Oct 2017 6:23 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
--------------	---------------------	---------------	---------------------

Name	Instalações Hidráulicas/Louças/Metals	Status	New
------	---------------------------------------	--------	-----

Description Limpar o crivo do chuveiro.	Types Task: Manutenção Preventiva
Locations	Location Detail

Attached Checklists

CT-12		Task Details	
		ID 000021	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:24 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Instalações Hidráulicas/Louças/Metais	Status	New
Description	Limpar e verificar regulagem do mecanismo de descarga.	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000022	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:25 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Impermeabilização	Status	New
Description	Inspecionar os rejuntamentos dos pisos cerâmicos, ralos e peças sanitárias	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000023	

Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289

Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
---------------------	----------------------------------	-----------------------	--

Date Created	11 Oct 2017 6:26 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
--------------	---------------------	---------------	---------------------

Name	Estruturas e paredes	Status	New
------	----------------------	--------	-----

Description	Inspeccionar no ato da entrega e após 3 anos.	Types	Task: Inspect Work
-------------	---	-------	--------------------

Locations	Location Detail
-----------	-----------------

Attached Checklists	Sistema estrutural
---------------------	--------------------

CT-12		Task Details	
		ID 000024	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:27 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Instalações Elétricas	Status	New
Description	Inspeccionar a cada 5 anos.	Types	Task: Inspect Work
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

CT-12		Task Details	
		ID 000025	
Author	Karine Santos	Assigned To	Karine Santos
Author's Email	eng_karine@yahoo.com.br	Assigned Email	eng_karine@yahoo.com.br
Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Assigned Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Author's Phone #	5527999884289	Assignee Phone #	5527999884289
Responsible Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO	Resp. Company Phone #	
Date Created	11 Oct 2017 6:28 PM	Scheduled For	13 Oct 2017 9:00 AM
Name	Instalação Elétrica - Quadro de Distribuição de Circuitos	Status	New
Description	Desligar e religar os disjuntores diferenciais do quadro elétrico.	Types	Task: Manutenção Preventiva
Locations		Location Detail	
Attached Checklists			

APÊNDICE C - FORMULÁRIOS (*ISSUES*) RESULTANTES DA ADIÇÃO DE *PINS*

CT-12		Issue Details ID 000049	
Company	<not set>	Status	Open
Type	Issue	Due Date	05 Sep 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	04 Sep 2017 10:43 AM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas na manutenção
Description Furos no forro de gesso			
Location Primeiro Pavimento			
Location Detail Forro do primeiro pavimento, Vista da área externa			

Additional Properties for ID 000049

Unit	unidades
Priority	Medium
Root cause	Falhas na manutenção
Spec reference	Division 09 Finishes
Quantity	5.0000

Attached Images for ID 000049



2017-09-04 10:43:35



2017-09-04 10:43:47

CT-12		Issue Details ID 000052	
Company	<not set>	Status	Open
Type	Issue	Due Date	05 Sep 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	04 Sep 2017 10:59 AM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas de execução/
Description Trinca longitudinal na fachada			
Location	Primeiro Pavimento		
Location Detail	Vista da fachada externa		

Additional Properties for ID 000052

Priority Medium

Root cause Falhas de execução/ vícios construtivos

Attached Images for ID 000052



2017-09-04 10:59:31

CT-12		Issue Details ID 000050	
Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO	Status	Open
Type	Issue	Due Date	05 Sep 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	04 Sep 2017 10:51 AM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas de execução/
Description Rachadura longitudinal ao longo do piso da circulação			
Location	Pavimento térreo		
Location Detail	Circulação		
Equipment Name	Contrapiso		
Equipment Barcode			

Additional Properties for ID 000050

Unit	m
Priority	Medium
Root cause	Falhas de execução/ vícios construtivos
Spec reference	Division 03 Concrete
Tags	Causa provável - recalque de fundações. Verificar presença de som cavo no local.
Quantity	Medida utilizada: comprimento da rachadura 10.0000

Attached Images for ID 000050



2017-09-04 10:51:48



2017-11-07 14:24:40

CT-12		Issue Details ID 000051	
Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO	Status	Open
Type	Issue	Due Date	05 Sep 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	04 Sep 2017 10:55 AM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas de execução/
Description Rachaduras, eflorescências e deslocamento do revestimento			
Location	Hall		
Location Detail	Pilar de entrada		

Additional Properties for ID 000051

Priority	Medium
Root cause	Falhas de execução/ vícios construtivos
Tags	Análise das causas: infiltração de água, ausência de impermeabilização e de estanqueidade do revestimento cerâmico.

Attached Images for ID 000051



2017-09-04 10:55:22



2017-09-04 10:56:01



2017-11-07 14:31:28

CT-12		Issue Details ID 000054	
Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO	Status	Open
Type	Issue	Due Date	05 Sep 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	04 Sep 2017 11:02 AM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas de
Description Abaulamento de piso			
Location	Área Externa		
Location Detail	passeio da fachada da edificação		

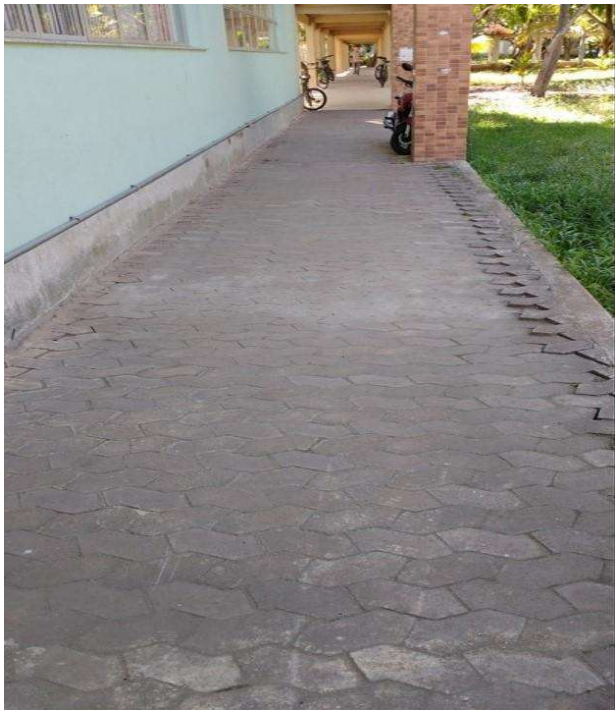
Additional Properties for ID 000054

Unit	m²
Priority	Medium
Root cause	Falhas de planejamento/ projeto
Spec reference	Division 03 Concrete
Quantity	10.0000

Attached Images for ID 000054



2017-11-07 14:06:52



2017-11-07 14:06:59

CT-12		Issue Details ID 000055	
Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO	Status	Open
Type	Issue	Due Date	05 Sep 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	04 Sep 2017 11:06 AM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas de
Description Rachadura proxima a porta			
Location	Primeiro Pavimento		
Location Detail	Porta da sala 9		

Additional Properties for ID 000055

Unit	cm
Priority	Medium
Root cause	Falhas de planejamento/ projeto
Spec reference	Division 04 Masonry
Tags	quantidade - extensão do dano Rachadura atravessa a parede de um lado a outro
Quantity	30.0000

Attached Images for ID 000055



2017-11-07 14:21:20

2017-11-07 14:21:27

CT-12		Issue Details ID 000056	
Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO	Status	Open
Type	Issue	Due Date	05 Sep 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	04 Sep 2017 11:07 AM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas de execução/
Description Rachadura inclinada			
Location Pavimento térreo			
Location Detail Biblioteca			
Equipment Name Contrapiso			
Equipment Barcode			

Additional Properties for ID 000056

Unit	m
Priority	Medium
Root cause	Falhas de execução/ vícios construtivos
Spec reference	Division 04 Masonry
Tags	Fissuras observadas em ambos os lados da parede. Causa provável: recalque das fundações, proximas ao abaulamento de piso na fachada (área externa -issue 54).
Quantity	1.0000

Attached Images for ID 000056



2017-11-07 14:15:30

2017-11-07 14:15:37



2017-11-07 14:15:46

CT-12		Issue Details ID 000057	
Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO	Status	Open
Type	Issue	Due Date	05 Sep 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	04 Sep 2017 11:12 AM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas na manutenção
Description Furo e deslocamento no revestimento			
Location	Pavimento térreo		
Location Detail	Área externa		

Additional Properties for ID 000057

Unit	un
Priority	Medium
Root cause	Falhas na manutenção
Spec reference	Division 04 Masonry
Quantity	1.0000

Attached Images for ID 000057



2017-09-04 11:12:26

CT-12		Issue Details ID 000071	
Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO	Status	Open
Type	QA/QC	Due Date	26 Oct 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	25 Oct 2017 1:42 PM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas de execução/
Description Rachadura ao redor dos pilares metálicos de sustentação da escada metálica.			
Location	Área Externa		
Location Detail	lateral esquerda da edificação		

Additional Properties for ID 000071

Priority	Medium
Root cause	Falhas de execução/ vícios construtivos
Tags	Análise das causas: recalque do contrapiso abaixo dos pilares metálicos.

Attached Images for ID 000071



2017-11-07 14:38:33



2017-11-07 14:38:40



2017-11-07 14:38:48



2017-11-07 14:38:56

CT-12		Issue Details ID 000072	
Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO	Status	Open
Type	Issue	Due Date	08 Nov 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	07 Nov 2017 1:46 PM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas na manutenção
Description Corrosão de escada metálica			
Location	Área Externa		
Location Detail	lateral esquerda da edificação		

Additional Properties for ID 000072

Unit	un
Priority	High
Root cause	Falhas na manutenção
Spec reference	Division 05 Metals
Tags	Manchas de ferrugem nos dois patamares da escada e nos degraus. Ausência de manutenção - pintura de proteção anticorrosiva.
Quantity	1.0000

Attached Images for ID 000072



2017-11-07 14:27:25



2017-11-07 14:27:35



2017-11-07 14:27:43



2017-11-07 14:28:03

CT-12		Issue Details ID 000074	
Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO	Status	Open
Type	Issue	Due Date	08 Nov 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	07 Nov 2017 1:52 PM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas de execução/
Description Abaulamento de piso no passeio da lateral esquerda			
Location	Área Externa		
Location Detail	próximo à escada metálica		

Additional Properties for ID 000074

Priority	Medium
Root cause	Falhas de execução/ vícios construtivos
Tags	Causa provável: recalque do contrapiso.

Attached Images for ID 000074



2017-11-07 14:34:19



2017-11-07 14:34:28



2017-11-07 14:34:36



2017-11-07 14:34:44

CT-12		Issue Details ID 000075	
Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO	Status	Open
Type	Issue	Due Date	08 Nov 2017 12:00 AM
Author	Karine Santos (eng_karine@yahoo.com.br)	Author's Company	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO
Date Created	07 Nov 2017 1:56 PM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas na manutenção
Description Manchas de infiltração próximas à base de pilar			
Location	Primeiro Pavimento > SALA 01		
Location Detail	pilar próximo à porta		
Equipment Name	Pilar retangular		
Equipment Barcode			

Additional Properties for ID 000075

Unit	un
Priority	Low
Root cause	Falhas na manutenção
Spec reference	Division 09 Finishes
Quantity	1.0000

Attached Images for ID 000075



2017-11-07 14:17:58

**APÊNDICE D - EXEMPLO DO
PROCESSO DE
PREENCHIMENTO DO
CHECKLIST DO SISTEMA
ESTRUTURAL NO IPAD**

Figura D.1. Preenchimento do *checklist* do sistema estrutural

iPad 11:47 82%

Checklists Find Checklists Sistema estrutural

Descrição de anomalias em estruturas de concreto armado.

	1	Fissura	Yes	No	N/A
Issue	<input type="text" value="Tap to enter comments"/>				
	2	Trinca	Yes	No	N/A
Issue	<i>fachada - terreo, parede sala9 primeiro pavimento</i>				
	3	Rachadura	Yes	No	N/A
Issue	<i>pisos da area externa, piso da circulação no pavimento terreo</i>				
	5	Irregularidade geométrica, falhas de concretagem	Yes	No	N/A
Issue	<input type="text" value="Tap to enter comments"/>				
	4	Fenda	Yes	No	N/A
Issue	<input type="text" value="Tap to enter comments"/>				
	6	Manchas de ferrugem na superfície.	Yes	No	N/A
Issue	<i>laje inferior do reservatorio</i>				
	7	Armadura Exposta. Expansão da armadura.	Yes	No	N/A
Issue	<i>laje inferior do reservatorio</i>				
	8	Deformações	Yes	No	N/A
Issue	<input type="text" value="Tap to enter comments"/>				
	9	Deterioração de materiais, deslocamento, desagregação	Yes	No	N/A

AUTODESK® BIM 360° 10/15/17 10:47

Figura D.2. Continuação do *checklist* da figura anterior.

iPad

11:47

82%

Checklists

Find Checklists

Sistema estrutural

Header

	8	Deformações	Yes	No	N/A
	<div>Tap to enter comments</div>				
	9	Deterioração de materiais, deslocamento, desagregação.	Yes	No	N/A
	<div>laje inflaje inferior do reservatorio</div>				
	10	Eflorescência	Yes	No	N/A
	<div>pilares fachada</div>				
	11	Desenvolvimento de organismos biológicos.	Yes	No	N/A
	<div>Tap to enter comments</div>				
	12	Segregação do concreto.	Yes	No	N/A
	<div>Tap to enter comments</div>				
	13	Infiltração	Yes	No	N/A
	<div>laje inferior do reservatorio</div>				
	14	Outras	Yes	No	N/A
	<div>Tap to enter comments</div>				

Procedimentos de inspeção: Exame visual de pilares, vigas e lajes, em especial se houver nichos e exposição de armaduras. A inspeção pode ser associada a ensaios que verificam a presença de agentes agressivos e alterações químicas no concreto e detectam anomalias não visíveis na superfície, como corrosão de armaduras. Infiltrações de água e fissuras em elementos estruturais devem estar sempre no foco de atenção do perito.

Fill out another checklist like this one

AUTODESK® BIM 360°

10/15/17 10:47

Figura D.3. Exemplos de anexos (*attachments*) inseridos no item 2: trinca, como dados auxiliares de pesquisa.

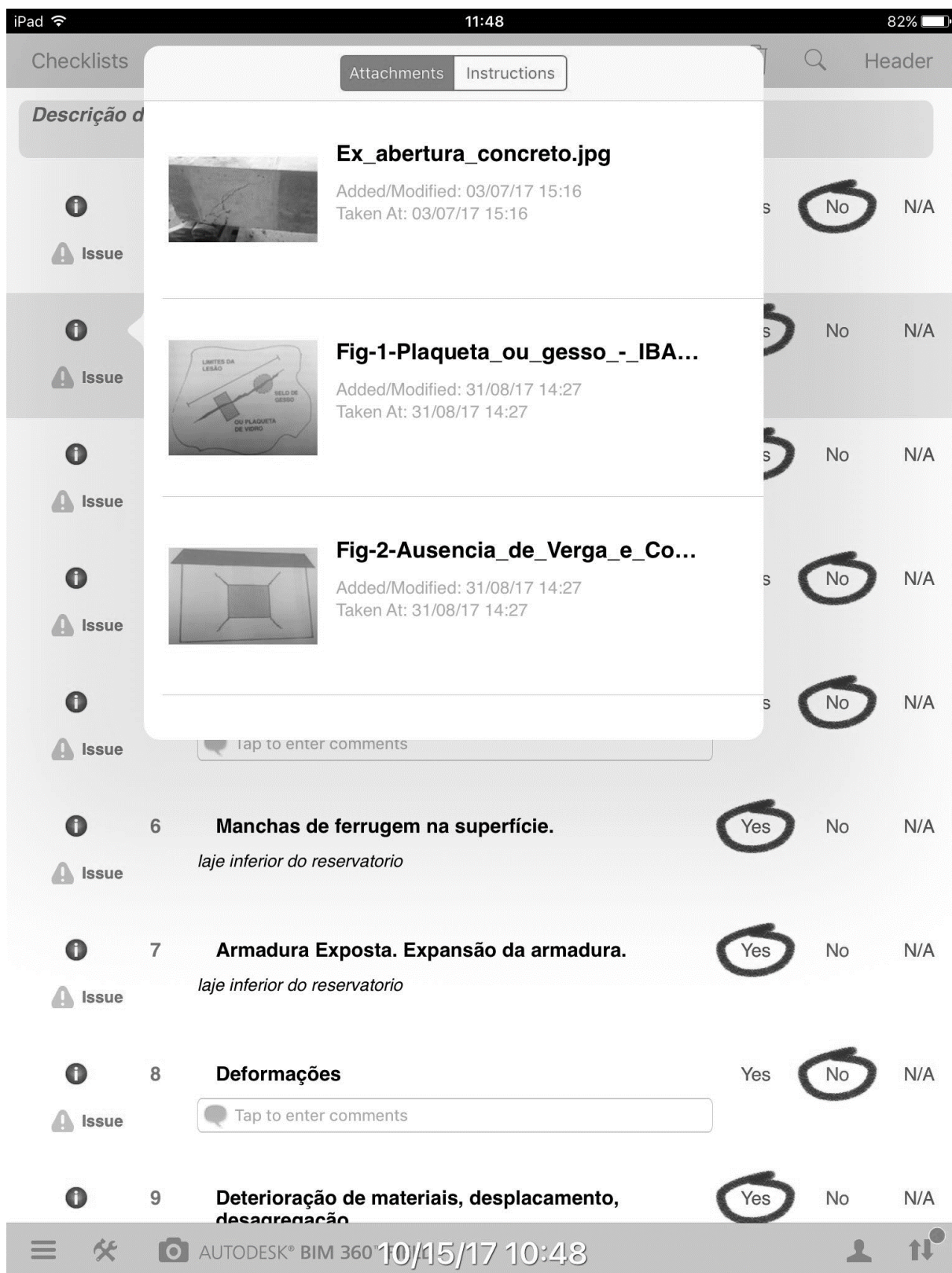


Figura D.4. Detalhes do conteúdo da aba *Instructions* (ao lado de *attachments*) para trinca.

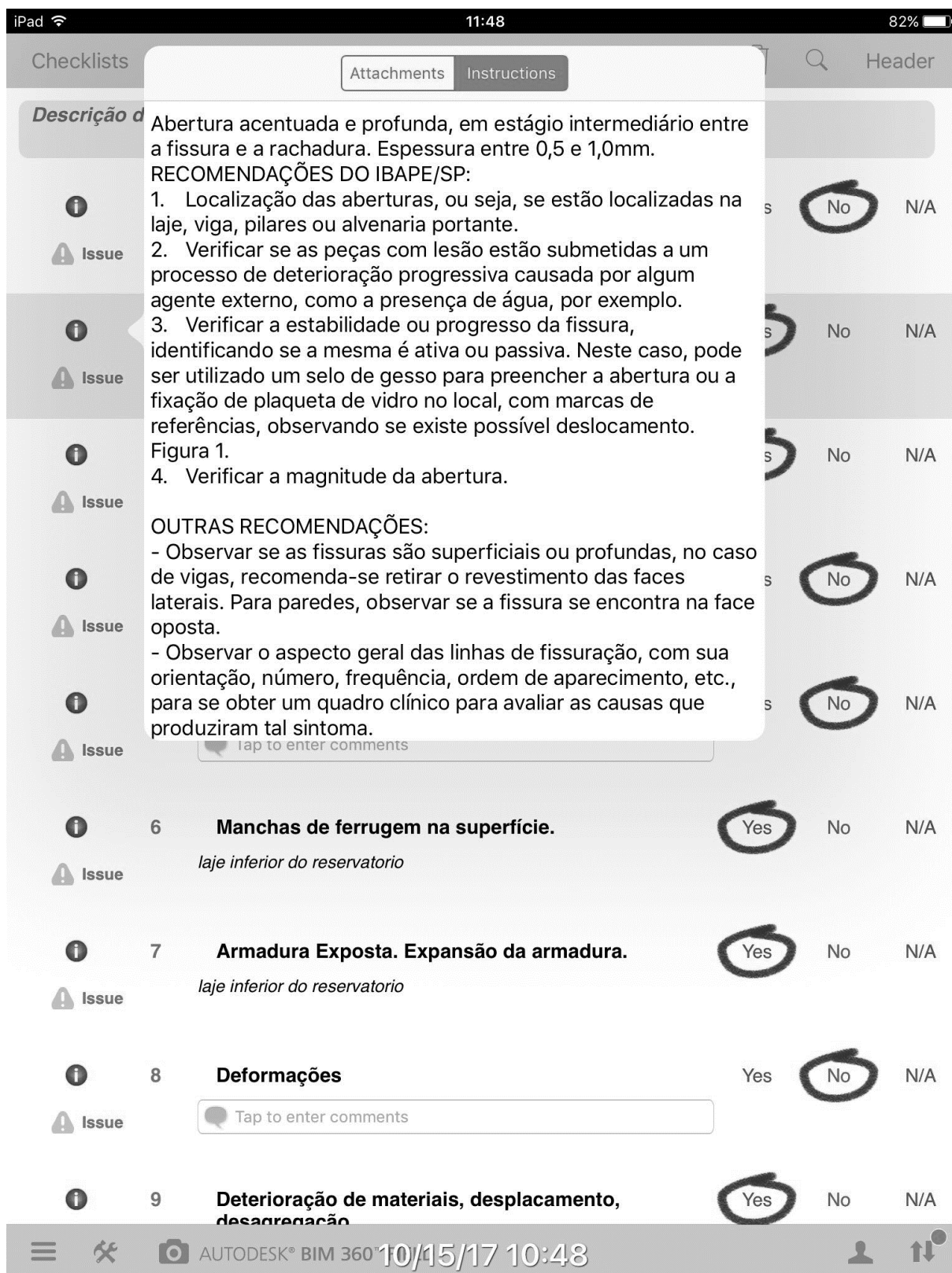


Figura D.5. Continuação do conteúdo da aba *Instructions* para trinca.

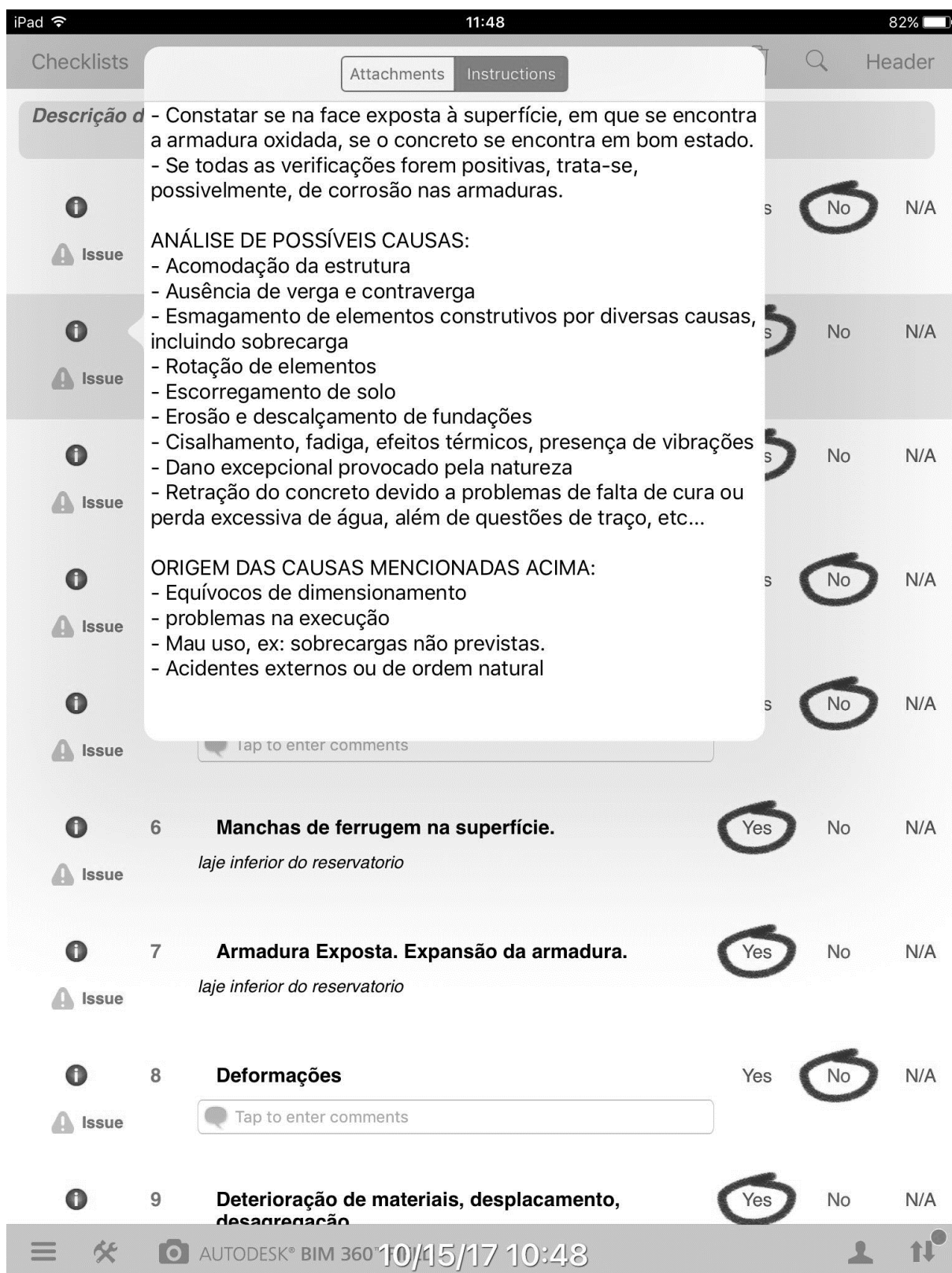


Figura D.6. Criação de *issue* dentro da anomalia armadura exposta (item 7).

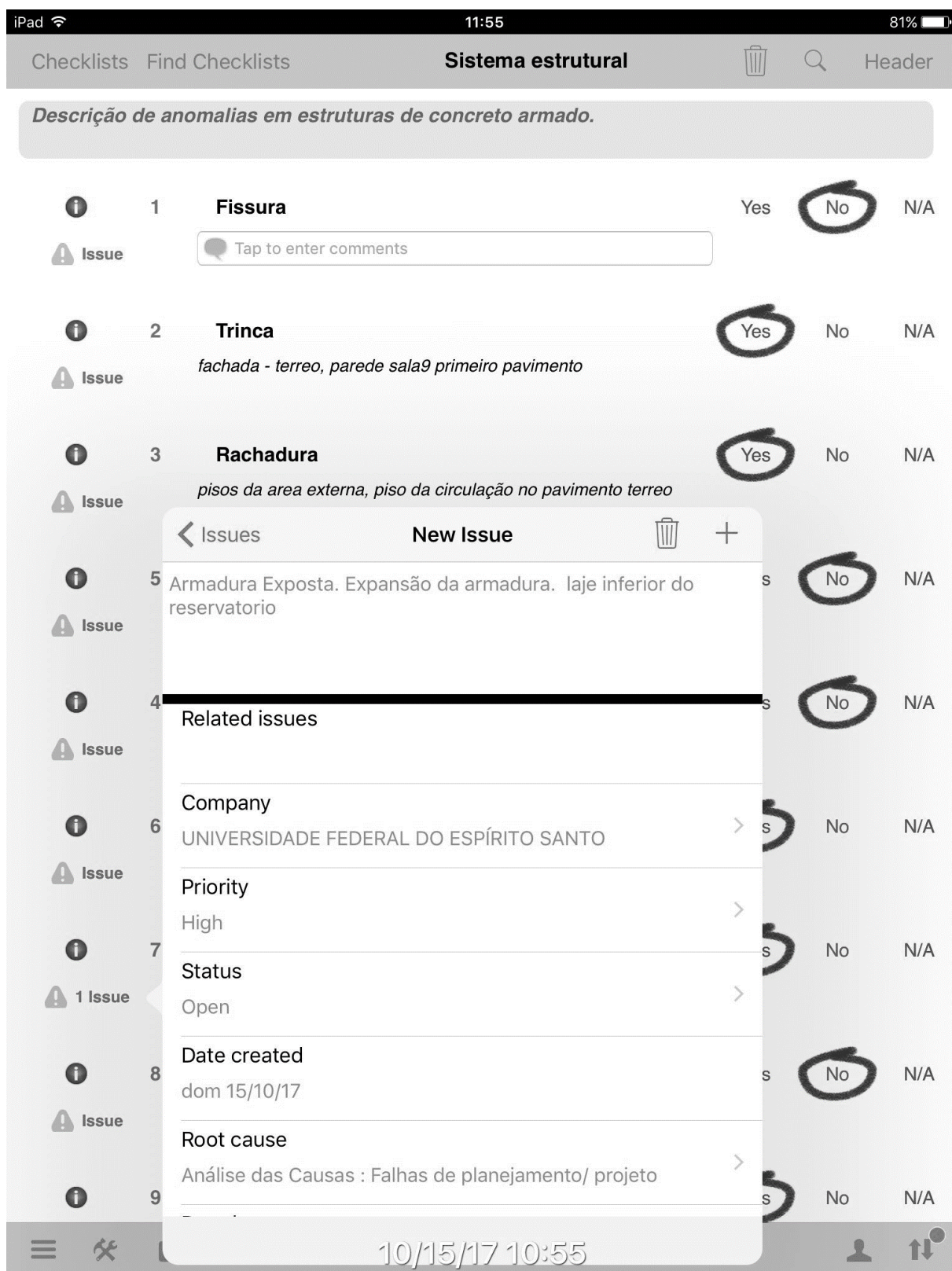


Figura D.7. Descrição do fenômeno da eflorescência (item 10 do checklist) pela aba *Instructions*.

The screenshot shows an iPad interface with a checklist application. At the top, the status bar indicates 'iPad', signal strength, time '11:49', and battery level '82%'. The app has a 'Checklists' header and a sidebar with a list of items, each marked with an 'Issue' icon. A modal window titled 'Instructions' is open over item 10, displaying detailed text about efflorescence and carbonation. The background checklist table has columns for item number, description, and response options 'Yes', 'No', and 'N/A'. Item 10 is highlighted, and its 'No' option is circled. Below the checklist, there is a section for 'Procedimentos de inspeção' (Inspection Procedures) and a footer with navigation icons and a date/time stamp '10/15/17 10:49'.

Checklist Table:

Item	Description	Yes	No	N/A
1			<input checked="" type="radio"/>	
2			<input checked="" type="radio"/>	
3			<input checked="" type="radio"/>	
4			<input checked="" type="radio"/>	
5			<input checked="" type="radio"/>	
6			<input checked="" type="radio"/>	
7			<input checked="" type="radio"/>	
8			<input checked="" type="radio"/>	
9			<input checked="" type="radio"/>	
10	Depósito de material esbranquiçado e pulverulento de sais minerais que se forma na superfície de revestimentos em decorrência da evaporação da água que os conduziu a partir da base. Carbonatação do concreto. Verificar formação de estalactites.		<input checked="" type="radio"/>	
11			<input checked="" type="radio"/>	
12			<input checked="" type="radio"/>	
13			<input checked="" type="radio"/>	
14	Outras	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

Instructions for Item 10:

Depósito de material esbranquiçado e pulverulento de sais minerais que se forma na superfície de revestimentos em decorrência da evaporação da água que os conduziu a partir da base. Carbonatação do concreto. Verificar formação de estalactites.

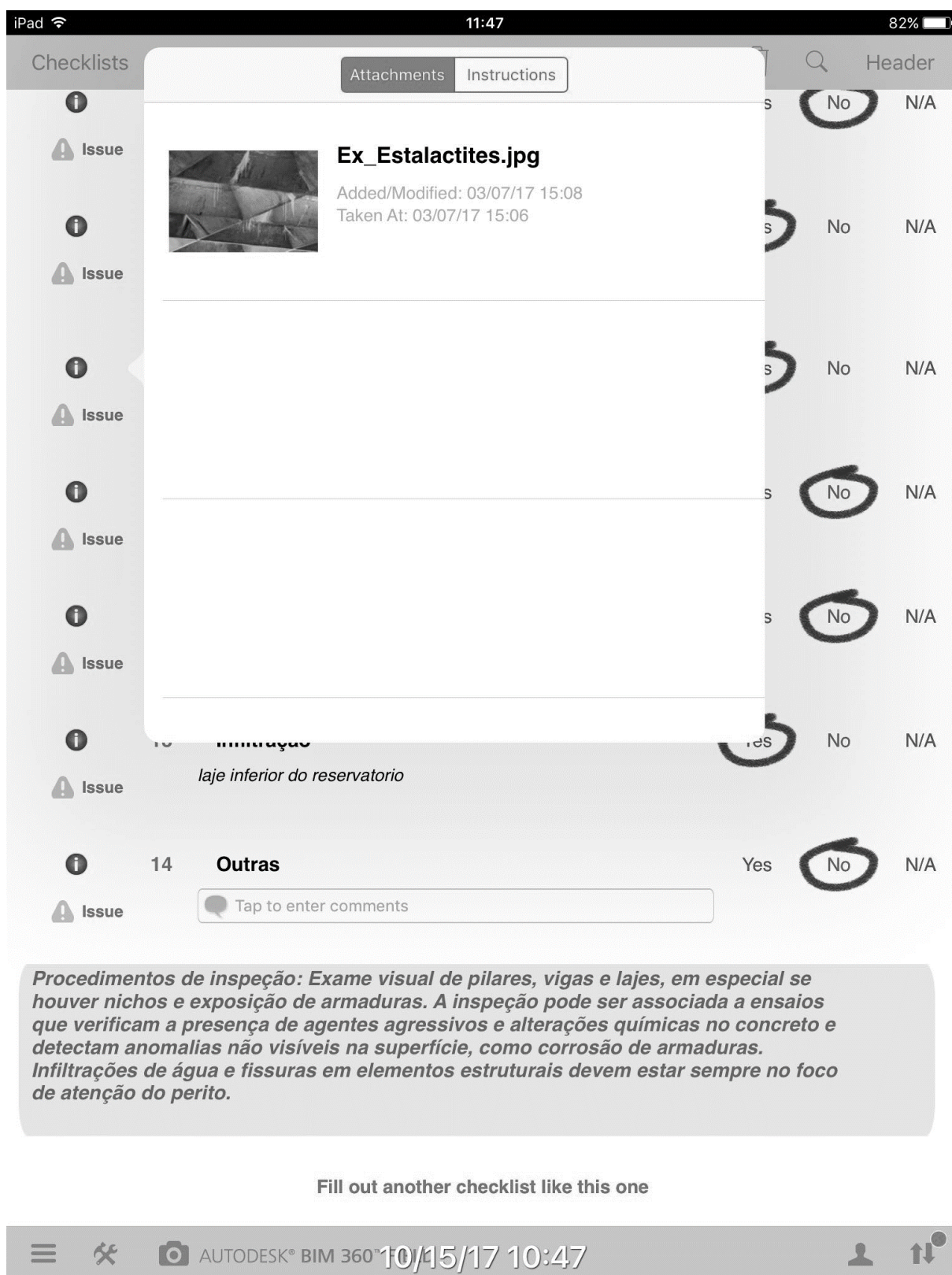
A carbonatação é um tipo de corrosão do concreto que reduz o seu pH a valores inferiores a 9 (SOUZA e RIPPER, 1998). Quanto maior a quantidade de gás carbônico e quanto mais poroso é o concreto, a profundidade e os níveis de carbonatação serão maiores.

A carbonatação é um tipo de eflorescência. Neste fenômeno, ocorre a saída dos materiais que constituem o concreto para o ambiente externo. Cánovas (1988) explica que isso ocorre devido a presença de sais solúveis no concreto, que são arrastados pela água para a superfície, produzindo manchas como resultado da cristalização desses sais. Se esta cristalização ocorre dentro do concreto, ocorre então a criptoflorescência, o que pode gerar tensões internas no concreto. A presença de água é fundamental para que ocorra a eflorescência. Esta pode surgir devido à umidade do solo ou infiltrações. No caso da carbonatação, a presença de água pode provocar a lixiviação do hidróxido de cálcio, que, ao reagir com a água, forma o carbonato de cálcio, que se deposita na superfície do concreto, formando as estalactites e estalagmites.

Procedimentos de inspeção: Exame visual de pilares, vigas e lajes, em especial se houver nichos e exposição de armaduras. A inspeção pode ser associada a ensaios que verificam a presença de agentes agressivos e alterações químicas no concreto e detectam anomalias não visíveis na superfície, como corrosão de armaduras. Infiltrações de água e fissuras em elementos estruturais devem estar sempre no foco de atenção do perito.

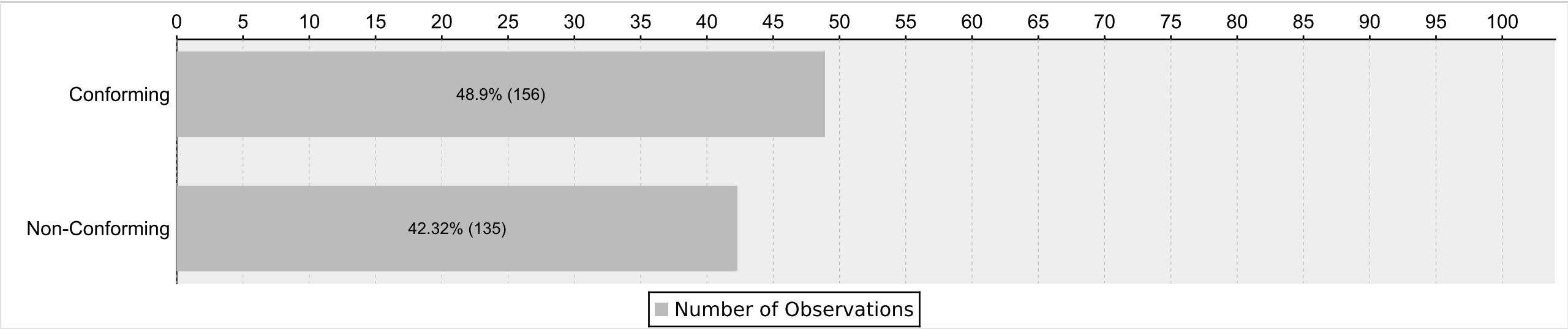
Footer: Fill out another checklist like this one. 10/15/17 10:49

Figura D.8. Imagens ilustrativas de estalactites resultantes da eflorescência para auxiliar no reconhecimento da manifestação patológica.



**APÊNDICE E - RELATÓRIO
DOS *CHECKLISTS*
PREENCHIDOS DOS
SISTEMAS CONSTRUTIVOS**

Date range: All



Response totals across included checklists: 156 Conforming 135 Non-Conforming

Checklists total: 291

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
15 Oct 2017 1:08 PM Checklist: Agentes de deterioração das edificações Author: Karine Santos						
1	Agente Mecânico - Gravidade	<Top level>	False	N	NO	
15 Oct 2017 1:07 PM Checklist: Sistemas de Impermeabilização Author: Karine Santos						
1	Pontos irregulares e perfurantes nas membranas	<Top level>	No	N	NO	
2	Falhas no encontro de ralos, tubos ou outros obstáculos emergentes	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Rasgamento de mantas asfálticas pré-fabricadas	<Top level>	No	N	NO	
4	Represamento da água sob o piso	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Destacamentos, eflorescências, formação de trincas horizontais	<Top level>	Yes	Y	NO	
6	Deterioração da camada impermeável	<Top level>	No	N	NO	
7	Falhas nas emendas entre panos de mantas	<Top level>	Yes	Y	NO	
8	Falhas no tratamento das juntas de dilatação	<Top level>	Yes	Y	NO	
9	Falta de impermeabilização no teto de reservatórios	<Top level>	Yes	Y	NO	
10	Outros	<Top level>	No	N	NO	
15 Oct 2017 1:07 PM Checklist: Sistema de vedação Author: Karine Santos						

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
15 Oct 2017 1:07 PM		Checklist: Sistema de vedação			Author: Karine Santos	
1	Fissura	<Top level>	No	N	NO	
2	Trinca	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Rachadura	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Fenda	<Top level>	No	N	NO	
5	Irregularidade geométrica, fora de prumo/nível	<Top level>	Yes	Y	NO	
6	Outras	<Top level>	No	N	NO	
15 Oct 2017 1:05 PM		Checklist: Revestimentos Cerâmicos			Author: Karine Santos	
1	Placa cerâmica quebrada	<Top level>	No	N	NO	
2	Descolamento e deslocamentos	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Gretamento	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Ineficiência no rejuntamento/emendas	<Top level>	No	N	NO	
5	Outros	<Top level>	No	N	NO	
8	Falha no selante da junta de movimentação	<Top level>	+	Y	NO	
7	Fungos e algas na argamassa de rejunte	<Top level>	Yes	Y	NO	
6	Manchas	<Top level>	No	N	NO	
5	Eflorescência	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Fissuras	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Falhas de assentamento	<Top level>	No	N	NO	
2	Choque térmico	<Top level>	Yes	Y	NO	
1	Expansão por umidade.	<Top level>	Yes	Y	NO	
16	Calcinação	<Top level>	No	N	NO	
15 Oct 2017 1:05 PM		Checklist: Pisos			Author: Karine Santos	
1	Empoçamento	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Manchas de umidade.	<Top level>	No	N	NO	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Pisos						Author: Karine Santos
3	Descolamento	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Fissuração de azulejos	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Superfície irregular	<Top level>	Yes	Y	NO	
6	Defeitos de superfície já danificadas antes do uso.	<Top level>	Yes	Y	NO	
7	Rejuntas sujos e diferença de coloração da peça	<Top level>	-	N	NO	
8	Pinholes, crateras, pintas e manchas.	<Top level>	Yes	Y	NO	
9	Deterioração mecânica - risco, desgaste	<Top level>	No	N	NO	
10	Fraturas	<Top level>	Yes	Y	NO	
11	Lascamento	<Top level>	Yes	Y	NO	
12	Esfolhamento	<Top level>	No	N	NO	
13	Deterioração por ataque químico.	<Top level>	Yes	Y	NO	
14	Inadequação do piso para o tipo de uso	<Top level>	No	N	NO	
15	Piso escorregadios em áreas externas	<Top level>	No	N	NO	
16	Outro	<Top level>	No	N	NO	
15 Oct 2017 1:04 PM Checklist: Instalações Hidráulicas e de Gás						Author: Karine Santos
1	Entupimentos	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Vazamentos e infiltrações.	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Não conformidade na pintura das instalações.	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Irregularidades geométricas, deformações excessivas.	<Top level>	No	N	NO	
5	Sujidades ou materiais indevidos depositados no interior	<Top level>	Yes	Y	NO	
6	Indícios de vazamentos de gás	<Top level>	No	N	NO	
7	Odores desagradáveis em sanitários.	<Top level>	Yes	Y	NO	
8	Vedação de metais sanitários.	<Top level>	Yes	Y	NO	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Instalações Hidráulicas e de Gás						Author: Karine Santos
9	Insuficiência na oferta de água	<Top level>	Yes	Y	NO	
10	Outros	<Top level>	No	N	NO	
15 Oct 2017 1:03 PM Checklist: Fundações						Author: Karine Santos
1	Analisar anomalias identificadas na vistoria em paredes e na estrutura. Fissuras, trincas, rachaduras, umidade, etc.	<Top level>	True	Y	NO	
15 Oct 2017 1:02 PM Checklist: Forros						Author: Karine Santos
1	Fissuras	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Instabilidade Estrutural	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Manchas de ferrugem	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Deficiências no conforto térmico e acústico	<Top level>	No	N	NO	
5	Deficiências no dimensionamento	<Top level>	No	N	NO	
6	Inexistência de alçapões de acesso para realização das manutenções das instalações e dos elementos embutidos no forro.	<Top level>	Yes	Y	NO	
7	Outro	<Top level>	Yes	Y	NO	furos provenientes de infiltração na cobertura
15 Oct 2017 1:01 PM Checklist: Esquadrias						Author: Karine Santos
1	Vedação deficiente	<Top level>	No	N	NO	
2	Degradação/ desgaste do material, oxidação, corrosão.	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Ineficiência no deslizamento/abertura, trincos/ fechamento.	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Desagregação de elementos, partes soltas, partes quebradas.	<Top level>	No	N	NO	
6	Fixação deficiente	<Top level>	Yes	Y	NO	
7	Vibração	<Top level>	Yes	Y	NO	
8	Irregularidades geométricas, fora de prumo/ nível/ esquadro	<Top level>	No	N	NO	
9	Manchamento/ sujidades	<Top level>	Yes	Y	NO	

CT-12		Checklist Observation List				
Date range: All						
#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Esquadrias					Author: Karine Santos	
10	Infiltração/ vazamentos	<Top level>	Yes	Y	NO	
11	Fissuração	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Deterioração de esquadrias de madeira	<Top level>	No	N	NO	
12	Outros	<Top level>	No	N	NO	
15 Oct 2017 1:00 PM		Checklist: Sistemas da Cobertura			Author: Karine Santos	
1	Irregularidades Geométricas e deformações excessivas	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Falha nos elementos de fixação	<Top level>	No	N	NO	
3	Desagregação de elementos, partes soltas, partes quebradas, trincas.	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Eflorescência	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Desenvolvimento de organismos biológicos.	<Top level>	Yes	Y	NO	
6	Degradação do material, apodrecimento.	<Top level>	No	N	NO	
7	Perda de estanqueidade, porosidade excessiva.	<Top level>	Yes	Y	NO	
8	Manchamento, sujidades	<Top level>	Yes	Y	NO	
9	Ataques de pragas biológicas.	<Top level>	No	N	NO	
10	Ineficiência nas emendas	<Top level>	No	N	NO	
11	Infiltrações	<Top level>	Yes	Y	NO	
12	Subdimensionamento	<Top level>	No	N	NO	
13	Obstrução por sujidades	<Top level>	Yes	Y	NO	
14	Escorregamento de telhas pela ação do vento	<Top level>	Yes	Y	NO	
15	Corrosão de parafusos de fixação das telhas	<Top level>	Yes	Y	NO	
16	Oxidação de rufos e de calhas.	<Top level>	Yes	Y	NO	
17	Outros	<Top level>	No	N	NO	
15 Oct 2017 12:59 PM		Checklist: Instalações Elétricas			Author: Karine Santos	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
15 Oct 2017 12:59 PM		Checklist: Instalações Elétricas			Author: Karine Santos	
1	Lâmpadas queimadas.	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Choques elétricos em aparelhos	<Top level>	No	N	NO	
3	Disjuntores que desarmam com frequência.	<Top level>	No	N	NO	
4	Ausência de cordoalhas de aterramento entre as portas e o corpo dos quadros elétricos	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Risco de descarga elétrica	<Top level>	No	N	NO	
6	Ausência de sinalização	<Top level>	Yes	Y	NO	
7	Fiação exposta	<Top level>	Yes	Y	NO	
8	Quadros com fundo de madeira	<Top level>	No	N	NO	
9	Falta de identificação de quadros elétricos	<Top level>	Yes	Y	NO	
10	Ausência de fechamento da fiação no quadro de comando	<Top level>	Yes	Y	NO	
11	Entrada de água nas luminárias de jardim	<Top level>	No	N	NO	
12	Sobrecarga da fiação	<Top level>	No	N	NO	
13	Desvio e divisão da fiação	<Top level>	No	N	NO	
14	Outros	<Top level>	No	N	NO	
15 Oct 2017 12:57 PM		Checklist: Revestimentos Argamassados e Pintura			Author: Karine Santos	
1	Manchas de umidade.	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Eflorescência	<Top level>	Yes	Y	NO	
14	Saponificação	<Top level>	No	N	NO	
3	Manchas de mofo/bolor	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Deterioração dos materiais	<Top level>	No	N	NO	
5	Desagregação de elementos.	<Top level>	No	N	NO	
6	Irregularidades	<Top level>	No	N	NO	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Revestimentos Argamassados e Pintura						Author: Karine Santos
7	Infiltração de água e formação de fissuras.	<Top level>	Yes	Y	NO	
8	Desagregação do revestimento.	<Top level>	Yes	Y	NO	
9	Descascamento da pintura.	<Top level>	+	Y	NO	
10	Vesículas ou empolamento	<Top level>	Yes	Y	NO	
11	Enrugamento da pintura	<Top level>	Yes	Y	NO	
12	Fissuras de retração	<Top level>	Yes	Y	NO	
13	Pulverulência	<Top level>	Yes	Y	NO	
15	Calcinação	<Top level>	No	N	NO	
16	Fissuras em tintas	<Top level>	No	N	NO	
17	Manchas em geral	<Top level>	Yes	Y	NO	
18	Bolhas	<Top level>	Yes	Y	NO	
19	Crateras	<Top level>	No	N	NO	
20	Outros	<Top level>	No	N	NO	
15 Oct 2017 12:42 PM Checklist: Sistema estrutural						Author: Karine Santos
1	Fissura	<Top level>	No	N	NO	
2	Trinca	<Top level>	Yes	Y	NO	fachada - terreo, parede sala9 primeiro pavimento
3	Rachadura	<Top level>	Yes	Y	NO	pisos da area externa, piso da circulação no pavimento terreo
5	Irregularidade geométrica, falhas de concretagem	<Top level>	No	N	NO	
4	Fenda	<Top level>	No	N	NO	
6	Manchas de ferrugem na superfície.	<Top level>	Yes	Y	NO	laje inferior do reservatorio
7	Armadura Exposta. Expansão da armadura.	<Top level>	Yes	Y	YES	laje inferior do reservatorio
8	Deformações	<Top level>	No	N	NO	
9	Deterioração de materiais, deslocamento, desagregação.	<Top level>	Yes	Y	NO	laje inflaje inferior do reservatorio

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Sistema estrutural						Author: Karine Santos
10	Eflorescência	<Top level>	Yes	Y	NO	pilares fachada
11	Desenvolvimento de organismos biológicos.	<Top level>	No	N	NO	
12	Segregação do concreto.	<Top level>	No	N	NO	
13	Infiltração	<Top level>	Yes	Y	NO	laje inferior do reservatorio
14	Outras	<Top level>	No	N	NO	
15 Oct 2017 11:18 AM Checklist: Instalações Elétricas						Author: Karine Santos
1	Lâmpadas queimadas.	<Top level>	Yes	Y	NO	substituir
2	Choques elétricos em aparelhos	<Top level>	No	N	NO	
3	Disjuntores que desarmam com frequencia.	<Top level>	No	N	NO	
4	Ausência de cordoalhas de aterramento entre as portas e o corpo dos quadros elétricos	<Top level>	Yes	Y	YES	verificar com urgencia
5	Risco de descarga elétrica	<Top level>	No	N	NO	
6	Ausência de sinalização	<Top level>	Yes	Y	NO	providenciar placas
7	Fiação exposta	<Top level>	Yes	Y	NO	verificar com urgencia
8	Quadros com fundo de madeira	<Top level>	No	N	NO	
9	Falta de identificação de quadros elétricos	<Top level>	Yes	Y	NO	providenciar sinalização
10	Ausência de fechamento da fiação no quadro de comando	<Top level>	Yes	Y	NO	
11	Entrada de água nas luminárias de jardim	<Top level>	No	N	NO	
12	Sobrecarga da fiação	<Top level>	No	N	NO	
13	Desvio e divisão da fiação	<Top level>	No	N	NO	
14	Outros	<Top level>	No	N	NO	
04 Sep 2017 2:30 PM Checklist: Sistemas de Impermeabilização						Author: Karine Santos
1	Pontos irregulares e perfurantes nas membranas	<Top level>	No	N	NO	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Sistemas de Impermeabilização						Author: Karine Santos
2	Falhas no encontro de ralos, tubos ou outros obstáculos emergentes	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Rasgamento de mantas asfálticas pré-fabricadas	<Top level>	No	N	NO	
4	Represamento da água sob o piso	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Destacamentos, eflorescências, formação de trincas horizontais	<Top level>	Yes	Y	NO	
6	Deterioração da camada impermeável	<Top level>	No	N	NO	
7	Falhas nas emendas entre panos de mantas	<Top level>	No	N	NO	
8	Falhas no tratamento das juntas de dilatação	<Top level>	Yes	Y	NO	
9	Falta de impermeabilização no teto de reservatórios	<Top level>	Yes	Y	NO	
10	Outros	<Top level>	No	N	NO	
04 Sep 2017 2:30 PM Checklist: Sistemas da Cobertura						Author: Karine Santos
1	Irregularidades Geométricas e deformações excessivas	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Falha nos elementos de fixação	<Top level>	No	N	NO	
3	Desagregação de elementos, partes soltas, partes quebradas, trincas.	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Eflorescência	<Top level>	No	N	NO	
5	Desenvolvimento de organismos biológicos.	<Top level>	No	N	NO	
6	Degradação do material, apodrecimento.	<Top level>	No	N	NO	
7	Perda de estanqueidade, porosidade excessiva.	<Top level>	Yes	Y	NO	
8	Manchamento, sujidades	<Top level>	Yes	Y	NO	
9	Ataques de pragas biológicas.	<Top level>	No	N	NO	
10	Ineficiência nas emendas	<Top level>	Yes	Y	NO	
11	Infiltrações	<Top level>	Yes	Y	NO	
12	Subdimensionamento	<Top level>	No	N	NO	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Sistemas da Cobertura						Author: Karine Santos
13	Obstrução por sujidades	<Top level>	Yes	Y	NO	
14	Escorregamento de telhas pela ação do vento	<Top level>	No	N	NO	
15	Corrosão de parafusos de fixação das telhas	<Top level>	No	N	NO	
16	Oxidação de rufos e de calhas.	<Top level>	Yes	Y	NO	
17	Outros	<Top level>	No	N	NO	
04 Sep 2017 2:29 PM Checklist: Sistema estrutural						Author: Karine Santos
1	Fissura	<Top level>	No	N	NO	
2	Trinca	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Rachadura	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Irregularidade geométrica, falhas de concretagem	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Fenda	<Top level>	No	N	NO	
6	Manchas de ferrugem na superfície.	<Top level>	Yes	Y	NO	
7	Armadura Exposta. Expansão da armadura.	<Top level>	Yes	Y	NO	
8	Deformações	<Top level>	No	N	NO	
9	Deterioração de materiais, deslocamento, desagregação.	<Top level>	Yes	Y	NO	
10	Eflorescência	<Top level>	Yes	Y	NO	
11	Desenvolvimento de organismos biológicos.	<Top level>	No	N	NO	
12	Segregação do concreto.	<Top level>	Yes	Y	NO	
13	Infiltração	<Top level>	Yes	Y	NO	
14	Outras	<Top level>	No	N	NO	
04 Sep 2017 2:29 PM Checklist: Sistema de vedação						Author: Karine Santos
1	Fissura	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Rachadura	<Top level>	Yes	Y	NO	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Sistema de vedação						Author: Karine Santos
5	Irregularidade geométrica, fora de prumo/nível	<Top level>	No	N	NO	
6	Outras	<Top level>	No	N	NO	
04 Sep 2017 2:28 PM Checklist: Revestimentos Cerâmicos						Author: Karine Santos
1	Placa cerâmica quebrada	<Top level>	No	N	NO	
2	Descolamento e deslocamentos	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Gretamento	<Top level>	No	N	NO	
4	Ineficiência no rejuntamento/emendas	<Top level>	Yes	Y	NO	
6	Manchas	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Eflorescência	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Fissuras	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Falhas de assentamento	<Top level>	No	N	NO	
2	Choque térmico	<Top level>	No	N	NO	
1	Expansão por umidade.	<Top level>	No	N	NO	
16	Calcinação	<Top level>	No	N	NO	
04 Sep 2017 2:28 PM Checklist: Revestimentos Argamassados e Pintura						Author: Karine Santos
1	Manchas de umidade.	<Top level>	Yes	Y	YES	
2	Eflorescência	<Top level>	Yes	Y	NO	
14	Saponificação	<Top level>	No	N	NO	
3	Manchas de mofo/bolor	<Top level>	No	N	NO	
4	Deterioração dos materiais	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Desagregação de elementos.	<Top level>	No	N	NO	
6	Irregularidades	<Top level>	No	N	NO	
7	Infiltração de água e formação de fissuras.	<Top level>	Yes	Y	NO	
8	Desagregação do revestimento.	<Top level>	Yes	Y	NO	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Revestimentos Argamassados e Pintura						Author: Karine Santos
9	Descascamento da pintura.	<Top level>	+	Y	NO	
10	Vesículas ou empolamento	<Top level>	No	N	NO	
11	Enrugamento da pintura	<Top level>	No	N	NO	
12	Fissuras de retração	<Top level>	Yes	Y	NO	
13	Pulverulência	<Top level>	No	N	NO	
15	Calcinação	<Top level>	No	N	NO	
16	Fissuras em tintas	<Top level>	Yes	Y	NO	
17	Manchas em geral	<Top level>	Yes	Y	NO	
18	Bolhas	<Top level>	Yes	Y	NO	
19	Crateras	<Top level>	No	N	NO	
20	Outros	<Top level>	No	N	NO	
04 Sep 2017 2:28 PM Checklist: Pisos						Author: Karine Santos
1	Empoçamento	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Manchas de umidade.	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Descolamento	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Fissuração de azulejos	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Superfície irregular	<Top level>	Yes	Y	NO	
6	Defeitos de superfície já danificadas antes do uso.	<Top level>	No	N	NO	
7	Rejuntas sujos e diferença de coloração da peça	<Top level>	-	N	NO	
8	Pinholes, crateras, pintas e manchas.	<Top level>	Yes	Y	NO	
9	Deterioração mecânica - risco, desgaste	<Top level>	Yes	Y	NO	
10	Fraturas	<Top level>	Yes	Y	NO	
11	Lascamento	<Top level>	No	N	NO	
12	Esfolhamento	<Top level>	No	N	NO	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Pisos						Author: Karine Santos
13	Deterioração por ataque químico.	<Top level>	Yes	Y	NO	
14	Inadequação do piso para o tipo de uso	<Top level>	Yes	Y	NO	
15	Piso escorregadios em áreas externas	<Top level>	No	N	NO	
16	Outro	<Top level>	No	N	NO	
04 Sep 2017 2:28 PM Checklist: Instalações Hidráulicas e de Gás						Author: Karine Santos
1	Entupimentos	<Top level>	No	N	NO	
2	Vazamentos e infiltrações.	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Não conformidade na pintura das instalações.	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Irregularidades geométricas, deformações excessivas.	<Top level>	No	N	NO	
5	Sujidades ou materiais indevidos depositados no interior	<Top level>	No	N	NO	
6	Indícios de vazamentos de gás	<Top level>	No	N	NO	
7	Odores desagradáveis em sanitários.	<Top level>	Yes	Y	NO	
8	Vedação de metais sanitários.	<Top level>	No	N	NO	
9	Insuficiência na oferta de água	<Top level>	No	N	NO	
10	Outros	<Top level>	No	N	NO	
04 Sep 2017 2:27 PM Checklist: Instalações Elétricas						Author: Karine Santos
1	Lâmpadas queimadas.	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Choques elétricos em aparelhos	<Top level>	No	N	NO	
3	Disjuntores que desarmam com frequência.	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Ausência de cordoalhas de aterramento entre as portas e o corpo dos quadros elétricos	<Top level>	Yes	Y	NO	
5	Risco de descarga elétrica	<Top level>	No	N	NO	
6	Ausência de sinalização	<Top level>	Yes	Y	NO	
7	Fiação exposta	<Top level>	Yes	Y	NO	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Instalações Elétricas						Author: Karine Santos
8	Quadros com fundo de madeira	<Top level>	No	N	NO	
9	Falta de identificação de quadros elétricos	<Top level>	Yes	Y	NO	
10	Ausência de fechamento da fiação no quadro de comando	<Top level>	Yes	Y	NO	
11	Entrada de água nas luminárias de jardim	<Top level>	No	N	NO	
12	Sobrecarga da fiação	<Top level>	Yes	Y	NO	
13	Desvio e divisão da fiação	<Top level>	No	N	NO	
14	Outros	<Top level>	No	N	NO	
04 Sep 2017 2:27 PM Checklist: Forros						Author: Karine Santos
1	Fissuras	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Instabilidade Estrutural	<Top level>	Yes	Y	NO	
3	Manchas de ferrugem	<Top level>	Yes	Y	NO	
4	Deficiências no conforto térmico e acústico	<Top level>	No	N	NO	
5	Deficiências no dimensionamento	<Top level>	No	N	NO	
6	Inexistência de alçapões de acesso para realização das manutenções das instalações e dos elementos embutidos no forro.	<Top level>	No	N	NO	
7	Outro	<Top level>	Yes	Y	NO	furos no forro de gesso da area externa devido a infiltrações da cobertura
04 Sep 2017 2:26 PM Checklist: Esquadrias						Author: Karine Santos
1	Vedação deficiente	<Top level>	Yes	Y	NO	
2	Degradação/ desgaste do material, oxidação, corrosão.	<Top level>	No	N	NO	
3	Ineficiência no deslizamento/abertura, trincos/ fechamento.	<Top level>	No	N	NO	
5	Desagregação de elementos, partes soltas, partes quebradas.	<Top level>	Yes	Y	NO	
6	Fixação deficiente	<Top level>	No	N	NO	

Date range: All

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
Checklist: Esquadrias						Author: Karine Santos
7	Vibração	<Top level>	No	N	NO	
8	Irregularidades geométricas, fora de prumo/ nível/ esquadro	<Top level>	No	N	NO	
9	Manchamento/ sujidades	<Top level>	Yes	Y	NO	
10	Infiltração/ vazamentos	<Top level>	Yes	Y	NO	
11	Fissuração	<Top level>	No	N	NO	
4	Deterioração de esquadrias de madeira	<Top level>	No	N	NO	
12	Outros	<Top level>	No	N	NO	