

BOLETÍN TÉCNICO

Editores

Miguel Ángel Sanjuán Barbudo
Director de Boletines Técnicos de
Alconpat Internacional
Escuela Técnica Superior de Ingenieros
de Caminos, Canales y Puertos
UPM - Universidad Politécnica de
Madrid, Madrid, España

Maira J. Ott
Subdirectora de Boletines Técnicos de
Alconpat Internacional
Acad. de Engenharia Civil - Unisinos
itt Performance - Instituto Tecnológico
em Desempenho e Construção Civil
Unisinos, Porto Alegre, Brasil

1

2019

Gestión de Mantenimiento de edificaciones con BIM. Enfoque en las manifestaciones patológicas de elementos de construcción

*Gestão da Manutenção de edificações com o BIM. Enfoque nas manifestações
patológicas de elementos de construção*

*Building Maintenance Management with BIM. Focus on construction
pathologies and building components*

Karine de Paula Bastos Santos

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Av. Fernando Ferrari, 514 - Goiabeiras,
Vitória - ES, 29075-910
Brasil

João Luiz Calmon

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Av. Fernando Ferrari, 514 - Goiabeiras,
Vitória - ES, 29075-910
Brasil



ALCONPAT Internacional

Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción



PREFACIO

Gestión de Mantenimiento de edificaciones con BIM. Enfoque en las manifestaciones patológicas de elementos de construcción

La gestión de la operación y del mantenimiento de los edificios a partir de modelos BIM (acrónimo de Building Information Modelling) es un tema de gran actualidad ya que supone una gran revolución en los métodos de trabajo empleados en la Gestión del Mantenimiento de Edificios. Este cambio evolutivo afecta tanto al modo de trabajo como a la interrelación de los agentes que intervienen en el proyecto del edificio, en el proceso de construcción y en la posterior gestión del mantenimiento. Los modelos BIM son bases de datos que utilizan objetos inteligentes para la recopilación de información de todo tipo, aunque mayoritariamente técnica, que permite la representación selectiva de los parámetros geométricos, prestacionales, económicos, etc. Por tanto, se trata de una herramienta totalmente diferente a lo que era el CAD, en donde se representaban gráficamente únicamente las características geométricas del inmueble.

Este Boletín Técnico de ALCONPAT presenta esta nueva tecnología colaborativa de trabajo para el caso particular de la gestión del mantenimiento de los edificios. Puesto que BIM es un proceso de representación de un edificio basado en datos, se pretende fomentar su utilización durante todo su ciclo de vida. Con esta herramienta se ha diseñado el modelado digital 3D para la realización del mantenimiento durante el ciclo de vida del proyecto. La alimentación de la información se recolecta a través de una lista de chequeo enfocado al sistema estructural, es decir, se recaban datos sobre la fisuración del hormigón, aparición de manchas de óxido, deformaciones, etc.

Se recomienda la lectura del Boletín Técnico de ALCONPAT “Gestión de Mantenimiento de edificaciones con BIM. Enfoque en las manifestaciones patológicas de elementos de construcción” a los arquitectos, ingenieros civiles y cualquier otro técnico que tenga interés en conocer cómo se pueden aplicar los modelos BIM (Building Information Modelling) a la gestión de la operación y del mantenimiento de los edificios.

Miguel Ángel Sanjuán Barbudo
Director de Boletines Técnicos de Alconpat Internacional

Boletín Técnico No. 12

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE EDIFICACIONES CON BIM. ENFOQUE EN LAS MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

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. 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).

A Gestão da Manutenção utiliza grande parte dessas informações, que geralmente são armazenadas em arquivos físicos de documentos como projetos arquitetônico, elétrico, estrutural, hidrossanitário, combate a incêndio, informações sobre equipamentos e registros de manutenção, etc. Como consequência, o processo de consulta pode ser dificultado, devido à necessidade de deslocamento até o local onde a

documentação se encontra arquivada. Além de documentos físicos, alguns gestores buscam organizar os dados por meio de programas informatizados, a exemplo do MS Word, MS Excel, dentre outros. Todavia, em grande parte dos casos, esses documentos não se encontram organizados de forma sistematizada.

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). Muitas vezes ocorre a perda gradativa das informações da edificação desde a fase de concepção do projeto até a fase da manutenção. E associado a estes aspectos, 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. 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. O BIM proporciona a análise e a modelagem de todo o ciclo de vida da edificação, 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). Este tipo de tecnologia possui grande potencial para auxiliar o processo de 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 de sua eficiência. Com o BIM, 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 a exemplo dos métodos propostos por Shen, Hao e Xue (2012), Soares (2013), Fontes (2014), Motamedi, Hammad e Asen (2014) e Motawa e Almarshad (2015). Há poucos métodos ou registros de aplicações do BIM na análise de falhas / defeitos / manifestações patológicas em elementos e sistemas construtivos, tais como os métodos propostos por Sampaio e Simões (2014) e Hamzah et al. (2016). Por este motivo, este boletim técnico busca suprir esta lacuna e utilizar as potencialidades do BIM como base para o processo de manutenção desses elementos e sistemas.

1. REQUISITOS PARA IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO

1.1. Modelagem da edificação

Antes da aplicação do método de Gestão da Manutenção com auxílio do BIM, é necessária a modelagem da edificação. Esta modelagem deve ser realizada por meio do software Autodesk Revit®, pois o software utilizado no método proposto recebe modelos apenas deste software.

O processo de modelagem deve englobar os diferentes projetos da

edificação, tais como arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e estrutural. A modelagem de cada um desses projetos pode ser realizada através do Revit Architecture, Revit MEP e Revit Structure. Além das informações geométricas inseridas em cada um dos modelos criados para cada projeto, os modelos devem possuir as especificações técnicas de cada elemento construtivo.

1.2. Modelagem da edificação

Os modelos devem ser exportados para o software BIM 360® Glue, por meio de um plugin do Revit®. O BIM 360® Glue é um software usualmente empregado para planejamento e gestão de projetos de edificações. Este software foi adotado para possibilitar o compartilhamento dos modelos para o BIM 360® Field, software utilizado como base para o método Gestão da Manutenção com auxílio do BIM.

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, 2017).

O aplicativo possui uma barra de ferramentas padrão que pode ser aplicada para cada obra com oito comandos, descritos a seguir:

1. Issues – cria formulários para a obra, que podem ser previamente padronizados.
2. Tasks – cria tarefas para serem executadas conforme calendário previamente definido.

3. Checklists - elabora e preenche de listas de verificação para identificação de não conformidades durante o processo construtivo.
4. Daily Updates - gera relatórios diários atualizados.
5. Equipments – realiza a gestão de recursos (elementos construtivos, equipamentos, mobiliário, etc.) provenientes do modelo virtual 3D do Revit®.
6. Library – permite o armazenamento de arquivos de diferentes formatos (dwg, pdf, doc, etc.) dentro da biblioteca da construção.
7. Photos - possibilita o download de todas as imagens anexadas da obra.
8. Reports - gera e distribui relatórios com base nos issues, tasks e checklists.

Estes comandos também estão disponíveis no BIM 360® Field mobile app para visualização durante inspeções à obra. Entretanto, a edição dos formulários e templates desenvolvidos nestes comandos é realizada apenas no BIM 360® Field Web.

1.3. Inserção de documentos e informações para o software adotado para a Gestão da Manutenção

Além dos modelos provenientes do BIM 360® Glue, devem ser inseridos na biblioteca BIM 360® Field (Library) informações da edificação e outros documentos em 6 pastas descritas a seguir:

1 - Catálogo Patologias

Sugere-se que esta pasta contenha um levantamento bibliográfico de várias de manifestações patológicas, defeitos e falhas que podem ocorrer nos diversos tipos de sistemas construtivos de uma edificação. Podem ser adicionados documentos como teses, dissertações, livros, boletins técnicos, etc. Estes documentos devem ser 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 o problema de expansão das armaduras em uma viga de concreto armado, pode pesquisar mais informações na função Library. A pessoa seleciona a pasta Catálogo Patologias e em seguida a subpasta Patologia de Estruturas de Concreto Armado, para realizar a pesquisa. A Figura 1 ilustra o conteúdo de um dos subpastas criados: Patologia Revestimentos e Pisos Cerâmicos, dentro da pasta Catálogo de Patologias.

2 – Sugestões de Procedimentos de Recuperação

Deve conter um referencial bibliográfico de formas de intervenção de acordo com o diagnóstico das manifestações patológicas. Assim como a pasta Catálogo Patologias, esta pasta deve possuir os arquivos organizados

em subpastas para cada sistema construtivo. Estes arquivos englobam sugestões e práticas adotadas no processo de recuperação e reparo de manifestações patológicas presentes em boletins técnicos, normas e procedimentos consagrados na literatura.

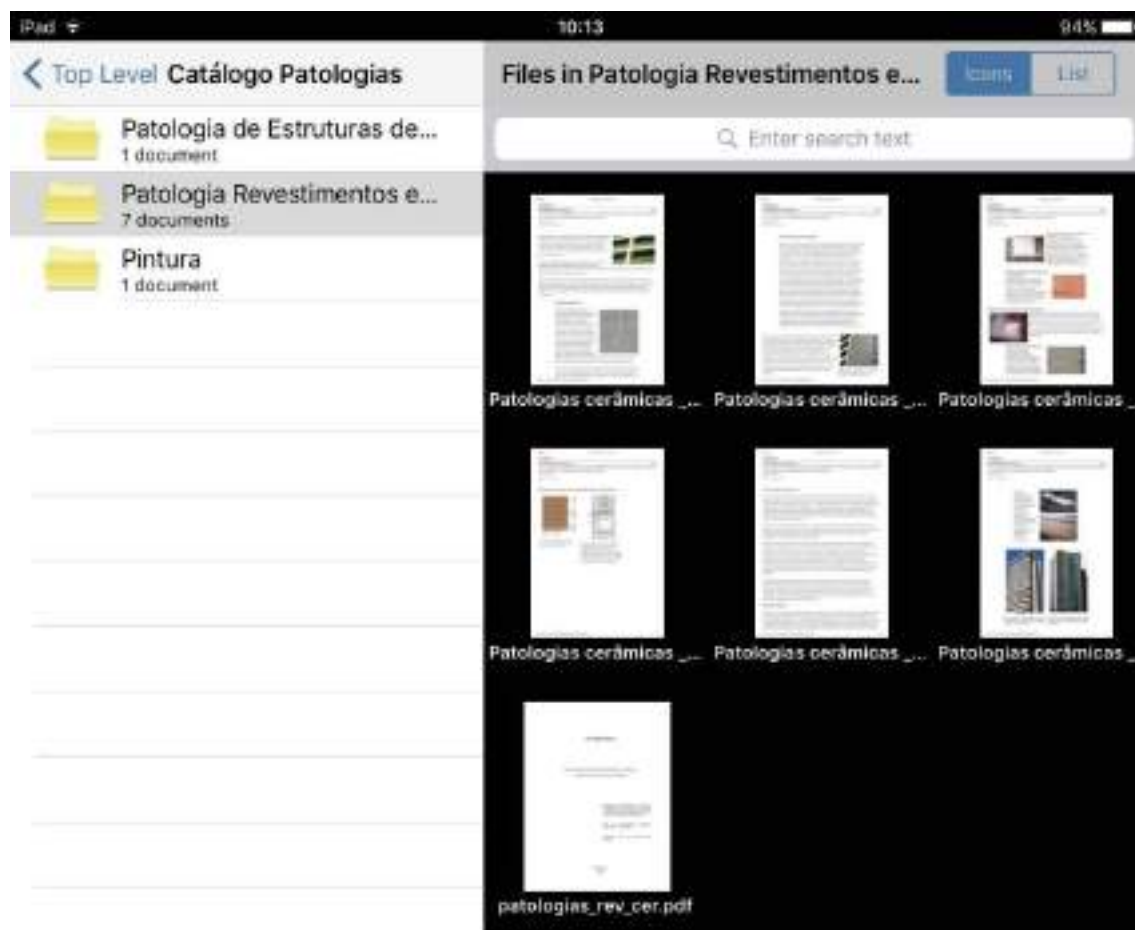


Figura 1. Arquivos inseridos na Pasta Patologia Revestimentos e Pisos Cerâmicos visualizados no BIM 360 Field mobile app.

3 - Manuais de Manutenção

Esta pasta deve conter o Manual de Manutenção da edificação, assim como manuais de seus componentes construtivos e equipamentos. Estes materiais serão utilizados como base para o plano de manutenção preventiva, com definição de prazos de garantia de sistemas/ componentes construtivos, cuidados de uso, sugestões de manutenção, etc.

4 - Especificações técnicas e memorial descritivo

Nesta pasta devem ser inseridas informações técnicas dos materiais e elementos construtivos da edificação. Estas informações podem ser inseridas em subpastas para cada sistema construtivo contendo manuais técnicos e dados de fabricantes de cada elemento.

5 - Projetos atualizados em formato dwg

Recomenda-se que esta pasta contenha todos os projetos atualizados em formato dwg da edificação, caso a mesma não tenha sido modelada diretamente no Revit. Estes projetos podem ser agrupados nos seguintes subpastas: Arquitetônico, Elétrico, Estrutural e Hidrossanitário. Pode conter também outros projetos complementares.

6 - Projetos em formato pdf

Deve conter os mesmos projetos da pasta Projetos CT-12 dwg, porém em formato pdf. Os arquivos existentes nesta pasta servem para facilitar a visualização no iPad durante as vistorias, caso necessário.

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

2.1. 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 boletim técnico 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 2.3, 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 2 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 envolve a programação de atividades rotineiras de manutenção, tais como substituição, limpeza de componentes construtivos, etc.

O método apresenta dois tipos distintos de inserção de informações no iPad durante o processo de inspeção predial, como abordado na Figura 2. Um deles é o preenchimento de um checklist para cada sistema construtivo. 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. 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 local inspecionado.

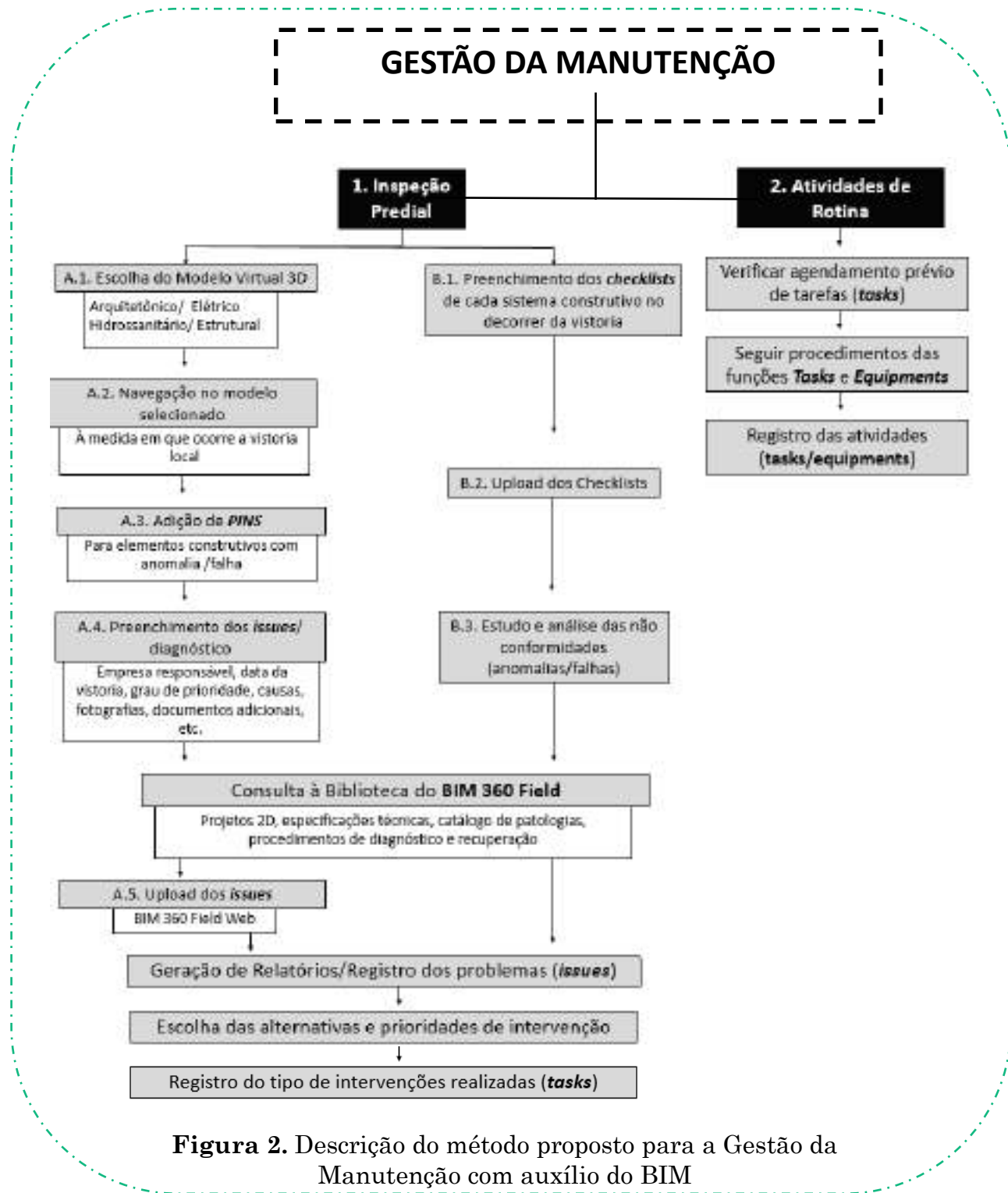


Figura 2. Descrição do método proposto para a Gestão da Manutenção com auxílio do BIM

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 3 mostra uma lista dos checklists criados para os principais sistemas construtivos de uma edificação.

AUTODESK® BIM 360™ FIELD CT-12 - Checklists

Buttons: Add, Edit, Delete, Print, More Actions

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

Figura 3. Relação dos checklists desenvolvidos para cada sistema construtivo da edificação.

Algumas manifestações patológicas presentes nos checklists 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 4.

Edit Checklist Item Save Changes Discard Changes

INSTRUÇÕES
Abertura na superfície, estreita e pouco profunda. Espessura inferior a 1,0mm.

RECOMENDAÇÕES DO IBAPE/SP:

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 alguma...

Attachments

File Library Library Preview Link Camera Download All

Fig.1-Plaqueta_no_gesso_-_IBAPE/SP-2012.jpg
 Uploaded Aug 31, 2017 11:23 AM
 Taken on Aug 31, 2017 11:23 AM
 Photo info: [redacted]
 Remove Download Delete

Fig.2-Ausencia_de_Vergo_e_Cortaverga_-_IBAPE/SP-2012.jpg
 Uploaded Aug 31, 2017 11:23 AM
 Taken on Aug 31, 2017 11:23 AM
 Photo info: [redacted]

Figura 4. Exemplo de informações inseridas em fissuras no checklist do sistema estrutural.

A outra opção de inspeção predial pode ser realizada pelo 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 de 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 possa analisar as informações inseridas na vistoria em um computador, ao chegar no escritório. 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 4 aborda a aplicação destes procedimentos em uma edificação adotada como estudo de caso.

2.2. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva, como parte integrante do método proposto, pode ser elaborada de acordo com o Manual de Manutenção da edificação. Caso a edificação não possua o manual, recomenda-se seguir as orientações da NBR 15.575-1 (ABNT, 2013), da NBR 5674 (ABNT, 2012) e do Manual do Proprietário (SINDUSCON/SP; SECOVI/SP, 2013). Inicialmente, devem ser 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 devem ser inseridas na função equipment do BIM 360 Field. Para cada tipo de elemento construtivo, denominado equipment pelo software, podem ser 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, como mostra a figura 5.



Figura 5. Exemplo de emprego da função equipment em elementos do sistema hidrossanitário.

A função task possibilita o planejamento e agendamento de tarefas, que podem ser divididas em dois grupos:

Manutenção Preventiva – envolve trabalhos mais simples e rotineiros de manutenção dos elementos construtivos, conforme datas previamente definidas no plano de manutenção. Estes trabalhos podem ser inseridos na função equipment e visualizados na função task.

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.

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 podem ser salvas em formato de relatórios em formato pdf por meio da função report. 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).

3. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO

O método proposto foi aplicado em uma edificação denominada Centro Tecnológico XII (CT-12), localizada na Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Goiabeiras, na cidade de Vitória, ES. Inicialmente, realizou-se a vistoria local com o emprego de um iPad. A Figura 6 mostra uma vista do aplicativo do BIM 360 Field no iPad com

os 4 modelos criados: arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e estrutural.

Conforme já descrito no item anterior, 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. Os itens a seguir descrevem a aplicação destes procedimentos no CT-12.

3.1. Preenchimento de formulários no modelo 3D

Para uma análise geral das condições da edificação, foi utilizado o modelo arquitetônico (Figura 7). Foram inseridas algumas manifestações patológicas e falhas por meio da navegação nesse modelo no iPad durante a vistoria local. A Figura 8 permite visualizar a área de circulação no pavimento térreo no modelo virtual e também no próprio local.

Na medida em que os ambientes do CT-12 foram inspecionados, foram adicionados os pins nos objetos/elementos construtivos com manifestações patológicas e falhas. As Figuras 9 e 10 (a) e (b) indicam a adição desses pins (em vermelho) em elementos da edificação no modelo 3D.



Figura 6. Vista dos modelos do CT-12.



Figura 7. Vista geral do modelo 3D do CT-12 no iPad.



Figura 8. Visualização da circulação no pavimento térreo do CT-12 no iPad e no local.



Figura 9. Visualização de pins em objetos localizados na fachada do CT-12

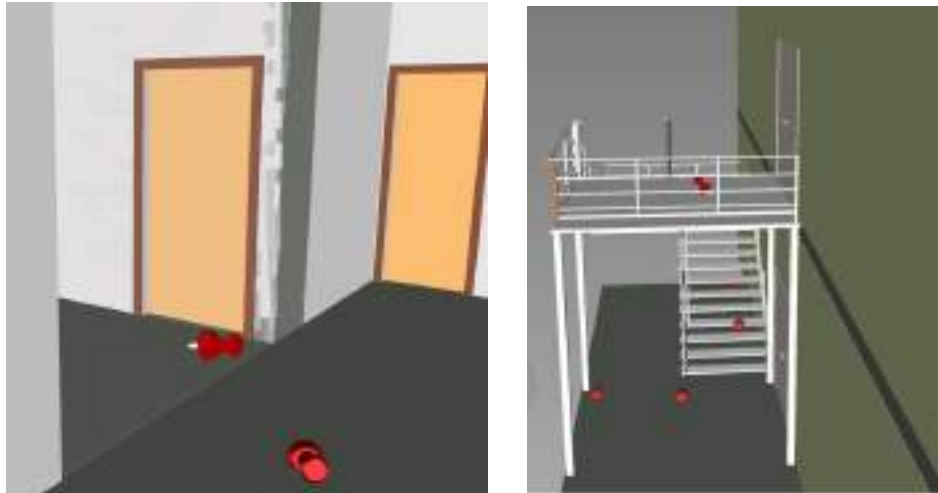


Figura 10. Visualização de pins em objetos de diferentes ambientes no modelo 3D do CT-12. a) adição de pins na circulação do pavimento térreo do CT-12. b) adição de pins na lateral esquerda da área externa do CT-12.

As Figuras 11(a) e (b) exemplificam a inserção de um formulário em um pilar onde foi simulada a existência de corrosão das armaduras. A Figura 11(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. Além disso, ainda é possível anexar fotografias dos danos (attachments), como pode ser observado nas Figuras 12 a 14. 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.

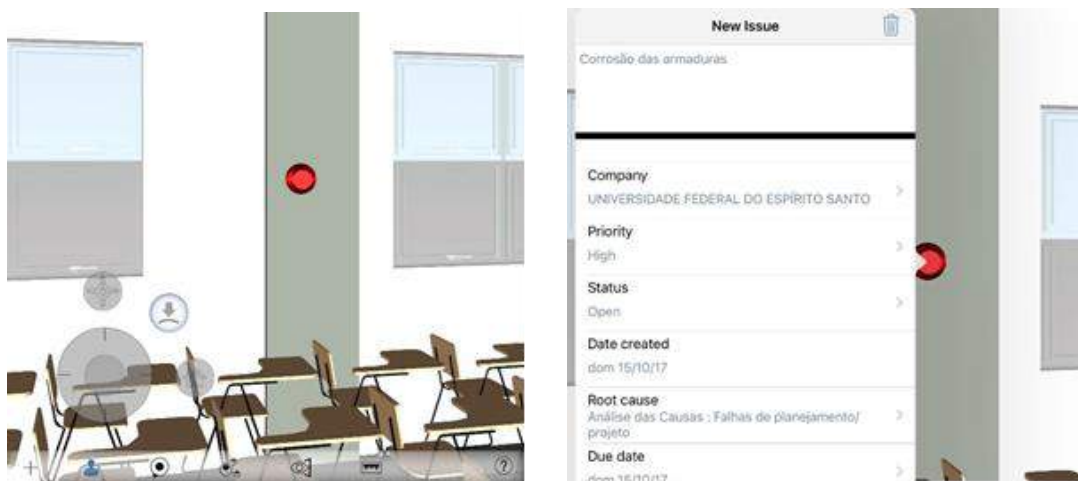


Figura 11. Adição de pin e respectivo formulário (issue). a) adição de pin em pilar de uma das salas do CT-12. b) informações preenchidas no formulário (issue) visualizadas após selecionar o pin correspondente.



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

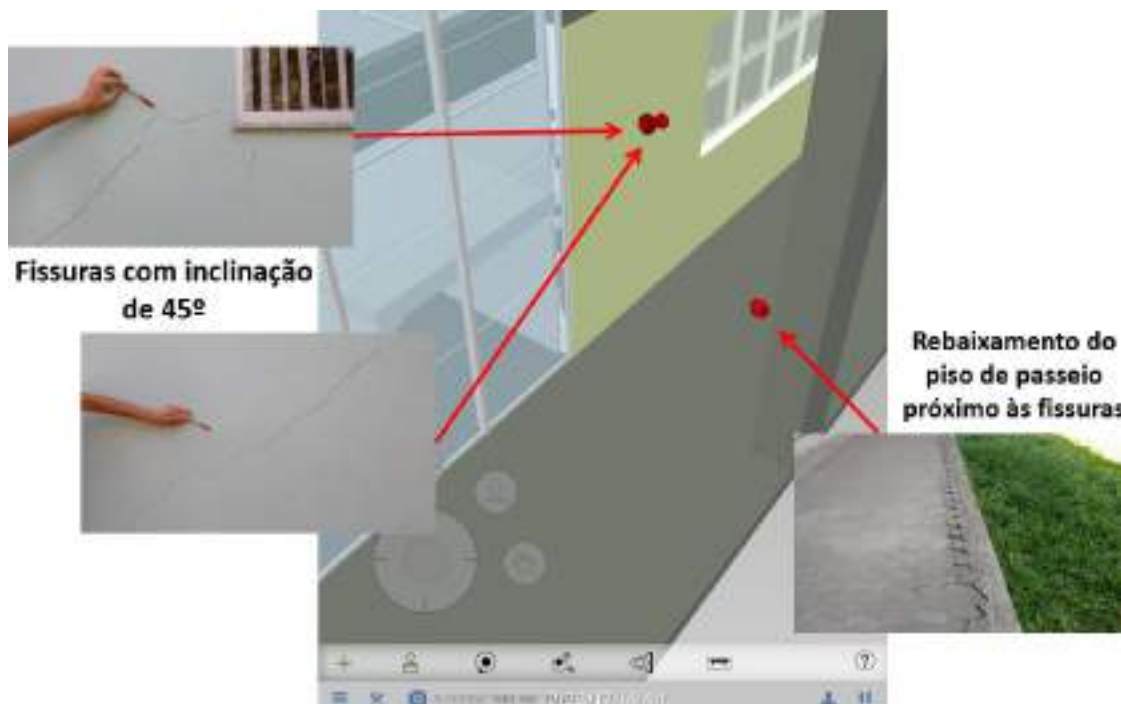


Figura 13. Exemplos de associação de pins com fotografias dos danos na fachada do CT-12 (próximo à entrada).



Figura 14. Exemplos de associação de pins com fotografias dos danos na fachada do CT-12.

Após o preenchimento dos formulários para cada problema encontrado, realizou-se a sincronização com o BIM 360 Field Web, onde é possível visualizar 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, a prioridade para futuras intervenções de acordo com a gravidade e todos os anexos inseridos no iPad, inclusive o registro fotográfico.

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 15 mostra o preenchimento do checklist do sistema estrutural, com

simulação de possíveis anomalias para o CT-12.

É possível observar na Figura 16, 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 17 indica

imagens ilustrativas, como a orientação das trincas que auxiliam no diagnóstico.

Os checklists preenchidos de cada sistema foram atualizados no BIM 360

Field Web, para posterior análise e definição dos tipos de intervenções a serem adotadas.

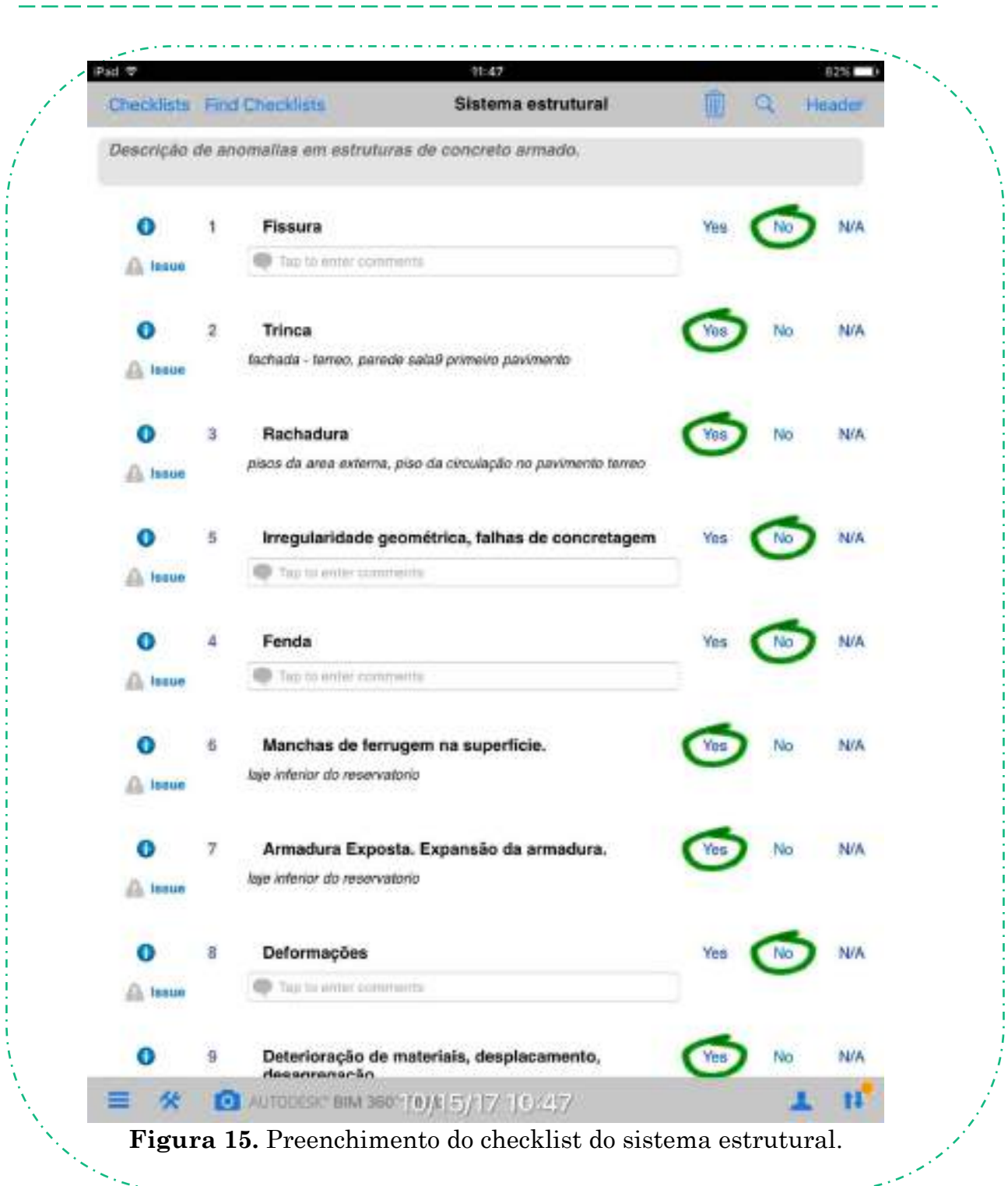


Figura 15. Preenchimento do checklist do sistema estrutural.

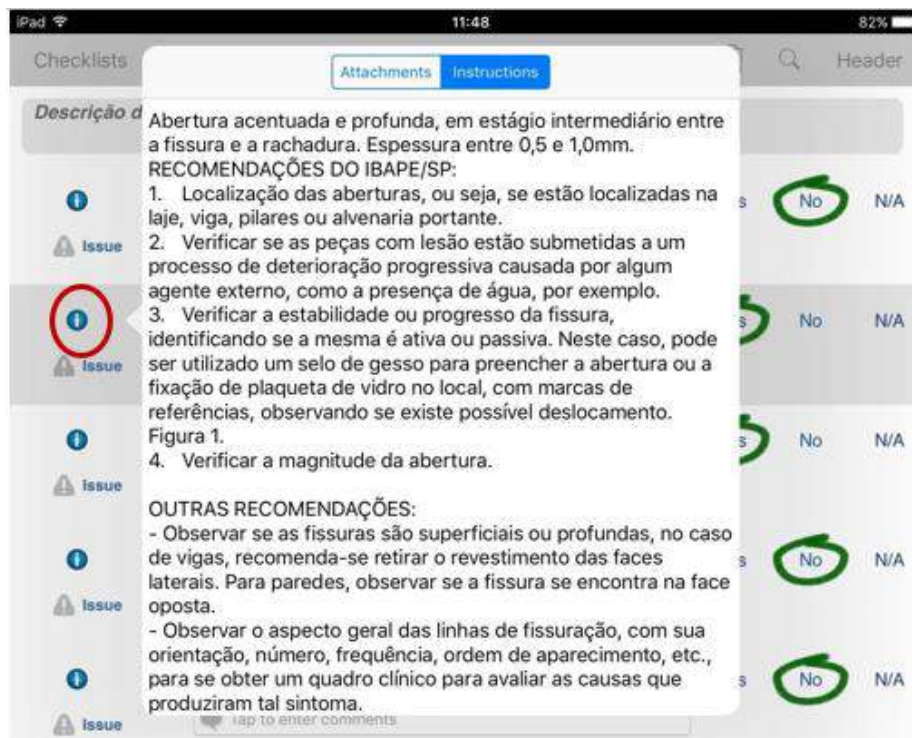


Figura 16. Informações sobre a anomalia trinca.

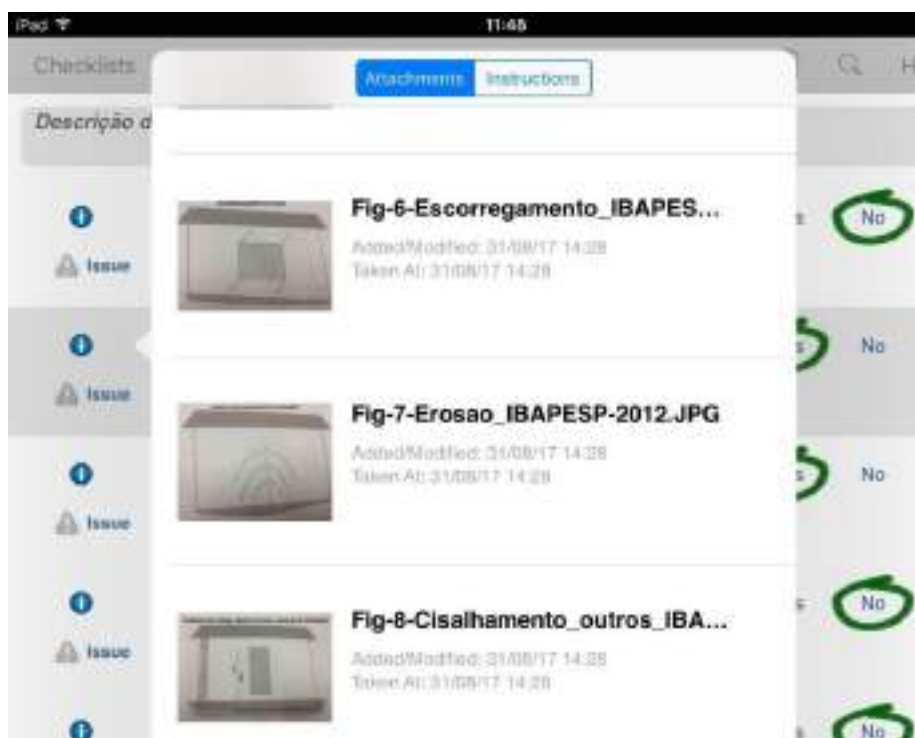


Figura 17. Vista de imagens ilustrativas de alguns tipos de trincas e respectivas causas.

4. RECOMENDAÇÕES PARA GESTORES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Antes da aplicação do método, é necessário cumprir com os requisitos básicos para a sua implantação, como descrito no item 2, sendo que o BIM 360 Field corresponde ao sistema de informações para organização de todos os dados da edificação. O gestor da manutenção atua como o administrador

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 18, 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,

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.

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.



Figura 18 - Exemplo de formulário que pode ser preenchido pelo usuário diante do surgimento de algum problema na edificação.

O setor de manutenção ao receber este formulário, 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.

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 19 exemplifica os tipos de registros que podem ser adicionados na função equipment.



Figura 19. Tipos de registros da função equipment (checklists, issues, tasks, attachments, comments).

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. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no que foi exposto, pode-se afirmar que o BIM pode ser aplicado na Gestão da Manutenção de edificações com ênfase nas manifestações patológicas em elementos de construção. Observou-se 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.

Dentre os aspectos que podem dificultar a aplicação deste método, destaca-se que o emprego do BIM em edificações existentes ainda é restrito, devido a aspectos relacionados com o custo para aquisição dos softwares 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.

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. 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 modificar a 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 boletim técnico. Como consequência, pode-se observar o aumento do desempenho dos sistemas construtivos, redução de desgastes

naturais, prevenção de processos de edificação, além da redução de custos e prematuros de degradação e despesas em geral. prolongamento da vida útil da

6. REFERENCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: Manutenção de Edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012. 31 p.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 71p.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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>. Acesso em: 13 mar. 2017.
7. 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.
8. KRYGIEL, E.; NIES, B. Successful sustainable design with Building Information Modeling. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc, 2008. 241 p.
9. LICHTENSTEIN, Norberto B. Patologia das Construções. Boletim técnico – 06/86. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

10. 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.
 11. 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.
 12. SAMPAIO, A.Z.; SIMÕES, D. Maintenance of Buildings Using BIM Methodology. *The Open Construction and Building Technology Journal*, v.8, p. 337-342, 2014.
 13. 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.
 14. 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.
 15. 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.
 16. 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.
 17. 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.
 18. 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.
-