O EMPREGO DO BIM COMO FERRAMENTA DE SUPORTE À GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

K. SANTOS
Mestranda em Engenharia Civil
UFES/PPGEC
Vitória/ES; Brasil
eng_karine@yahoo.com.br

J. L. CALMON
Prof. Dr. Engenheiro Civil
UFES/PPGEC
Vitória/ES; Brasil
calmonbarcelona@gmail.com

L. ALVES
Graduando em Engenharia Civil
UFES
Vitória/ES; Brasil
luan_alvesds@hotmail.com

RESUMO

As edificações devem ser projetadas, construídas e mantidas para cumprir requisitos básicos de desempenho e durabilidade ao longo da vida útil, além de atender as expectativas e necessidades dos usuários. Um dos aspectos que devem ser considerados para as edificações é a minimização de custos durante a fase operacional. Para que isso ocorra, é necessário o planejamento adequado da manutenção de elementos, componentes e sistemas construtivos. Dentre as diferentes tecnologias que gradativamente começam a ser aplicadas na Construção Civil, pode-se citar o *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção. Apesar do BIM ser mais utilizado durante a fase de projeto e construção, possui grande potencial para ser aplicado na fase operacional. O objetivo deste trabalho é demonstrar as capacidades do BIM na Gestão da Manutenção de Edificações. Para alcançar este objetivo, utilizou-se uma edificação localizada na Universidade Federal do Espírito Santo. Esta edificação foi modelada no *software* Autodesk Revit® e exportada para o *software* Autodesk BIM 360 Ops®. Além do modelo virtual 3D, foram inseridas neste *software* informações como especificações técnicas, histórico de manutenção, cuidados de uso e procedimentos de manutenção para os elementos construtivos presentes na edificação. Os resultados demonstraram que a tecnologia BIM possibilita melhorias na qualidade da Gestão da Manutenção, o que pode reduzir processos de deterioração e custos de recuperação das edificações.
Palavras-chave: BIM. Gestão da Manutenção. Manutenção Preventiva. Manifestação Patológica.

ABSTRACT

Buildings must attend users demand, performance and durability requirements during the lifecycle period. Appropriate maintenance planning can ensure cost reductions and the compliance of building performance requirements. The use of Building Information Modeling is increasing rapidly in Architecture, Engineering and Construction Industry (AEC), especially in design and construction phase. However, BIM can be effectively implemented during the operational and maintenance phases. The aim of this work is to demonstrate BIM capacities for Building Maintenance Management. This study was applied in a building in Universidade Federal do Espírito Santo. This building was modeled in Autodesk Revit® and exported to Autodesk BIM 360 Ops®. Besides 3D virtual model, some information also was added to this software like technical specifications, historic maintenance records, use orientations, maintenance procedures for the construction elements.The results showed that BIM represents a support tool to enhance Maintenance Management quality and help reduce deterioration processes and rehabilitation costs.
Keywords: BIM. Maintenance Management. Preventive Maintenance. Pathology.

1. INTRODUÇÃO

O *Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção promove a criação de um modelo virtual 3D preciso da edificação. 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). Por este motivo, o BIM apresenta grande potencial para aplicação na Gestão da Manutenção de Edificações. O BIM pode ser usado como um banco de dados visual 3D para armazenar, organizar e trocar informações sobre o desempenho das edificações com registro de processos de deterioração ao longo do tempo para melhorar as práticas atuais de manutenção (BORTOLINI; FORCADA; MACARULLA, 2016). O BIM favorece o controle da qualidade e coordenação de documentos, com informações interconectadas (KRYGIEL *et al.*, 2008).

Entretanto, Eastman *et al.* (2014) destacam que o uso do BIM está limitado às fases de concepção, detalhamento e fases iniciais de construção. A forma como o BIM é empregado se enquadra em uma visão estreita ou ampla. A visão estreita corresponde somente ao modelo digital da edificação enquanto que a visão ampla envolve aspectos funcionais, documentais, técnicos, organizacionais e legais (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014). Estes aspectos estão diretamente relacionados com a fase de uso e operação, que necessita de uma organização de dados e dos projetos da edificação.

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 Gestão de Facilidades. A Associação Internacional de Gestão de Instalações (IFMA – *International Facility Management Association*, 2016) 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. Becerik-Gerber *et al.* (2012) enfatizam que 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 manutenabilidade, criação e atualização de recursos digitais, gerenciamento do espaço, controle e monitoramento de energia, etc.

Segundo Biagini *et al.* (2016) a criação de um modelo digital na plataforma BIM permite obter simulação, análise e comparação de propostas de intervenção em uma visão global, com uma atualização rápida de dados. Estes aspectos podem ser empregados na Gestão de Instalações de Edificações, dentro do contexto da Gestão da Manutenção. Ocorre o registro de uma grande quantidade de informações fundamentais para qualquer serviço de manutenção ou projeto de restauração, permitindo constantes atualizações ao longo do tempo (SAMPAIO; SIMÕES, 2014; BIAGINI *et al.*, 2016).

Uma comunicação efetiva entre os participantes-chave é vital para melhorar o desempenho da Gestão da Manutenção. O BIM integra vários tipos de informações em uma única plataforma acessível por várias pessoas, o que reduz o tempo associado a execução dos serviços e gastos desnecessários com retrabalho. Com isso é possível aumentar a confiabilidade, a precisão, a produtividade e a redução de erros das operações de manutenção.

Para Araújo (2012), o emprego do BIM na fase de operação e manutenção possibilita a adição de informações relativas à manutenção de cada elemento construtivo no modelo ou protótipo virtual da edificação. Este modelo é capaz de interagir com planilhas e relatórios, onde é possível identificar quais elementos construtivos terão que ser reparados com o passar do tempo. Dessa forma, o BIM pode ser adotado de forma integrada ao processo de manutenção preventiva da edificação, com aprimoramento de processos manuais de Gestão da Manutenção e aumento de sua eficiência através de um inventário preciso das instalações e sistemas construtivos.

O Planejamento da Gestão da Manutenção deve abranger a previsão orçamentária anual, os meios de controle de documentos, a reserva de recursos para serviços de manutenção não planejada, a reposição de equipamentos ou sistemas após o término de sua vida útil e os serviços específicos (SINDUSCON/SP, SECOVI/SP, 2013). Para organizar e sistematizar estas informações, surgiram os Sistemas de Gestão da Manutenção (*Maintenance Management System – MMS*) que podem ser manuais ou computadorizados. Estes são conhecidos como Sistemas Computadorizados de Gestão da Manutenção ou CMMS

(*Computerized Maintenance Management System*) e são os mais indicados devido ao volume de informações utilizada pelos gestores.

Segundo Falorca, Rodrigues e Silva (2011), O CMMS possui um sistema com banco de dados computadorizado com informações sobre as operações de manutenção e devem ser devidamente estruturados, 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.

Entretanto, 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 no sistema e no processo de manutenção.
- Necessita ser compatível com outros sistemas para que os dados de comunicação possam ser transferidos.

Muitos destes sistemas não possuem uma integração direta com o modelo virtual da edificação, o que traria vários benefícios para a Gestão da Manutenção, tais como a facilidade para localização de elementos construtivos com danos, definição de diagnóstico e análise de possíveis causas de manifestações patológicas. Por este motivo, o presente trabalho possui como objetivo propor um método para a Gestão da Manutenção de edificações por meio da tecnologia BIM e de um *software* CMMS. Este método se baseia no cadastro de uma base de dados no *software* CMMS integrado ao modelo virtual 3D de uma edificação escolhida como estudo de caso, com as informações necessárias para o processo de manutenção preventiva e registro de manifestações patológicas. Estas informações englobam as especificações técnicas dos elementos construtivos, programação das atividades rotineiras de manutenção, relatórios e registro fotográfico de manifestações patológicas. É importante destacar que o método proposto não aborda análises e formas de intervenção para possíveis manifestações patológicas. Limita-se a apresentar os processos de registro das mesmas.

2. METODOLOGIA

2.1 Descrição da edificação adotada como estudo de caso

A edificação, denominada Centro Tecnológico XII (CT-12), está localizada na 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 pavimento térreo possui salão de entrada, biblioteca, quatro salas de aula, sanitários masculino e feminino e circulação externa. O primeiro pavimento possui 8 salas de aula, sanitários masculino, feminino e circulação.

2.2 Conjunto de s*oftware* empregado na pesquisa

Para modelagem arquitetônica da edificação, foi utilizado o *software* Autodesk Revit Architecture® 2016 versão institucional. O modelo 3D foi salvo no formato rvt, formato padrão deste *software*. O processo de modelagem consistiu na criação de objetos como paredes, pisos, pilares, vigas, esquadrias e cobertura. Além das informações geométricas, o modelo também possui as especificações técnicas de cada elemento construtivo. Após o processo de modelagem, o modelo foi exportado para o *software* BIM 360® Ops, versão gratuita da Autodesk. A Figura 1 mostra a fachada principal da edificação neste *software*.

Figura 1 - Fachada principal do CT-12 no modelo 3D inserido no BIM 360® Ops

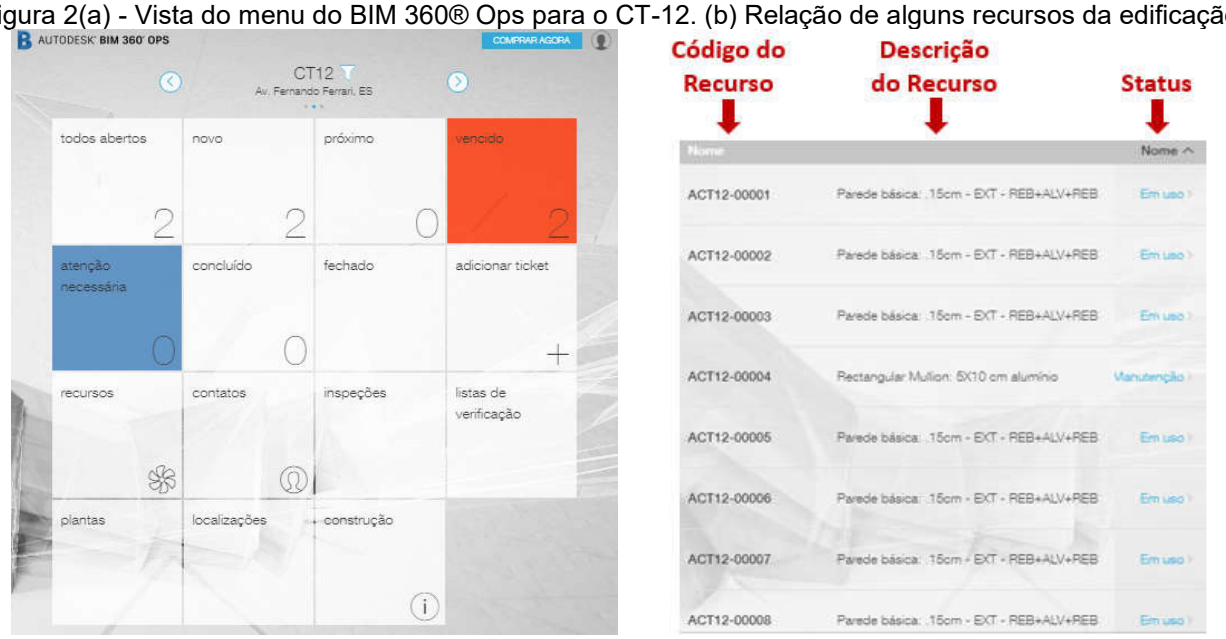


Fonte: Elaborado pelos autores.

O BIM 360® é um conjunto de *software* da Autodesk que atua 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. O BIM 360® Ops é um *software* CMMS, voltado principalmente para a manutenção preventiva. Este *software* permite o agendamento e controle de inspeções em elementos construtivos, armazenamento de documentos e projetos, registros de manutenções já realizadas e visualização dos elementos no modelo arquitetônico, previamente exportado do Revit. Além disso, o *software* possui algumas funções para dispositivos móveis, como ferramenta de auxílio para as inspeções e trabalhos de manutenção.

A Figura 2(a) permite visualizar o menu do BIM 360® Ops com as funções atribuídas a edificação do estudo de caso, o CT-12. Após o processo de exportação do modelo do CT-12 do Revit para o BIM 360® Ops, cada elemento construtivo foi inserido automaticamente na opção recursos mostrada na Figura 2(b).

Figura 2(a) - Vista do menu do BIM 360® Ops para o CT-12. (b) Relação de alguns recursos da edificação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 2(a) é possível observar que as plantas da edificação (em formato pdf), as informações dos recursos, calendário de inspeções, listas de verificação e *tickets* podem ser adicionados no BIM 360® Ops. Os *tickets* são criados pelo usuário diante de algum problema existente no local, para ser enviado para o setor de Manutenção, ou pode ser criado pelo própria equipe do setor.

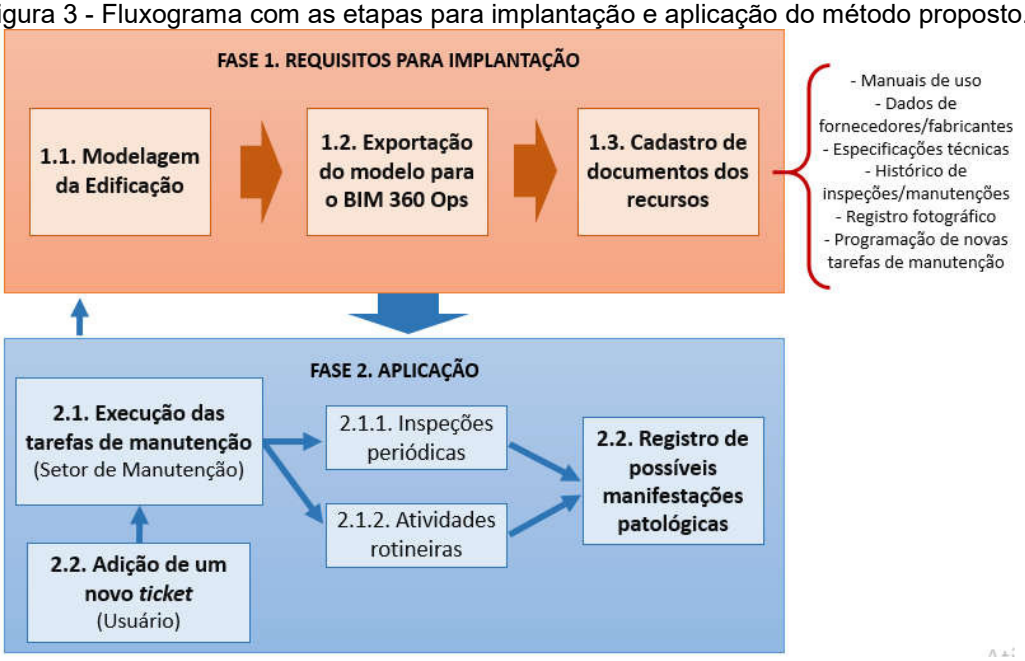
2.3 Processo de integração do modelo virtual com dados da edificação e de manutenção

Após a inserção do modelo 3D no BIM 360® Ops, foram inseridas informações para cada elemento construtivo na função *Recursos* do *software*. Estas informações englobam dados de fornecedores/fabricantes, especificações técnicas, histórico de inspeções/manutenções, registro fotográfico dos recursos e de manifestações patológicas passadas, cuidados de uso, perda de garantia, manutenção preventiva e programação de novas tarefas de manutenção.

A manutenção preventiva foi elaborada de acordo com as orientações da NBR 15.575-1(ABNT, 2013) e do Manual do Proprietário 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, por meio da definição de prazos de garantia de sistemas e componentes construtivos, cuidados de uso e sugestões de procedimentos de manutenção.

A Figura 3 ilustra um fluxograma com as etapas necessárias para a aplicação do método proposto neste trabalho. Estas etapas foram separadas em duas fases explicadas nos itens anteriores: Fase 1 - Requisitos para implantação e Fase 2 - Aplicação.

Figura 3 - Fluxograma com as etapas para implantação e aplicação do método proposto.



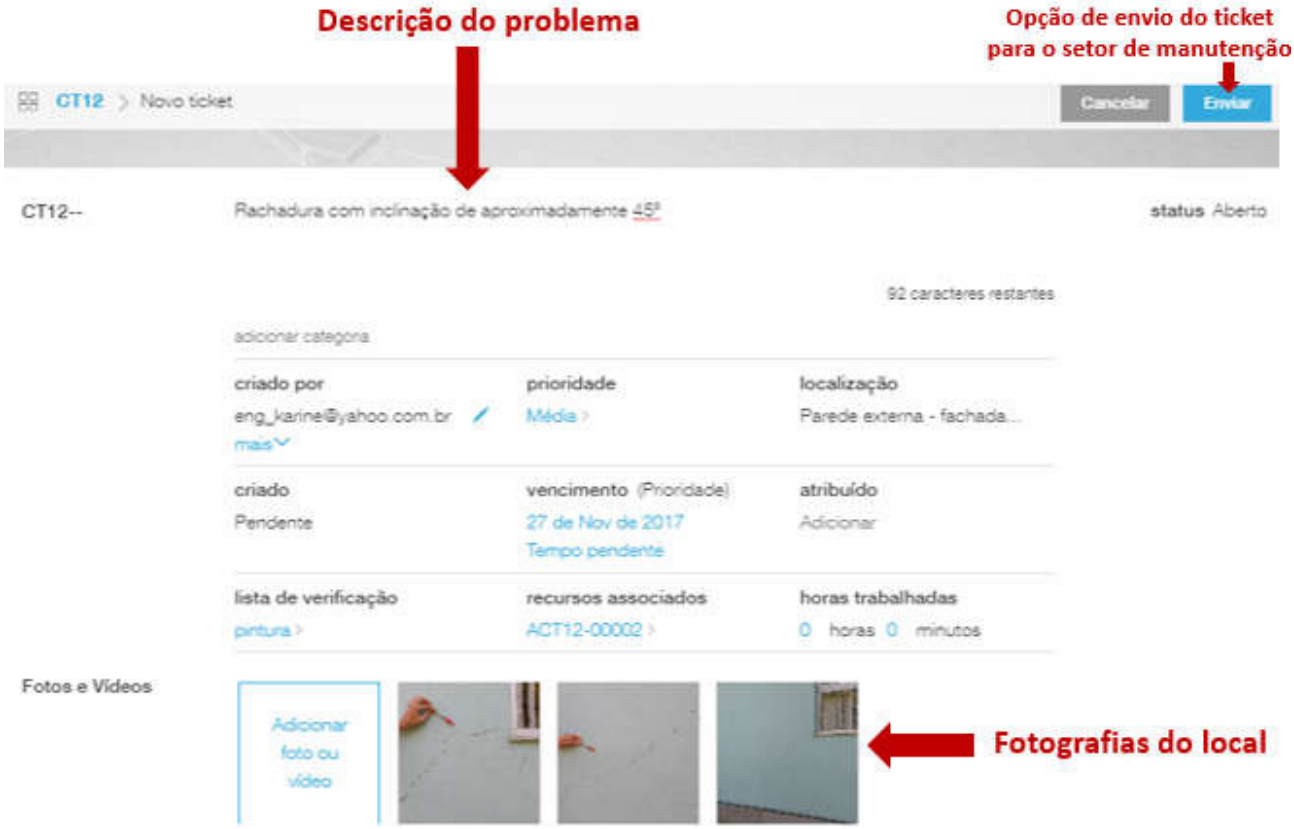
Fonte: Elaborado pelos autores.

A Fase 2 (Aplicação) possui duas atividades principais: execução das tarefas de manutenção e adição de um novo *ticket*. Esta última pode ser realizada pelo usuário diante do surgimento de algum problema ou defeito encontrado em algum elemento construtivo. Este *ticket* é visualizado pelo setor de manutenção, que encaminha um técnico para realização de uma inspeção ao local, dependendo da gravidade e do problema encontrado.

3. RESULTADOS

A seguir serão apresentados alguns resultados das informações inseridas no BIM 360® Ops.A Figura 4 indica o preenchimento de um *ticket* pelo usuário diante do surgimento de uma manifestação patológica do tipo rachadura, em parede da fachada principal do CT-12.

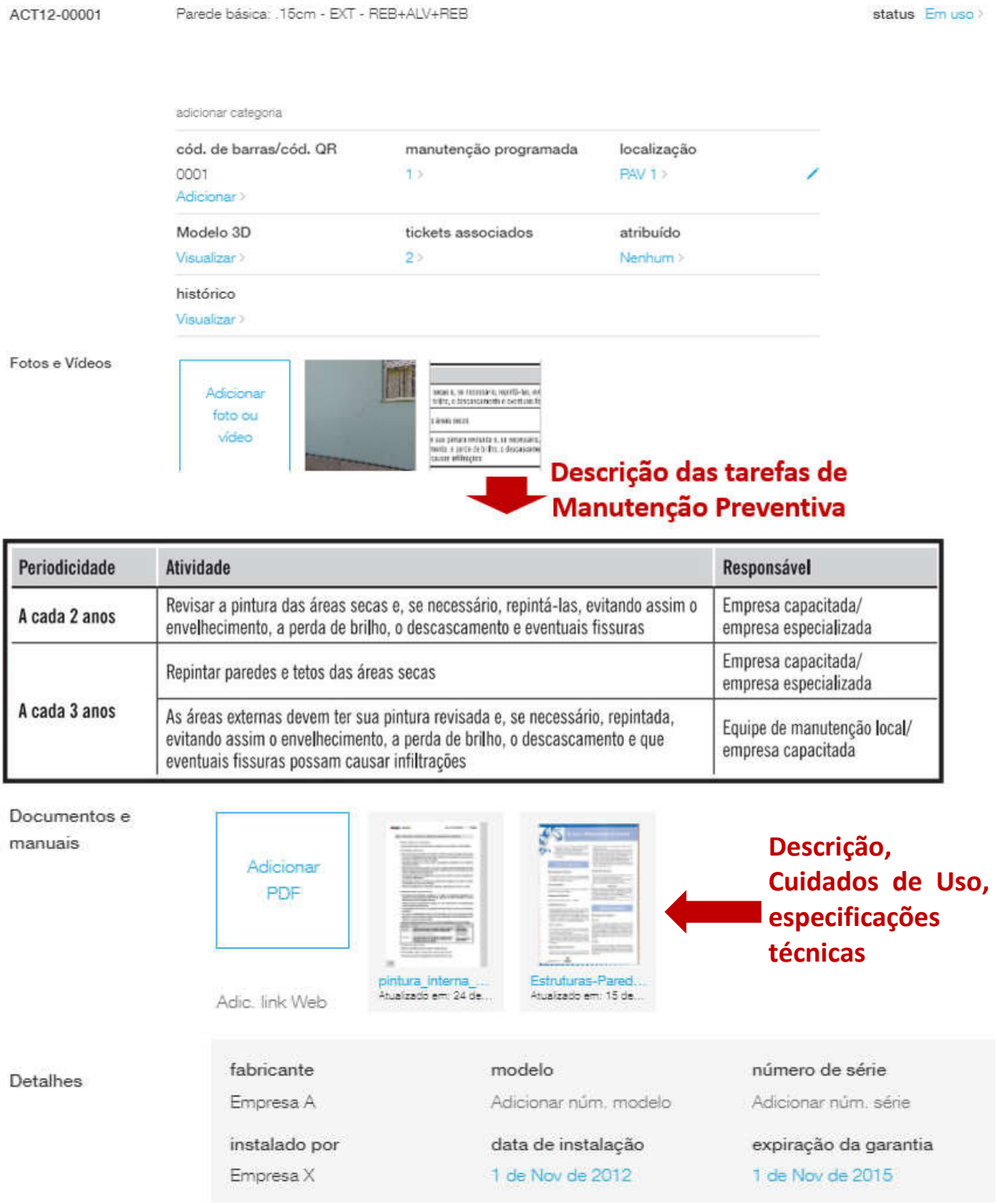
Figura 4 - Preenchimento de *ticket* pelo usuário.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O *ticket*, ao ser direcionado para o setor de manutenção, é analisado para definição do tipo de conduta a ser adotada. É possível identificar o recurso que apresenta o problema na lista de recursos do BIM 360® Ops. Esta lista é uma forma de se catalogar os elementos construtivos, com uma ficha para cada elemento que contém as seguintes informações: dados e especificações técnicas, histórico das manutenções realizadas neste elemento, prazos de garantia, informações relacionadas com o fim da vida útil, cuidados de uso, procedimentos de manutenção, etc. Estes dados são fundamentais para uma eficiência no planejamento e processo da Gestão da Manutenção. A Figura 5 mostra esta ficha para o elemento construtivo com dano relatado pelo usuário através do *ticket* indicado na Figura 4.

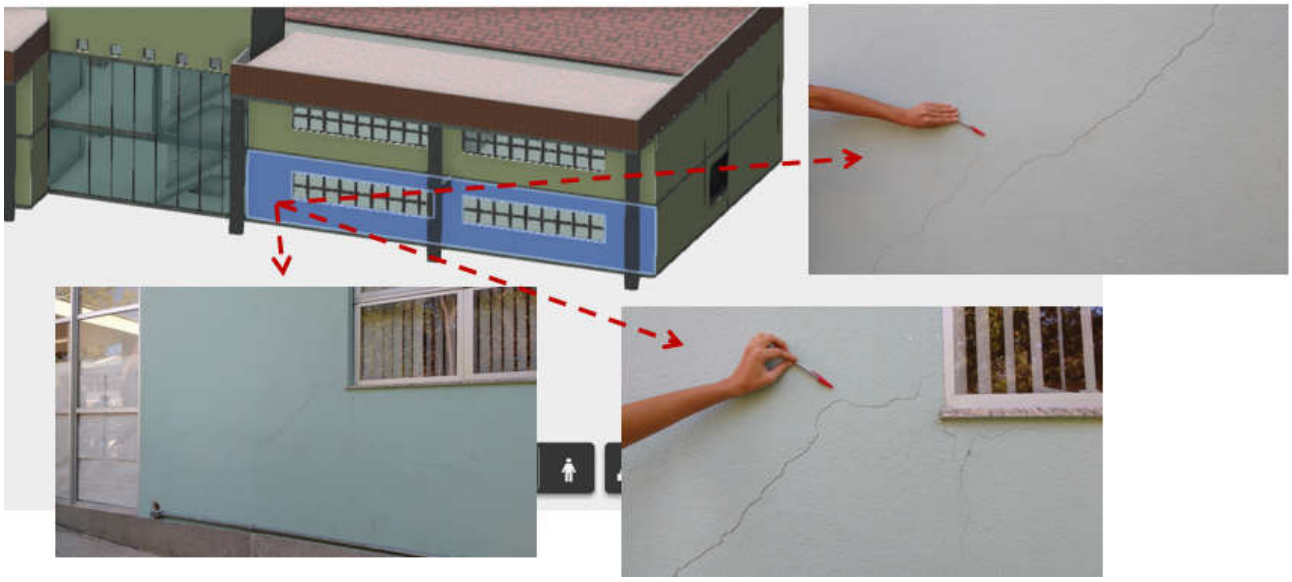
Figura 5 - Ficha do elemento construtivo com dano.



Fonte:Elaborado pelos autores.

A ficha do elemento possui a opção de visualização e navegação no modelo 3D. No modelo o elemento já se encontra selecionado, o que facilita sua localização e pode auxiliar o processo de diagnóstico/análise das causas da manifestação patológica encontrada. A Figura 6 mostra este elemento selecionado no modelo 3D, e as fotos com os danos relatados pelo usuário através do *ticket* mostrado na Figura 4.

Figura 6. Visualização do elemento (seleção azul) no modelo 3D e fotografias do dano presente no elemento.



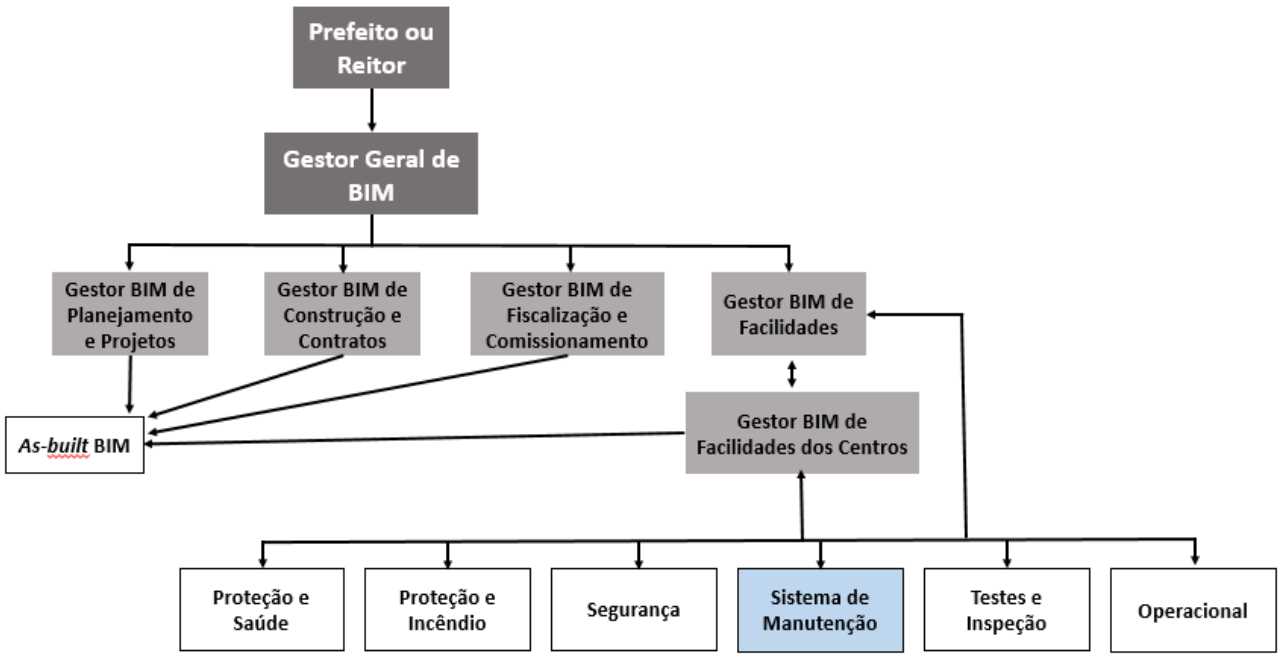
Fonte:Elaborado pelos autores.

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 Ops possibilita a gestão simultânea de várias edificações. O gestor da manutenção pode coordenadar o processo de sistematização das informações de cada edificação no *software*.

Sugere-se que o método proposto para a Gestão da Manutenção com emprego do BIM, descrito neste trabalho, faça parte de um método mais amplo de Gestão de Instalações como o método proposto por Faroni (2017). A autora apresentou diretrizes e recomendações para a implantação de um sistema de Gestão de Instalações (Facilidades) por meio da plataforma BIM para a Universidade Federal do Espírito Santo. Estas diretrizes tiveram como base a análise do CT-12, mesma edificação adotada como estudo de caso deste trabalho. A autora realizou simulações de cenários e atividades cotidianas de gestão de espaços e ativos por meio da integração do *software* BIM Revit® com o Archibus®, *software* comercial de Gestão de Instalações.

Para a implantação do BIM, Faroni 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 também propõe um gestor BIM de facilidades específico para cada departamento/centro, que corresponde a uma unidade, como por exemplo, Centro de Artes, Centro de Educação, Centro Tecnológico, etc. Este gestor coordena as seguintes áreas da Gestão de Instalações no centro: (1) Proteção à Saúde, (2) Proteção a Incêndio, (3) Segurança, (4) Sistemas de Manutenção, (5) Testes e Inspeção e (6) Operacional. Estas atividades se integram ao modelo BIM (*as-built* BIM), como pode ser observado no fluxograma da Figura 7.

Figura 7. Fluxo de informações para implantação do BIM em uma universidade



Fonte: Adaptado de Faroni (2017)

Como mostra a Figura 7, vinculado ao gestor BIM de facilidades, se encontra o gestor de manutenção, responsável por coordenar o Sistema de Manutenção. Este sistema possui os seguintes campos sugeridos por Faroni (2017):

– Sistemas de refrigeração, ventilação e aquecimento;
– Manutenção preventiva, preditiva e corretiva;
– Sistemas de automação prediais;
– Decoração e tecidos do edifício;
– Manutenção de gramas e vegetações;
– CMMS.

4. CONCLUSÕES

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. O *software* BIM 360 Ops possibilitou a integração do modelo virtual 3D com outros tipos de informações da edificação, voltadas para processos de manutenção.

Com a aplicação do método na edificação objeto do estudo de caso foi possível verificar os seguintes benefícios do BIM:

- Maior controle, disponibilidade, velocidade e precisão no acesso aos diferentes tipos de documentação, a exemplo de especificações tecnicas e registros de manutenção de elementos construtivos. 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.
- Integração do modelo virtual da edificação com calendários e programações, para identificação de quais elementos construtivos necessitam de reparo/manutenção ao longo do tempo.
- Ausência de perda de dados durante o processo de exportação do modelo entre os programas utilizados, pois estes foram produzidos pelo mesmo fabricante.
- Padronização de procedimentos, atividades de manutenção, com sistematização de informações e registro das mesmas.

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 de um conjunto de *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.

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 do 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, será possível observar o aumento do desempenho dos sistemas construtivos, redução de desgastes naturais, prevenção de processos prematuros de degradação, prolongamento da vida útil da edificação e redução de custos e despesas em geral.

5. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo suporte financeiro para realização desta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, T. T. 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.

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

BECERIK-GERBER, B. *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, C. *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.

EASTMAN, C. *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.

FALORCA, J.; RODRIGUES, C.; SILVA, M. da; **A Utilidade das aplicações informáticas na gestão da manutenção de edifícios.** 2° 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.

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.

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

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.

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

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

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.

TRETTEN, P.; KARIM, R. **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, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. **Building Information Modeling (BIM) for existing *building*s — Literature review and future needs.** Automation In Construction, [s.l.], v. 38, p.109-127, mar. 2014.