

3º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

MANUTENÇÃO PREDIAL EM EMPREENDIMENTOS METROFERROVIÁRIOS:

TECNOLOGIAS DO FUTURO

AUTORES

GUILHERME LOPES SOLEDADE, engenheiro eletricista (2009), pós-graduado em Gestão Estratégica de Negócios (2013) e especialista em tecnologia metroferroviária pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2016).

MILTON PINTO SILVA JUNIOR, engenheiro civil (2013), pós-graduando em Gestão de Projetos na Construção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

INTRODUÇÃO

Um sistema de transporte metroferroviário é composto de estruturas e edificações civis, material rodante, sistemas de sinalização e controle de trens, sistema de alimentação elétrica, via permanente, sistemas de telecomunicações e sistemas auxiliares. De maneira geral, pode-se considerar que a manutenção predial abrange a conservação das edificações, incluindo-se as utilidades de menor complexidade, como os sistemas elétricos em baixa tensão (iluminação e tomadas), sistemas hidráulicos e de gases.

O custo da manutenção de sistemas metroferroviários merece especial atenção: em que pese a implantação de tais sistemas envolver a realização de obras complexas e cuja concepção, projeto e implantação levam anos, quando não décadas, não se deve ignorar a

fase de operação e manutenção do empreendimento: sistemas metroferroviários são obras feitas para durar muitos anos e que requerem um alto índice de disponibilidade e nos quais falhas podem ter consequências catastróficas.

Há de se considerar que o atual cenário do setor metroferroviário, em que grande parte dos operadores depende de subsídios externos para manutenção ou encontra-se em situação de grande desafio para cobrir seus custos de operação, exige atenção e grande compromisso em melhor se aproveitar os recursos existentes e diminuir custos de operação e manutenção. Considerando-se que o custo da mão de obra no Brasil é crescente e muitas das rotinas de manutenção predial são feitas exatamente da mesma maneira que no século passado, de forma destoante ao avanço tecnológico percebido na construção de estações ou em material rodante, via permanente e sistemas de comunicação e sinalização, percebe-se grande pertinência na investigação e pesquisa do assunto.

Este trabalho buscou, portanto, investigar como novas tecnologias, com especial destaque ao BIM, podem fazer frente ao desafiador cenário exposto, avaliando seu grau de maturidade, possibilidades de implantação e fomentando a discussão sobre parâmetros a serem observados por cada operador na adoção de novas tecnologias.

Em que pese a abordagem do presente trabalho envolver a manutenção predial em empreendimentos metroferroviários, a discussão fomentada também pode ser aproveitada para outros sistemas mais complexos presentes em tais empreendimentos.

DIAGNÓSTICO

A ideia de que a manutenção de uma edificação são atividades e recursos que devem garantir seu melhor desempenho, para atendimento às necessidades dos usuários, com confiabilidade e disponibilidade, ao menor custo possível, torna-se ainda mais importante ao se realizar a manutenção de sistemas de transporte público. (Fagundes, Gullo, & Tito Lívio, 2014)

O desempenho de uma edificação deve ser entendido como a capacidade de atendimento das necessidades de seus usuários (Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 1999) - em um sistema metroferroviário, essa necessidade normalmente é entendida como garantir o acesso para embarque e desembarque dos trens, dentro de condições seguras e de conforto, promovendo-se a mobilidade da população. (Soledade, 2016)

Há de se ressaltar que a vida útil de uma edificação sempre dependerá da realização de manutenções ao longo do tempo, visando manter seu desempenho em níveis anteriormente definidos como aceitáveis, conforme Figura 1.

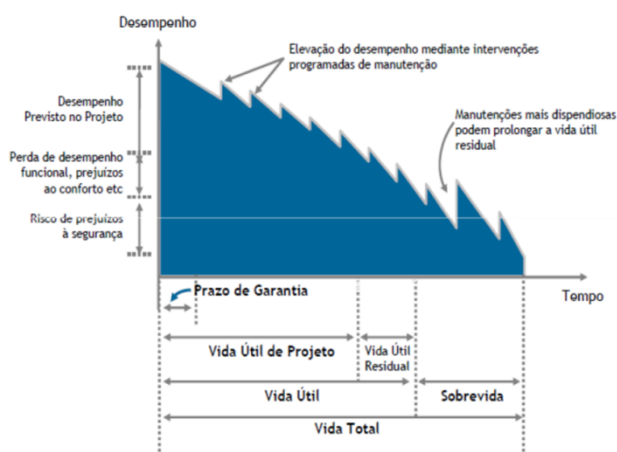


Figura 1 - Desempenho de uma edificação ao longo do tempo (Matozinhos, 2012)

Uma edificação metroferroviária, sob a ótica predial, pode ser dividida em finalidades, conforme o exemplo da proposta abaixo:

- Comunicação visual, sinalização e sonorização;
- Elementos metálicos em geral: gradis, bloqueios, etc.;
- Elétrica: iluminação, tomadas;
- Estruturas em geral: estruturas de concreto, estruturas metálicas;
- Forros e coberturas;
- Hidráulica: água fria, água quente, esgoto;
- Pisos e pavimentos;
- Revestimento e pinturas;
- Sistema de combate a incêndio e proteção contra descargas atmosféricas.

Demais sistemas ou componentes, por suas características específicas, como é o caso do sistema de ventilação ou de linhas de bloqueios, em geral requerem uma abordagem específica, sendo tratados de forma diferenciada que a manutenção predial.

Destaca-se que a caracterização de um determinado elemento de uma edificação, atribuindo-se uma identificação única é uma informação necessária para o adequado acompanhamento de um elemento ao longo da vida útil da edificação. Embora tal identificação e rastreabilidade para equipamentos eletromecânicos sejam usuais, ainda não é uma prática comum na gestão predial, em especial para elementos e componentes de natureza civil. (Matozinhos, 2012)

Em termos de normatizações aplicáveis à manutenção predial, destacam-se:

- NBR 5674:2012, Manutenção de edificações-Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, publicada em 25/07/2012 e que introduziu requisitos visando garantir a preservação das características originais da edificação e a prevenção da perda de desempenho - um dos pontos chave da norma é a criação do Programa de Manutenção da edificação;
- NBR 14037:2011, Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações-Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos, publicada em 28/07/2011. Os manuais de uso, operação e manutenção tornam-se ainda mais importantes em edifícios onde se aplicam novas tecnologias, muitas vezes desconhecidas para as equipes de manutenção, as quais precisarão ser capacitadas para manter os novos equipamentos recebidos. Deve levar-se em conta ainda que a manutenção a ser prescrita deva levar em conta não apenas o método construtivo e os materiais utilizados, mas os requisitos legais para a execução da atividade, como é o caso da Norma Regulamentadora nº 35 para os trabalhos em altura¹ (BRASIL, 2014);
- NBR 15575:2013, Edificações habitacionais-desempenho, série de normas publicadas em 19/02/2013, que trata de critérios de desempenho para edificações com função habitacional, embora incluam conceitos que podem ser extrapolados para outros tipos de edifícios;

1 Conforme item 35.1.2 da NR-35, considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de dois metros do nível inferior, onde exista risco de queda.

- A nova norma de Inspeção Predial, atualmente em estudo na comissão de estudo CE-02:140.02 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), sendo que houve conclusão de texto harmonizado após amplo debate entre entidades do setor em 20/06/2016.

Há de se observar ainda que a gestão da manutenção predial também deve incluir o atendimento a requisitos legais, tais como à legislação de combate a incêndio, a qual é regulamentada por cada unidade da federação.

A sigla BIM, que possui interpretações diversas dependendo de seu autor (Ng, 2013), pode ser entendida como a modelagem da informação da construção. Embora se trate de um conceito antigo, que remonta aos anos 70, sua aplicação real iniciou-se nos anos 90, sendo acessível ao grande público somente em 2003 e com uso focado nas etapas de projeto e construção de uma edificação. (Soledade, 2016)

O ponto central do BIM é ser um modelo computacional que permite representar elementos de forma gráfica contendo dimensões, localização, dados técnicos e especificações para orçamento e fabricação, dados de desempenho dentre outros atributos e parâmetros, que interagem entre si e permitem a extração e processamento de informações. (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011).

Tal definição, bastante audaciosa, revela que BIM não é um simples aplicativo, norma ou tecnologia, devendo ser entendido como uma nova filosofia de trabalho, composta de processos, tecnologias e culturas aplicadas ao longo de todo o ciclo de vida de um ativo (Mattos, 2014), podendo ser representada conforme Figura 2.

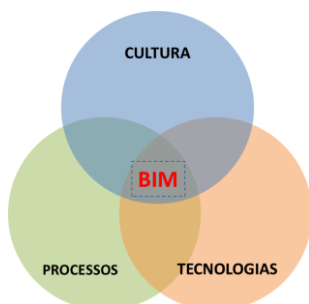


Figura 2 - BIM: intersecção de processos, culturas e tecnologias (Soledade, 2016)

Conforme diretrizes da (OmniClass), é possível dividir o ciclo de vida de um empreendimento em nove fases: início (definição de requisitos), concepção (projeto funcional), definição (projeto básico), desenho (projeto executivo), coordenação, implantação, entrega, operação e encerramento. Cada fase possui subfases, totalizando 163 subfases que, dependendo do empreendimento, podem ou não existir. O BIM pode estar presente em todas as fases e possuir os mais diversos usos, conforme é mostrado em Figura 3.



Figura 3 - BIM no ciclo de vida de uma edificação (Farina, 2013)

Embora não normatizado, é comum a designação do BIM por dimensões. Determinados autores entendem que o BIM aplicado à fase de operação e manutenção de uma edificação deve ser entendido como "BIM 7D", ao passo que outros utilizam a designação "BIM 6D". (Soledade, 2016)

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em estudo elaborado por Pujadas (2005), revelou-se de que diversos empreendimentos estudados, envolvendo tanto entidades privadas quanto públicas, nenhum possuía um plano de manutenção considerado adequado para a área civil, também carecendo registros das manutenções realizadas. De forma não coincidente, todos os empreendimentos estudados apresentavam problemas de infiltração ou deterioração estrutural, de maior ou menor monta, além de incompatibilidade de suas necessidades com os contratos de manutenção existentes. O verificado em tal estudo certamente corrobora e valida a percepção de considerável oportunidade de melhoria existente nesta área.

Dentre as fases de uma obra, as aplicações mais consagradas de BIM tem se dado nas fases de projeto (preliminar, básico e executivo) e do acompanhamento da construção, fases nas quais os benefícios obtidos estão mais próximos dos benefícios potenciais do BIM. (BIM TaskGroup, 2011)

A maturidade da utilização do BIM é demonstrada em Figura 4, sendo dividido em níveis: nota-se que a aplicação do BIM no gerenciamento do ciclo de vida de um ativo ocorre apenas no nível de mais alta maturidade ("level 3"). Dentre as fases de um empreendimento, as aplicações mais consagradas de BIM tem se dado nas fases de projeto (preliminar, básico e executivo) e do acompanhamento da construção, fases nas quais os benefícios obtidos estão mais próximos dos benefícios potenciais do BIM. (BIM TaskGroup, 2011)

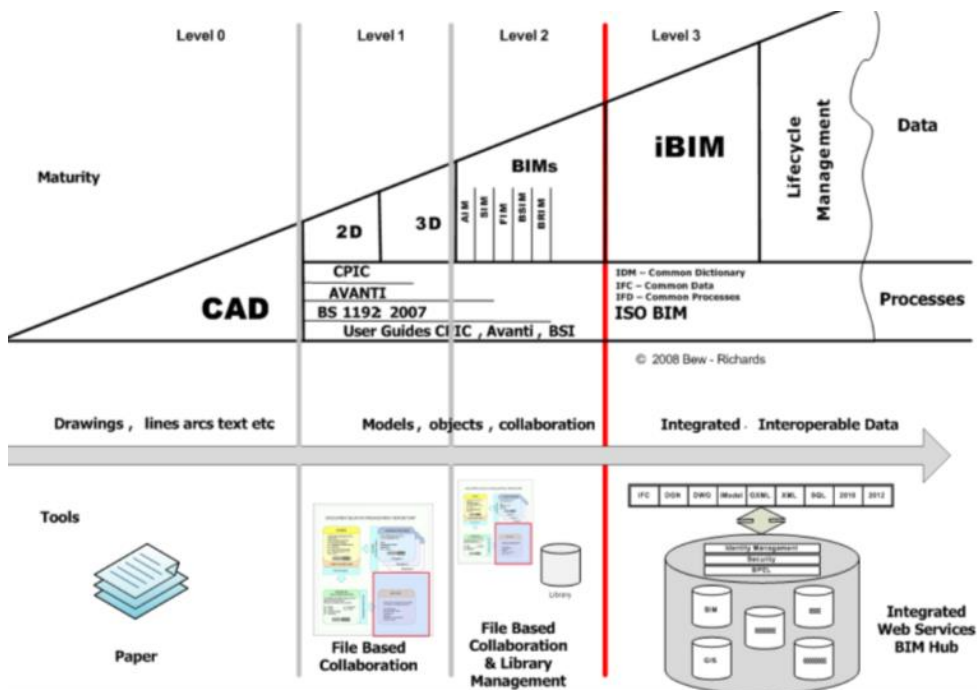


Figura 4 - Nível de maturidade BIM (BIM TaskGroup, 2011)

Não há como se tratar a aplicação do BIM na manutenção predial sem se contextualizar a própria evolução da gestão de facilidades ao longo do tempo e com o advento da intensificação da informática e da facilidade de troca de dados. A gestão de facilidades, que deve ser entendida como o conjunto de atividades para a gestão das facilidades de um empreendimento, incluindo as ações necessárias para sua operação e manutenção, foi impactada pela popularização da computação com o surgimento de aplicações CAFM (Computed Aided Facility Management).

Dentre aplicações de mercado que utilizam BIM para a gestão da manutenção predial, podem ser citadas ArchiFM (Graphisoft), Bentley Facilities (Bentley), Onuma System (Onuma Inc.), EcoDomus e YouBIM (ENGworks).

Em Figura 5 apresenta-se as correlações entre os níveis de maturidade BIM e aplicações FM. O nível zero, considerado ultrapassado em termos de mercado, representaria a situação em que o uso do BIM está restrito à fase de projeto, com os dados a respeito da construção constando de papéis e planilhas eletrônicas, desatrelados e desassociados ao modelo BIM. Neste nível, a utilização do modelo BIM na fase de operação e manutenção da edificação tem pouca ou nenhuma utilidade, vez que o modelo BIM não representa o que fora construído nem contém atributos e parâmetros que possam ser úteis para essa fase.

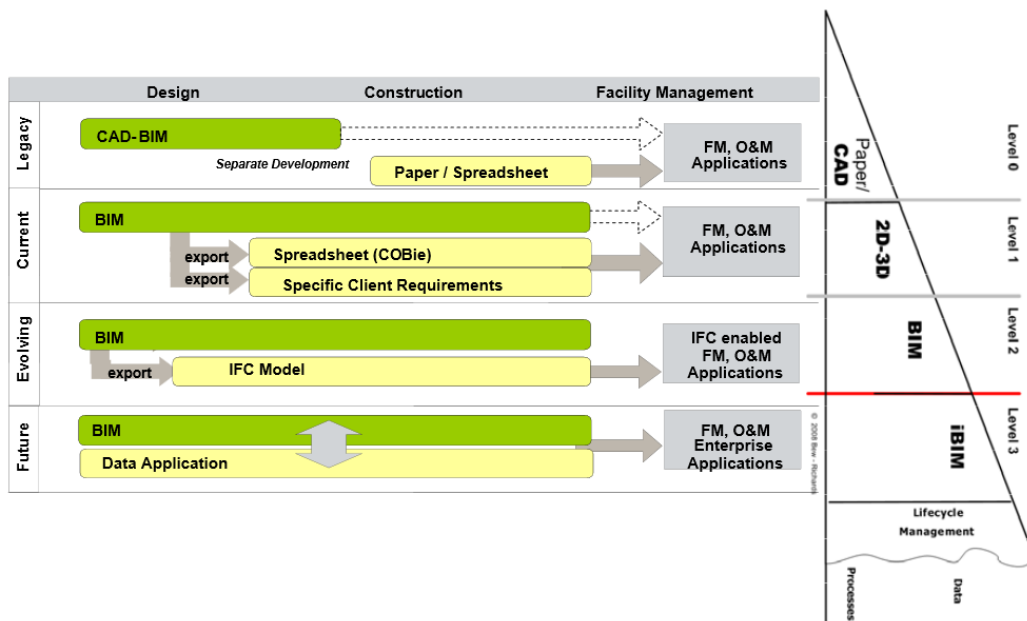


Figura 5 - Correlação entre níveis de maturidade BIM e aplicações FM (BIM TaskGroup, 2011)

Já no nível um, condição mais comum em termos de mercado, o uso do BIM está presente tanto na fase de projeto quanto de construção. Os dados referentes aos elementos da edificação são obtidos do modelo BIM, sendo exportados em formatos proprietários, que não permitem ou permitem de forma limitada manuseio por aplicativos de outro fabricante, ou utilizando-se o padrão COBie (Construction-Operations Building Information Exchange) para inserção no aplicativo CAFM. O padrão COBie é um formato para entrega padronizada de informações de uma construção, tal como lista de materiais, catálogos, garantia, lista de sobressalentes e recomendações de manutenção, padronizando a entrega das informações geradas e obtidas durante a fase de construção para uso na fase de operação e manutenção. (East, 2014)

O nível dois, condição para qual o mercado está rapidamente movendo-se, diferencia-se pelo fato do modelo BIM ser exportado em formato IFC para inserção no aplicativo CAFM, contendo maior riqueza de detalhes. No futuro, representado pelo nível três, sequer haverá a exportação em formato IFC para o aplicativo CAFM, estando o modelo BIM integrado diretamente ao aplicativo.

Diferentemente de edificações que tenham sido concebidas desde o início utilizando BIM, a implantação do BIM para edifícios existentes requer a criação de um modelo computacional que represente o existente.

Um modelo computacional BIM pode ser criado a partir da modelagem manual de um protótipo, utilizando-se a coleta de informações por meio de levantamento em campo ou utilizando-se os projetos disponíveis, em papel ou meio eletrônico, ou ainda com o uso de escaneamento por LASER (light amplification by stimulated emission of radiation), através de

equipamentos denominados LiDAR (light detection and ranging), os quais utilizam feixes de luz para a tomada de dados. Os equipamentos podem ainda incluir câmeras para o registro fotográfico dos locais.

Em Figura 6 é possível observar as etapas da transformação dos dados coletados em campo para um modelo 3D.

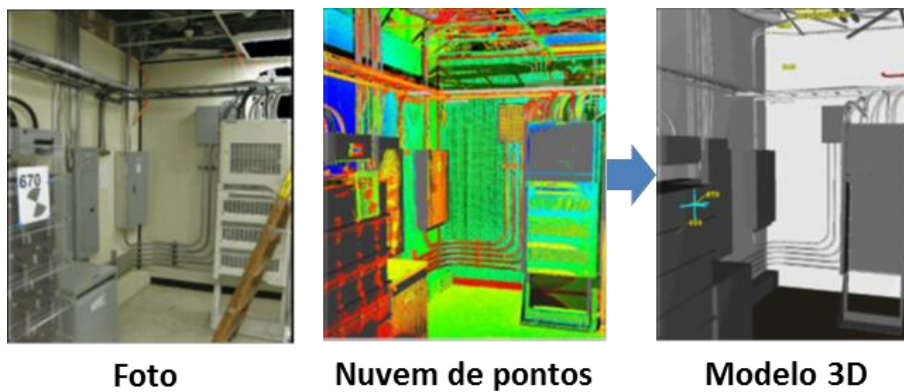


Figura 6 - Escaneamento de uma estrutura e modelo 3D (Farina, 2013)

O escaneamento de uma edificação é sempre precedido da elaboração de um plano de escaneamento. O plano de escaneamento define, além da locação do equipamento, os parâmetros a serem configurados no equipamento, em especial resolução e formato de dados a serem obtidos. O trabalho de campo, mostrado em Figura 7, é seguido pelo pós-processamento dos dados.



Figura 7 - Execução de escaneamento na estação Ana Rosa (Soledade, 2016)

Em Figura 8 são mostrados os dados coletados em teste realizado na Estação Ana Rosa, no qual se realizou o escaneamento da área próxima à linha de bloqueios.

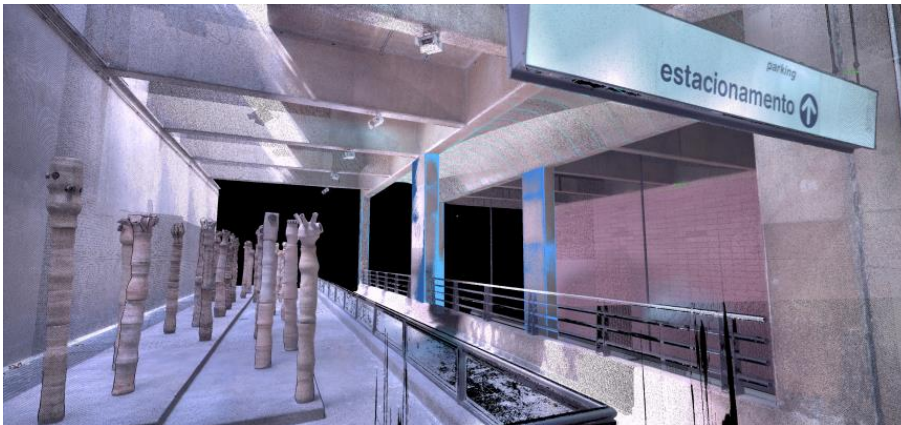


Figura 8 - Dados escaneados da Estação Ana Rosa

A identificação de cada elemento ou componente da estrutura pode se dar de duas formas principais: através de um ambiente virtualizado, tal qual o mostrado em Figura 9, ou através da identificação física, que pode se dar por código de barras, códigos matriciais ou RFID.

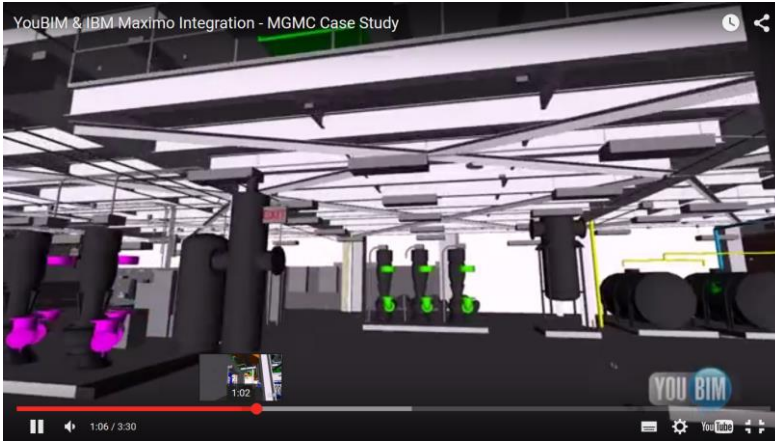


Figura 9 - Ambiente virtualizado para manutenção (Soledade, 2016)

Em Figura 10 é mostrado o exemplo de um controlador de temperatura de ar condicionado com código matricial associado.



Figura 10 - Controlador de temperatura identificado por código matricial (Dutschke, 2014)

CONCLUSÕES

Existem tecnologias disponíveis para a modernização da manutenção predial. Não é possível apresentar uma receita única para todos os operadores, devendo cada opção ser escolhida levando-se em consideração o orçamento de investimento disponível e a dimensão da base instalada que deve ser gerida.

Para os operadores públicos ou de economia mista há o desafio adicional de se modernizar políticas de manutenção respeitando-se uma legislação de contratações elaborada há mais de vinte anos, em uma época em que a utilização da informática para apoio às rotinas de manutenção era extremamente incipiente. Especificamente sobre a contratação da elaboração de projetos ou modelagem BIM, por exemplo, há um interessante e desafiador paradoxo: se por um lado a exigência de que a contratada desenvolva seu projeto em um aplicativo específico é considerada por certos autores como uma suposta reserva de mercado, além de não permitir o uso de ferramentas mais específicas para cada disciplina, por outro há de se ponderar a necessidade do contratante em padronizar sua plataforma de trabalho, em que pese ser pretendida uma interoperabilidade plena com o formato IFC, padronizado pela norma internacional ISO-PAS-16739, sendo um formato de dados aberto e suportado por mais de 200 aplicativos. (Coordenar, 2016)

Independentemente da aplicação de tecnologia, há também de se levar em conta a forma de avaliação de custo para contratação de um novo empreendimento. Considerando-se que os custos de operação e manutenção superam em muitas vezes os custos de construção, logo se depreende a conclusão de não haver nenhuma razoabilidade em se avaliar o custo de algo apenas levando em conta a fase de implantação.

Com base nas análises realizadas, é possível apresentar recomendações a serem observadas pelos operadores:

- A primeira etapa para a modernização da gestão predial é a clara definição pelo operador do padrão de desempenho requerido - esse padrão deverá ser a linha base das atividades de manutenção a serem previstas e também a referência na

especificação de expansões do empreendimento. Deve-se levar em conta, além do atendimento a requisitos legais e normativos, a futura disponibilidade de recursos para a manutenção do sistema, garantindo que toda avaliação esteja lastreada pela avaliação do custo total de propriedade;

- Conhecer a base instalada: realizar ou atualizar inventário das edificações existentes;
- Manter registros sistemáticos de todas as intervenções realizadas, tanto as de reparo quanto de modificações, inclusive quantificando-as em relação a custo de material e mão de obra;
- Adotar políticas de manutenção preventiva, instituídas através de um programa de manutenção. O programa de manutenção, implantado sob a ótica e requisitos da NBR 5674:2012, deve ser um organismo vivo, sendo constantemente reavaliado e adaptado aos requisitos da edificação e inovações tecnológicas aplicadas, tais como revestimentos com maior durabilidade que possam requerer menos intervenções ou substituição de materiais, por exemplo;
- Adotar a inspeção predial como ferramenta para monitoramento das condições de desempenho de uma edificação ao longo de sua vida útil. A forma de implantação da inspeção predial deverá observar o preconizado na futura norma técnica a ser publicada pela ABNT, atualmente em estudo pela comissão CE-02:140.02 - sua periodicidade e alcance devem levar em consideração as particularidades das edificações de cada operador;

- Manter registro sistemático de degradações ou falhas observadas durante inspeções prediais ou de rotina, estabelecendo-se critérios de prioridade (alta, média e baixa) para atuação;
- Na adoção de novas tecnologias, deve-se avaliar, além do custo de implantação, manutenção e o esforço envolvido na capacitação de equipe, o tempo de retorno do investimento. O retorno deve ser mesurado mediante parâmetros tangíveis, como o custo da gestão descentralizada de informações e tempo de pesquisa para atendimento a ocorrências. Neste aspecto específico, nota-se que a ausência de registros sistemáticos dos processos de manutenção existentes pode dificultar, ou até mesmo impedir, tal avaliação, levando com que a decisão precise ser tomada baseada na opinião de especialistas ou utilizando estimativas;
- Capacitar as equipes para realizar ou fiscalizar as atividades requeridas de manutenção, internalizando-se conhecimento e mantendo as equipes atualizadas às novas tecnologias disponíveis em mercado;
- Priorizar o uso de ferramentas eletrônicas para captura de dados, adotando-se base de dados centralizada para armazenamento das informações, tal como BIM SERVER, e fomentando o ambiente colaborativo para a gestão da manutenção - as informações devem estar armazenadas e disponíveis de maneira organizada, podendo ser rapidamente recuperadas quando necessário;
- Para serviços contratados externamente, as obrigações e responsabilidades das partes (contratante e contratada) devem estar claramente definidas, em especial quanto aos produtos esperados e seus critérios de aceitação. Especial cuidado

requerem as contratações de empresas públicas ou de economia mista, tendo em vista o formalismo exigido pela legislação vigente e a burocracia inerente à gestão contratual de contratos com origem em licitação pública;

Há elementos que permitem que se afirme que o BIM como ferramenta de apoio à manutenção predial, embora incipiente, é algo promissor, não podendo ser ignorado. As características do BIM vêm ao encontro das recomendações expostas, tratando-se de uma tecnologia de vanguarda totalmente aderente a uma moderna gestão da manutenção predial.

Por outro lado, há de se considerar que o sucesso da gestão da manutenção predial em empreendimentos metroferroviários vai muito além da aplicação de novas tecnologias, envolvendo, acima de tudo, a mudança de processos e de cultura. Estes três elementos, aplicados de forma integrada e levando-se em conta as particularidades e características de cada operador, são a base para a evolução da manutenção predial para operadores ferroviários e metroviários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (1999). *NBR 5674 - Manutenção de edificações - Procedimento*. Rio de Janeiro.

BIM TaskGroup. (2011). *A report for the Government Construction Client Group*. BIM TaskGroup, London.

BRASIL. (2014). *NR Nº 35 - Trabalho em Altura*. Brasília.

Coordenar. (2016). *BIM: conheça os 204 softwares BIM, IFC compatíveis hoje no mundo*.

Acesso em 20 de 07 de 2016, disponível em <http://www.coordenar.com.br/bim-conheca-os-204-softwares-ifc-compativeis-hoje-no-mundo/>

Dutschke, J. (2014). *QR codes For Facility Management*. Acesso em 28 de 09 de 2015,

disponível em MACMMS: <https://www.maintenanceassistant.com/blog/why-you-should-be-using-qr-codes-for-facility-management/>

East, B. (2014). *Construction-Operations Building Information Exchange (COBie)*. Acesso em

29 de 09 de 2015, disponível em WBDG - Whole Building Design Guide:

<http://www.wbdg.org/resources/cobie.php>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: a guide to building*

information modeling for owners, managers, designers, (2ª ed.). Wiley.

Fagundes, J. C., Gullo, M., & Tito Lívio, G. (2014). *Inspeção Predial Total* (2ª ed.). São Paulo:

PINI.

Farina, H. (2013). Inovação em facilities: transformando o ambiente em resultados.

Congresso ABRAFAC. São Paulo.

Matozinhos, R. (2012). Manual de uso, operação e manutenção das edificações. *EDIFICAR*

2012.

Mattos, A. D. (2014). *BIM 3D, 4D, 5D e 6D*. Acesso em 26 de 09 de 2015, disponível em

Engenharia de custos: <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>

Ng, C. K. (2013). *What does BIM mean for civil engineers?* Hong Kong.

OmniClass. (s.d.). *About OmniClass*. Acesso em 29 de 09 de 2015, disponível em OmniClass:

<http://www.omniclass.org/about.asp>

Pujadas, F. Z. (2005). Aspectos práticos da Inspeção Predial e Manutenção. Brasil.

Soledade, G. L. (2016). *Estudo da aplicação do BIM para gestão da manutenção de estruturas civis do Metrô de São Paulo*. São Paulo.