

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Kevin Dias Quintian**

**DIRETRIZES PARA OBJETOS PARAMÉTRICOS DE  
MODELOS BIM-FM COM FOCO NA IMPLANTAÇÃO DA  
GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS EM PRÉDIOS PÚBLICOS**

Porto Alegre  
novembro 2016

**KEVIN DIAS QUINTIAN**

**DIRETRIZES PARA OBJETOS PARAMÉTRICOS DE  
MODELOS BIM-FM COM FOCO NA IMPLANTAÇÃO DA  
GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS EM PRÉDIOS PÚBLICOS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientadora: Luciani Somensi Lorenzi**

Porto Alegre  
novembro 2016

**KEVIN DIAS QUINTIAN**

**DIRETRIZES PARA OBJETOS PARAMÉTRICOS DE  
MODELOS BIM-FM COM FOCO NA IMPLANTAÇÃO DA  
GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS EM PRÉDIOS PÚBLICOS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) da Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, novembro de 2016

Profa. Luciani Somensi Lorenzi  
Dra. pela Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul  
Orientadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Luciani Somensi Lorenzi**  
**(UFRGS)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul

**Eduardo Luis Isatto**  
**(UFRGS)**  
Dr. pela Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul  
Relator

**Pedro Postal Tirelli**  
**(UniRitter)**  
Graduado em Arquitetura e Urbanismo pelo  
Centro Universitário Ritter dos Reis

Dedico este trabalho à minha família e à minha namorada,  
pelo amor e incentivo incessantes ao longo do curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus pelas oportunidades proporcionadas ao longo da minha vida e por me permitir chegar até aqui.

Agradeço à toda minha família, em especial aos meus pais Sergio e Elis, pelo apoio incondicional à todas as decisões tomadas por mim ao longo do curso, sempre me conduzindo ao caminho certo a ser tomado.

Agradeço à Lauren, minha irmã, pelos momentos de alegria passados ao longo de toda a minha vida, pelos momentos engraçados e pelo sentimento de ter sempre alguém do meu lado para superar os obstáculos que a vida proporciona.

Agradeço à Luisa, minha namorada, por ser meu porto seguro e minha fonte de amor eterna neste planeta. Pelo Chopp e por todas as coisas que fazem do nosso namoro ser a melhor coisa que poderia ter me acontecido. Tudo o que sei sobre confiança aprendi contigo, te amo.

Agradeço aos meus amigos, especialmente ao Lucas, Calvin, Vinícius e Vítor, por serem os melhores e por me proporcionarem momentos únicos de alegria ao longo de todo tempo em que nos conhecemos.

Agradeço à professora Luciani, por todo apoio ao longo deste trabalho, pela dedicação e atenção dados nos momentos difíceis ao longo da trajetória do mesmo. Muito obrigado pelas palavras de incentivo incessantes durante estes dois anos.

Agradeço a todos os professores que ajudaram na minha formação desde a minha infância. Muito obrigado pelas lições ensinadas, por me tornarem alguém obcecado por conhecimento e por me despertar a paixão pela Engenharia Civil.

Agradeço à Northern Arizona University, pela acomodação durante um ano de intercâmbio, pela oportunidade de agregar conhecimento em uma nova cultura, e pelas amizades criadas neste tempo.

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de ter um ensino de excelência e pelas portas abertas no meu futuro.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram  
conquistadas do que parecia impossível.”

*Charles Chaplin*

## RESUMO

Este trabalho consiste na elaboração de diretrizes por meio do artifício da criação de uma planilha de checagem de informações – *checklist* – para a organização e padronização de informações integradas em objetos paramétricos constituintes de modelos BIM-FM voltados para o gerenciamento da manutenção de instalações elétricas e seus componentes para obras de administração pública. A partir da revisão sistemática da literatura, foi possível identificar as vantagens do uso de um modelo BIM-FM no gerenciamento da manutenção em edificações comerciais públicas. Primeiramente, uma empresa de construção civil com especialidade em executar obras públicas foi contatada com o intuito de fornecer orçamentos referentes às instalações elétricas e seus componentes que possibilitariam a criação de um banco de itens que fariam parte da *checklist*. Quatro obras com propriedades distintas, porém todas com a característica de possuírem administração pública foram analisadas. Todos os itens relacionados às instalações elétricas e seus componentes das quatro obras analisadas foram integrados à uma planilha. Como resultado, obteve-se uma quantia de oitocentos elementos, os quais passaram por um processo de filtração tendo em vista eliminar itens repetitivos entre as obras e unir itens com características similares. Como resultado da seleção dos itens, atingiu-se um número de noventa e oito itens. Então, a partir da planilha resultante com noventa e oito itens, foi realizada uma entrevista com um profissional da área da construção civil em obras públicas, com o intuito de elencar com notas entre zero e dez a recorrência da necessidade de manutenção nos noventa e oito itens registrados. Após receber a planilha preenchida pelo entrevistado, os itens com maior recorrência foram selecionados para compor a *checklist* de informações. Foi possível identificar que os itens com maior recorrência tinham características similares, como o fato de possuírem contato permanente com o ambiente externo e/ou dependerem do ser humano para seu manuseio. Após a seleção dos itens com maior recorrência de manutenção, informações importantes para o gerenciamento da manutenção destes itens foram coletadas em manuais e catálogos técnicos desenvolvidos por fornecedores. Este processo de seleção de informações permitiu também identificar a falta de dados referente à vida útil dos itens analisados. Ainda, foi possível analisar a dependência de grande parte dos itens pertencentes à *checklist* quanto às lâmpadas conectadas aos mesmos, que acabam por ser limitantes da vida útil do sistema. Por fim, um exemplo de como a *checklist* deve ser utilizada também foi descrito para auxiliar na sua aplicação.

Palavras-chave: BIM, Gerenciamento da Manutenção, Instalações Elétricas, Obras Públicas

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das etapas de trabalho .....	14
Figura 2 – Corte da planilha de orçamento na seção de instalações elétricas – Foro de Eldorado do Sul.....	36
Figura 3 – Corte da planilha de orçamento na seção de instalações elétricas – Escola Municipal de Ensino Fundamental Arnaldo Reinhardt.....	38
Figura 4 – Itens similares posteriormente agrupados – Foro de Eldorado do Sul.....	41
Figura 5 – Fragmento da lista filtrada contendo 18 dos 98 itens finais.....	42
Figura 6 – Fragmento preenchido da tabela utilizada na entrevista.....	44
Figura 7 – Gráfico da recorrência da manutenção por número de itens.....	47
Figura 8 – Exemplo representativo de preenchimento da <i>checklist</i> .....	52



## LISTA DE SIGLAS

2D – Duas Dimensões

3D – Três Dimensões

4D – Quatro Dimensões

5D – Cinco Dimensões

BIM – *Building Information Modeling*

BIM-FM – *Building Information Modeling-Facility Management*

CAD – *Computer-Aided Design*

FM – *Facility Management*

Norie – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação

PDF – Portable Document Format

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 DIRETRIZES DO TRABALHO .....	12
1.1.1 Questão do Trabalho .....	12
1.1.2 Objetivo do Trabalho .....	13
1.1.3 Premissa .....	13
1.1.4 Delimitações .....	13
1.1.5 Limitações .....	13
1.1.6 Delineamento .....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
2.1 GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO .....	17
2.2 BUILDING INFORMATION MODELING.....	25
2.2.1 Definição, Características e Estado da Arte.....	25
2.2.2 BIM-FM .....	29
<b>3 MÉTODO</b> .....	34
<b>4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO</b> .....	39
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	53
REFERÊNCIAS .....	56
APÊNDICE A .....	58
APÊNDICE B .....	61
ANEXO A .....	63

## 1 INTRODUÇÃO

A meta principal do engenheiro civil, ao realizar qualquer tipo de obra, é buscar a forma mais econômica para desempenhá-la. Culturalmente, as empresas têm como forma dominante de redução de custos o controle do uso de materiais, evitando o desperdício de matéria-prima na construção. No entanto, a maior parte dos custos da vida de uma obra se dá após a entrega do edifício, quando a manutenção das instalações e equipamentos passa a ser necessária.

Porém, é quando se dá de maneira preventiva que a manutenção da edificação proporciona grandes benefícios tanto ao construtor quanto aos clientes. Segundo Lessa e Souza (2010, p. 13-14), a gestão da manutenção desde a etapa de planejamento da obra “Reduz o número de problemas após a entrega do imóvel. Diminui os custos de assistência técnica e de manutenção. Melhora o aproveitamento das instalações e equipamentos, e evita paralisações de determinados serviços.”. A implementação do gerenciamento da manutenção desde o planejamento de uma obra, porém, necessita de uma tecnologia dinâmica para ser eficaz.

Tem-se o crescente aumento do uso da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) nos escritórios de construção civil no Brasil. Esta tecnologia reúne todos os projetos de uma edificação em uma só ferramenta, e ainda permite o acréscimo de fatores como o tempo e o custo de obra. Assim, ocorre o intercâmbio de informações entre todos os projetos, permitindo que todas as informações da obra, sejam acessadas de maneira prática e rápida.

Nokes e Kelly (2012, p. 59) relatam que existe uma confusão entre o ciclo de vida de um produto e o de um projeto. Acredita-se que essa confusão chega ao fim com o uso da metodologia BIM, visto que os modelos de projeto não mais seriam abandonados ao final da etapa construtiva do edifício, mas sim permaneceriam acompanhando o mesmo até o final do seu ciclo de vida. O desenvolvimento de projetos atrelados a esta tecnologia de soluções a longo prazo para obras, acabaria de vez com uma diversidade de obstáculos culturais no gerenciamento de obras no Brasil.

Sabendo que “O crescente aumento da consciencialização da importância da fase de operação e manutenção, que ocupa cerca de 80% do custo total [durante todo o ciclo de vida do edifício], leva a uma necessidade de gestão do edifício após construído [...]” (NDBIM

VIRTUAL BUILDING, 2015a, p. 1) e aproveitando este impulso, tomado pelo uso da tecnologia BIM nos últimos anos, foi desenvolvida a tecnologia BIM-FM (*Building Information Modeling-Facility Management*). Esta tecnologia permite a incorporação da gestão da manutenção em modelos BIM, aproveitando a facilidade do seu uso e de suas funcionalidades avançadas.

Este trabalho buscou a aplicação da tecnologia BIM-FM em obras públicas, para reduzir consideravelmente os principais problemas encontrados nas mesmas, como a excessiva burocracia e a falta de controle dos gastos na manutenção da edificação. Como as especificações da gerência de projetos realizados com esta tecnologia são feitas antecipadamente, seria possível, por exemplo, saber em que intervalo de tempo a caixa d'água de um determinado prédio necessitaria de manutenção; ou, então, quantas lâmpadas precisariam ser substituídas em um auditório, sem que houvesse atrasos recorrentes à burocracia excessiva.

Dentre os sistemas de uma edificação com menor periodicidade de manutenção, as instalações elétricas, por conterem itens essenciais para a operação de um prédio, necessitam de uma maior atenção ao se aplicar a gestão da manutenção. Este trabalho buscou elaborar diretrizes para que a gestão da manutenção de instalações elétricas e seus componentes fosse realizada de maneira eficiente. O número elevado de itens referentes às instalações elétricas e seus componentes em planilhas orçamentárias e em modelos BIM-FM deixa claro a necessidade de uma gestão da manutenção organizada neste sistema.

## 1.1 DIRETRIZES DO TRABALHO

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

### 1.1.1 QUESTÃO DO TRABALHO

A questão do trabalho é: como podem ser elaboradas diretrizes para que um modelo BIM-FM possua as informações necessárias para o desenvolvimento do gerenciamento da manutenção de instalações elétricas e seus componentes em prédios públicos?

### **1.1.2 OBJETIVO DO TRABALHO**

O objetivo do trabalho é a elaboração de diretrizes por meio de uma *checklist* de informações para a implantação de um modelo BIM-FM para o gerenciamento da manutenção de instalações elétricas e seus componentes em prédios públicos.

### **1.1.3 PREMISSA**

O trabalho tem por premissa o fato de que a elaboração de diretrizes para os objetos paramétricos de um modelo BIM-FM pode otimizar o processo de gerenciamento da manutenção de instalações elétricas em obras públicas ao longo do ciclo de vida destas edificações.

### **1.1.4 DELIMITAÇÕES**

O trabalho delimitou-se a elaboração de diretrizes para objetos paramétricos de um modelo BIM-FM focado em gerenciamento da manutenção de instalações elétricas e seus componentes para prédios públicos.

### **1.1.5 LIMITAÇÕES**

São limitações do trabalho:

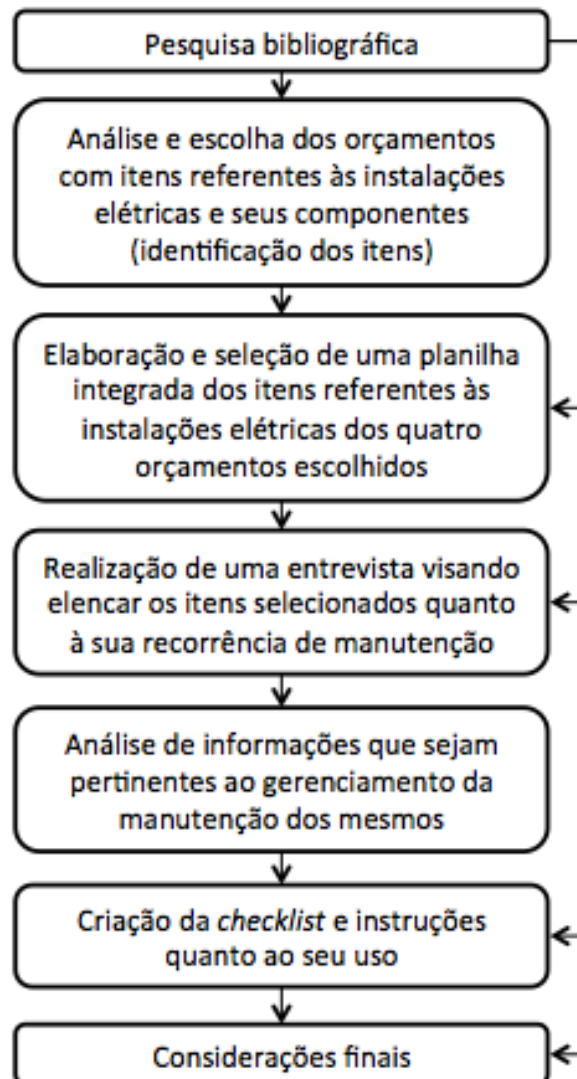
- a) o número de orçamentos relativos às instalações elétricas e seus componentes a serem analisados foi limitado à quatro orçamentos;
- b) as informações contidas na *checklist* referentes aos objetos escolhidos estão limitadas aos dados técnicos fornecidos nos catálogos dos fabricantes destes itens;
- c) o número de itens analisados na *checklist* está contido aos itens com maior recorrência de necessidade de manutenção

### **1.1.6 DELINEAMENTO**

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) análise e escolha dos orçamentos com itens referentes às instalações elétricas e seus componentes (identificação dos itens);
- c) elaboração e seleção de uma planilha integrada dos itens referentes às instalações elétricas dos quatro orçamentos escolhidos;
- d) realização de uma entrevista visando elencar os itens selecionados quanto à sua recorrência de manutenção;
- e) análise de informações que sejam pertinentes ao gerenciamento da manutenção dos mesmos;
- f) criação da *checklist* e instruções quanto ao seu uso;
- g) considerações finais.

Figura 1 – Diagrama das etapas de pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

A primeira etapa corresponde à **pesquisa bibliográfica**, ela fornece dados para que todo fundamento teórico do trabalho seja realizado. Ela consiste em uma constante busca por informações detalhadas oriundas de uma grande variedade de fontes, que possibilitam uma comparação entre diferentes pontos de vista sobre o mesmo tema. Esta etapa foi desenvolvida ao longo do trabalho, proporcionando um acompanhamento teórico qualificado para o mesmo.

Na etapa seguinte foi realizada a **análise e escolha dos orçamentos com itens referentes às instalações elétricas e seus componentes (identificação dos itens)**. Neste estágio, o autor entrou em contato com uma empresa de construção civil com especialização na execução de obras públicas e solicitou os orçamentos de diversas obras executadas pela empresa. Então, foram selecionadas quatro obras consideradas complementares entre si do ponto de vista de qualidade e quantidade de itens referentes às instalações elétricas e seus componentes.

A terceira etapa correspondeu à **elaboração e seleção de uma planilha integrada dos itens referentes às instalações elétricas dos quatro orçamentos escolhidos**. É nesta etapa que foi realizada a transferência dos itens referentes às instalações elétricas dos quatro orçamentos analisados para uma só planilha. Ainda nesta etapa foi realizada a filtração destes itens, eliminando itens repetitivos entre as obras e fundindo itens cujas características relevantes ao gerenciamento da manutenção eram similares.

No estágio seguinte foi feita a **realização de uma entrevista visando elencar os itens selecionados quanto à sua recorrência de manutenção**. Nesta etapa, um profissional da área de construção civil com domínio de conhecimento na área de manutenção de instalações elétricas e seus componentes foi convidado a elencar os itens filtrados na etapa anterior quanto à recorrência da necessidade de manutenção dos mesmos, preenchendo uma planilha desenvolvida na etapa anterior. Foi nesta etapa que ocorreu a seleção de quais itens seriam analisados na *checklist* final.

Na quinta etapa foi realizada a **análise de informações que sejam pertinentes ao gerenciamento da manutenção dos mesmos**. Neste estágio, o autor pesquisou catálogos e manuais dos itens selecionados na etapa anterior, procurando por informações pertinentes ao gerenciamento da manutenção dos mesmos. Os manuais foram analisados e os dados técnicos dos quatorze itens previamente selecionados foram escolhidos.

No estágio seguinte se iniciou a **criação da *checklist* e instruções quanto ao seu uso**. Após todo processo de seleção e filtração dos itens provenientes dos orçamentos, realização da entrevista para elencar os itens com maior recorrência, e seleção das informações contidas nos catálogos dos mesmos, foi elaborada a *checklist* final proposta pelo autor. Ainda, instruções quanto à sua utilização foram descritas nesta etapa. Assim, é nesta estágio que foi atingido o objetivo deste trabalho.

A última etapa, subsequente à criação da *checklist* e das instruções quanto ao seu uso para a avaliação dos objetos paramétricos contidos em modelos BIM-FM utilizados para o gerenciamento da manutenção de instalações elétricas e seus componentes, foram realizadas as **considerações finais** deste trabalho.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO

No cenário atual da engenharia civil no país, existe a cultura de que o processo de construção de uma edificação chega ao fim quando a mesma é entregue. As etapas pós-construtivas, como o gerenciamento da manutenção, acabam sendo ignoradas pelos construtores, e quando existem, são insuficientes para o desempenho ótimo operacional da edificação. No entanto, segundo Lessa e Souza (2010), a integração entre as fases pré-operacional e operacional é o ponto chave para o sucesso dos empreendimentos.

A gestão da manutenção, de acordo com Gomide (2011, p. 107), tem “[...] importância significativa no valor total do imóvel e, também, nas condições de uso, influenciando na segurança, conforto e demais condições de habitabilidade do imóvel, devendo ser considerada nas análises econômicas de carteira imobiliária.”.

A ndBIM Virtual Building (2015a) afirma que enquanto apenas 15% dos custos do ciclo de vida de uma edificação são provenientes da etapa de construção, 80% são oriundos das etapas pós-construtivas, como a etapa de manutenção e a de operação do empreendimento. Visando a redução de gastos, os proprietários das edificações estão cada vez mais investindo em novas tecnologias para reduzir os custos operacionais de seus prédios.

A busca pela redução de gastos nas etapas de operação, que correspondem a maior parcela de custos ao longo do ciclo de vida de uma edificação, está ganhando força nos últimos anos. Esta ideia é reforçada por Lessa e Souza (2010, p. 8), segundo os autores:

[...] a cultura existente nos países ocidentais e/ou em desenvolvimento baseada na concepção de que a função da manutenção é esperar quebrar, para só depois consertar, está em fase de plena mudança, para empresas de qualquer tamanho, devido à grande competitividade dos mercados local e mundial e ao crescente nível de exigência dos clientes/usuários. Torna-se uma questão de sobrevivência que os gastos sejam reduzidos, e a disponibilidade de suas instalações e equipamentos seja garantida, com funcionamento dentro das condições ideais. Isso para dar suporte à busca pela melhoria contínua em processos, contribuindo para a redução dos gastos e para a melhoria da produtividade, permitindo a sobrevivência e o crescimento da organização.

Esta cultura brasileira da prática da manutenção em edifícios vai de desencontro com todos os conceitos teóricos e técnicos de como deveria ser realizada a manutenção ótima em uma edificação. Pujadas (2011b, p. 10) reafirma a sentença de que:

A manutenção como é [no Brasil], atualmente, está focada em consertar o que está quebrado, sem a disponibilização de recursos necessários à implantação de plano de atividades particularizado a cada edificação, o qual deveria considerar alguns pontos fundamentais para o sucesso do programa de manutenção: vida transcorrida das instalações, tipos e frequências de uso, horas de funcionamento das máquinas e equipamentos, operacionalidade e perdas de desempenho.

No entanto, se fosse realizada de forma a reunir e organizar o maior número de informações e dados da obra, o gerenciamento da manutenção nas edificações brasileiras traria uma série de vantagens ao longo de sua fase operacional. Lessa e Souza (2010, p. 14) relatam a importância das etapas iniciais de construção no gerenciamento da manutenção:

A etapa do planejamento e o projeto do imóvel, onde são definidas as características do imóvel e são executados os projetos detalhados, é de grande importância, pois pode intervir de forma mais eficaz sobre os custos totais do empreendimento e a sua qualidade, assim como nas condições de uso e manutenção, que reflete na satisfação do usuário. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de profissionais de projetos terem conhecimentos básicos de manutenção para contribuir com o melhor desempenho da estrutura predial durante seu ciclo de vida.

A manutenção predial, segundo Pujadas (2011b, p. 9) é definida como “[...] o conjunto de atividades e recursos direcionados para conservar e recuperar desempenho de sistemas e elementos construtivos, dentro de parâmetros previstos em projeto, de acordo com as expectativas de usuários e para a segurança deles.”. A manutenção predial deve ser realizada de forma planejada, sendo elaborada ao longo de todas as etapas da construção de uma obra, e aplicada na forma de manutenção preventiva. Lessa e Souza (2010, p. 24) definem a manutenção preventiva como “[...] um procedimento organizado, cuja finalidade é evitar o surgimento dos defeitos, de qualquer origem. Evita as reparações urgentes que ocasionam perdas à organização e transtorno aos usuários.”.

O uso da manutenção preventiva ao invés da manutenção emergencial também aumenta a manutenibilidade dos equipamentos, evitando assim longos períodos de ociosidade dos mesmos. Lessa e Souza (2010, p. 18) definem a manutenibilidade como “[...] um índice que mede o tempo médio que se gasta para consertar um determinado equipamento ou

instalação.”. Ao antecipar-se à degradação de um determinado equipamento, a manutenção preventiva também evita que a operação do edifício seja comprometida.

Ao serem mencionados edifícios comprometidos devido à falta de manutenção preventiva, é impossível não indicar edificações controladas por órgãos públicos como objetos de interesse deste trabalho. Segundo Carvalho et al. (2011a, p. 48):

Os órgãos públicos ressurgem como objeto de nosso interesse porque são proprietários ou responsáveis pela manutenção de um grande número de edifícios, construídos em diferentes épocas, com tecnologias de construção e tipologias diferenciadas, geralmente dispersos em imenso território geográfico.

No entanto, como se tratam de edificações públicas, a abordagem para a implantação do gerenciamento da manutenção deve ser diferenciada, visto que as atividades organizacionais são mais específicas do que em outros prédios. Segundo Lessa e Souza (2010, p. 49):

A grande diversidade de instalações, equipamentos, materiais e peças aplicadas exige, da manutenção, uma atuação a mais dinâmica possível sempre direcionada ao atendimento das expectativas dos clientes internos e externos. Como cada organização tem uma realidade diferente é difícil obter-se um sistema padronizado que funcione adequadamente a toda e qualquer uma delas.

[...] para a implantação de qualquer modelo de gestão é necessário definir uma política de atuação, uma espécie de guia para a tomada de decisões e execução de atividades.

Carvalho et al. (2011b, p. 26), relatam sua experiência ao analisar como o gerenciamento da manutenção estava se sucedendo nas edificações controladas pelo poder público:

Recentemente, acompanhamos a dificuldade de um reconhecido órgão público para administrar a Manutenção Predial de milhares de edifícios, sob sua responsabilidade. Essa administração estava organizada razoavelmente dentro do *script* das observações que nos levaram a perceber como são os processos e contingências da Manutenção Predial hoje. Pequenos reparos e substituições estão a cargo de equipes responsáveis por áreas geográficas predefinidas, com eficácia discutível. Os motivos de força maior insistem em pregar surpresas, interrompendo a operação dos edifícios, muitas vezes ameaçando a segurança de seus usuários e sempre impondo as inevitáveis obras de manutenção emergencial. E ano após ano, os orçamentos são comprimidos por obras novas e necessidades de manutenções corretivas, sem que haja condições de atender integralmente a qualquer um dos dois programas.

O relato dos autores fortalece a ideia de que o gerenciamento da manutenção em edificações públicas é feito de maneira ultrapassada e emergencial. Se a mesma fosse realizada de forma planejada e preventiva, nesta situação, os equipamentos teriam maior estabilidade, evitando o deslocamento contínuo das equipes de manutenção. Estas, como responsáveis por uma grande

quantidade de prédios de uma determinada região, acabam levando longos períodos de tempo para realizarem o reparo dos equipamentos com desempenho insatisfatório.

Sabendo que este deslocamento ineficiente das equipes de manutenção é um dos fatores que influenciam no tempo de atraso da manutenção de equipamentos. Lee (1987, p. 115, tradução nossa) relata que:

Tempo de viagem é um importante componente dos custos ineficazes e podem responder por 40 por cento ou mais do custo total. Onde pequenas tarefas estão amplamente dispersas, o tempo de viagem pode ser consideravelmente reduzido agrupando tarefas que requerem a mesma habilidade de ofício de acordo com a localização. A quantidade de tempo salvo dependerá tanto da distância do depósito até a área de trabalho quanto do número de tarefas que podem ser executadas em um dia.

A falta de diagnósticos dos problemas encontrados no gerenciamento da manutenção e a demora no processo licitatório para o reparo das instalações causa um efeito de *looping* na manutenção das edificações.

Por exemplo, ao chover excessivamente em um determinado dia da semana, as telhas, que não foram substituídas quando deveriam, são danificadas. Considerando que o processo da licitação para a aquisição de novas telhas para a edificação demoraria uma quantidade razoável de tempo, nos dias de chuva a água infiltraria pelas paredes, fazendo com que a mesma tivesse seu revestimento danificado. Assim se faria necessária uma nova licitação, porém agora para o revestimento desta parede. Em seguida, haveria a possibilidade da água infiltrada interferir nas instalações elétricas, podendo causar um curto circuito e, assim em diante, desencadearia uma sequência de estragos na edificação.

Sobre os retrabalhos exemplificados, Pujadas (2011b, p. 13) afirma que:

Em muitas edificações vistoriadas não há ou são deficientes os diagnósticos dos problemas encontrados pelas equipes de manutenção. As reavaliações de procedimentos ou as ações corretivas tornam-se ineficientes, gerando retrabalhos contínuos, além de agravar o problema existente.

Quanto aos longos períodos de tempo relatados no exemplo para se iniciar a realização do reparo de um equipamento ou instalação, e ao efeito *looping*, Lee (1987, p. 115-116, tradução nossa) relata que:

Na maioria dos casos quanto mais tempo um equipamento é deixado abandonado, mais caro é o trabalho corretivo, não apenas ao componente afetado inicialmente, mas também nas partes estruturais no seu entorno.

A Lei de Sitter desenvolve este raciocínio, analisando a interferência do tempo gasto para realizar a manutenção do equipamento no custo de manutenção do mesmo. Pujadas (2011a, p. 84) explica que a Lei de Sitter “[...] interpreta a evolução progressiva de custos de manutenções. [...] quando a manutenção é racionalizada desde o projeto, os custos são menores. Quando a manutenção ocorre somente na fase de uso, os custos são maiores.”. O autor ainda relata que “Os custos com manutenções preventivas são menores que os das corretivas.”.

A manutenção preventiva aplicada em obras públicas, além de reduzir os gastos dos cofres públicos com a substituição ou o reparo de equipamentos, ainda reduziria a carga horária destas equipes de manutenção, melhoraria a qualidade do serviço prestado pelas mesmas, e aumentaria o tempo de operação das edificações, já que a interdição destes prédios ocorreria com menos frequência. Lessa e Souza (2010, p. 35) listam uma série de exemplos em que ocorreria esta redução de custos:

Um aparelho de ar-condicionado sem manutenção preventiva consome mais energia elétrica para produzir a mesma condição climática do que outro com manutenção realizada; ou um sistema hidráulico sem acompanhamento pode abrigar pequenos vazamentos não percebidos, que poderiam ser evitados. Um elevador com problemas, além de maior consumo de energia e riscos aos usuários, incide em custos relativos à presença de um ascensorista, para controlar o funcionamento e evitar acidentes. Equipamentos à gás, como aquecedores de água, se mal regulados, consomem maior quantidade de gás, aumentando os custos operacionais.

No entanto, a manutenção preventiva só se dá de maneira ótima quando acompanhada do planejamento necessário para sua aplicação. Segundo Antonioli (2011, p. 53), “O planejamento torna-se fundamental para que as manutenções necessárias possam ser executadas corretamente nas propriedades, principalmente porque o primeiro passo será a alocação de recursos físicos e financeiros para tanto.”. Porém, para que o planejamento seja realizado com primor, Lessa e Souza (2010, p. 52) definem um conjunto de informações e dados necessários:

É imprescindível conhecer as características do empreendimento, os fluxos operacionais e de prestação de serviços, classificar as áreas, equipamentos e instalações prioritárias, elaborar e implantar procedimentos para operação e inspeção de equipamentos e instalações; elaborar e implantar roteiros para inspeções

operacionais e inspeção da manutenção; introduzir sistemas de ordens de serviços, históricos e controles de custos de manutenção preventiva e corretiva; implantar procedimentos para manutenção e elaborar um plano de manutenção preventiva, que pode ser anual e/ou mensal, definir metas e objetivos; prever os recursos (humanos, infraestrutura e ambiente de trabalho) necessários, bem como seus possíveis aproveitamentos e reduções.

A automatização deste processo de planejamento da manutenção preventiva é extremamente necessária, visto que a quantidade de informações que fazem parte do mesmo é muito variada. Há a necessidade do uso de um *software* para simular a fase de operação de uma edificação. A variedade de dados do planejamento é tão grande, que a manutenção, que deveria ser preventiva, acaba por ser emergencial devido à falta de tempo para analisar todas as informações obtidas.

Sobre a utilização de *softwares* para desenvolver o gerenciamento da manutenção em edificações, Carvalho et al. (2011a, p. 52) afirmam que:

A nova tecnologia de gestão ou **Engenharia + Informática**, em meio *web*, criará para o gestor condições de se antecipar aos problemas e de praticar administração efetiva e de modo contínuo, sobre custos, prioridades, fornecedores, controle da execução e realimentação dos ciclos. As ideias de ciclo e de continuidade são reforçadas pela possibilidade de automatizar processos a partir da programação preditiva (dos conteúdos técnicos ou bases de dados, como agora estamos chamando), onde as frequências de inspeção técnica, vida útil, durabilidades e garantias são os pontos de partida e de realimentação do ciclo.

Em futuro breve, os gestores terão à disposição mais de uma solução fundamentada na nova tecnologia que estamos propondo [engenharia + informática em meio *web*], cuja filosofia principal é aplicar conhecimento técnico, para uma efetiva administração da manutenção de ativos de todas as categorias, escalas e complexidades.

Estes sistemas de gerenciamento de projetos devem ser analisados de acordo com as características de operação do edifício no qual se deseja desenvolver a gestão. No entanto, deve ser realizada uma avaliação preliminar para verificar se o sistema possui os requisitos para desenvolver o gerenciamento da manutenção de um edifício de forma plena. Estes requisitos, segundo Serra (2011, p. 125) são:

- a) ter uma interface amigável para a introdução de dados sobre o edifício e sobre os serviços de manutenção realizados;
- b) facilitar a adequação do sistema a conjuntos de edifícios específicos;
- c) produzir indicações periódicas das inspeções a serem realizadas;
- d) produzir especificações dos serviços de manutenção a serem realizados;

- e) fornecer informações para os serviços de procura e compra;
- f) minimizar a manutenção emergencial e a corretiva, substituindo-as pela manutenção preventiva;
- g) permitir economia significativa nos custos de manutenção;
- h) eliminar problemas decorrentes do funcionamento precário dos edifícios, as interrupções de trabalho, as situações emergenciais, as contratações de serviços de manutenção sem concorrência pública em face da situação de emergência, a execução de serviços no afogadilho e sem projeto ou estudo adequado têm um custo elevadíssimo.

Indo na contramão do fluxo negativo da gestão da manutenção de prédios públicos, Carvalho et al. (2011a), relatam que um órgão público cuja atuação era modernizadora estava usando sistemas de informática como tecnologia para auxiliar no gerenciamento da manutenção de seu edifício. Carvalho et al. (2011a, p. 48) afirmam que os sistemas que realizavam o gerenciamento “[...] se limitavam a emitir ordens de serviço e planos de manutenção, com marcos temporais definidos, período a período, pelo próprio gestor.”. Quanto à intensidade do aproveitamento do sistema, os autores relatam que:

É difícil afirmar que os recursos da tecnologia empregada eram subutilizados ou, ainda, suas respostas muito acanhadas (talvez em grande medida, fossem de fato), mas nossa percepção nos indicou que a tecnologia poderia contribuir de modo muito mais acentuado para a automatização dos processos requeridos. Identificamos a origem dessas possíveis deficiências, na metodologia que gerou o sistema e no desequilíbrio entre Engenharia e Informática, embarcadas naquela tecnologia.

Outro fator importante para que o gerenciamento da manutenção seja desenvolvido de maneira eficaz em prédios controlados por órgãos públicos, é a priorização de serviços. Esta consiste, por exemplo, em dar preferência à manutenção de um equipamento essencial para a operação do edifício, do que para um que seja apenas complementar à mesma. Os recursos financeiros disponibilizados para a manutenção de equipamentos e instalações prediais nem sempre permitem que esta seja realizada em sua totalidade.

Para realizar esta ordem de priorização da manutenção predial é necessária fazer uma inspeção para a análise de características dos equipamentos e instalações. Sobre isto, Ragazzi et al. (2011, p. 68) relata que:

A inspeção deverá dispor de outros conteúdos de orientação, tais como:

- a) localização do problema;

- b) condições de segurança predial;
- c) riscos submetidos pela ocorrência ou pela indicação do Sistema;
- d) ameaças submetidas pela ocorrência ou pela indicação do Sistema;
- e) consequências geradas (paralisação, contaminação e outros);
- f) categorias das anomalias ou falhas (corrigíveis ou incorrigíveis);
- g) hierarquização da patologia (perigo, cautela e outros).

Os autores ainda afirmam que “De posse dos relatórios de inspeção técnica, a gestão finalmente reúne condições para estimar os custos das obras de manutenção necessárias e cruzá-los com os graus de criticidade.”.

A automatização do gerenciamento da manutenção (por exemplo, o uso do BIM-FM para realizar esta gestão), seria de grande utilidade para os órgãos públicos, visto que a grande quantidade de edificações por eles administrados, requerem uma gerenciamento rápido e efetivo. Para a gestão ser perfeita, segundo Carvalho et al. (2011a, p. 49):

[...] deveríamos dispor de:

- a) cadastro de imóveis;
- b) plantas *as built*;
- c) quantidade de serviços de construção e suas respectivas especificações e composições de preços de serviços de manutenção;
- d) cadastro de fornecedores;
- e) banco de dados de procedimentos de conservação, inspeção, execução e fiscalização;
- f) banco de dados da programação preditiva, contendo frequências de inspeção técnica, vida útil, durabilidades e garantias dos fornecedores de cada especificação.



## 2.2 BUILDING INFORMATION MODELING

A definição, as características e o estado da arte da tecnologia BIM, assim como o uso do BIM-FM e a sua aplicação no gerenciamento de prédios públicos, serão abordados a seguir.

### 2.2.1 DEFINIÇÃO, CARACTERÍSTICAS E ESTADO DA ARTE

A busca das empresas por uma metodologia que alie o desenvolvimento de projetos ao gerenciamento de obras é uma realidade. Pode-se afirmar que “Ao longo da evolução da indústria da construção, tanto os donos de obra como os construtores têm vindo a procurar uma metodologia ideal de planeamento, que lhes permita controlar eficazmente todo o desenvolvimento dos seus projetos e, assim, conduzi-los ao sucesso.” (NDBIM VIRTUAL BUILDING, 2015a, p. 1).

O número de empresas no Brasil que utilizam o BIM como ferramenta para projetar e modelar edificações vem aumentando nos últimos anos, seguindo o fluxo da tendência mundial. Segundo Sabol (2013, tradução nossa), o BIM vem ganhando força na área da engenharia e da indústria da construção. Este impulso vem pelo fato de que modelos BIM são capazes de fornecer visualmente uma representação tridimensional de uma edificação, além de ser um banco de dados que fornece informação sobre os componentes que fazem parte do modelo da mesma.

Nardelli e Tonso (2014, p. 408) apontam elementos que impulsionaram o uso de modelos BIM no Brasil:

De um lado, é claro, o interesse da própria indústria dos desenvolvedores de aplicativos CAD em fazer a migração para os produtos da nova geração tecnológica.

De outro lado, o crescimento do mercado imobiliário brasileiro que, depois de cerca de dez anos de estabilidade econômica experimentou um processo inédito de expansão, não apenas em termos quantitativos, como também, em abrangência territorial pelo país.

[...] várias companhias que atuam no setor passaram a ter centenas de empreendimentos concomitantes, a distâncias continentais entre si, sujeitos a diferentes legislações urbanas locais, procedimentos para licenciamento de projetos e realidades de custos de material e mão de obra, compondo um cenário de grande complexidade gerencial.

Os autores ainda afirmam que para solucionar os problemas descritos, soluções visando o avanço tecnológico foram realizadas. Foi deste modo que o BIM tomou impulso e passou a ser visto como peça-chave no desenvolvimento de projetos de edificação.

Eastman et al. (2014, p. 13) definem BIM como “[...] uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações.”.

Já a definição de BIM segundo Krygiel e Nies (2008, p. 27, tradução nossa), sustenta a ideia de que a variedade de informações do modelo são a chave da satisfação de seus usuários:

BIM é definido como a criação e o uso de informação coordenada, consistente e computável sobre um projeto de edificação em informações gráficas-paramétricas usadas para tomadas de decisão gráficas, produção de documentos de alta qualidade da construção, predição da performance da edificação, estimativa de custos e planejamento da construção.

Os autores ainda afirmam que o BIM vem mudando a forma com que os contratantes estão olhando para o processo de construção de uma edificação, desde a etapa de projeto até etapas pós construtivas, como o gerenciamento da edificação após a sua construção. Outra característica inovadora do BIM é o dinamismo na reorganização de elementos em planta. Ao contrário de *softwares* em que são desenvolvidos projetos em *Computer-Aided Design* (CAD), quando alguma mudança é feita em algum dos projetos complementares, esta é imediatamente propagada para todos os outros projetos que fazem parte do modelo.

Além desta vantagem sobre o CAD, Krygiel e Nies (2008, tradução nossa) ainda destacam outras diferenças básicas entre o BIM e o CAD. Enquanto o BIM usa simulações tridimensionais, o CAD consegue representar os projetos apenas de modo bidimensional, com cortes e perspectivas limitadas. No BIM, a precisão de quantitativos de obra é muito maior que no CAD, além de não haver a necessidade da coleta manual de dados de materiais de construção. Isto além de diminuir a precisão, devido à variedade de dados disponíveis na bibliografia, gera um gasto de tempo muito grande para procurar estas informações e adicioná-las no projeto. Outra característica que beneficia a eficiência da tecnologia BIM em relação ao tempo é a possibilidade de desenvolver o desenho dos elementos construtivos uma única vez no projeto, ao contrário do CAD, onde são necessárias representações de planos de desenho para depois projetar as seções.

No entanto, é possível perceber uma confusão dos usuários ao definir como modelos BIM erroneamente modelos que não utilizam esta tecnologia. Esta confusão é abordada por Eastman et al. (2014, p. 15-16):

[...] a definição de o que constitui tecnologia BIM está sujeita a variações e confusões. Para lidar com esta confusão, é útil descrever soluções de modelagem que **não** utilizam a tecnologia BIM. Isso inclui ferramentas que criam os seguintes tipos de modelos:

- a) modelos que só contêm dados 3D, sem atributos de objetos. Estes modelos podem ser utilizados somente para visualizações gráficas e não possuem inteligência ao nível do objeto. Eles são bons para a visualização, mas não fornecem suporte para integração de dados e análise de projeto;
- b) modelos sem suporte para comportamento. Estes modelos definem objetos, mas não podem ajustar seu posicionamento ou suas proporções, porque não utilizam inteligência paramétrica. Isso torna as modificações muito trabalhosas e não oferece proteção contra a criação de vistas do modelo inconsistentes ou imprecisas;
- c) modelos que são compostos de múltiplas referências a arquivos CAD 2D que devem ser combinados para definir a construção. É impossível assegurar que o modelo 3D resultante será factível, consistente, contabilizável, e que mostrará inteligência com respeito aos objetos contidos nele;
- d) modelos que permitem modificações de dimensões em uma vista que não são automaticamente refletidas em outras vistas. Isso permite erros no modelo que são muito difíceis de detectar (é similar a substituir uma fórmula por uma entrada manual em uma planilha eletrônica).

Os autores listam em seguida uma série de vantagens de se utilizar modelos em BIM desde a etapa de projeto até as etapas pós-construtivas da edificação. Algumas destas vantagens devem ser destacadas, como a colaboração antecipada entre disciplinas de um projeto, a sincronização de projeto e planejamento da construção, o melhor gerenciamento e operação das edificações e a integração com sistemas de operação e gerenciamento de facilidades.

Sabol (2013, p. 19, tradução nossa) também faz uma lista das maneiras com que o BIM promove sua eficiência:

- a) tomada de decisão mais cedo. O BIM permite que a performance da edificação tenha uma avaliação antecipada, então estas decisões e mudanças podem ser feitas com impacto reduzido ao tempo e aos custos;
- b) melhora da precisão. A precisão dos modelos promove mais comunicação efetiva entre as diversas partes envolvidas em projetos de construção e reforça o entendimento. Isso reduz erros e mudanças ao longo do processo gráfico e de construção. As capacidades paramétricas do BIM permitem a representação consistente e coordenada do modelo em todas as vistas e saídas de desenho;

- c) quantificação rápida. O modelo pode automaticamente gerar quantitativos e relatórios sobre os dados, produzindo estimativas e fluxos de trabalho mais eficientes e rápidos do que processos convencionais;
- d) análises sólidas. O BIM pode ser usado para suportar análises complexas, incluindo tarefas como detectar conflitos, agendar e sequenciar (denominada modelação 4D), e análise de energia, e ajuda a esclarecer a tomada de decisão, resolve problemas, e reduz o atraso nos processos do projeto;
- e) melhora da coordenação. O BIM permite aos contratantes e aos múltiplos subcontratantes envolvidos em um projeto de construção construir a edificação virtualmente, identificando potenciais conflitos ou choques entre sistemas de construção que poderiam resultar em mudanças de instruções caras caso contrário se fossem descobertas em campo;
- f) melhora da entrega de projeto. O BIM provém a capacidade de entregar um corpo de dados mais coerente, estruturado e completo ao término do projeto.

O autor acima citado ainda ressalta a importância dos objetos paramétricos nos modelos BIM. Ele explica que as capacidades paramétricas incorporadas pelo BIM permitem relações entre componentes diferentes, como uma porta e um objeto na parede. Estas relações permitem a análise da dependência entre estes componentes, o que acarreta em um maior controle ao efetuar mudanças não premeditadas no projeto.

O objetivo de um modelo BIM é descrito por Krygiel e Nies (2008, p. 32, tradução nossa):

Uma metodologia BIM procura adaptar-se às camadas adicionadas de informação, permitindo novos métodos de troca de data e comunicação entre todos os interessados em um projeto. Estes podem ser a equipe gráfica (desenhistas e consultores), construtores (contratantes e subcontratantes), e donos (desenvolvedores e gerentes das instalações). Cada uma dessas equipes precisa de uma metodologia com a qual compartilhar informação sobre um projeto em maiores quantidades e mais eficientemente do que seu método atual.

O objetivo de uma metodologia BIM é permitir uma visão geral da edificação ou projeto incluindo tudo em um modelo de fonte única. Com o BIM, nós podemos desenhar ou modificar componentes da edificação

Sabol (2013, tradução nossa), ainda afirma que o BIM tenta realizar uma aproximação entre a produção de projetos e o gerenciamento das instalações. A ideia de um modelo BIM que acompanhe todo o ciclo de vida de uma obra, incluindo as etapas pós-construtivas já está tomando forma em países da Europa e nos Estados Unidos. O próximo passo do Brasil em direção ao uso ótimo do modelo BIM deve ser dado em breve, visto a grande necessidade de um projeto que não mais seja engavetado ao final da etapa construtiva da obra, mas que permaneça ativo até o fim da operação da mesma.

Por outro lado, é possível perceber que o setor público não participa desta renovação tecnológica. Isso se dá pela estagnação cultural dos órgãos públicos brasileiros e pela preocupação imediatista com as obras, fato este que é abordado por Nardelli e Tonso (2014, p. 410):

[...] a legislação brasileira que normatiza as contratações de projetos e obras públicas reflete uma preocupação imediatista e sem qualquer compromisso com a qualidade do objeto contratado.

[...] a sua efetiva implantação no país [BIM] só pode se viabilizar se o maior contratante, que é o governo, tiver como preocupação a contratação de produtos que correspondam a essa expectativa.

Os autores ainda afirmam que seria necessária uma mudança cultural, o foco principal da contratação de uma obra deveria ser a construção de edifícios com alto desempenho ao longo de sua vida útil, ao invés de dar prioridade de contratação às obras pelos menores preços.

Ainda sobre a dificuldade de implantar a cultura do BIM em setores públicos, os autores relatam que:

Enquanto, porém, prevalecer o conceito imediatista na contratação de projetos e obras públicas no Brasil, a implantação do processo BIM seguirá a passos lentos, com pequenos avanços conquistados a duras penas por agentes privados mais ousados, que encontrem escala e recursos para investir nesse processo de migração.

No entanto, apesar das dificuldades de implantação do BIM em obras públicas, o mesmo vem crescendo e sendo aprimorado com novas tecnologias capazes de eliminar problemas relativos ao gerenciamento pós-constutivo destas edificações.

### **2.2.2 BIM-FM**

Com o crescimento do uso do BIM, novas metodologias foram sendo adicionadas à tecnologia. O uso do 4D (gerenciamento temporal) e do 5D (gerenciamento de custos) foram as primeiras mudanças aplicadas na tecnologia e vêm sendo aperfeiçoadas nos últimos anos. Mais recentemente iniciou-se o desenvolvimento da tecnologia BIM-FM, que une o BIM já conhecido com a gestão de facilidades. Segundo a ndBIM Virtual Building (2015b, p. 1), “O FM é uma gestão de recursos que combina pessoas, local físico e experiência em gestão de

processos de modo a fornecer serviços vitais de apoio da organização.”. A ndBIM Virtual Building (2015b, p. 2) ainda afirma que:

O progressivo aumento do uso do FM em conjunto com o destaque que a metodologia *Building Information Modelling* (BIM) tem obtido nos últimos anos, levam à necessidade de alterar a atual abordagem da gestão das instalações. Desta forma, este tipo de gestão irá prover-se das mais recentes inovações tecnológicas como seja a utilização do BIM.

Dado o modelo BIM não ser apenas um modelo tridimensional do edifício, mas sim um repositório de informação de todo o edifício, torna-se natural a integração da metodologia BIM com o FM. Assim sendo, a metodologia BIM-FM consiste, de forma muito sucinta, na aplicação da gestão das instalações (FM) tendo como recurso as funcionalidades proporcionadas pelo modelo BIM, sejam estas provenientes quer do modelo geométrico, quer da base de dados que contém todos os dados necessários da totalidade dos elementos.

O desenvolvimento de modelos BIM-FM se deu pela sua capacidade de resolução de grande parte dos problemas que fazem parte da prática do FM sem um modelo digital. Teicholz (2013, tradução nossa) relata que um dos maiores problemas do uso solitário do FM é o excesso de documentação física, como plantas de desenho arquitetônico e estrutural, e documentos contendo dados e informações dos equipamentos e instalações pertencentes à edificação.

O tempo gasto com a verificação das informações sobre atividades é muito grande, visto que por mais organizados que estejam os documentos, o tempo de análise da interferência da manutenção de duas instalações distintas, por exemplo, será muito maior do que se utilizasse um *software* BIM-FM para gerenciar a manutenção destas instalações. Teicholz (2013, p. 5, tradução nossa) explica que “A resposta curta aos problemas atuais anteriormente descritos [documentação física excessiva e tempo gasto para análise de dados] é: integração de sistemas de informação ao longo do ciclo de vida de uma instalação.”. Ele ainda afirma que o processo de *upload* das informações se dá em etapas. Nem todos os dados estão disponíveis na etapa inicial da obra, ao longo dos estágios de construção as informações vão sendo atualizadas em tempo real.

Esta continuidade entre as fases é destacada pela ndBIM Virtual Building (2015a, p. 6):

Esta é uma metodologia de extremo interesse devido ao potencial que demonstra ter na otimização do processo. Enquanto no processo tradicional a gestão das instalações é uma fase à margem do restante processo construtivo, existindo uma passagem abrupta entre as fases, com a utilização desta metodologia, existe uma continuidade entre as diferentes fases. Esta continuidade permite uma maior funcionalidade e utilidade da informação para o dono de obra.

A empresa ainda afirma que o uso do BIM-FM é um passo inevitável para proprietários de edificações, visto que a lista de vantagens que o uso desta metodologia trás é muito extensa. Teicholz (2013, p. 11-12, tradução nossa) descreve os benefícios do uso da tecnologia BIM-FM durante a vida da edificação:

- a) melhora na eficiência da força de trabalho devido à disponibilidade de melhores informações quando é necessário [...];
- b) redução do custo de recursos (energia e água) devido à melhoria dos dados de manutenção que apoiam melhor os procedimentos e o planejamento da manutenção preventiva. [...];
- c) redução nas falhas de equipamento que causam reparos de emergência e afetam os inquilinos;
- d) melhoria do gerenciamento de partes e suprimentos do inventário e melhor rastreamento de históricos de equipamentos e de ativos;
- e) maiores durabilidades dos equipamentos ocasionadas pelo uso extensivo da manutenção preventiva ao invés da manutenção na falha.

Os maiores interessados no uso da tecnologia BIM-FM são os proprietários das edificações antes mencionados. O acompanhamento ao longo da implantação do modelo por parte dos proprietários é essencial, visto que as definições dos requisitos do gerenciamento das instalações que farão parte do modelo BIM-FM devem ser selecionadas pelos mesmos, visando uma aplicação mais direta no modelo. Eastman et al. (2014, p. 131) afirmam que os proprietários de edificações “[...] precisam se familiarizar com o escopo e o nível de detalhe que desejam para o modelo do edifício em seus projetos.”. A ndBIM Virtual Building (2015a, p. 4) fortalece esta ideia de que “Na definição dos requisitos é extremamente importante definir a finalidade do modelo de forma a recolher e modelar apenas o que for realmente necessário.”.

Definir os requisitos do modelo é a primeira de quatro fases descritas pela empresa para desenvolver um plano de implementação do BIM-FM. Após a definição de requisitos deve ser feita a escolha de dados e posteriormente, a modelação da edificação e a integração com a solução BIM-FM.

Apesar de já ser comprovado que a aplicação de um modelo BIM-FM em uma construção traz uma série de vantagens para a edificação, muitos operários têm dúvida se essas vantagens

compensam o investimento financeiro na ferramenta. A ndBIM Virtual Building (2015a, p. 2) justifica que :

[...] cada caso deve ser analisado individualmente, pois existem diversos fatores a analisar. Alguns dos fatores que consideramos indispensáveis na análise de cada projeto são a título de exemplo: o **tipo de projeto**, o **estado do projeto** (novo ou existente), a **existência de modelo BIM**, a utilização de **algum tipo de metodologia de FM** e, em caso de utilização, a **existência e quais os tipos de contratos de outsourcing**.

Quanto ao *upgrade* de usuários de FM para o BIM-FM, a empresa também destaca que:

Para os atuais utilizadores da metodologia FM, a mudança para BIM-FM não representa uma alteração brusca na forma como esta é aplicada, constituindo antes uma evolução. Atualmente observa-se um aumento cada vez maior no número de aplicações de FM que, não sendo soluções BIM, já permitem a sua ligação com modelos BIM. Esta opção leva a que não ocorram perdas da informação existente, mas antes um complemento da mesma. Esta fusão, além das vantagens esperadas da utilização do BIM-FM, permite **melhorar a gestão das alterações, eliminar a necessidade de repetição de desenhos CAD 2D e facilitar a visualização através do 3D**.

Como dito no capítulo anterior, apesar dos órgãos governamentais possuírem um certo ceticismo envolvendo a tecnologia BIM, o BIM-FM também traria como uma vantagem importante para as obras públicas, o uso das mesmas equipes de manutenção para diferentes edificações. Esta vantagem é descrita pela ndBIM Virtual Building (2015a, p. 2):

[...] um dos ótimos exemplos de aplicação são os imóveis governamentais e o fato de possuírem vários ativos numa região concentrada. Graças ao BIM-FM, é possível disponibilizar toda a informação sobre os imóveis e equipamentos, incluindo a sua localização e historial, permitindo que as equipes de manutenção não estejam afetas a apenas um imóvel. Possibilita transformar estas equipes em unidades que se podem deslocar a qualquer um dos imóveis, estando ou não familiarizados com os mesmos, com toda a informação necessária, admitindo assim uma redução dos recursos alocados à tarefa.

As vantagens da automação e, conseqüentemente, da organização do gerenciamento da manutenção, também são descritas por Lessa e Souza (2010, p. 54), segundo eles:

Esta organização de um banco de dados de manutenção proporciona algumas facilidades para a gestão predial, como:

- a) manter o histórico dos equipamentos e instalações sempre atualizado;
- b) manter os projetos das instalações sempre atualizados;
- c) reavaliar as instruções de segurança, e alterar sempre que necessário;



- d) modificar as rotinas de execução de serviços de acordo com a evolução tecnológica;
- e) planejar a formação da equipe;
- f) manter registros de normas regulamentadoras, normas técnicas e legislação pertinente;
- g) organizar toda a documentação da edificação.

As vantagens do uso do gerenciamento da manutenção em obras públicas são muito grandes, visto que a vasta quantidade de edifícios administrados por um só órgão necessitam de uma gestão adequada às suas particularidades. Quando o gerenciamento é aplicado em modelos BIM-FM, a quantidade de benefícios é ainda maior, visto que a automatização do processo reduz uma variedade de mazelas, como o tempo escasso para planejar e executar o reparo dos equipamentos e o mal planejamento de ações e deslocamentos das equipes de manutenção.

### 3 MÉTODO

O trabalho foi desenvolvido tendo como base a coleta e análise de dados provenientes de estudos de caso de obras públicas do estado do Rio Grande do Sul. Estes estudos de caso foram desenvolvidos com o intuito de selecionar itens específicos e organizar um banco de dados para a criação de uma *checklist*. Segundo Fonseca (2002, p. 34):

O estudo de caso pode decorrer de acordo com uma perspectiva interpretativa, que procura compreender como é o mundo do ponto de vista dos participantes, ou uma perspectiva pragmática, que visa simplesmente apresentar uma perspectiva global, tanto quanto possível completa e coerente, do objeto de estudo do ponto de vista do investigador.

Esta *checklist* foi criada de forma que organizasse quais informações necessárias que um objeto modelado deve possuir para que seja possível realizar efetivamente o gerenciamento da manutenção de uma edificação utilizando BIM.

O autor optou pela escolha de realizar uma análise de estudos de caso de obras públicas do Rio Grande do Sul por ser a alternativa que contribuiria mais quantitativamente e qualitativamente para o desenvolvimento da *checklist*. Por ter como objetivo desenvolver um conjunto de informações necessárias para o gerenciamento da manutenção de obras públicas futuras, foram escolhidos para o estudo orçamentos de obras públicas de grande porte que contivessem o maior número de itens relacionados a instalações elétricas e seus componentes.

Estudos de caso são a maneira mais eficaz de pesquisa quando se tem como objetivo a coleta de informações de diferentes casos como amostras para reproduzir um acervo com dados similares aos casos estudados. Tendo em vista a necessidade de produzir um acervo satisfatório para a posterior elaboração da *checklist*, foram coletados dados de orçamentos de obras públicas que possuíssem uma quantidade acima da média de itens relacionados a instalações elétricas.

Para adquirir cópias dos documentos necessários para a realização do estudo de caso, o autor entrou em contato com uma empresa de construção da cidade de Guaíba, a qual tem experiência com obras públicas e já desenvolveu inúmeros projetos com características semelhantes às necessárias para o desenvolvimento do trabalho. A empresa se mostrou

interessada no trabalho e se dispôs a fornecer quaisquer informações que pudessem ser úteis para o desenvolvimento do trabalho.

Após uma análise das obras presentes e passadas da empresa, o autor selecionou a obra da construção do Foro de Eldorado do Sul como a principal fonte de dados para o trabalho, devido a sua extensa diversidade de itens relacionados às instalações elétricas e seus componentes. A figura 2 explicita um recorte da planilha de orçamento na seção referente às instalações elétricas e seus componentes presentes no Foro de Eldorado do Sul.

Figura 2 – Corte da planilha de orçamento na seção de instalações elétricas – Foro de Eldorado do Sul

**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DISCRIMINADA**

FORO PADRÃO II - ELDORADO DO SUL - ETAPA I

Item	Discriminação	Unid	Quant	Valor unitário		Valor Parcial		Custo Total do Serviço
				Material	Mão-de-Obra	Material	Mão-de-Obra	
<b>1.</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELECOMUNICAÇÕES</b>					991.733,14	276.188,49	1.267.921,63
<b>1.1</b>	<b>ENTRADA DE ENERGIA EM MÉDIA TENSÃO</b>					28.912,95	17.029,70	45.942,65
1.1.1	Poste de Concreto Cônico de 12m - 4kN, com cruzetas de madeira, isoladores, aterramento e ferragens junto aos postes	vb	1,00	1.986,05	1.092,33	1.986,05	1.092,33	3.078,38
1.1.2	Terminação Termocontrátil para cabo 35 mm <sup>2</sup> - classe 25 kV	pç	4,00	265,08	93,55	1.060,32	374,20	1.434,52
1.1.3	Chave fusível unipolar abertura sob carga 300 A - isolação 25 kV	pç	3,00	316,35	118,59	949,05	355,77	1.304,82
1.1.4	Elo fusível 40K - para chave fusível classe 25 kV	pç	3,00	7,10	10,63	21,30	31,89	53,19
1.1.5	Pára raios de distribuição tipo polimérico, 25 kV - 10kA	pç	3,00	257,81	118,80	773,43	356,40	1.129,83
1.1.6	Cabo de cobre flexível nu, seção 25 mm <sup>2</sup> , com até 7 fios, classe 2.	m	15,00	9,54	2,43	143,10	36,45	179,55
1.1.7	Haste de aterramento cobreada de Ø16x2400 mm, alta camada	pç	1,00	90,74	31,75	90,74	31,75	122,49
1.1.8	Cabo de cobre singelo EPR/PVC - 35 mm <sup>2</sup> - classe 15/25 kV	m	300,00	48,25	16,78	14.475,00	5.034,00	19.509,00
1.1.9	Fita isolante colorida (Vermelha/Azul/Amarela/Branca) - rolo com 10 metros	pç	4,00	4,31	1,90	17,24	7,60	24,84
1.1.10	Eletrodo F.G. a fogo, tipo pesado Ø125mm (5")	pç	1,00	239,85	61,55	239,85	61,55	301,40
1.1.11	Curva tipo pesada de Ferro Galvanizado a fogo - Ø125mm	pç	1,00	33,71	7,39	33,71	7,39	41,10
1.1.12	Acessórios para fixação do eletrodo e cabos junto ao poste	cj	1,00	336,03	156,25	336,03	156,25	492,28
1.1.13	Eletrodo PVC rígido Ø125mm	pç	20,00	50,65	25,40	1.013,00	508,00	1.521,00
1.1.14	Luva de PVC 125mm	pç	20,00	1,65	6,10	33,00	122,00	155,00
1.1.15	Caixa de alvenaria com tampa c/ dimensões internas de 800x800x800mm	pç	4,00	481,25	216,56	1.925,00	866,24	2.791,24
1.1.16	Serviços Contratada: elaboração do projeto de seletividade e curto circuito, após definição do tipo de disjuntor de MT, e elaboração do projeto de Derivação da Rede de MT, após aprovação da Subestação	cj	1,00	922,25	4.938,50	922,25	4.938,50	5.860,75
1.1.17	Abertura de vala, confecção de caixas de alvenaria, reatero, compactação, envelopamento de concreto (caberá à Contratada todos os procedimentos até a ativação da rede de MT junto à Concessionária de Energia, tais como: contatos, liberações, etc.)	cj	1,00	4.893,88	3.049,38	4.893,88	3.049,38	7.943,26

(fonte: trabalho não publicado<sup>1</sup>)

<sup>1</sup> A planilha orçamentária da obra de execução do Foro de Eldorado do Sul foi encaminhada por uma empresa A, que optou por não ser identificada.

Além da obra do Foro de Eldorado do Sul, o autor optou ainda por complementar o levantamento de dados com outras obras. Após um breve período de análise, no qual foram analisadas opções de projetos complementares, o autor decidiu por selecionar três obras adicionais. A escolha pela análise de múltiplos projetos foi tomada tendo em vista reproduzir uma gama mais diversificada de dados, evitando singularidades como a não presença de itens essenciais em instalações elétricas.

As obras complementares selecionadas para o trabalho foram: a ampliação da Escola Municipal de Ensino Fundamental Arnaldo Reinhardt, localizada na cidade de Novo Hamburgo; a execução de uma Delegacia de Polícia Padrão de Médio Porte, localizada na cidade de Guaíba; e a execução do Centro de Artes e Esportes Unificados, localizado na cidade de Esteio. A diversidade de localizações e de natureza das obras escolhidas foi levada em conta, tendo em vista a análise de uma variedade maior de itens. Ainda, todas as obras escolhidas são de administração pública, o que vai de encontro com o objetivo de análise deste trabalho.

Dentre as quatro obras escolhidas, a que possui a menor quantidade de itens relevantes ao trabalho, ou seja, itens relacionados à instalações elétricas, é a obra de ampliação da escola municipal localizada na cidade de esteio. A figura 3 explicita a quantidade limitada de itens deste projeto. Por outro lado, a obra que contém o maior número de itens pertinentes ao trabalho é a obra de execução do Foro de Eldorado do Sul, que por ser a mais relevante para o estudo, foi escolhida como base para a elaboração da *checklist*.

Figura 3 – Corte da planilha de orçamento na seção de instalações elétricas – Escola Municipal de Ensino Fundamental Arnaldo Reinhardt

#### **10. INTALAÇÕES ELÉTRICAS**

- .1 CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO CHAPA 15, EMBUTIR, COM BARAMENTO, COMPLETO
- .2 RASGO EM ALVENARIA PARA ELETRODUTO COM ENCHIMENTO
- .3 DISJUNTOR MONOPOLAR 10A
- .4 DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO COM CAIXA, COMPLETO
- .5 DISJUNTOR DR
- .6 VENTILADOR DE TETO 03 PÁS-COMPLETO
- .7 INTERRUPTOR EMBUTIR VENTILADOR TETO-INCL CAIXA
- .8 LUMINARIA FLUORESCENTE 2X40W COMPLETA
- .9 TOMADA EMBUTIR (Q P+T), COM CAIXA 2X4"
- .10 ELETRODUTO PVC RÍGIDO ROSCAVEL 3.4" (19MM)-C/LUVA
- .11 CONEXÃO ELETRODUTO PVC RIGIDO ROSCAVEL 20MM
- .12 FIO ISOLADO 1,5MM2 (14AWG)
- .13 FIO ISOLADO 4,0MM2 (10AWG)
- .14 FIO ISOLADO 6,0MM2 (8AWG)

(fonte: trabalho não publicado<sup>2</sup>)

As obras da execução da Delegacia de Polícia Padrão de Médio porte da cidade de Guaíba, e a execução do Centro de Artes e Esportes Unificados da cidade de Esteio tem uma relação de itens pertinentes ao trabalho intermediária, quando comparada às duas obras anteriormente mencionadas. Além de comparar o tamanho das amostras oriundas de cada projeto, é importante também salientar que os orçamentos referentes às instalações elétricas para cada edificação foram encaminhadas ao autor em formatos distintos. As planilhas referentes às obras de Eldorado do Sul e de Esteio foram enviadas no formato de planilha do software Excel, enquanto as planilhas referentes às obras de Novo Hamburgo e de Guaíba foram enviadas em formato PDF.

Esta diferenciação nos formatos da amostra impõe uma dificuldade maior ao se realizar a exportação dos dados para a planilha em que será desenvolvida a *checklist*. Fórmulas para encontrar itens similares automaticamente não podem ser aplicadas em planilhas no formato PDF. O processo de análise de itens nos dois orçamentos que não estão no formato de planilha de Excel deve ser feito de forma manual.

<sup>2</sup> A planilha orçamentária da obra de ampliação da Escola Municipal de Ensino Fundamental Arnaldo Reinhardt foi encaminhada por uma empresa A, que optou por não ser identificada.

## 4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O projeto do presente trabalho consiste em desenvolver um sistema de *checklist* de informações necessárias que devem estar integradas aos itens relacionados às instalações elétricas e seus componentes em um modelo BIM. As informações integradas são peças-chave para que estes objetos sejam utilizados e manipulados com o objetivo de realizar o gerenciamento da manutenção de uma edificação com excelência. O trabalho está direcionado à análise de edificações comerciais de administração pública, visando aprimorar este setor que possui diversos tipos de complicações no gerenciamento da manutenção de suas instalações.

O presente trabalho também tem como meta tornar a manutenção preventiva uma realidade em edificações comerciais de administração pública, indo contra as práticas de manutenção corretiva em excesso que são desempenhadas constantemente no cenário atual do país. Além de eliminar questões burocráticas e afetar positivamente o orçamento destinado à manutenção predial, a manutenção preventiva ainda evita problemas como o efeito *looping*, anteriormente mencionado. Por se tratar do gerenciamento da manutenção de edificações públicas, como por exemplo delegacias de polícia e hospitais, é importante também ressaltar a necessidade de funcionamento constante das instalações presentes nas mesmas, eliminando assim quaisquer possibilidades de realizar manutenções corretivas nestes prédios.

A escolha do autor por elaborar uma *checklist* apenas das instalações elétricas e seus componentes foi realizada por se tratar de um dos itens que mais necessitam de atenção especial e mais requerem informação ao se propor o gerenciamento da manutenção com o uso de um modelo BIM. Diferentemente da manutenção de outros componentes da edificação (pintura, por exemplo), as instalações elétricas necessitam de um acompanhamento contínuo e de uma abordagem preventiva, por serem fundamentais para o desempenho de um prédio e para o conforto de seus ocupantes.

Determinado o foco do trabalho como sendo o gerenciamento da manutenção de instalações elétricas em edificações comerciais de administração pública, o autor iniciou a busca por projetos que se enquadrassem no escopo do trabalho. Uma empresa que realiza a execução e a

reforma de edificações comerciais de administração pública foi contatada, e seus projetos foram analisados.

A seleção dos projetos que seriam posteriormente analisados foi realizada tendo em vista o objetivo de unir o maior e mais variado número de itens relacionados às instalações elétricas e seus componentes. Foi relatado ao responsável pelo setor de projetos da empresa qual era o objetivo da seleção, e uma análise conjunta da melhor combinação de projetos foi realizada. Após a análise dos projetos executados pela empresa, foram selecionadas quatro obras com características de execução bem distintas, porém todas possuindo o atributo de serem edificações de administração pública.

Das quatro obras derivadas desta seleção três são obras de execução, sendo a maior delas a obra do Foro de Eldorado do Sul, a qual possui em torno de seiscentos itens relacionados às instalações elétricas e seus componentes no seu orçamento. Tendo em vista que esta é a obra com a maior quantidade de itens relevantes ao trabalho, ela foi adotada como sendo a principal fonte de dados deste trabalho. Além da obra do Foro de Eldorado do Sul, as outras duas obras de execução selecionadas pelo autor foram uma Delegacia de Polícia Padrão de Médio Porte, localizada na cidade de Guaíba; e a execução do Centro de Artes e Esportes Unificados, localizado na cidade de Esteio.

Estas duas obras foram selecionadas com o intuito de fornecerem dados complementares ao desenvolvimento da *checklist* proposta neste trabalho. A utilização destes dados complementares serviram para dois propósitos distintos. O primeiro era a coleta de itens adicionais que não se encontravam no projeto do Foro de Eldorado do Sul, para possuir uma lista final com uma variedade maior de objetos. O segundo era o registro de itens semelhantes nos projetos, tendo em vista priorizar a permanência dos mesmos na planilha final de itens.

Além das três obras de execução, foi também selecionada uma obra de ampliação de uma edificação pública. A obra escolhida foi a ampliação da Escola Municipal de Ensino Fundamental Arnaldo Reinhardt, localizada na cidade de Novo Hamburgo. Apesar de possuir uma quantidade relativamente menor de itens relacionados às instalações elétricas e seus componentes, é importante que os dados de uma obra de ampliação sejam analisados, visando a elaboração de um *checklist* que contemple também este tipo de projeto.



Após a análise e seleção das obras a empresa enviou ao autor os orçamentos dos quatro projetos escolhidos. Após a verificação dos itens pertencentes aos orçamentos, foi descoberta a necessidade de realizar o agrupamento de itens semelhantes, visto que a quantidade de dados era extensa, e não havia a necessidade de individualizar itens que possuísem diferenças em detalhes irrelevantes para o gerenciamento da manutenção. Além disso, itens similares com diferenças nas suas capacidades também foram agrupados, como explicitado na figura 4.

Figura 4 – Itens similares posteriormente agrupados – Foro de Eldorado do Sul

Luminária 2x16W completa, de embutir s/ aletas (conforme memorial descritivo)
Luminária 2x32W completa, de embutir s/ aletas (conforme memorial descritivo)
Luminária 2x16W completa, de embutir c/ aletas (conforme memorial descritivo)
Luminária 2x32W completa, de embutir c/ aletas (conforme memorial descritivo)

(fonte: elaborado pelo autor)

Foi decidido que, primeiramente, todos os itens referentes às instalações elétricas e seus componentes de todas as quatro obras analisadas seriam transferidos para uma mesma planilha, a fim de permitir uma análise conjunta tendo como objetivo eliminar itens que possuísem características semelhantes que não fossem relevantes para o desenvolvimento do trabalho. A eliminação de itens similares ocorreu tanto com itens de uma mesma obra, quanto com itens que pertencessem a obras distintas, mas mesmo assim possuísem características que tornassem estes itens similares para uma análise do ponto de vista do gerenciamento da manutenção.

A integração dos itens referentes às instalações elétricas e seus componentes no primeiro modelo de planilha (modelo sem a retirada de itens semelhantes), resultou em um quadro em torno de oitocentos itens a serem analisados. A transferência dos itens para uma planilha integrada ocorreu sem problemas, mesmo nas tabelas que tinham sido repassadas ao autor somente em formato PDF. Após transferir todos os itens pertinentes ao trabalho para uma só planilha, iniciou-se o processo de filtração destes itens.

Visando elaborar uma planilha mais enxuta que permitisse a análise e avaliação dos itens, foi dado início ao processo de eliminação de itens repetitivos e/ou itens similares em características que não fossem relevantes ao trabalho. Além do exemplo indicado na figura 5, outros itens eliminados foram cabos com diferenças somente no diâmetro do filamento e

espelhos com diferentes aberturas para interruptores e tomadas. A similaridade destes itens permitia a análise de somente uma unidade padrão, por exemplo, entre a alta diversidade de espelhos com abertura para interruptor, foi considerada somente uma opção (espelho para interruptor duplo).

A decisão por filtrar o extenso número de itens relativos às instalações elétricas e seus componentes foi tomada tendo em vista dois fatores. O primeiro, é a simplificação de uma amostra com oitocentos itens repetitivos para uma mais enxuta de cem itens, eliminando excessos que prejudicariam a precisão do trabalho. O segundo, é a elaboração de uma planilha mais enxuta para ser utilizada em uma entrevista com um profissional da área de construção civil, evitando repetições desnecessárias e diminuindo o desgaste mental do entrevistado. A figura 5 explicita um fragmento da lista filtrada.

Figura 5 – Fragmento da lista filtrada contendo 18 dos 98 itens finais.

Cabo de cobre flexível nu, seção 25 mm <sup>2</sup> , com até 7 fios, classe 2.
No Break de 1,0kVA, com autonomia de 2 horas
Soldas
Transformador trifásico a seco, PN=500kVA, classe 25kV - BT 380/220V - 60Hz
Espelho c/ interruptor simples p/ cx. 50x100mm
Espelho c/duas tomadas 2P+T (10 A/250V), p/ cx. 50x100mm
Espelho p/ cx. 50x100mm com furo central
Pára raios de distribuição tipo polimérico, 25 kV - 10kA
Fita isolante colorida (Vermelha/Azul/Amarela/Branca) - rolo com 10 metros
Acessórios para fixação do eletroduto e cabos junto ao poste
Eletroduto PVC rígido Ø125mm
Condulete alumínio ¾" c/ tampa
Tampa p/ condulete ¾" c/ Interruptor hotel
Caixa de aço zincado, retangular, 50x100mm
Luminária 2x18W completa, de embutir
Sensor de presença de parede
Sensor de presença de teto
Eletroduto F.G. médio Ø20mm (3/4")

(fonte: elaborado pelo autor)

Após a integração das planilhas referentes aos itens de instalações elétricas e seus componentes de todas as obras, e a seleção destes itens resultando em uma planilha de noventa e oito itens, o autor iniciou a terceira etapa do trabalho. A terceira etapa consistiu em uma entrevista com um profissional da construção civil com domínio de conhecimento na área de manutenção de instalações elétricas e seus componentes. O intuito de realizar esta entrevista foi elencar quais dos cem itens filtrados pelo autor tem mais recorrência de necessidade de manutenção.

Foi desenvolvida uma planilha com os noventa e oito itens previamente filtrados, e foi proposta uma avaliação destes itens ao lado de cada um deles na planilha. A avaliação proposta consistiu em dar uma nota de 0 (zero) à 10 (dez) para a recorrência de chamados de manutenção para cada um dos itens. A nota 0 (zero) correspondia a um número mínimo de chamados para a manutenção do item avaliado e a nota 10 (dez) correspondia a um número máximo de chamados para a manutenção do item avaliado. A avaliação levou em conta somente o conhecimento do entrevistado sobre a frequência de manutenção em itens de instalações elétricas. A figura 6 explicita um fragmento da tabela já preenchida com valores de zero a dez pelo entrevistado. A tabela completa com todas as notas dadas pelo entrevistado pode ser encontrada no Apêndice A.

Figura 6 – Fragmento preenchido da tabela utilizada na entrevista.

Item	Recorrência de Manutenção (0-10)
Cabo de cobre flexível nu, seção 25 mm <sup>2</sup> , com até 7 fios, classe 2.	2
No Break de 1,0kVA, com autonomia de 2 horas	9
Soldas	2
Transformador trifásico a seco, PN=500kVA, classe 25kV - BT 380/220V - 60Hz	7
Espelho c/ interruptor simples p/ cx. 50x100mm	7
Espelho c/duas tomadas 2P+T (10 A/250V), p/ cx. 50x100mm	4
Espelho p/ cx. 50x100mm com furo central	0
Pára raios de distribuição tipo polimérico, 25 kV - 10kA	3
Fita isolante colorida (Vermelha/Azul/Amarela/Branca) - rolo com 10 metros	5
Acessórios para fixação do eletroduto e cabos junto ao poste	6
Eletroduto PVC rígido Ø125mm	3
Condutele alumínio ¾" c/ tampa	4
Tampa p/ condutele ¾" c/ Interruptor hotel	7
Caixa de aço zincado, retangular, 50x100mm	2
Luminária 2x18W completa, de embutir	9
Sensor de presença de parede	7
Sensor de presença de teto	7
Eletroduto F.G. médio Ø20mm (3/4")	2

(fonte: elaborado pelo autor)

Após receber a tabela preenchida com os valores de zero a dez do entrevistado, os itens foram organizados respectivamente por suas notas, em ordem decrescente. Pôde-se observar que a menor nota dada na avaliação foi zero, e a maior nota dada foi dez. Foi relatado pelo entrevistador que os itens aos quais a nota zero foi atribuída, nunca tiveram registro de necessidade de manutenção pela empresa na qual ele trabalha. Não houve nenhum item avaliado com nota dez pelo entrevistado. A maior nota dada foi nove, atribuída a dez itens da lista, o que corresponde a 10,2% dos itens avaliados na entrevista.

Analisando os itens e relacionando-os a suas notas, pôde-se observar que os itens com menor índice de recorrência de manutenção (nota zero) são itens que não possuem nenhuma interação com pessoas e também não desempenham nenhuma função operacional, servindo apenas como proteção (no caso do espelho para caixa com furo central), ou como informação (no caso do quadro com diagrama unifilar da subestação).

Seguindo a análise da entrevista, as menores notas (entre zero e três) foram atribuídas majoritariamente a itens como cabos, soldas, eletrocalhas e suas conexões, eletrodutos e suas conexões e perfilados. Percebeu-se uma relação entre a baixa recorrência de manutenção dos itens com a não existência de contato com o ambiente externo dos mesmos. Ao analisar os itens com as maiores notas (entre sete e nove), pôde-se observar que contrariamente aos itens com baixa recorrência de manutenção, estes possuíam majoritariamente itens com contato frequente com o ambiente externo e a ação de pessoas. Entre estes, estão itens como por exemplo ventiladores, reatores, luminárias, tomadas, interruptores, sensores, sinalizadores, e transformadores.

Esta relação de itens referentes as instalações elétricas em contato frequente com o ambiente externo e sua alta recorrência de manutenção pode ser explicada ao se analisar as características dos mesmos. Itens como lâmpadas, interruptores, sensores e ventiladores tem sua vida útil estimada pelo número de manobras, ou seja, o número de vezes em que os mesmos são acionados. Por exemplo, em um interruptor, a vida útil é estimada pelo número de cliques desferido ao mesmo; por outro lado, em uma lâmpada, a vida útil é estimada pelo número de vezes em que ela é ligada.

Por serem obras públicas, esta característica de vida útil estimada pelo numero de manobras é ainda mais importante, visto que a ativação e desativação destes itens ocorre com uma

frequência muito maior do que em edificações residenciais. Obras públicas como a execução do Foro de Eldorado do Sul, que serviu de base para a elaboração deste trabalho, possui um fluxo interno de pessoas muito grande, o que aumenta ainda mais o número de vezes em que os itens são acionados. Ainda, a manutenção destes itens em obras públicas é realizada em todas as áreas da edificação, elevando ainda mais a recorrência quando comparada à manutenção realizada em áreas condominiais privadas, onde o gerenciamento da manutenção não ocorre em áreas privativas.

Além disso, itens como sensores de parede e de teto, que também foram avaliados na entrevista como itens com alta recorrência de manutenção (nota sete para ambos) também tem o seu tempo de vida reduzido pelo intensa circulação de pessoas dentro de edificações públicas. O tempo de vida destes itens, também é estimado pelo número de ativações dos mesmos. Outros itens como, por exemplo, sensores como sinaleiro de indicação de entrada e saída de veículos também receberam uma nota alta (acima de sete) na planilha de avaliação respondida pelo entrevistado.

Após a análise da planilha preenchida com a avaliação do entrevistado e o ordenamento dos itens de acordo com a nota dada para o seu grau de recorrência, um gráfico foi elaborado visando avaliar quais dos noventa e oito itens seriam selecionados para a etapa posterior do trabalho. Para a montagem do gráfico, foi decidido que a nota para a recorrência de manutenção, de zero a dez, iria compor o eixo das abscissas e o eixo das ordenadas seria composto pelo número de itens que receberam cada nota. A figura 7 explicita o gráfico criado utilizando as informações coletadas na entrevista.

Figura 7 – Gráfico da recorrência da manutenção por número de itens.



(fonte: elaborado pelo autor)

Ao realizar a análise do gráfico resultante das informações coletadas na entrevista, foi possível notar a existência de três picos em diferentes zonas do mesmo. Estes picos representam três notas que obtiveram um número expressivo de itens registrados nas mesmas. Analisando estes picos, é possível observar que o primeiro pico, correspondente à nota dois, é o que possui o maior número de itens registrados. Dos noventa e oito itens, vinte e dois obtiveram nota dois, ou seja, possuem baixa recorrência de manutenção segundo o entrevistado. Como dito anteriormente, os itens que se encaixaram neste ponto do espectro foram itens cujo contato com o ambiente externo inexistente e/ou não necessitam de interação com o ser humano.

O segundo e o terceiro pico representados no gráfico, correspondendo às notas sete e nove, respectivamente, também tiveram um número expressivo de itens registrados. O entrevistado elencou dezessete itens com a nota sete, e dez itens com a nota nove. Diferentemente do primeiro pico analisado, este contém itens com contato permanente com o ambiente externo e/ou grande interação com pessoas que circulam no ambiente em que estão localizados. Os itens com maior recorrência de manutenção, ou seja, os itens que necessitam mais urgentemente de informações para que o gerenciamento da manutenção possa ser realizado com excelência se encontram no intervalo entre estes dois picos.

Visando o próximo passo do trabalho, que consiste em selecionar os itens que necessitam mais urgentemente de informações atribuídas ao objeto no modelo para que possa ser realizado o gerenciamento da manutenção das instalações elétricas, o autor optou por escolher os trinta e dois itens correspondentes ao intervalo de notas entre sete e nove. Esta escolha foi baseada no pensamento lógico de escolher o intervalo de notas com a maior quantidade de itens por ocorrência. O primeiro pico foi considerado de menor importância pelo ponto de vista do gerenciamento da manutenção, pois apesar de possuir uma grande quantidade de itens atribuídos à nota, a recorrência dos mesmos era baixa.

É importante ressaltar que o ideal seria a integração de dados em todos os itens relacionados às instalações elétricas e seus componentes, independentemente de seu nível de recorrência. O gerenciamento da manutenção de instalações elétricas e seus componentes utilizando um modelo BIM-FM, para ser realizado com excelência, deve ser feito utilizando um modelo cujos objetos estejam alimentados com todas as informações necessárias e pertinentes para o desenvolvimento do mesmo. A escolha por selecionar os itens avaliados pelo entrevistado se deu pela prioridade dos mesmos ao se analisar sua recorrência de manutenção, visto que alguns itens necessitam com maior urgência de um plano de gestão da manutenção.

Após escolher os itens correspondentes ao intervalo entre as notas sete e nove para realizar a *checklist* final, o autor optou por novamente realizar o agrupamento de itens similares, visando eliminar uma repetitividade de itens que não agregaria informações adicionais ao trabalho. Após realizada a análise, um total de quatorze itens finais foram selecionados para realizar a etapa final do trabalho.

Os itens escolhidos para a elaboração da *checklist* foram:

- a) transformador trifásico a seco;
- b) sensor de presença;
- c) interruptor simples;
- d) sinaleiro de indicação de entrada e saída de veículos;
- e) ventilador de teto;
- f) fotocélula;
- g) projetor externo;
- h) luminária;
- i) chave boia;



- j) chave fusível;
- k) centelhador tripolar;
- l) *voice panel*;
- m) reator inversor de emergência;
- n) *nobreak*.

Após escolher os itens finais para a elaboração da etapa final do trabalho, o autor iniciou a procura por dados técnicos destes itens que fossem relevantes ao gerenciamento da manutenção das instalações elétricas e seus componentes. A procura por estas informações se deu por catálogos de fabricantes e distribuidores de elementos existentes em instalações elétricas.

Foi observado que muitos dos itens, como o sinaleiro de indicação de entrada e saída de veículos, o ventilador de teto, a fotocélula, o projetor externo, a luminária e o reator inversor de emergência são itens que são dependentes do tipo de lâmpada, sua potência e sua vida útil. Apesar de todos os itens mencionados possuírem vida útil independente, a vida útil do sistema está limitada à da lâmpada utilizada no mesmo. Neste ponto é importante salientar a alta relevância da escolha de uma lâmpada compatível com o sistema, visando prolongar seu tempo de vida.

Ainda, foi possível constatar a inexistência de dados ao que se refere à vida útil de muitos dos itens selecionados neste trabalho. É importante ressaltar que este valor é essencial para que o gerenciamento da manutenção de instalações elétricas e seus componentes em um modelo BIM-FM seja realizada com excelência. A falta de um valor referente ao tempo de vida dos objetos e, conseqüentemente, dos sistemas, acaba impossibilitando a criação de um modelo efetivo em BIM-FM para o gerenciamento da manutenção destes itens. Um exemplo de catálogo encontrados com informações pertinentes aos itens selecionados pode ser encontrado no Anexo A.

Após unir as informações dos itens provenientes dos catálogos, a *checklist* final foi montada em formato de tabela no *software* Excel. Ao analisar a quantidade de informações necessárias para o gerenciamento da manutenção de cada um dos itens analisados, foi encontrado um mínimo de três e o máximo de oito dados técnicos requeridos para o objeto ser inserido no modelo com todas as propriedades necessárias. Além disso, foi possível perceber a falta de

dados técnicos importantes para a manutenção destes itens nos catálogos das distribuidoras dos mesmos.

A *checklist* foi desenvolvida para que seja usada tanto por modeladores de famílias de objetos relacionados às instalações elétricas e seus componentes, quanto por gestores de manutenção que estão desenvolvendo modelos BIM-FM para posterior uso do gerenciamento da manutenção das instalações elétricas e seus componentes. A tabela resultante da conclusão deste trabalho tem o intuito de fornecer um banco de dados inicial para que o primeiro passo em direção a um gerenciamento de manutenção eficiente em edificações públicas possa ser realizado. Idealmente, todos os objetos independentemente do seu grau de recorrência de manutenção devem possuir todas as informações necessárias para que o modelo BIM-FM seja utilizado em sua maior eficiência.

A criação de *checklists* completas, que envolvam todos os itens levantados em orçamento, também deve ser realizada para todas as outras instalações de uma obra, não ficando limitada apenas às instalações elétricas e seus componentes. É importante salientar também, que o abastecimento de informações nas famílias de objeto que serão inseridas em modelos BIM-FM idealmente deve ser realizado pelos próprios fornecedores dos produtos. *Checklists* completas devem ser repassadas aos responsáveis pela criação das famílias de objetos, visando instaurar a padronização destes dados, o que evitaria retrabalhos desnecessários por parte dos gestores de manutenção ao inserir estas informações nos objetos.

Analisando no curto prazo, a *checklist* deve ser utilizada pelos responsáveis pelo gerenciamento da manutenção das instalações elétricas da edificação. A verificação das informações que devem estar integradas aos itens precisa ser realizada no momento da criação do modelo BIM-FM, e não durante o uso do mesmo. A *checklist* deve ser utilizada no momento em que a importação do modelo BIM 3D completo foi realizada, ou, se o modelo já foi desenvolvido em BIM-FM, utilizada antes de qualquer simulação referente à manutenção das instalações elétricas do edifício analisado.

Ao se iniciar a verificação das informações de cada objeto presente na *checklist* deve-se seguir a ordem estabelecida na tabela fornecida, tendo em vista a organização da planilha. Os itens presentes na *checklist* devem ter todas as suas informações necessárias verificadas antes de prosseguir para o próximo item. O mesmo raciocínio deve ser adotado no caso de existirem mais de um objeto referente ao mesmo item da planilha. Neste caso, todas as unidades do

primeiro item devem ser analisadas antes de se iniciar a análise do próximo item. A presença ou a falta do dado técnico deve ser marcada utilizando as cores verde e vermelho, respectivamente.

A figura 8 é um exemplo de como a tabela deve ser preenchida. O item número um, transformador trifásico à seco, deve ser o primeiro item analisado no modelo. A primeira informação analisada necessária para que o modelo esteja adequado para que possa ser realizado o gerenciamento da manutenção foi a potência do item. Visto que o dado referente à potencia estava incluso no objeto, o responsável por realizar a aplicação da *checklist* preencheu o espaço com a cor verde, indicando que a informação necessária estava presente no objeto. Após verificar a presença do primeiro dado, o responsável seguiu para a análise da segunda informação necessária. Após verificar que a informação referente à classe de tensão do transformador trifásico à seco não estava presente no objeto, o encarregado por preencher a *checklist* preencheu o espaço de verificação com a cor vermelha, indicando que a informação necessária para o gerenciamento da manutenção do objeto não estava presente no mesmo.

Após realizar o mesmo procedimento para o item número dois, referente ao sensor de presença, e verificar que o mesmo possuía as informações necessárias para que o gerenciamento da manutenção pudesse ser realizado com eficiência, o responsável voltou a analisar a *checklist*, visando identificar quais informações não estavam presentes nos itens analisados anteriormente. No caso da Figura 8, a única informação que não se encontrava integrada ao objeto presente no modelo analisado foi a classe de tensão do transformador trifásico a seco. Ao constatar a falta desta informação, o responsável deve entrar em contato com o fornecedor do item, e solicitar que a informação faltante seja repassada para a integração no objeto presente no modelo.

Após solicitar e integrar a informação no objeto, o encarregado por preencher a *checklist* deve substituir a cor vermelha pela cor verde no espaço de verificação. Após substituir a marcação da coluna a tabela deve ser novamente analisada. O processo de solicitação e integração das informações necessárias para cada item da planilha deve ser realizada até que as coluna de todas as informações para todos os itens estejam verdes, indicando assim que o modelo está apto para ser utilizado para o gerenciamento da manutenção das instalações elétricas e seus componentes. A *checklist* completa desenvolvida pelo autor do trabalho pode ser encontrada no Apêndice B.

Figura 8 – Exemplo representativo de preenchimento da *checklist*.

		Dados Necessários		
		Potência	Corrente	Tensão
	Item			
1	Transformador Trifásico a Seco	X		X
2	Sensor de Presença			X

(fonte: elaborado pelo autor)

O autor adicionou também na planilha informações que seriam de suma importância para o gerenciamento da manutenção, porém não existem nos catálogos técnicos dos fornecedores destes itens. Tais dados estão marcados com um asterisco ao lado, e são referentes à vida útil dos objetos listados. Pôde-se perceber que apesar de a vida útil do objeto ser uma dado essencial para o gerenciamento da manutenção, ela raramente é adicionada aos catálogos. Por ser uma informação de difícil acesso, as vidas úteis dos itens listados quando não forem repassadas pelo fornecedor, estão isentas da necessidade de possuírem a cor verde na coluna de verificação.

Outra informação relevante à aplicação da *checklist* é a de quando a mesma deve ser aplicada. Ao analisar os LOD (*Level of development*) frequentemente utilizados para se referir aos diferentes níveis de desenvolvimento de um modelo ao longo da sua criação, é importante salientar que a *checklist* deve ser aplicada entre o desenvolvimento do modelo e a inclusão de atributos e parâmetros definidos, ou seja, entre os níveis de desenvolvimento LOD 200 e LOD 300.

Espera-se que o presente trabalho abra um caminho em direção da criação de *checklists* para as demais instalações presentes em uma obra de construção civil. A modelagem em BIM-FM, quando bem alimentada com as informações necessárias para o desenvolvimento do gerenciamento da manutenção tem um grande potencial para a redução de gastos. Ao se analisar edificações comerciais de administração pública, a importância de utilizar um modelo planejado de gerenciamento da manutenção é ainda maior.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática do gerenciamento da manutenção com o auxílio de *softwares* que possibilitem a modelagem BIM-FM está em crescimento no mundo, e começa a se desenvolver fortemente no Brasil. No entanto, para que o gerenciamento da manutenção seja realizado de forma adequada, é necessário que algumas diretrizes sejam elaboradas, tendo em vista a padronização da modelagem. É preciso que o modelo seja desenvolvido tendo em vista a sua futura utilização como peça essencial para o auxílio do gerenciamento da manutenção. O correto uso de um modelo BIM-FM neste caso pode proporcionar diminuições de custo tanto em quesitos materiais quanto na economia de tempo da mobilização de equipes de manutenção. Em edificações comerciais de administração pública, esta necessidade é ainda maior, visto que os fundos para a manutenção destas edificações é extremamente limitado. Por serem obras públicas, a utilização de um modelo elaborado seguindo diretrizes propostas é ainda mais importante, visto que em inúmeros casos as equipes de trabalho que desenvolvem as obras de manutenção são provenientes da mesma empresa.

O objetivo principal deste trabalho foi elaborar diretrizes por meio de uma *checklist* de informações para a implantação de um modelo BIM-FM para o gerenciamento da manutenção de instalações elétricas e seus componentes em prédios públicos. Foi possível verificar, por meio da criação da *checklist*, que a falta de dados referentes ao ciclo de vida dos itens de instalações elétricas impossibilita a criação de um modelo ideal somente com informações oriundas dos catálogos técnicos dos itens. A falta dessa informação fez com que o item referente à vida útil na *checklist* desenvolvida acabasse sendo opcional para o preenchimento da mesma.

O objetivo deste trabalho foi alcançado com sucesso, a *checklist* foi elaborada e está apta a ser utilizada no auxílio para a elaboração de um modelo BIM-FM efetivo para o gerenciamento da manutenção de instalações elétricas e seus componentes em edificações de administração pública. É importante ressaltar que a *checklist* funciona como um instrumento de verificação que auxilia na padronização dos modelos, funcionando como uma diretriz para o desenvolvimento de um modelo BIM-FM efetivo para o gerenciamento da manutenção de edificações públicas.

Outra consideração tomada ao desenvolver o trabalho, foi a grande quantidade de itens que tem a vida útil do sistema limitada pela vida útil de uma lâmpada. Oito dos quatorze itens tinham esta limitação. Além da vida útil da lâmpada, algumas informações como tipo de lâmpada, potência da lâmpada e número de lâmpadas também foram consideradas essenciais para que o objeto possuísse todos os dados relevantes para que o gerenciamento da manutenção pudesse ser realizado.

Ao realizar a entrevista com o profissional de construção civil e analisar os resultados criando um gráfico, foi possível perceber que há uma separação subjetiva entre itens com maior recorrência de manutenção daqueles com menor recorrência. Vinte e dois itens, dos noventa e oito previamente filtrados foram considerados itens de baixa recorrência de manutenção. Ao analisar as diferenças entre os itens com nota sete e nove (dois picos com alta recorrência) e itens com nota dois (pico único com baixa recorrência), foi possível concluir que os itens com mais chamados de manutenção são aqueles que tem contato permanente com o ambiente externo, seja nas áreas internas ou nas áreas externas da edificação. Ainda, muitos destes itens também possuíam a característica de serem operados pelo ser humano, o que acaba limitando seu ciclo de vida pelo número de manobras realizadas no mesmo. O número de manobras pode ser o clique de um interruptor ou a ativação de um sensor de movimento, por exemplo.

Ao analisar o orçamento inicial das quatro obras analisadas e integrar todos os itens referentes às instalações elétricas e seus componentes em uma só planilha, verificou-se que a quantidade de itens foi excessiva, o que levou à necessidade de diversas etapas de seleção ao longo do desenvolvimento do trabalho. Apesar de se tornar uma dificuldade inesperada, percebeu-se que a necessidade de desenvolver uma *checklist* visando a organização das informações destes itens em um modelo computacional é ainda mais importante para o gerenciamento da manutenção de edificações.

A amostra inicial de oitocentos itens referentes à instalações elétricas e seus componentes foi reduzida para uma amostra de noventa e oito itens, tendo em vista a união de itens com características similares ou itens que se repetissem nas planilhas das diferentes obras. O autor concluiu que não há a necessidade de elaborar uma *checklist* de informações para a amostra inicial de oitocentos itens. Para que o gerenciamento da manutenção seja desenvolvido de maneira eficaz por meio de um modelo BIM-FM a *checklist* ideal seria para os noventa e oito itens que foram avaliados pelo entrevistado. O autor neste trabalho optou por dar enfoque aos

itens com maior recorrência de manutenção, por considerar que os mesmos tem maior impacto na efetividade do gerenciamento da manutenção.

Ainda, ressalta-se a necessidade de realizar o processo desenvolvido neste trabalho não só em itens referentes às instalações elétricas e seus componentes, mas sim para todos os sistemas e instalações existentes nas edificações analisadas. O gerenciamento da manutenção utilizando modelos BIM-FM deve ser realizado na edificação como um todo, para ter sua eficiência maximizada. No entanto, o Brasil ainda dá seus primeiros passos na modelagem BIM, e ao se analisar obras públicas, existe um longo caminho para que isto se torne uma realidade. Fazendo uma relação com os resultados da entrevista e os demais sistemas de uma edificação, o autor recomenda que o enfoque para a criação de novas diretrizes para o gerenciamento da manutenção seja dado para sistemas que possuem contato permanente com o ambiente externo, e principalmente, precisem ser operados por pessoas.

## REFERÊNCIAS

- ANTONIOLI, P. E. Planejamento de manutenção. In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção predial**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2011. p. 53-56.
- CARVALHO, L. F. de.; RAGAZZI, C.; PINI, M. S. Gestão de manutenção preditiva. In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção predial**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2011a. p. 48-52.
- \_\_\_\_\_. Manutenção preditiva em busca de uma nova tecnologia. In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção predial**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2011b. p. 26-28.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, abr. 2002. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2016.
- GOMIDE, T. L. F. Manutenção predial e avaliação imobiliária. In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção predial**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2011. p. 103-107.
- LEE, R. **Building maintenance management**. 3rd. ed. London, UK: William Collins Sons & Company, 1987.
- LESSA, A. K. M da. C.; SOUZA, H. L. de. **Gestão da manutenção predial**: uma aplicação prática. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.
- KRYGIEL, E.; NIES, B. **Green BIM**: successful sustainable design with building information modeling. 1st. ed. Indianapolis, USA: Wiley, 2008.
- NARDELLI, E. S.; TONSO, L. G. BIM: barreiras institucionais para a sua implantação no Brasil. **Blucher Design Proceedings**, São Paulo, v. 1, n. 8, p. 408-411, dez. 2014. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/pdf/designproceedings/sigradi2014/0082.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2015.
- NDBIM VIRTUAL BUILDING. **O próximo passo em BIM**: gestão de empreendimentos. [Vila Nova de Famalicão, Portugal], 2015a. Disponível em: <<http://www.ndbim.pt/index.php/pt/component/k2/item/28-o-proximo-passo-em-bim-gestao-de-empreendimentos>>. Acesso em: 2 abr. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Uma metodologia avançada de planejamento potenciada pelo BIM**. [Vila Nova de Famalicão, Portugal], 2015b. Disponível em: <<http://www.ndbim.pt/index.php/pt/component/k2/item/25-um-planeamento-avancado-baseado-na-metodologia-bim>>. Acesso em: 2 jun. 2015.
- NOKES, S.; KELLY, S. **O guia definitivo do gerenciamento de projetos**: como alcançar resultados dentro do prazo e do orçamento. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.



PUJADAS, F. Z. A. Investimento pró-ativo. In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção predial**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2011a. p. 81-87.

\_\_\_\_\_. Manutenção como ela é. In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção predial**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2011b. p. 9-15.

RAGAZZI, C.; CARVALHO, L. F. de.; PINI, M. S. Uma rotina: priorizar serviços. In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção predial**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2011. p. 66-68.

SABOL, L. BIM technology for FM. In: TEICHOLZ, P. (Ed.). **BIM for facility managers**. Hoboken, USA: John Wiley & Sons, 2013. p. 17-45.

SERRA, G. G. Manutenção preditiva: instrumentação técnica. In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção predial**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2011. p. 122-127.

TEICHOLZ, P. Introduction. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **BIM for facility managers**. Hoboken, USA: John Wiley & Sons, 2013. p. 1-15.

**APÊNDICE A – PLANILHA COM NOVENTA E OITO ITENS  
SELECIONADOS PREENCHIDA PELO ENTREVISTADO**

Item	Recorrência de Manutenção (0-10)
Espelho p/ cx. 50x100mm com furo central	0
Quadro com diagrama unifilar da subestação	0
Cabo UTP, 4 pares - categoria 5e tipo CM	1
Poste de Concreto Cônico de 12m - 4kN, com cruzetas de madeira, isoladores, aterramento e ferragens junto aos	1
Haste de aterramento cobreada de Ø16x2400 mm, alta camada	1
Re-bar Ø3/8"x3,40m	1
Cabo de cobre flexível nu, seção 25 mm <sup>2</sup> , com até 7 fios, classe 2.	2
Soldas	2
Caixa de aço zincado, retangular, 50x100mm	2
Eletroduto F.G. médio Ø20mm (3/4")	2
Cabo CI 50-2	2
Caixa de junção p/ perfilado 38x38mm	2
Base para fixação de perfilado 38x38mm	2
Saída lateral para eletroduto Ø20mm	2
Flange p/ perfilado 38x38mm	2
Perfilado perfurado 38x38mm em barra de 6m, com tampa	2
Curva tipo pesada de Ferro Galvanizado a fogo - Ø125mm	2
Redução concêntrica p/ eletrocalha 150x50mm	2
Emenda interna p/eletrocalha 150x50mm	2
Curva horizontal 90º p/eletrocalha 50x50mm	2
Curva vertical 90º p/eletrocalha 50x50mm	2
Armação de ferro cantoneira 1" x 1" x1/4" para fixação de cabos	2
Fachada Metálica em ferro cantoneira 2" x 2" x 1/4" e tela Otis, arame nº14 malha 15x15mm, isolando transformadores	2
DUTO AÉREO PERFURADO U SRS-200-B10 100mm x 50mm	2
Terminal de pressão tipo prensa c/ 4 parafusos	2
Caixa de equalização de aço 38x32cm com barramento c/ 9 terminais (TAS)	2
Presilha de latão	2
Bucha de Nylon Nº 6	2
Pára raios de distribuição tipo polimérico, 25 kV - 10kA	3
Eletroduto PVC rígido Ø125mm	3
Acessórios para eletroduto F.G.Ø20mm (3/4") , curva, luvas, bucha e arruela, braçadeira, bucha plástica e broca de wídia p/ concreto S/8	3
Eletrocalha 50x50mm, sem tampa - peça de 3m	3
Luva de PVC 125mm	3
Organizador de cabos - 1U	3
Bastidor para 2 blocos LSA	3
Bloco de corte LSA – Perfil 2/10	3
Caixa de medição metálico de sobrepor c/ dimensões 850x1200x400mm padrão Concessionária	3
HASTE COOPERWELD 19X2400MM C/CONNECTOR	3
Espelho c/duas tomadas 2P+T (10 A/250V), p/ cx. 50x100mm	4
Condutele alumínio ¾" c/ tampa	4
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO COM BARRAMENTO + GERAL, PARA DISJUNTORES DIN, PADRÃO EMBUTIR	4
CENTRO DISTRIBUICAO CHAPA 18-ATE 20 DISJUNTORES	4
Conector em latão estanhado com furo vertical Ø3/8"	4
Parafuso fenda em aço inox autoatarrachante Ø4,2x32mm	4
Conjunto de estais rígidos tubulares p/ mastro Ø2", 3m	4
Mastro telescópico 4m	4
Fita isolante colorida (Vermelha/Azul/Amarela/Branca) - rolo com 10 metros	5
Sistema de sustentação das luminárias, perfilados e eletrodutos aparentes	5
Caixa inspeção 300x600mm c/tampa de ferro fundido	5
Abraçadeira-guia com roldanas para mastro com 1 descida reforçada Ø1 1/2"	5
Jack (RJ-45) Cat. 6	5
Tomada RJ-45, cat. 5E (para mobiliário)	5
Terminal de Aterramento Principal (TAP)	5
Arruela de borracha Ø 1/4"	5

(fonte: elaborado pelo autor<sup>3</sup>)

<sup>3</sup> Parte 1 de 2 da planilha contendo noventa e oito itens referentes à instalações elétricas e seus componentes, preenchida pelo entrevistado com notas entre zero e dez para a recorrência da manutenção destes itens.

Item	Recorrência de Manutenção (0-10)
Acessórios para fixação do eletroduto e cabos junto ao poste	6
TOMADAS 2P+T H=130CM COM PLACA	6
DISJUNTOR MONOPOLAR	6
Terminação Termocontrátil para cabo 35 mm <sup>2</sup> - classe 25 kV	6
Patch panel 24 portas, Cat. 6, descarregado	6
Terminal aéreo de h=35cm	6
Confecção rabicho c/ pluguê e tomada para alimentar luminárias	6
Painel de madeira 3300x2000x35mm (Ramais), completo, conforme planta de detalhes	6
DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL 2x25A • 30mA	6
Quadro de comando do sistema de iluminação externa	6
Quadro de força e comando das bombas de recalque	6
Captor tipo Franklin 4 c/ pontas, base em latão cromado, pontas em inox, h=250mm	6
Transformador trifásico a seco, PN=500kVA, classe 25kV - BT 380/220V - 60Hz	7
Espelho c/ interruptor simples p/ cx. 50x100mm	7
Tampa p/ condutele ¾" c/ Interruptor hotel	7
Sensor de presença de parede	7
Sensor de presença de teto	7
Luminária tipo drop's com lâmpada fluorescente compacta 23W	7
Chave bóia contato mercúrio	7
Chave fusível unipolar abertura sob carga 300 A - isolamento 25 kV	7
Elo fusível 40K - para chave fusível classe 25 kV	7
Sistema de sonorização	7
Centelhador tripolar 230-5 A/5 kA	7
Voice Panel 30 portas, Cat. 3	7
CD-CTE, com todos os componentes conforme quadro de cargas	7
DISPOSITIVO SUPRESSOR DE SURTO	7
Projeto Externo com LED, completo	7
Luminária Externa com LED, completa	7
Sinalizador duplo com lâmpada incand. 100W e fotocélula	7
INTERRUPTOR 1 SEÇÃO SIMPLES, COM PLACA	8
Fotocélula	8
Suporte com lâmpada fluorescente compacta 20W	8
Cartucho para centelhador de 10 pares	8
REATOR INVERSOR DE EMERGÊNCIA COD. 02466 INTRAL OU EQUIVALENTE TÉCNICO	8
No Break de 1,0kVA, com autonomia de 2 horas	9
Luminária 2x18W completa, de embutir	9
VENTILADOR DE TETO 03 PÁS-COMPLETO	9
Sinalizador duplo com lâmpada incand. 100W e fotocélula	9
PLAFON COM GLOBO LEITOSO 9X4'-CILAMP.INCADESC.	9
LÂMPADA VAPOR METÁLICO 150W	9
PROJETOR EXTERNO P/LAMPADA VAPOR METÁLICO	9
REATOR P/LÂMPADA VAPOR METÁLICO 150W	9
Luminária tipo arandela com lâmpada fluorescente compacta 23W	9
Sinaleiro de Indicação de Entrada e Saída de Veículos	9

(fonte: elaborado pelo autor<sup>4</sup>)

<sup>4</sup> Parte 2 de 2 da planilha contendo noventa e oito itens referentes à instalações elétricas e seus componentes, preenchida pelo entrevistado com notas entre zero e dez para a recorrência da manutenção destes itens.

**APÊNDICE B – PLANILHA DE *CHECKLIST* COMPLETA CONTENDO  
AS INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS AOS ITENS ANALISADOS.**

Item	Dados Necessários																										
	Potência	Corrente	Tensão	Classe Térmica	Grau de Proteção	Alcance Máximo	Tipo de Interruptor	Tipo de Lâmpada	Potência da Lâmpada	Número de Lâmpadas	Vida Útil da Lâmpada	Resistência de Isolamento	Rigidez Dielétrica	Temperatura de Operação	Capacidade de Interrupção	Frequência	Capacitância	Distância de Escoamento	Bateria	Fluxo Luminoso	Rotação	Material	Vida Útil	Número de Portas	Número de Tomadas	Temporizador	
1	X		X	X	X									X	X								X				
2			X			X	X				X			X									X				X
3		X					X																X				
4					X		X	X	X	X	X			X	X								X				
5	X						X	X	X	X											X	X	X				
6	X		X				X	X														X	X				
7	X						X	X		X				X									X				
8							X	X	X	X									X								
9		X			X							X	X	X									X				
10		X	X												X			X					X				
11		X	X									X		X			X						X				
12																X							X	X			
13			X				X	X		X									X				X				
14	X		X													X							X		X		

(fonte: elaborado pelo autor<sup>5</sup>)

<sup>5</sup> Planilha contendo quatorze itens referentes à instalações elétricas e seus componentes em formato de *checklist* para a análise da presença de informações essenciais para o gerenciamento da manutenção nos objetos paramétricos existentes presentes no modelo a ser analisado.

**ANEXO A – CATÁLOGO DE CHAVE FUSÍVEL CONTENDO  
INFORMAÇÕES PERTINENTES AO GERENCIAMENTO DA  
MANUTENÇÃO DO ITEM.**



Hubbell Power Systems, Inc. - DELMAR  
Rodovia Antonio Romano Schincariol, s/nr  
Vila São Cristovão, CEP 18.279.125 - Tatui-SP, Brasil  
Telefone: 15.33225800

## CHAVE FUSÍVEL DISTRIBUIÇÃO “DHC”



1





Hubbell Power Systems, Inc. – DELMAR  
Rodovia Antonio Romano Schincariol, s/nr  
Vila São Cristovão, CEP 18.279.125 – Tatui-SP, Brasil  
Telefone: 15.33225800

## CHAVE FUSÍVEL DISTRIBUIÇÃO “DHC”

2

### CHAVE FUSÍVEL “DHC”

A chave fusível DHC é utilizada para proteção de equipamentos e ramais das redes de distribuição de energia.

O porta fusível foi desenvolvido para interromper correntes de alta intensidade.

Pode ser utilizada para manobras com corrente de até 300 A, substituindo o porta fusível por uma lâmina desligadora, nosso modelo “LD”.

Projetados de acordo com as normas ABNT / ANSI / IEC.

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

- Isolador de porcelana conforme normas ABNT, ANSI e IEC.
- Contato principal em cobre eletrolítico prateado.
- Conectores paralelo estanhado, cabo 10 a 120mm<sup>2</sup>.
- Gancho para operação com ferramentas de abertura em carga.
- Partes ferrosas galvanizadas a quente.

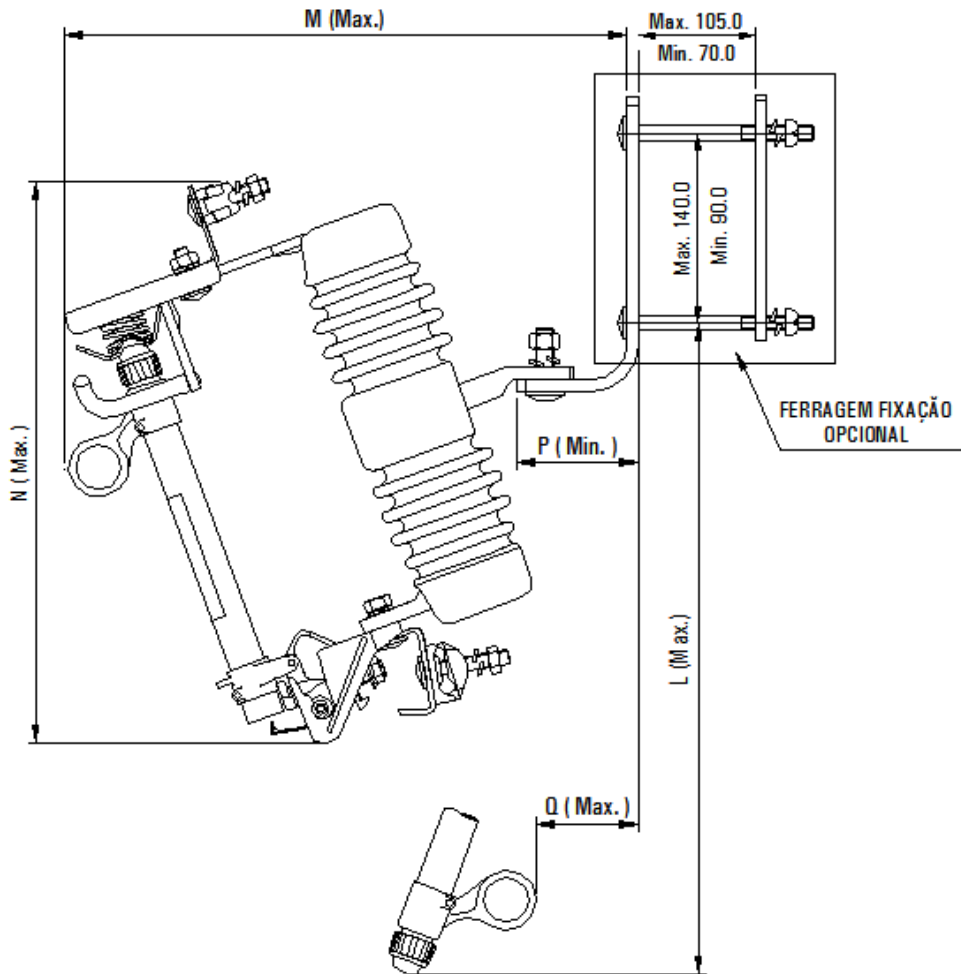
### ACESSÓRIOS

- Ferragem de fixação de acordo com as normas ABNT / ANSI / IEC.



Hubbell Power Systems, Inc. – DELMAR  
 Rodovia Antonio Romano Schincariol, s/nr  
 Vila São Cristovão, CEP 18.279.125 – Tatui-SP, Brasil  
 Telefone: 15.33225800

CHAVE FUSIVEL DE 15kV – NBI 110kV



**Notas:**

Dimensões em milímetros  
 Conectores paralelo estanhado, cabo 10 a 120mm<sup>2</sup>.

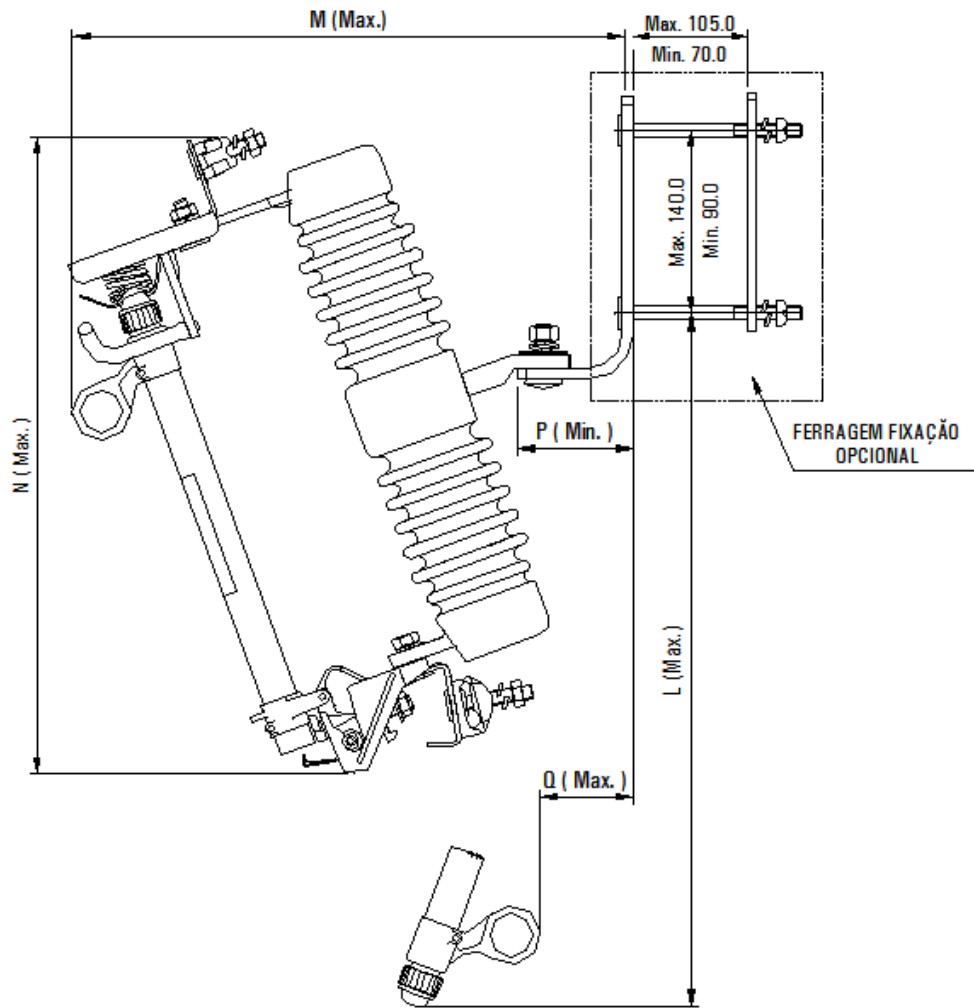
DHC		CARACTERÍSTICAS e DIMENSÕES										
		CHAVE FUSIVEL DE 15kV – NBI 110kV										
Base										Porta Fusível		
Código	Corrente Nominal	Tensão Máxima	NBI	Distância de Escoamento Mínimo	Dimensões (mm)					Corrente Nominal	Capacidade de Interrupção	
					L	M	N	P	Q		A	Sim.
DHC-1510011002	300	17.5	110	240	550	450	407	85	70	100	1.4	2.0
DHC-1510011010											7.1	10.0
DHC-1510011012											8.0	12.0
DHC-1510011016											10.6*	16.0*
DHC-1520011010											7.1	10.0

\* prolongador



Hubbell Power Systems, Inc. – DELMAR  
 Rodovia Antonio Romano Schincariol, s/nr  
 Vila São Cristovão, CEP 18.279.125 – Tatui-SP, Brasil  
 Telefone: 15.33225800

CHAVE FUSIVEL DE 27KV – NBI 125KV



**Notas:**

Dimensões em milímetros  
 Conectores paralelo estanhado, cabo 10 a 120mm<sup>2</sup>.

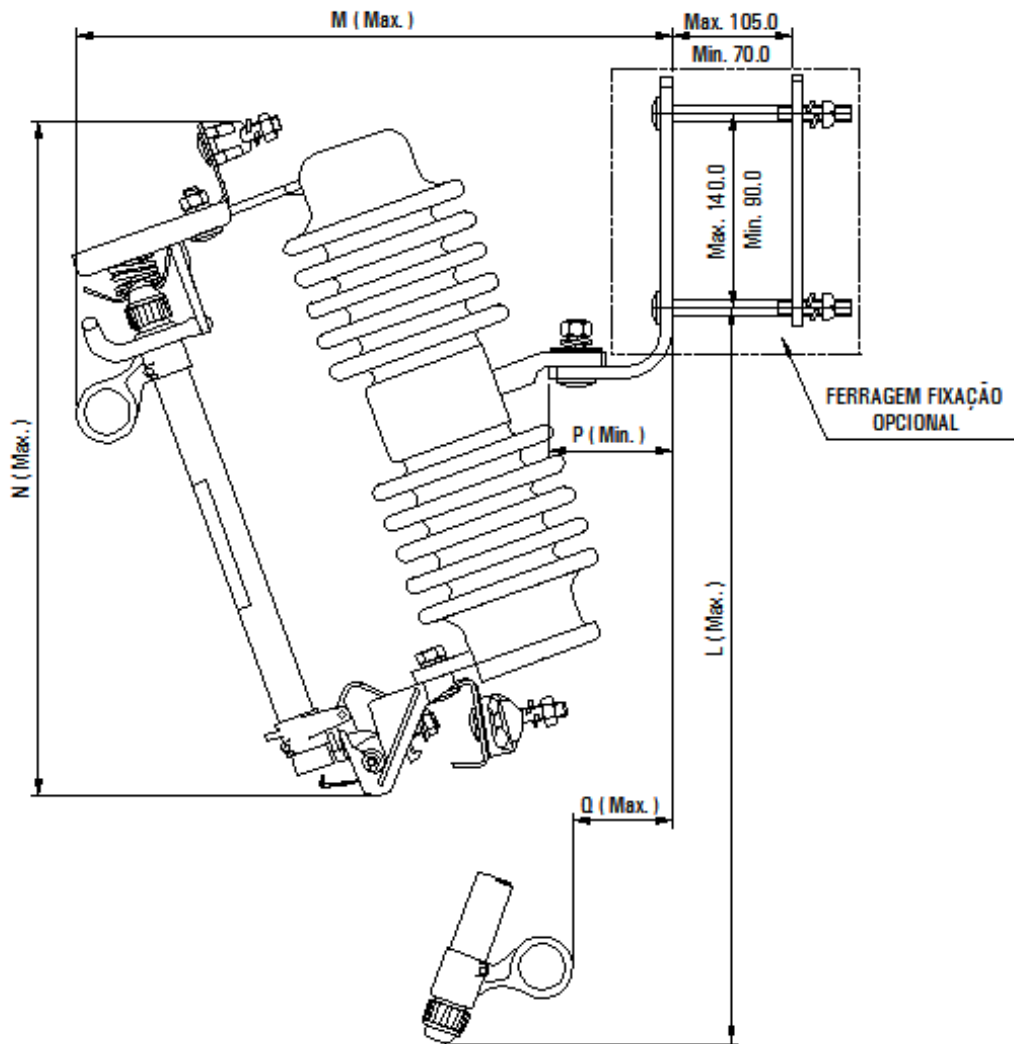
DHC		CARACTERÍSTICAS e DIMENSÕES										
		CHAVE FUSIVEL DE 27kV – NBI 125kV										
Base / Base					Porta Fusível / Fuseholder							
Código	Corrente Nominal	Tensão Máxima	NBI	Distância de Escoamento Mínimo	Dimensões (mm)					Corrente Nominal	Capacidade de Interrupção kA	
	A	KV	kV	(mm)	L	M	N	P	Q	A	Sim.	Ass.
DHC-2710012506	300	27.0	125	320	700	450	500	85	70	100	4.5	6.3
DHC-2710012508											5.3	8.0
DHC-2710012510											7.1*	10.0*
DHC-2710012512											8.0*	12.0*
DHC-2720012506	300	27.0	125	320	700	450	500	85	70	200	4.5	6.3

\* prolongador



Hubbell Power Systems, Inc. – DELMAR  
 Rodovia Antonio Romano Schincariol, s/nr  
 Vila São Cristovão, CEP 18.279.125 – Tatui-SP, Brasil  
 Telefone: 15.33225800

CHAVE FUSIVEL DE 38kV – NBI 150kV



**Notas:**

Dimensões em milímetros

Conectores paralelo estanhado, cabo 10 a 120mm<sup>2</sup>.

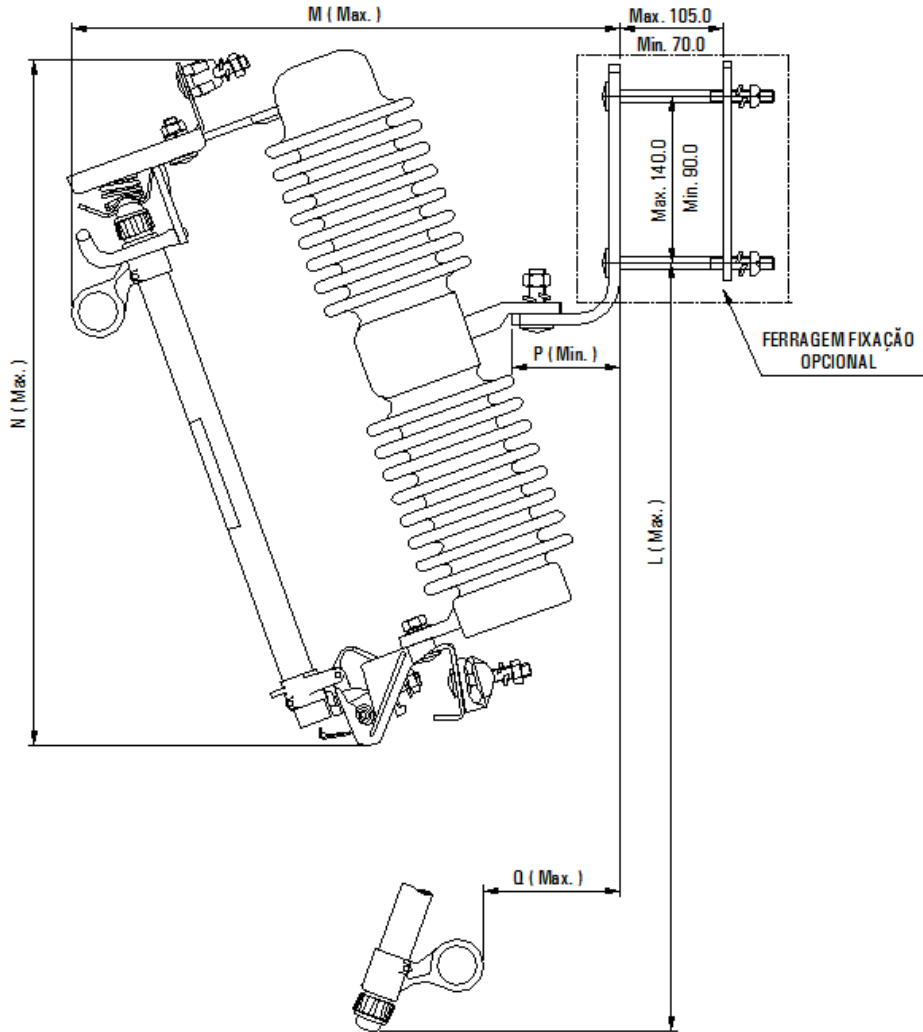
DHC		CARACTERÍSTICAS e DIMENSÕES										
		CHAVE FUSIVEL DE 38KV – NBI 150kV										
Base / Base					Porta Fusível / Fuseholder							
Código	Corrente Nominal	Tensão Máxima	NBI	Distância de Escoamento Mínimo	Dimensões (mm)					Corrente Nominal	Capacidade de Interrupção kA	
	A	KV	kV	(mm)	L	M	N	P	Q	A	Sim.	Ass.
DHC-3810015005	300	38.0	150	432	700	450	500	85	70	100	3.5	5.0
DHC-3810015008											5.0*	8.0*
DHC-3810015010											7.1*	10.0*
DHC-3820015005											3.5	5.0

\* prolongador



Hubbell Power Systems, Inc. – DELMAR  
 Rodovia Antonio Romano Schincariol, s/nr  
 Vila São Cristovão, CEP 18.279.125 – Tatui-SP, Brasil  
 Telefone: 15.33225800

CHAVE FUSIVEL DE 38KV – NBI 170kV



6

**Notas:**

Dimensões em milímetros  
 Conectores paralelo estanhado, cabo 10 a 120mm<sup>2</sup>.

DHC		CARACTERÍSTICAS e DIMENSÕES										
		CHAVE FUSIVEL DE 38KV – NBI 170kV										
Base / Base					Porta Fusível / Fuseholder							
Código	Corrente Nominal	Tensão Máxima	NBI	Distância de Escoamento Mínimo	Dimensões (mm)					Corrente Nominal	Capacidade de Interrupção kA	
	A	KV	kV	(mm)	L	M	N	P	Q	A	Sim.	Ass.
DHC-3810017005	300	38.0	170	660	850	430	580	85	100	100	3.5*	5.0*
DHC-3810017008											5.0*	8.0*
DHC-3810017010											7.1*	10.0*

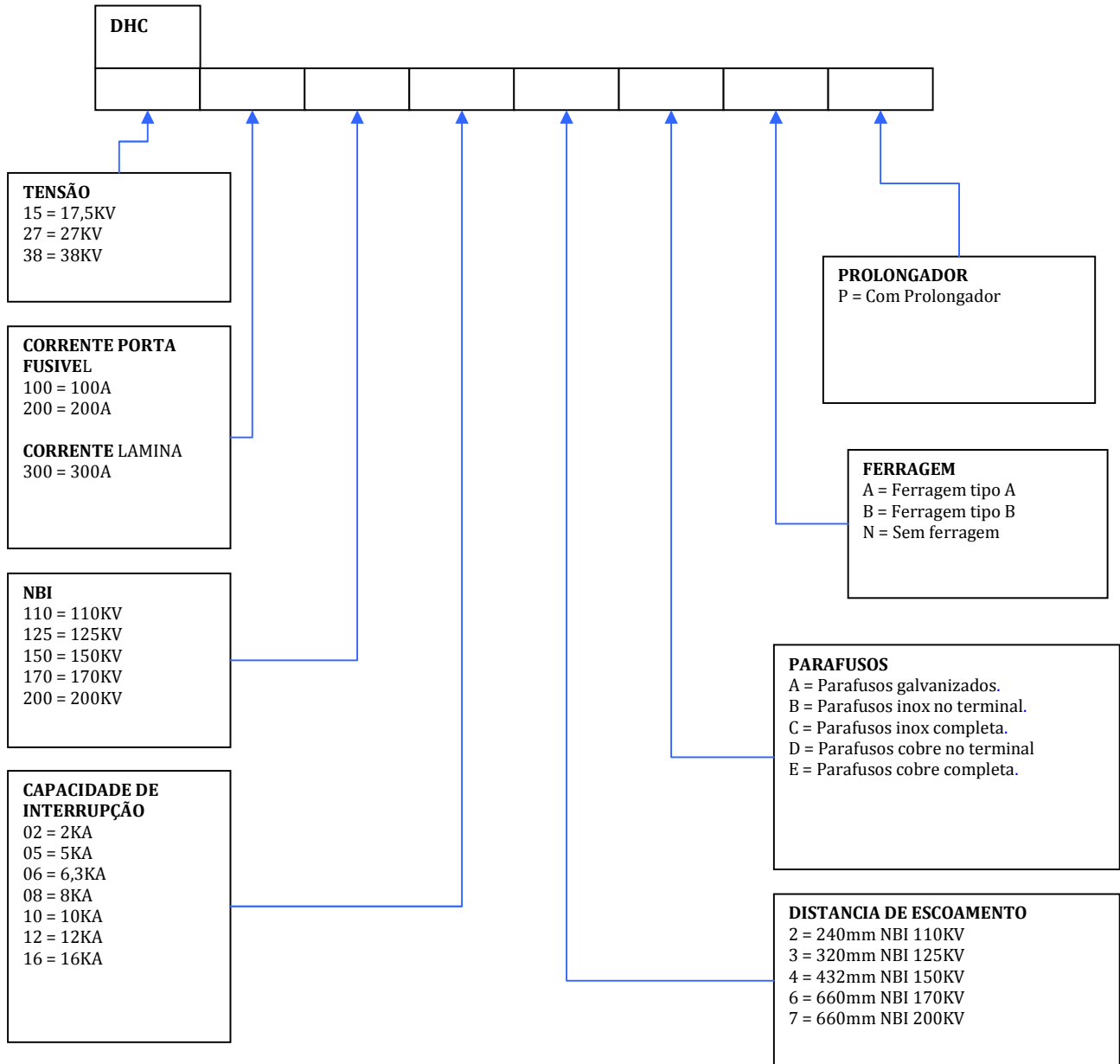
\* prolongador



Hubbell Power Systems, Inc. – DELMAR  
Rodovia Antonio Romano Schincariol, s/nr  
Vila São Cristovão, CEP 18.279.125 – Tatui-SP, Brasil  
Telefone: 15.33225800

## SELECIONE AS CONFIGURAÇÕES DISPONIVEIS ABAIXO

7



A Hubbell/Delmar reserva-se no direito de alterar seus produtos sem aviso prévio