

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

Solon da Costa Souza Filho

**DESAFIOS E SOLUÇÕES PARA A IMPLANTAÇÃO DE
BIM-FM: O CASO DA SEDE DO CREA-RS E
SEU SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO**

Porto Alegre
Janeiro de 2018

SOLON DA COSTA SOUZA FILHO

**DESAFIOS E SOLUÇÕES PARA A IMPLANTAÇÃO DE
BIM-FM: O CASO DA SEDE DO CREA-RS E
SEU SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO**

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: Prof^ª Dra. Luciani Somensi Lorenzi

Porto Alegre
Janeiro de 2018

SOLON DA COSTA SOUZA FILHO

**DESAFIOS E SOLUÇÕES PARA A IMPLANTAÇÃO DE
BIM-FM: O CASO DA SEDE DO CREA-RS E
SEU SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO**

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 Banca Examinadora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, Janeiro de 2018

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

Prof. Luis Carlos Bonin
Dr. pela Universidade Federal do
Rio Grande do Sul
Relator

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Luis Carlos Bonin
(UFRGS)
Dr. Pela Universidade Federal
do Rio Grande do Sul

Eng. Cícero R. Salaberry
(ProjetaBIM)
Sócio Diretor

Eng. Leandro da Silva Machado
Gerente de Patrimônio e Infraestrutura
(CREA-RS, 2015-2017)

Dedico este trabalho a minha família, que sempre esteve e sempre estará ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Eloísa, minha amada namorada, pelo apoio.

Agradeço ao Eng. Melvis Barrios Junior, pela oportunidade que me permitiu idealizar este trabalho.

Agradeço ao Sr. Rogério Suzuki, pelo imenso auxílio prestado, mesmo com seu reduzido tempo disponível.

Agradeço à Profa. Luciani Lorenzi, pela orientação neste trabalho e pela confiança.

Agradeço ao Prof. Luis Carlos Bonin, pela dedicação em me auxiliar a melhorar.

Agradeço aos engenheiros Cícero Salaberry e Leandro Machado, pela supervisão e orientação durante meu estágio no CREA-RS.

Fala a verdade, mesmo que ela esteja contra ti.
O Corão

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo demonstrar as possibilidades de utilização do sistema Building Information Modeling – Facility Management (BIM-FM) durante o ciclo de vida de uma edificação, focando a análise na etapa de uso, operação e manutenção, utilizando como exemplo o sistema de climatização por equipamentos de ar-condicionado central da sede do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS (CREA-RS), buscando a organização e padronização de procedimentos. Segundo a literatura consultada, apesar de ainda estar numa fase inicial de uso, o sistema BIM-FM tem apresentado bons resultados em relação a sua implantação em diversos tipos de organizações e edificações. Para a análise da implantação do sistema foram utilizados os softwares Revit e Archibus, para modelagem e gestão, respectivamente. Um modelo paramétrico do prédio foi utilizado para inserção dos componentes do sistema em seus respectivos locais, sendo posteriormente importado para o software FM, o Archibus. Nesses componentes e locais foram inseridas as informações relevantes para o controle da manutenção dos equipamentos, por meio do Archibus, para a gestão e organização das informações. Inseridas as informações, ferramentas disponíveis nos programas foram utilizadas para demonstrar alternativas para uma melhor gestão da manutenção do edifício, por meio da utilização de métodos BIM-FM. Consideráveis melhorias foram observadas na visualização, fluxo e armazenamento de informações, resultando em uma alternativa mais rápida, econômica e precisa de se executar as tarefas rotineiras de gestão da manutenção de uma edificação, comprovando, dessa forma, a eficiência do BIM-FM.

Palavras-chave: BIM; BIM-FM; Facility Management; Gestão de Instalações; Gestão de Equipamentos; ARCHIBUS; CREA-RS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Usos do BIM para Operação de Manutenção	21
Figura 2 – Adição incremental de dados	24
Figura 3 – Adição iterativa de dados	24
Figura 4 – Áreas de aplicação do Archibus	37
Figura 5 – Ordem cronológica das etapas do estudo	39
Figura 6 – Fluxo de atividades do estudo de caso deste trabalho.....	43
Figura 7 – Capa do PMOC do sistema de climatização do CREA-RS	44
Figura 8 – Procedimentos de manutenção preventiva da central de água gelada	45
Figura 9 – Processo de planejamento de manutenção preventiva	46
Figura 10 – Fluxograma de exemplo de solicitação de serviço de manutenção na sede do CREA-RS	47
Figura 11 – Modelo da sede do CREA-RS	50
Figura 12 – Planta baixa simplificada do 2º pavimento da sede do CREA-RS	51
Figura 13 – Objeto paramétrico da central de água gelada (Chiller)	52
Figura 14 – Central de água gelada existente no prédio.....	52
Figura 15 – Objeto paramétrico de um fancoil de gabinete	53
Figura 16 – Fancoil de gabinete, presente no segundo pavimento XX de Manutenção	53
Figura 17 – Planta baixa do pavimento "Subsolo -1"	54
Figura 18 – Detalhe do compartimento onde se localiza o equipamento central do sistema de climatização, no pavimento Subsolo - 1	55
Figura 19 – Planta baixa do pavimento "Casa de máquinas"	55
Figura 20 – Vista em 3D do pavimento "Casa de máquinas", com a torre de resfriamento posicionada.....	56
Figura 21 – Visualização de planta da edificação dentro do Archibus	56
Figura 22 – Inserção de dados de ambiente no modelo, através do plug-in do Archibus..	58

Figura 23 – Detalhe das informações a serem preenchidas no plug-in	58
Figura 24 – Classificação de ambientes por categoria	59
Figura 25 – Definição de informações para equipamentos	59
Figura 26 – Definição de fluxos de trabalho e hierarquia de decisão	60
Figura 27 – Passos a serem seguidos para manutenção preventiva de equipamento	61
Figura 28 – Agendamento de manutenção preventiva para um equipamento	61
Figura 29 – Consulta a ocupação agendada de um espaço -RS	62
Figura 30 – Outros tipos de informação sobre manutenção disponíveis para uso no Archibus	63
Figura 31 – Identificação e localização do usuário solicitante.....	64
Figura 32 – Seleção de opções de descrição e detalhamento do problema	65
Figura 33 – Filtros de busca pelo ambiente e indicação de arquivo de modelo 3D	66
Figura 34 – Visualização do modelo para localização dos componentes do sistema no Revit	66
Figura 35 – Utilização da ferramenta de busca do Archibus	67
Figura 36 – Mudança de lay-out para solucionar constantes solicitações de atendimento de um mesmo setor ou funcionário	69
Figura 37 – Listas de bens, classificadas por equipamento, pavimento, setor, condição, entre outros	70
Figura 38 – Listas de bens, classificadas por equipamento, pavimento, setor, condição, entre outros	71
Figura 39 – Exemplo de modelo 3D visualizado dentro do Archibus	72

Lista de Abreviaturas e Siglas

2D – Duas dimensões

3D – Três dimensões

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

BIM – Building Information Modeling

CAD – Computer Aided Design

CREA-RS – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

FM – Facility Management

FIC – Facility Information Council

NIBS – National Institute of Building Sciences

Sumário

1	Introdução	12
1.2	Diretrizes do Trabalho	14
2	Revisão Bibliográfica	16
2.1	Building Information Modelling	16
2.2	BIM-FM	18
2.3	Gerenciamento da operação e manutenção	26
2.4	Tecnologia e BIM-FM	32
3	Método	39
4	Desenvolvimento do trabalho	41
4.1	Funcionamento atual da manutenção do sistema de climatização	44
4.2	Entrevistas com gestores	48
4.3	Modelagem	50
4.4	Inserção de informações	57
4.5	Soluções oferecidas pelo método BIM-FM	60
5	Considerações finais	74
6	Referências	77
	APÊNDICE A	78

1 Introdução

Da década de 80 em diante, com a introdução do computador e demanda de infraestrutura, necessária pela expansão das empresas, bem como o respectivo aumento da carga térmica instalada nos ambientes, os projetos de ventilação e condicionamento de ar passaram a ser primordiais. As condições do ambiente e o rendimento dos usuários estão diretamente relacionados. Deve ser provido conforto para os usuários e, conseqüentemente, condições para desenvolvimento de suas atividades dentro da empresa. Daí a importância para essa questão no ambiente interno em edifícios de escritórios. (LUIZETTO, 2014). Para complementar, estudos comprovam que a produtividade dos indivíduos em ambientes de escritório pode ser melhorada ou prejudicada em função dos parâmetros associados ao conforto térmico (SILVA, L. B. 2001).

Para a análise feita neste trabalho foi escolhido o prédio onde funciona a sede do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS (CREA-RS), que conta com um sistema de climatização por circulação de água gelada, constituído por um equipamento central (Chiller) e diversos *fancoils*, que refrigeram o ar do ambiente. Sendo um prédio com aproximadamente 5000 m² de área construída e frequentado por dezenas de pessoas todos os dias, o correto funcionamento de seu sistema de climatização é primordial para o bom andamento das atividades ali desenvolvidas. Logo, sua gestão de manutenção e operação deve receber atenção especial dos gerentes da edificação.

Sabol (2013) afirma que gestores de instalações são continuamente confrontados com o desafio de melhorar e padronizar a qualidade da informação que têm a sua disposição, para que possam alcançar suas metas diárias operacionais, assim como para prover dados confiáveis para proprietários para gestão da vida útil e planejamento de capital de edificações.

Um estudo desenvolvido pelo National Institute of Standards and Technology (Gallaher *et al*, 2004) mostra que, no ano de 2002, os custos adicionais gerados na indústria da construção dos Estados Unidos, por interoperabilidade inadequada na fase de operação e manutenção, totalizaram mais de 9 bilhões de dólares, sendo esse valor aproximadamente 57% do montante total, que inclui custos por interoperabilidade inadequada também nas fases de projeto e execução de empreendimentos.

Souza Moreira e Ruschel (2015) explicam o sistema denominado Facility Management (FM) também conhecido como Gestão de Instalações, que visa proporcionar ambientes de trabalho mais seguros e eficientes para seus usuários. Requer-se a habilidade de monitorar equipamentos com precisão, identificar operações ineficientes na edificação e responder rapidamente ao chamado de clientes/usuários. Cada componente desse sistema tem um custo associado à sua instalação, substituição e/ou manutenção. A atividade do gestor de instalações depende da precisão e do acesso fácil aos dados criados nas fases de projeto e construção, e mantidos durante a fase de manutenção e operação. Uma quebra no fluxo de informação pode resultar em grandes custos, instalações ineficientes e solução prematura como a um feedback de solicitação dos clientes (GSA, 2011). A gestão de instalações é apoiada por sistemas de informação próprios, e esses sistemas de informação podem ser potencializados com a adoção da Modelagem da Informação da Construção (BIM).

Com a ascensão da tecnologia da informação e a criação de processos e softwares BIM, que tornam o modelo de uma edificação um repositório de informações, surge a oportunidade de inovar na área de FM e a essa área fornecer meios que possibilitam a sistematização e integração das informações referentes à edificação, gerando a metodologia conhecida como BIM-FM. (ndBIM VIRTUAL BUILDING, 2015).

Sabol (2013) conclui que um novo nível na gestão de edificações e ativos físicos nelas presentes é o que o BIM está pronto para oferecer, impulsionando companhias e envolvidos na indústria da gestão de edificações a rapidamente adotarem esse novo sistema.

1.2 Diretrizes do Trabalho

A seguir são descritas as diretrizes para o desenvolvimento do trabalho.

1.2.1 Questão do Trabalho

A questão do trabalho é: quais os benefícios da aplicação de métodos e softwares BIM-FM na gestão da manutenção e dos ativos de um sistema ou instalação em uma edificação?

1.2.2 Objetivo do Trabalho

O objetivo do trabalho é demonstrar as possibilidades e eficiência da aplicação do BIM-FM para melhorar a gestão do sistema de climatização da sede do CREA-RS, utilizando o software Autodesk Revit para modelagem do sistema e do software Archibus para gestão de dados da instalação.

1.2.3 Premissa

A premissa do trabalho é mostrar que a utilização de softwares e métodos BIM-FM otimiza as tarefas de gestão de uma instalação ou edificação ao longo de sua vida útil.

1.2.4 Delimitações

O sistema de climatização do prédio conta com diversos componentes, mas alguns são de vital importância. Sendo assim, serão analisados e modelados apenas: a máquina central (Chiller), um conjunto de dutos e aparelho (fancoils) de um pavimento e a torre de resfriamento. A estrutura do prédio será modelada sem grande detalhamento, de forma a permitir a inserção apenas das estruturas e dos objetos relevantes à análise feita neste trabalho, em 3 pavimentos selecionados: subsolo -1, 2º pavimento e terraço. O software a ser utilizado para a modelagem do prédio é o Autodesk Revit e para a gestão da instalação é o Archibus.

1.2.5 Limitações

Componentes da parte elétrica e da parte hidráulica do sistema não serão analisados, assim como as informações técnicas dos equipamentos, utilizadas apenas pelos técnicos do sistema. Além disso, a versão utilizada do Archibus é uma versão de experimentação, com limitações de funções e ferramentas.

1.2.6 Delineamento

Para a elaboração deste trabalho, inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica para melhor compreensão dos assuntos envolvidos. A seguir, foram realizadas entrevistas com gestores de instalações, para compreensão dos problemas e necessidades. Modelos paramétricos parcialmente prontos, elaborados no Autodesk Revit, foram obtidos e adaptados para inserção de componentes e objetos paramétricos do sistema de climatização do prédio escolhidos para o trabalho, com suas informações sendo inseridas no modelo utilizando-se o Archibus. Com as informações necessárias obtidas, procedeu-se à simulação de situações rotineiras do setor de gestão da manutenção do CREA-RS, buscando melhorias no fluxo de trabalho, na visualização de informações e no registro das informações geradas, com conseqüente economia de tempo e recursos. Feitas as simulações, foram feitas considerações finais acerca dos resultados obtidos.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Building Information Modelling

Sobre o modelo de negócios atualmente usado na indústria AEC, Eastman (2011) afirma que ele permanece fragmentado e dependente de modos de comunicação baseados no papel. Erros e omissões em documentos de papel frequentemente causam custos de campo não antecipados, atrasos e até mesmo ações judiciais entre os vários integrantes de um time de projeto, causando atritos e gastos. Esforços para resolver tais problemas surgiram, incluindo o uso de Computer Aided Design em três dimensões (CAD 3D) e tecnologias de tempo real, como *websites* para compartilhamento de informações e documentos. Ainda que a implementação dessas ferramentas tenha melhorado a troca de informações, pouco alcançaram na redução da severidade e da frequência desses conflitos causados por documentos em papel ou os equivalentes eletrônicos deles.

Nas palavras da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA, 2013), o processo projetual tem passado nas últimas décadas por contínuas transformações. Saímos da representação dos projetos por meio de desenhos bidimensionais a lápis e através de canetas a nanquim, para desenhos também bidimensionais, porém gerados em meio eletrônico por intermédio de computadores, utilizando softwares para CAD – Computer Aided Design. Por sua vez, o desenvolvimento dos projetos em CAD também tem sofrido grandes e rápidas transformações, em função das evoluções dos softwares e hardwares. Ao longo desse processo evolutivo, surgiu nos últimos anos uma nova plataforma para desenvolver os projetos, com o lançamento de novos softwares, que utilizam processos e conceitos inovadores: a Modelagem da Informação da Construção, ou, como difundido pela sigla em inglês, BIM - Building Information Modeling.

De acordo com o Facility Information Council (FIC) do National Institute of Building Sciences (NIBS), BIM é um processo de planejamento, design, construção, operação e manutenção melhorado usando um modelo máquina-legível de informações padronizadas para cada instalação, nova ou antiga, que contém todas as apropriadas informações criadas ou coletadas daquela instalação em um formato utilizável por todos os envolvidos ao longo de seu ciclo de vida. (NIBS 2008)

Sabol (2013) afirma que BIM oferece uma representação tridimensional visual e dimensionalmente precisa de uma edificação. É também uma base de dados, oferecendo a capacidade de rastrear atributos dos componentes de um modelo de edificação. O núcleo do BIM é a geometria da edificação, mas BIM também é uma base estruturada de informação não gráfica que oferece informações detalhadas dos componentes da edificação.

De acordo com Eastman *et al.* (2011), esse modelo da edificação fornece uma fonte de informações (gráficos e especificações) para todos os sistemas usados na edificação. Análises prévias usadas para determinar equipamentos mecânicos, sistemas de controle e outras aquisições podem ser fornecidas para o proprietário, com o intuito de verificação de decisões de design com a edificação já em uso. Essas informações podem ser usadas para checar se todos os sistemas funcionam apropriadamente, após a conclusão da edificação.

Os autores continuam, afirmando que ao permitir que uma edificação seja representada por objetos inteligentes que contêm informações detalhadas sobre si mesmos e que permitem a compreensão de como eles se relacionam com outros objetos no modelo, BIM não apenas muda como desenhos e visualizações de edificações são criadas, mas também altera dramaticamente todos os processos chave envolvidos na execução e operação de uma edificação. (Eastman *et al.*, 2011)

Eastman também afirma (2011) que deve-se também entender a definição de Objeto Paramétrico, que é vital para o entendimento de BIM e sua diferenciação de objetos 3D tradicionais. Objetos Paramétricos em BIM são definidos da seguinte maneira:

- Consistem em definições geométricas e dados e regras associados;
- A geometria é integrada sem redundância, permitindo a não existência de inconsistências. Dimensões não podem ser burladas.
- Regras paramétricas para objetos automaticamente modificam geometrias associadas quando inseridas num modelo de edificação ou quando associadas a objetos. Por exemplo, portas vão automaticamente se encaixar em paredes, paredes vão automaticamente se redimensionar ao se inserir um telhado, e assim por diante.

- Objetos podem ser definidos em diferentes níveis e podem ser gerenciados em diferentes níveis hierárquicos. Por exemplo, se o peso de um subcomponente de uma parede é modificado, o peso da parede também modifica-se.
- Regras de objetos podem identificar quando uma mudança particular viola a viabilidade do objeto em questões de tamanho, possibilidade de produção, etc.
- Objetos tem a capacidade de conectar, receber, espalhar ou exportar conjuntos de informações, como materiais estruturais, dados de acústica e energia e similares para outros programas e modelos.

Ao criar ambientes altamente colaborativos e ricos em dados, com processos mais integrados e eficientes, BIM tem a capacidade de reduzir custos e promover melhoramentos de algumas maneiras, como sugere Sabol (2013):

- Decisões rápidas: BIM proporciona avaliações adiantadas da performance de um edifício, permitindo assim que decisões e mudanças possam ser feitas com reduzido impacto em tempo e custos.
- Precisão melhorada: a precisão de modelos proporciona uma comunicação mais efetiva e um melhor entendimento entre as diversas partes envolvidas em projetos de edificações.
- Rápida quantificação: os modelos podem automaticamente gerar quantitativos e relatórios, produzindo estimativas e fluxos de trabalho de maneira mais rápida e eficiente que métodos de processo convencionais.

2.2 BIM-FM

Facility Management (FM) envolve pessoas, processos e espaços abrangendo áreas como: gestão de espaços, serviços administrativos, operações de manutenção, serviços de arquitetura e engenharia, administração de bens imobiliários, segurança e planejamento de instalações (TEICHOLZ, 2001 apud MOREIRA e RUSCHEL, 2015).

Segundo a ndBIM (2016), “o crescente aumento da consciencialização da importância da fase de operação e manutenção, que ocupa cerca de 80% do custo total, leva a uma necessidade de gestão do edifício após construído, surgindo assim o FM. 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.”

Assim como na maioria dos países ocidentais e/ou em desenvolvimento, o mercado brasileiro adotou o FM por questões de sobrevivência, não apenas de opção, como citam Lessa e Souza (2010):

“[...] a cultura existente 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/usuário. 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.”

Teicholz (2013) ressalta que a maioria dos edifícios e instalações possui suas informações necessárias para a efetiva manutenção e operação armazenadas em documentos de papel (rolos de plantas, pastas de contratos de manutenção, manuais de equipamentos, etc.). Essas informações são normalmente requisitadas em contrato e fornecidas após o edifício ou instalação já estar em uso (frequentemente, meses depois), para logo serem armazenadas em algum cômodo de difícil acesso na edificação.

Uma nota publicada no estudo intitulado *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry* (NIST GCR 04-867) resume parte do problema: uma quantidade excessiva de tempo é gasta localizando e verificando informações específicas da edificação e de projetos de atividades anteriores. Por exemplo, desenhos da configuração *as-built* (de ambas as fases de construção e operação) não são rotineiramente fornecidos e os desenhos gravados correspondentes não são atualizados. De maneira similar, informações sobre as condições da edificação, estado de peças para reparos, ou mesmo a situação contratual ou financeira de um projeto são difíceis de localizar e manter.

Conforme explicam Krukowski e Arsenijevic (2010), para o comissionamento e realização de manutenções preventivas e corretivas, equipes de FM frequentemente necessitam localizar componentes da instalação (equipamentos, materiais, fiações, tubulações) e

informações relacionadas para uma pronta detecção e solução de problemas. Convencionalmente, o pessoal de campo de FM depende de plantas e documentos impressos, assim como de sua experiência, intuição e julgamento para determinar a localização desses equipamentos e componentes, que não estão em locais de pronto acesso e visibilidade, como acima de forros, dentro de divisórias ou mesmo abaixo do piso. Localizar tais itens é uma tarefa consumidora de tempo e força de trabalho, tanto para técnicos quanto para gestores. Torna-se crítica a necessidade dessa localização em situações de emergência, ou quando novos integrantes da equipe de FM são admitidos, ou quando um grupo externo de FM adquire responsabilidade por um setor, ou quando equipamentos e componentes são substituídos ou removidos sem a ciência do pessoal de FM no comando. Podendo-se usar modelos tridimensionais *as-built* para ver onde esses componentes mecânicos, elétricos e hidráulicos estão na instalação permite sua localização em campo e entrega/demonstração de dados relevantes ao contexto operacional.

Complementando, Becerik-Gerber *et al.* (2012) afirmam que isso ajuda a reduzir custos de manutenção ao retirar o trabalho de adivinhação para se localizar um equipamento para comissionamento, reparo ou substituição. Ao se utilizar ferramentas BIM, pessoal de FM de campo pode navegar nos modelos BIM e usar funções BIM como visualizar, procurar, filtrar e destacar para guiarem-se ao componente alvo. Prover dispositivos digitais móveis para o pessoal de FM reduziria sua dependência do pessoal de escritório e documentos impressos. Adicionalmente, um link entre modelos BIM e bases de dados FM pode ajudar a detectar e diagnosticar equipamentos do edifício baseados em informações necessárias como especificações e histórico de manutenção, que poderiam ser automaticamente associadas ao equipamento e entregues ao pessoal de campo.

Neste contexto, FM, ou gestão de instalações, apoiado em um conjunto de informações precisas e eficientes, pode ser auxiliado com os recursos da Modelagem da Informação da Construção (tradução para o Português da sigla BIM), para atender às demandas dos usuários e gestores da edificação, na obtenção fácil, precisa e rápida de dados criados nas etapas de projeto e construção, e mantidos durante as etapas de manutenção e operação (MOREIRA e RUSCHEL, 2015).

A ndBIM (2016) reforça esse ponto, afirmando que o progressivo aumento do uso do FM em conjunto com o destaque que a metodologia BIM tem obtido nos últimos anos, levam à

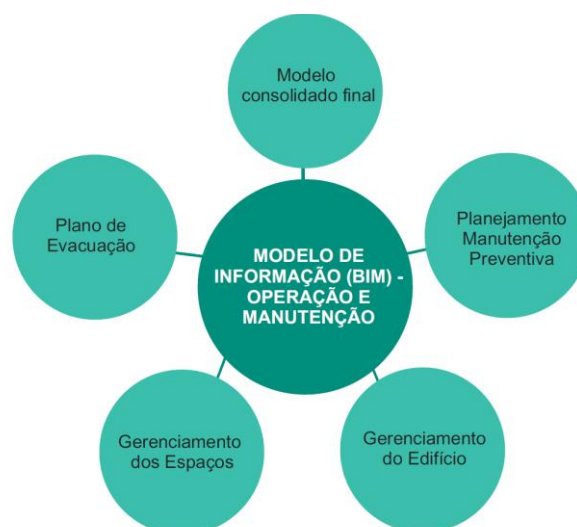
necessidade de alterar a atual abordagem da gestão das instalações. Desta forma, este tipo de gestão irá prover-se das mais recentes inovações tecnológicas como seja a utilização do BIM. Dado o modelo BIM não ser apenas um modelo tridimensional do edifício, mas sim um repositório de informação de todo 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 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.

Becerik-Gerber *et al.* (2012) dizem que na indústria da construção, apesar de ainda não estar claro como os modelos BIM poderiam ser usados e quais são os requisitos para implementações bem-sucedidas em FM, há um crescente interesse no uso de BIM em FM para a coordenada, consistente e digital gestão da informação desde a concepção à construção, manutenção e operação do ciclo de vida de um edifício. Entretanto, as aplicações de BIM para FM são muito menos exploradas em comparação com a sua aplicação nos processos de planeamento, projeto e construção (KASSEM *et al.*, 2014).

A ASBEA (2013) lista algumas das possibilidades de implantação de BIM na fase de operação e manutenção de um empreendimento:

- programação de manutenção preventiva;
- análise dos sistemas do edifício;
- gerenciamento do edifício;
- gerenciamento dos espaços;
- plano de evacuação do edifício;
- modelo consolidado (final).

Figura 1 - Usos do BIM para Operação de Manutenção.



(fonte: Guia ASBEA de Boas Práticas em BIM – Fascículo 1/2013)

Com o auxílio de modelos BIM detalhados e integrados com softwares de gestão também baseados em modelos BIM, gestores de instalações terão acesso facilitado à visualização e controle de processos de manutenção e operação da instalação que administram, aumentando a eficiência de suas funções, uma vez que terão as informações necessárias de maneira rápida e precisa. (Teicholz, 2013).

Teicholz (2013) apresenta uma lista de benefícios resultantes do provimento de informações precisas e completas, advindas da integração BIM-FM ao longo da vida de um edifício:

- Aumento da eficiência da força de trabalho dada a disponibilidade de melhores informações quando necessárias (em campo ou no escritório), evitando a perda de tempo do time de gerenciamento na procura por informações em desenhos, documentos de equipamentos e outros registros em papel;
- Redução no consumo de recursos (água e energia) devido aos dados de manutenção melhores, que dão apoio a melhores planejamentos e procedimentos de manutenções preventivas. Equipamentos mecânicos de prédios funcionarão muito mais eficientemente quando propriamente mantidos;
- Redução nas falhas de equipamentos que causam reparos de emergência e podem impactar os usuários;
- Melhora na gestão de inventários de peças e suprimentos e melhor rastreabilidade de históricos de ativos e equipamentos;
- Aumento da vida útil de equipamentos devido ao uso mais extensivo de manutenções preventivas ao invés de corretivas, proporcionando maior confiabilidade no funcionamento e também reduzindo custos com reposição de equipamentos;

A utilização da metodologia FM já não apresenta dúvidas quanto ao valor da sua utilização e é geralmente aceito e comprovado que a aplicação desta metodologia traz um acréscimo de valor à organização. No entanto, apesar da unanimidade em relação ao retorno do investimento que resulta da sua aplicação, quando se refere ao BIM-FM, esta é uma das questões que normalmente surge com a sua implementação. (ndBIM, 2016)

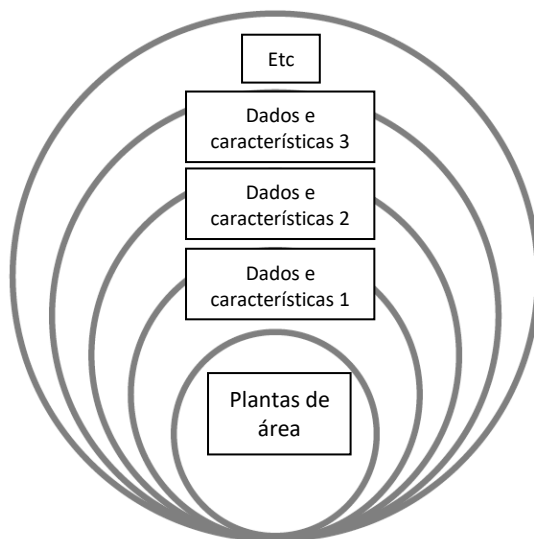
Conectando esse tema ao assunto deste trabalho, a ndBIM (2016) sugere que um ótimo exemplo de aplicação do BIM-FM são os imóveis governamentais e o fato de possuírem vários ativos numa região concentrada. Graças ao BIM-FM, é possível disponibilizar toda a informação sobre os imóveis e equipamentos, incluindo a sua localização e histórico, permitindo que as equipes de manutenção não estejam atreladas a apenas um imóvel. Possibilita transformar estas equipes em unidades que podem se 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.

J. J. McArthur (2015) cita exemplos de desafios que devem ser vencidos para possibilitar a implantação de modelos BIM-FM e sugere soluções:

Desafio 1: identificação de informação crítica

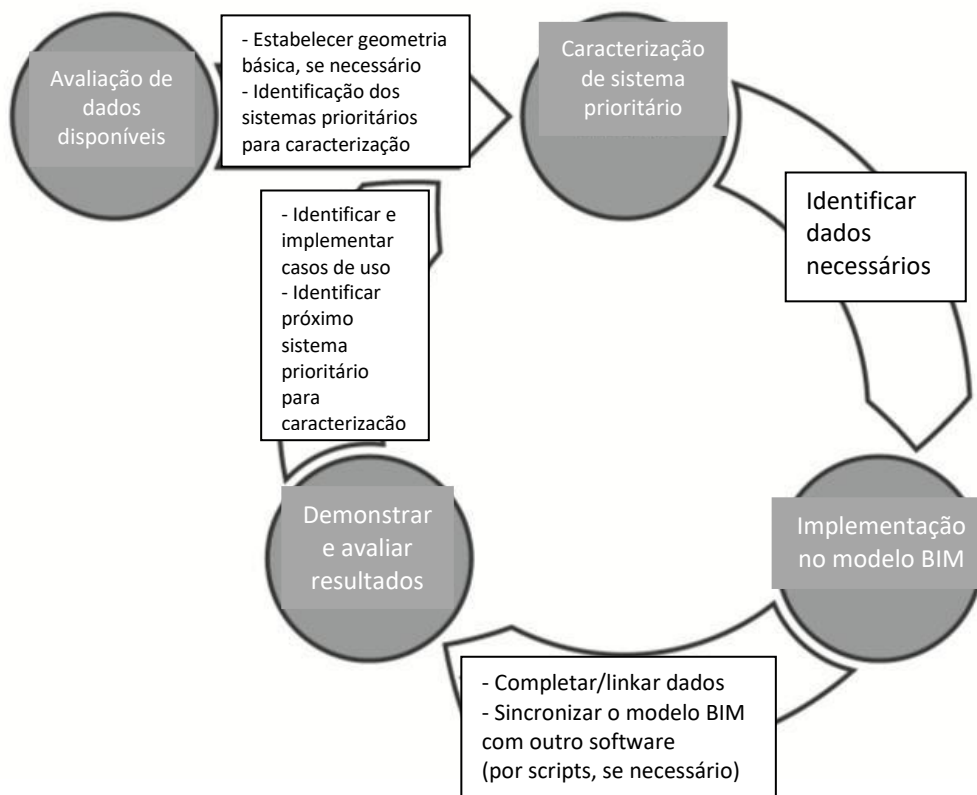
A identificação apropriada de informações necessárias e benéficas para melhorar a performance operacional de uma edificação é chave para a criação de um modelo BIM de operações. Não há limite aos tipos de informações que podem ser incorporadas ao modelo; no entanto, muitas dessas informações tipicamente inclusas nos modelos são desnecessárias para as operações do dia-a-dia. Analogicamente, dado o nível de esforço necessário para preencher o modelo BIM com dados operacionais, a identificação estratégica de informações de operação é crítica. Esses dados vão variar enormemente de projeto para projeto baseados em sistemas específicos do usuário, estruturas organizacionais e escopos de modelo, mas estarão relacionados a uma dessas três grandes áreas: planejamento de espaço, atividades de manutenção e “front-of-house” (conforto do usuário, sustentabilidade, etc.)

Figura 2 - Adição incremental de dados



(fonte: adaptado de J.J. MCARTHUR, 2015)

Figura 3 - Adição iterativa de dados



(fonte: adaptado de J.J. MCARTHUR, 2015)

Ao se adicionar dados ao modelo de maneira incremental (figura 2) e de maneira iterativa (figura 3), o modelo é desenvolvido a partir de funcionalidades limitadas identificadas pelo

usuário final dos elementos importantes a serem incluídos. Isso permite uma rápida adaptação do modelo BIM existente e prova o conceito às partes interessadas. Por outro lado, onde ainda não existe um modelo BIM, isso permite a rápida criação de um modelo geométrico simplificado com esforço mínimo e máxima acurácia, com informações operacionais, incorporadas, assim minimizando os desafios associados à criação do modelo.

Desafio 2: Administrando a transferência de informações

A discussão sobre transferência de dados usando formatos IFC, BCF e outros protocolos está além do escopo desse trabalho. O que é crítico para o panorama do trabalho é a apreciação de dois modos de transferência de dados: “push”, onde o modelo BIM fornece dados atualizados para o sistema FM, e “pull”, onde os dados são fornecidos pelo sistema FM para o modelo BIM. Exemplos do primeiro modo são inclusão de dados geométricos, enquanto exemplos do segundo modo incluem histórico de consumo energético, histórico de manutenção e dados de pesquisas de usuários.

Desafio 3: Controlando o esforço necessário para a criação de um modelo BIM-FM

Este desafio é mais severo onde não existem dados em formato digital, porém existem desafios relacionados a modificações completas em modelos de construção. Duas questões surgem: primeiro, os dados de operação e manutenção geralmente não estão presentes e, segundo, o tamanho do arquivo pode ficar muito grande e se tornar inviável. Para responder à primeira, um Plano de Execução BIM feito no padrão organizacional de intervenção de construção e reforma na edificação passa este esforço para os projetistas e executores desses contratos. Para responder à segunda, uma modelagem feita por etapas é recomendada, através de uma cópia da construção com todos os dados que é então simplificada com as famílias com apenas os dados requeridos para aquela operação. Onde a informação em formato digital for limitada, o desafio é ainda maior. Plantas de piso em formato digital (CAD) podem ser importadas e montadas com as famílias paramétricas BIM apropriadas para desenvolver a geometria base, enquanto desenhos CAD de outras disciplinas podem ser incluídos para permitir sua visualização no modelo (por exemplo, elementos *Mechanical, Electrical and Plumbing* - MEP). Equipamentos chave podem ser rastreados usando famílias paramétricas apropriadas e dados associados a serem extraídos ou linkados a um software

FM. Onde até mesmo as plantas de piso não estão disponíveis, medições in loco ou até mesmo escaneamento 3D podem ser usados para rapidamente desenvolver um modelo BIM suficientemente detalhado para servir de base para o modelo geométrico. Nessa situação, é importante considerar o esforço necessário para desenvolver esse modelo e seus componentes, visto que cada modelo e família tomará uma força de trabalho e tempo de pesquisa consideráveis para validar os dados.

A ASBEA (2013) ressalta que a decisão pela implementação da plataforma BIM em empresa de projeto pressupõe que sua direção tenha a consciência de que esse passo envolverá mudança de cultura, investimentos em infraestrutura, treinamentos e revisão de processos de trabalho. Para o seu sucesso, é importante a participação não só da alta gerência na decisão, bem como o envolvimento e conscientização de toda a equipe no processo, principalmente quando se trata de uma equipe heterogênea, com diferentes níveis de experiência profissional e de aptidão para novas tecnologias.

2.3 Gerenciamento da operação e manutenção

De acordo com Lessa e Souza (2010), a atividade de Manutenção existe desde o surgimento das primeiras grandes civilizações, sendo importante tanto para a conservação da vida humana como para tudo que foi criado pelo homem. O conceito de Manutenção vem evoluindo ao longo do tempo, aos avanços tecnológicos, industriais, econômicos e sociais. A Manutenção Predial, especificamente, vem mudando devido ao aumento da quantidade e variedade de itens físicos a serem mantidos nos sistemas prediais, projetos mais complexos, novas técnicas de manutenção, novos enfoques sobre a organização da manutenção e suas responsabilidades e novos modelos de gestão; e começa a ser vista, no Brasil, com maior interesse por administradores de empresas de diversos setores, administradores de condomínios, profissionais da construção civil, entre outros. Agora, os resultados da organização, a confiabilidade e longevidade das suas instalações e também a manutenção da qualidade do ambiente interno, dando à atividade de manutenção um caráter estratégico.

Gomide, Pujadas e Fagundes Neto (2006) afirmam que dentre as características da Manutenção, destacam-se aquelas ligadas aos seus objetivos básicos de recuperação e

conservação, de tal sorte que a Manutenção não tem como finalidade principal a execução de reformas e/ou alterações de sistema, devido a anomalias de concepção ou execução dos empreendimentos.

O objetivo primordial da manutenção é preservar o edifício. Essencialmente, a finalidade da manutenção é: manter o valor da edificação, manter o uso da construção, fornecer ambientes seguros, reduzir acidentes e danos oriundos de defeitos/deterioração da construção, manter uma boa aparência ou imagem da edificação, preservar obrigações contratuais em contratos de locação, prolongar a vida útil de uma edificação, reter exigências para seguradoras, reduzindo sinistros e custos, manter garantias e obrigações (WIGGINS, 2010).

Observa-se atualmente um acréscimo no objetivo da manutenção predial, que complementam os já citados objetivos primordiais: evitar paradas de equipamentos, reduzir tempos de intervenção, reduzir falhas e defeitos, manter a qualidade da produção e aumentar o tempo de vida dos equipamentos e instalações. (TAVARES, CALIXTO E POYDO; 2005)

Lessa e Souza (2010) definem a gestão da manutenção predial como o conjunto de técnicas que asseguram o funcionamento permanente da edificação e de suas partes constituintes, evitando sua deterioração prematura, prevenindo ou corrigindo a perda de desempenho, e atendendo as necessidades e a segurança dos seus usuários, com o objetivo de obter do equipamento ou instalação (edificação) o máximo de sua capacidade produtiva e, em consequência, do investimento feito, mantendo sempre presente a garantia da qualidade de uso do imóvel.

Segundo notas de aula da disciplina de Manutenção de Edificações do Professor Luis Carlos Bonin, da Universidade Federal do RS, planejar a manutenção é definir uma resposta adequada para todas demandas de manutenção, considerando as vantagens de uma opção operacional e os riscos e prejuízos para os usuários decorrentes da estratégia escolhida para a intervenção. Alguns benefícios da existência de uma planejamento adequado da manutenção podem ser citados:

- Aumento da produtividade da mão-de-obra evitando a falta de informações sobre o que fazer, onde fazer, quando fazer, como fazer, quais ferramentas e sobressalentes usar, como coordenar as ações

- Aumento da disponibilidade das instalações
- Identificação de desvios de metas e proposição de correções (só existe controle onde existe planejamento)

Durante o planejamento e projeto, através da análise das possíveis falhas, podem ser eliminadas cerca de 90% das falhas que poderiam acontecer no futuro, como consequência de especificações não conformes, projeto inadequado, má qualidade de fabricação, ou má qualidade de instalação, conseguindo-se, então, economias substanciais através do aperfeiçoamento da gerência de manutenção, e de um maior cuidado com os fatores que afetam a manutenção em todas as atividades, durante todo o ciclo de vida útil do imóvel e suas partes constituintes. (Lessa e Souza, 2010)

Lessa e Souza (2010) também destacam a importância da existência e manutenção de cadastros e codificações de setores operacionais, produtivos e de apoio, máquinas e equipamentos, instalações, mão-de-obra interna, fornecedores e prestadores de serviço, materiais, ferramentas e equipamentos de segurança, histórico dos equipamentos e instalações, acompanhamento técnico e econômico-financeiro dos serviços. Esses autores também afirmam que a organização de um banco de dados de manutenção proporciona algumas facilidades para a gestão predial, tais como:

- Manter o histórico dos equipamentos e instalações sempre atualizado
- Manter os projetos das instalações sempre atualizados
- Reavaliar as instruções de segurança, alterando sempre que necessário
- Modificar as rotinas de execução de serviços de acordo com a evolução tecnológica
- Planejar a formação de equipes
- Manter registros de normas regulamentadoras, normas técnicas e legislação pertinente
- Organizar toda a documentação da edificação

Os autores concluem essa análise, que pode ser diretamente ligada às ferramentas do BIM-FM utilizadas atualmente, afirmando que ao se possuir melhor ou pleno conhecimento da estrutura predial, com análises de componentes do sistema, tendo documentos em mãos, identificando as prioridades de acordo com as condições de desempenho dos equipamentos e instalações e a atividade executada, identificando prestadores de serviços capacitados, conhecendo a legislação vigente e seguindo uma política de manutenção preestabelecida, pode-se programar com maior assertividade e tranquilidade as atividades de manutenção predial.

Gomide *et al.* (2006) complementam o assunto, afirmando que a Manutenção pode prever e sugerir aspectos de inovações tecnológicas e/ou funcionais, incorrendo em modificações ou reformas, - modernizações e *up grades* -, a fim de garantir aspectos de vantagem competitiva, econômica, segurança e atendimento às necessidades e expectativas de usuários.

2.3.1 Operação Predial

Uma questão a ser abordada neste trabalho é a diferenciação entre operação e manutenção de edificações e instalações.

Gomide *et al.* (2006) também tratam do assunto, afirmando que a Operação Predial é um dos “braços” da Manutenção e sua executora. Através da operação é que se põe em prática a estratégia e o plano da Manutenção como sistema, além de servir como fonte de informação para reavaliações e análises.

Os autores acima citados também definem algumas das principais responsabilidades da Operação Predial:

- Controlar equipamentos e sistemas (Exemplo: acompanhamento do status de acionamento – ligar desligar – de equipamentos e sistemas). Esse acompanhamento poderá ser manual, envolvendo rotinas, ou, ainda, automático, com o auxílio ou não de softwares de automação predial.
- Executar os procedimentos existentes no plano de manutenção, incluindo rondas.

- Executar as atividades de controle e proceder aos registros que serão analisados pela Manutenção. Por exemplo: efetuar as leituras de temperaturas, pressões e, ainda, registrar falhas ou desempenhos desfavoráveis, mediante parâmetros preestabelecidos no plano, como ruídos anormais em máquinas, formação de fissuras em vedantes, dentro outros, que determinam uma análise da engenharia da manutenção.
- Analisar os dados e informações obtidos através de rondas e cumprimento dos procedimentos de manutenção, apresentando *feedback* para a Manutenção.
- Atender e/ou solicitar a programação de atividades, decorrentes de solicitações de usuários.

Importante ressaltar que essas responsabilidades expostas pelos autores nos ajudam a também separar o usuário dos operadores e responsáveis pela manutenção, uma vez que esses possuem tarefas específicas e pré-estabelecidas.

2.3.2 Manutenção de sistemas de climatização

Como afirma a Eng. Marli Baú, do CREA-SC, em um artigo¹ sobre a aplicação de regulamentações a sistemas de climatização de ambientes, a manutenção do ar condicionado - regulamentada pelas normas do Ministério da Saúde - é essencial para a qualidade do ar no interior dos ambientes climatizados, pois problemas relacionados refletem diretamente na saúde dos ocupantes e usuários. Segundo a AECweb, os sistemas de ar condicionado central necessitam de inspeções constantes, por serem compostos por compressores, trocadores de calor, ventiladores, equipamentos de filtragem e controles. As verificações devem obedecer a critérios técnicos baseados em diferentes fatores, como a avaliação física dos equipamentos e a análise da qualidade do ar. A norma NBR 13971/2014 — Sistemas de Refrigeração, Condicionamento de Ar, Ventilação e Aquecimento — Manutenção Programada, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), é o documento que apresenta os requisitos a serem seguidos durante o procedimento. A realização das inspeções é obrigatória pela Portaria Nº 3.523, do Ministério da Saúde, e a Resolução nº 9, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

¹ BAÚ, MARLICE: **Manutenção de ar condicionado: a importância da qualidade do ar em ambientes climatizados.** CREA-SC, SANTA CATARINA, BRASIL. (2009)

Criada especificamente para regulamentar o uso, operação e manutenção de sistemas de climatização e prevenir riscos à saúde de ocupantes de ambientes climatizados, a Portaria Nº 3.523, de 28 de Agosto de 1998, é uma das principais referências de exigências quando se fala na gestão da manutenção de um sistema de condicionamento de ar.

Entre as considerações do documento acerca do assunto, pode-se citar:

- Preocupação com a saúde, o bem-estar, o conforto a produtividade e o absenteísmo ao trabalho, dos ocupantes dos ambientes climatizados e sua inter-relação com a variável qualidade de vida;
- Favorecimento a ocorrências e agravamento de problemas de saúde de ocupantes de ambientes com sistemas de climatização com projetos e execuções das instalações inadequados e com procedimentos de operação e manutenção precários;
- Necessidade de serem aprovados procedimentos que visem minimizar o risco potencial à saúde dos ocupantes, em face da permanência prolongada em ambientes climatizados.

O Artigo 5º da referida Portaria trata dos principais procedimentos a serem realizados para garantir uma boa manutenção do sistema. Complementando as exigências, o Artigo 6º especifica a necessidade de, em edificações que contem com sistemas de capacidade superior a 5 TR ou 60.000 BTU/h, existir um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) adotado para o sistema, de responsabilidade de um profissional a ser designado responsável técnico. Conforme a alínea “a” do referido Artigo, o PMOC deverá conter a identificação do estabelecimento que possui ambientes climatizados, a descrição das atividades a serem desenvolvidas, a periodicidade das mesmas, as recomendações a serem adotadas em situações de falha do equipamento e emergência, para garantia de segurança do sistema de climatização e outros de interesse. As alíneas “b”, “c” e “d” do Artigo tratam das obrigações do responsável técnico pelo plano, que deverá:

- garantir a aplicação do PMOC por intermédio da execução contínua direta ou indireta deste serviço;
- manter disponível o registro da execução dos procedimentos estabelecidos no PMOC;
- divulgar os procedimentos e resultados das atividades de manutenção, operação e controle aos ocupantes.

Por fim, ressalta-se o Artigo 8º, que se refere a realização de inspeções e fiscalizações pertinentes, a serem executadas pelos órgãos competentes de Vigilância Sanitária.

Os procedimentos que deverão ser seguidos ao se executar a manutenção do sistema comumente vêm detalhados no manual do equipamento. Consultando-se o manual do aparelho que é um dos integrantes do sistema foco deste trabalho, é possível encontrar os procedimentos necessários às manutenções preventivas e corretivas do aparelho em questão, com ações a serem tomadas listadas e descritas, para evitar dúvidas em operadores e técnicos de manutenção. Alguns exemplos dos passos a serem seguidos durante a manutenção do equipamento podem ser verificados no Anexo B.

Essa parte do assunto interessa exclusivamente ao pessoal técnico responsável pela manutenção do sistema, uma vez que o gestor da manutenção não possui conhecimento aprofundado na parte operacional do sistema de climatização do prédio. Cabe ao gestor da manutenção conferir a execução das ações e verificar se os dados foram coletados, seguindo o PMOC elaborado pelo profissional responsável técnico pela manutenção do equipamento.

2.4 Tecnologia e BIM-FM

Sabol (2013) afirma que o BIM-FM, sem dúvidas, vai necessitar integrar-se com múltiplos sistemas de dados de empresas, incluindo sistemas existentes de instalações, sistemas de informação geográfica, sistemas de automação predial e até sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP). BIM terá de coexistir também com sistemas atuais de CAD por algum tempo ainda. Organizações terão de desenvolver planos de implantação e padrões

organizacionais para estabelecer uma implantação de sucesso. Aplicações BIM terão de ser mais versáteis para uso em FM, e incorporar diferentes funcionalidades e instalações com dados mais centrados do que os programas atualmente usados pelos usuários da indústria AEC. Há também uma necessidade crítica por uma metodologia e definição que suporte a rápida criação de modelos BIM para edificações existentes. Esses não são apenas modelos de construção, mas entidades de dados visuais em 3D que suportem os requerimentos de informações e fluxo de trabalho de edificações existente, com agilidade.

Para este trabalho, foram selecionados dois softwares que preenchem esses requisitos de versatilidades e conferem o poder da visualização e suporte a fluxos de informações e dados necessários ao desenvolvimento do BIM-FM.

2.4.1 Software Revit

A fabricante do software, a Autodesk, afirma que o Revit é um software para BIM. Esse software fornece ferramentas que permitem ao usuário o uso de processos de planejamento, design e construção baseados no uso de modelos inteligentes. Revit apoia um processo multidisciplinar de design colaborativo.

A empresa lista algumas das capacidades do software:

- Design: modelagem de componentes de um edifício, análise e simulação de sistemas e estruturas, designs iterativos. Gera também documentos a partir do modelo;
- Colaboração: múltiplos colaboradores de um processo podem acessar um modelo compartilhado central. Isso resulta numa melhor coordenação, o que ajuda a reduzir conflitos e retrabalho;
- Visualização: comunicação de intenções de design, de maneira mais eficiente, para proprietários e membros da equipe, utilizando modelos 3D de grande impacto visual;

A Pluralsight, um portal de educação em tecnologia, descreve o software como uma aplicação individual construída para BIM, com ferramentas para design arquitetônico, MEP,

engenharia estrutural e construção. Porém, deixam claro que Revit não é BIM, mas sim construído para BIM. Revit e outras aplicações construídas para BIM auxiliam designers a criar, simular, visualizar e colaborar com o objetivo de capitalizar as vantagens dos dados interconectados dentro de um modelo BIM. A palavra-chave em BIM, segundo o portal, é “informação”. O sistema é centrado em modelos feitos de objetos. O Revit cria esses objetos, que consistem em dados que designers podem ver em diferentes vistas: desenhos 2D, modelos 3D e tabelas. Quando uma parte dos dados muda em uma vista, isso é atualizado em todas as outras automaticamente pelo software, dado que cada vista está mostrando o mesmo conjunto de dados. Objetos podem também ser relacionados a outros objetos, dando continuidade a capacidade da reflexão de mudanças em diferentes vistas do modelo.

Jaramilho *et al.* (2016) apresentam sua descrição do programa, explicando que arquivo de dados REVIT é único, podendo ser compartilhado entre vários usuários, onde se um usuário faz uma mudança de um ponto de vista, os outros pontos de vista são atualizados automaticamente, já que os planos, seções, elevações e legendas são interligados. Os usuários podem criar seus próprios objetos 2D e 3D para modelagem e elaboração de projetos ou importá-los de uma outra plataforma CAD, exemplo DWG, DXF, DGN, SAT ou SKP. Os elementos de arquitetura do REVIT possuem informação associada. Tais como o material utilizado, o nome de um fabricante, o código do produto e as forças que agem no objeto. O REVIT possui interface com outros programas, da Autodesk, que integram outros recursos, como a análise de desempenho e estrutural e a comunicação em tempo real entre os usuários dentro dos modelos (através de ferramentas de bate papo). Ressaltam também que o REVIT dá suporte à interoperabilidade do BIM e a metodologias de intercâmbio de dados de código aberto, como o IFC. Ele importa, exporta e vincula os dados com os principais formatos, incluindo o DWG™, DXF™, DGN e IFC.

2.4.2 Software Archibus

Mesmo que a utilização de ferramentas BIM na etapa de operação e manutenção de uma instalação ainda receba pouquíssima atenção no mercado brasileiro, no cenário mundial já se observam diversas opções de softwares e aplicações para essa área. Agregando valor a essas aplicações estão diversos estudos e opiniões de usuários que confirmam os bons

resultados obtidos pela prática de gestão de instalações através de ferramentas BIM. Uma dessas ferramentas, objeto de estudo e também utilizada nesse trabalho, é o software ARCHIBUS, desenvolvido pela empresa ARCHIBUS Inc.

Archibus é um conjunto de produtos e aplicações de software criados para maximizar o retorno de companhias em investimentos em ativos de infraestrutura e estratégias de ocupação. Por ser uma função crítica nos negócios, a gestão de instalações e infraestrutura torna softwares como o Archibus importantes. Compondo de 25% a 50% dos ativos fixos e custos operacionais de uma empresa, instalações são recursos significativos que devem ser geridos de maneira eficiente, permitindo que um negócio tenha sucesso num mercado globalmente competitivo. (ARCHIBUS Product Overview, 2015)

Jaramilho *et al.* (2016) expõem os benefícios do ARCHIBUS:

Informação confiável para tomar decisões seguras

- Permite acompanhar o ciclo de vida de imóveis, equipamentos e infraestruturas. Serve de uma precisa base de dados do prédio e seus ocupantes.
- Proporciona confiança e transparência na tomada de decisões, ao entregar informações precisas.

Agilidade organizacional

- Aumenta a agilidade, alinhando os espaços de trabalho com a estratégia organizacional.
- Identifica tipos e durações das utilizações dos espaços e áreas vagas, para planejar estratégias de ocupação.
- Integra-se bidirecionalmente com AUTOCAD ou REVIT, otimizando a utilização da informação dos imóveis e instalações.

Melhorar a eficiência operacional

- Permite otimizar custos de manutenção enquanto aumenta a satisfação dos clientes.
- Melhora a eficiência operacional pelo acesso web aos dados, tarefas e processos, a qualquer hora e em qualquer local.

- Oferece serviços de primeiro nível através de portais de autosserviço e plataformas móveis, aumentando a produtividade e a satisfação dos seus clientes.

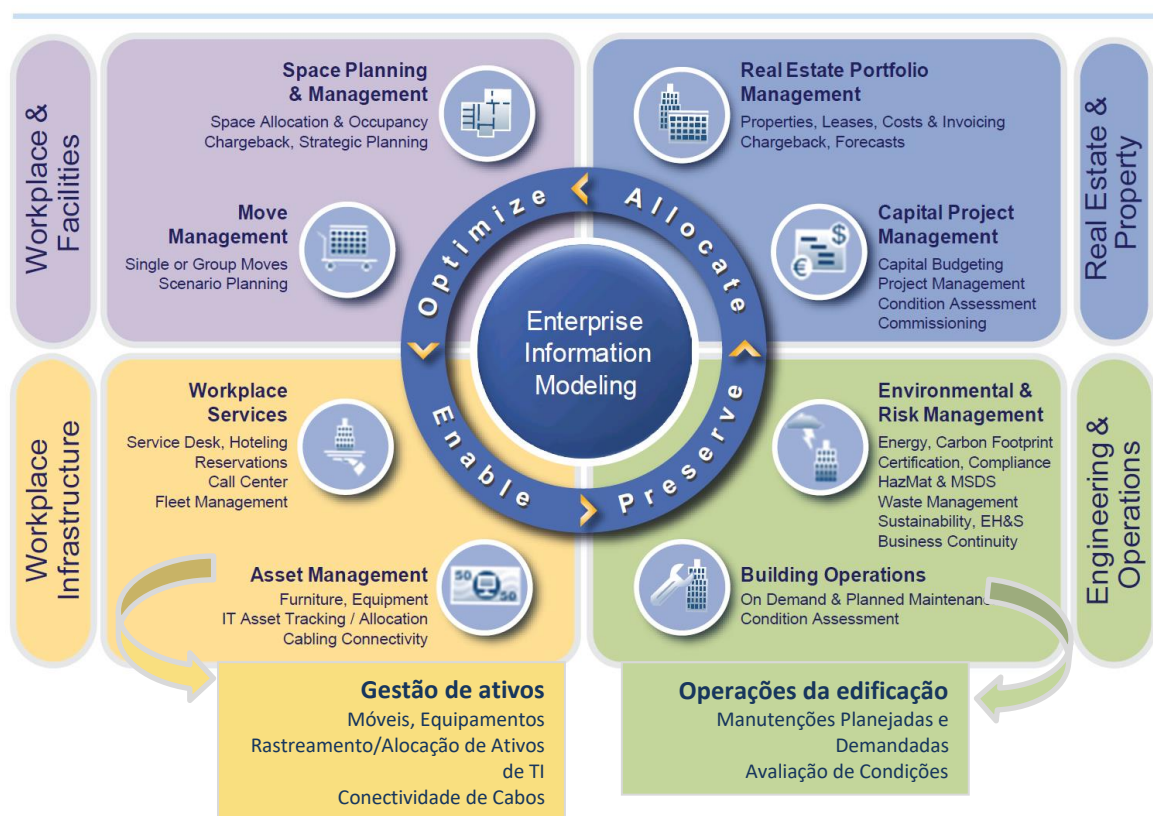
Mitigar o risco para assegurar a continuidade

- Permite manter um ambiente de trabalho seguro e produtivo, pela implementação de um processo estruturado de cumprimento de legislação, regulamento ou melhores práticas.
- Permite desenvolver auditorias de condições físicas de forma a identificar os problemas e justificar investimentos.

De modo geral, ARCHIBUS permite passar da gestão de instalações com vários sistemas a uma plataforma ARCHIBUS única.

Na figura 4 é possível observar as possíveis aplicações do ARCHIBUS nas mais diversas áreas referentes ao gerenciamento da informação de uma empresa, destacando as áreas relacionadas ao tema deste trabalho.

Figura 4 - Áreas de aplicação do Archibus



(Fonte: adaptado de Introduction to ARCHIBUS - <https://archibus.com/brochures>)

Conforme o guia do programa (ARCHIBUS Product Overview, 2015), os principais componentes de acesso ao software são: Web Central, Smart Client, Extensões para AutoCAD e Revit e aplicações para dispositivos móveis.

- **Web Central:** pode ser acessada por qualquer navegador da internet. O usuário mais comum acessará o programa e as ferramentas às quais lhe foi concedida a permissão de acesso, de acordo com seu grau na organização. Isso facilita o uso do programa, visto que não é necessária a instalação de aplicações em todas as máquinas da organização que farão uso do software.
- **Smart Client:** é uma aplicação a ser instalada em um computador, funcionando de maneira muito similar a Web Central, porém com uma visualização simplificada da plataforma, utilizada majoritariamente para inserção, transferências, importações e exportações de dados.

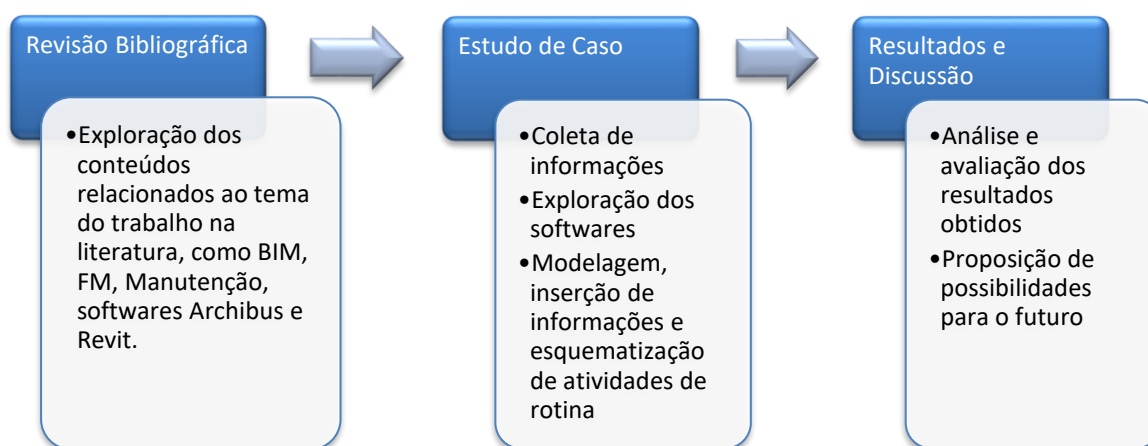
- Extensões para AutoCAD e Revit: necessitando de um grau mais avançado de acesso, especialistas em CAD e BIM da organização utilizarão as extensões para o AutoCAD e Revit para inserir, modificar e transferir informações de projetos elaborados nesses softwares para o Archibus, assim como importar informações do software de gestão para dentro do modelo.
- Aplicações para dispositivos móveis: todos os usuários podem ter acesso ao programa através de dispositivos móveis, com aplicações instaladas, a serem acessadas mediante identificação com o servidor. Essa ferramenta é um diferencial importante principalmente nas atividades de campo relacionadas a gestão de instalações. Por meio dela, as informações são inseridas e atualizadas rapidamente, sem necessidade de parada para inserção de dados por meio de um computador.

Administradores do sistema designarão as permissões dos usuários dentro da organização, de acordo com seu grau hierárquico. Cada indivíduo acessará uma determinada área do sistema, podendo ter acesso livre ou apenas às ferramentas relacionadas a sua função na organização.

3 Método

O objetivo inicial deste trabalho é averiguar os benefícios e desafios da implantação de métodos e softwares BIM em FM. Para isso, um estudo de caso foi desenvolvido, utilizando o sistema de ar-condicionado central da sede do CREA-RS como objeto de estudo. Foram utilizados os softwares Autodesk Revit, para modelagem das instalações, e Archibus, para a gestão das informações das instalações. Um estudo de caso tipicamente combina um número de técnicas de coleta de dados incluindo arquivos, entrevistas e observações (Eisenhardt, 1989), e procura holisticamente explicar e entender a dinâmica de um fenômeno contemporâneo (Yin, 2011). A seguir, na figura 5, um esquema em ordem cronológica das etapas do estudo.

Figura 5 - Ordem cronológica das etapas do estudo.



(fonte: o autor)

O prédio onde se encontra a atual sede do CREA-RS foi construído no início da década de 90. Portanto, a maioria dos documentos referentes à construção da edificação e instalação dos equipamentos lá presentes ainda se encontra em formatos físicos, como plantas, planilhas impressas e catálogos de equipamentos. Para que esses entraves fossem superados, foi necessária uma coleta de informações no local. Localização dos equipamentos, obtenção de manuais técnicos e entrevistas com técnicos e gestores foram realizadas. Assim, uma base de dados com registro fotográfico dos aparelhos e instalações e seus respectivos dados relevantes ao trabalho foi levantada.

O modelo do prédio desenvolvido no Revit já estava disponível, ainda que com detalhamento reduzido. Porém, era o suficiente para o foco deste trabalho, visto que o modelo seria utilizado apenas para a localização geográfica dos equipamentos dentro da edificação.

Entrevistas com gestores de instalações foram realizadas, com o objetivo de se obter as informações importantes para a gestão do sistema. Possuindo o modelo do prédio com a localização dos equipamentos, procedeu-se a inserção de informações referentes ao sistema dentro do Archibus, criando a base de dados necessária ao desenvolvimento deste trabalho e seus objetivos.

Finalmente, os resultados e possibilidades foram analisados e sugestões foram elaboradas para melhorar o processo estudado. Considerações finais e propostas para o futuro foram a última parte desenvolvida do trabalho.

4 Desenvolvimento do trabalho

Sendo um prédio comercial de mais de 10 andares acima do solo e 2 pavimentos no subsolo, tendo mais de 5000 m² de área construída, com mais de 25 anos de existência, onde mais de 200 pessoas trabalham diariamente, a edificação onde funciona o Conselho é uma estrutura complexa, que demanda grande esforço para que tenha seu ambiente de trabalho mantido em boas condições. A gestão de todo o patrimônio relacionado ao prédio sede e também das 44 inspetorias espalhadas pelo estado se dá pela Gerência de Patrimônio e Infraestrutura (GPIN), dividida nos núcleos de patrimônio mobiliário (NIMOB) e imobiliário (NIMO). Nessa gerência são centralizadas todas as tarefas relacionadas à gestão de contratos de serviços relacionados à infraestrutura e sistemas, aquisição e estoque de materiais, atendimento à demandas dos funcionários em relação às edificações, entre outras tarefas. Um dos principais sistemas pelo qual essa gerência se encarrega é o sistema de climatização do prédio sede do CREA-RS.

Para manter uma temperatura agradável aos funcionários que lá trabalhariam, foi instalado na edificação, ainda na década de 90, um sistema de climatização baseado em uma central de água gelada (equipamento também conhecido como *chiller*), mais de 30 aparelhos denominados *fancoils*, que são responsáveis pelo resfriamento do ar nos ambientes onde estão instalados, e uma torre de resfriamento de água de condensação, utilizada para resfriar os compressores da central de água gelada. Essa central possui mais de 150 Toneladas de Refrigeração (TR) de capacidade, sendo necessária a existência de um PMOC para o sistema, como descrito no Item 3.3.

Como o CREA-RS é uma autarquia federal, conseqüentemente deve seguir as leis e regras da administração pública. Sendo assim, para quaisquer aquisições de produtos e serviços, deve ser elaborada uma licitação, com base na Lei 8666/93. Para a manutenção do sistema de climatização, a empresa RK Manutenção de Ar-condicionado foi a vencedora da licitação, fechando contrato com o CREA no primeiro semestre de 2016. A partir de então, a empresa realiza desde as manutenções preventivas até manutenções corretivas e atendimento emergencial aos elementos de climatização do prédio. Assim, cabe à GPIN a administração desses serviços, como a comunicação com técnicos da empresa, controle dos contratos,

solicitações e recebimentos de serviços, aprovação de notas fiscais para encaminhamento ao setor financeiro para pagamento, entre outros.

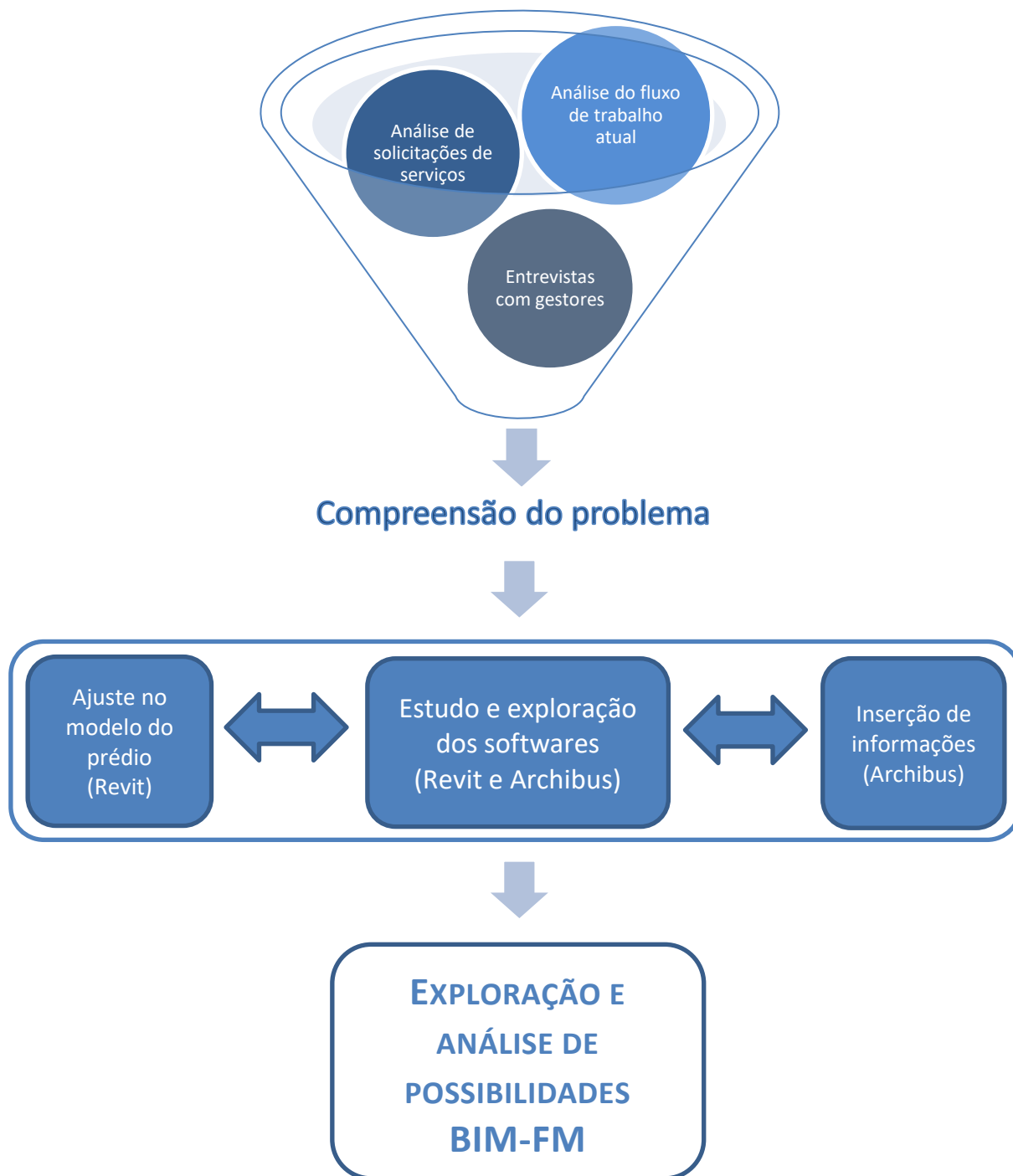
Basicamente, em relação ao sistema de climatização, as tarefas referentes à gestão do sistema são de dois tipos: planejamento e fiscalização de manutenções preventivas e atendimento à solicitações de atendimento dos usuários do prédio. Foi sobre essa gestão do sistema e suas tarefas que se desenvolveu o estudo de caso, pois percebeu-se que seria possível melhorar alguns aspectos da gestão, como fluxo de trabalho, atendimento a demandas e registro de informações, visualização de problemas e situações, entre outros, com o auxílio das tecnologias hoje disponíveis no mercado da construção civil, mais especificamente os softwares e métodos do BIM-FM, como o Revit e o Archibus. Para complementar a análise do problema e buscar demandas reais de pessoas envolvidas nesses processos, foram realizadas entrevistas com gestores de patrimônio, que expuseram suas opiniões e visões sobre a situação atual e expectativas para o futuro das atividades de gestão de facilities.

Possuindo de antemão um modelo do prédio já desenvolvido no Revit, procedeu-se ao estudo e exploração desses softwares, para compreensão e exercício dos métodos BIM-FM, buscando-se obter resultados satisfatórios quanto às possibilidades de melhorias oferecidas por esses métodos.

Nessa etapa, observou-se que as possibilidades oferecidas eram inúmeras. Sendo assim, optou-se por explorar algumas das ferramentas e análises oferecidas pelos softwares que mais se aproximassem das necessidades dos gestores, expostas nas entrevistas, e que mais intuitivas fossem na busca pela melhoria do processo atual.

O fluxo de atividades deste estudo de caso foi esquematizado na figura 6.

Figura 6 – Fluxo de atividades do estudo de caso deste trabalho



(fonte: o autor)

4.1 Funcionamento atual da manutenção do sistema de climatização

4.1.1 Manutenção preventiva

Para a organização das manutenções preventivas, é seguido o PMOC elaborado pelo responsável técnico da empresa, com a organização dos tipos de serviços e datas de realização. A seguir, as figuras 7 e 8 mostram partes do plano elaborado.

Figura 7 - Capa do PMOC do sistema de climatização do CREA-RS

CREA-RS **RK Manutenção**

CREA-RS - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia RS

14.04.2017
Data de Emissão: 11/04/2017
Versão Revisão: 00
Data:
Página: 01 de 05

**PLANO DE MANUTENÇÃO OPERAÇÃO E CONTROLE
AR CONDICIONADO**

Endereço: Rua São Luis, 77 - Bairro Santana - Porto Alegre/RS
Contato: Eng. Leandro da Silva Machado - leandro@crea-rs.org.br/51-3220-2136



Ano de Vigência: 2017

Elaboração				Aprovação			
Função	Nome	Data	Revisão	Descrição	Função	Nome	
Engenharia	Bauman	11/04/2017	0	PMOC	Responsável Técnico	Leandro da Silva Machado	

Leandro da Silva Machado
Engenheiro Mecânico
CREA-RS/RS/1104

(fonte: o autor)

Figura 8 – Procedimentos de manutenção preventiva da central de água gelada

	
Equipamento: Chiller	Marca: TRANE
CAPACIDADE: 160 TR	
Descrição dos serviços	
Verificar existência de vibrações ou ruídos anormais	
Verificar nível do óleo dos compressores	
Medição da pressão do óleo dos compressores	
Verificar filtros secadores e filtro de óleo	
Análise de alarmes, histórico, performance e repetibilidade	
Inspeccionar chave de fluxo do evaporador e condensador	
Acompanhar transição de partida elétrica dos compressores	
Verificar o ajuste correto de vazão de água no evaporador	
Medição de tensão entre as fases dos compressores	

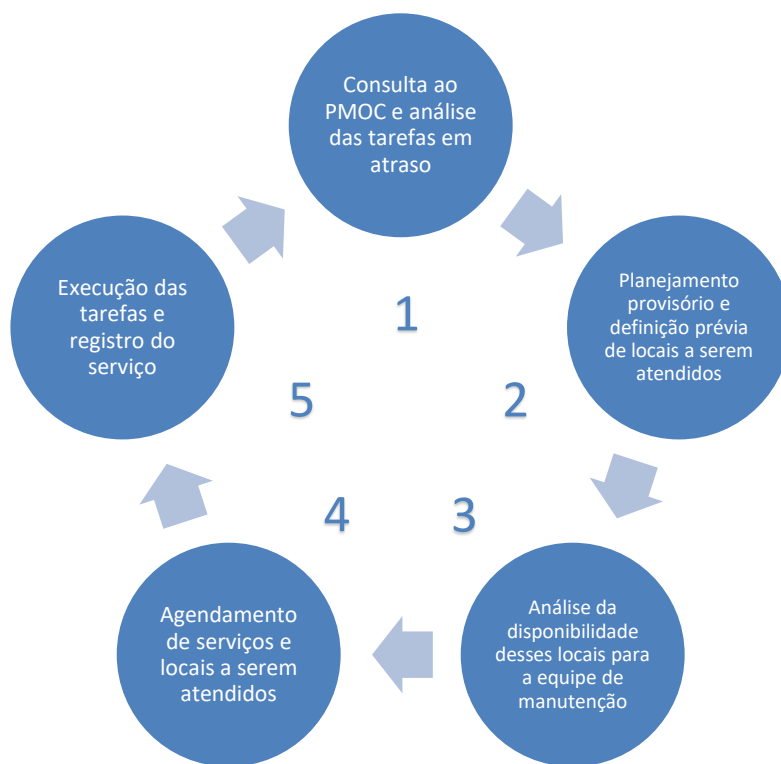
(fonte: o autor)

Entretanto, apesar da existência de um plano e da possibilidade de controle de sua execução, as diversas ocorrências de manutenção corretiva acabam afetando o cronograma de serviços. Isso se dá principalmente pela idade dos equipamentos do sistema, que já se encontram com quase de 2 décadas de uso, já tendo sofrido diversas intervenções.

Quando todas as solicitações de reparos emergenciais são atendidas, busca-se executar as tarefas planejadas, principalmente aquelas com prazos já vencidos, seguindo o PMOC. Assim, a empresa e a gerência do setor de manutenção têm de combinar quais serão as tarefas a serem executadas na semana e agendam a execução dos serviços de acordo com a disponibilidade dos espaços que possuem equipamentos. Isso é necessário pois vários dos locais do prédio possuem um cronograma de reuniões e, conseqüentemente, não poderão ser utilizados para serviços de infraestrutura e manutenção no mesmo tempo do evento. Para que esse acerto de locais e datas possa ser efetuado, estabelece-se provisoriamente quais locais receberão a manutenção preventiva. Para confirmar a disponibilidade, é necessária uma pesquisa em cada local sobre os futuros eventos que ali ocorrerão. Isso é feito pelo estagiário do setor, que se dirige a cada um desses locais para falar com os colaboradores que lá trabalham, afim de analisar quais dias poderão ser utilizados para a manutenção dos

equipamentos lá presentes. Feita essa análise, o gerente do setor e o responsável pela empresa podem acertar qual será o cronograma das manutenções preventivas a serem executas e em quais locais elas ocorrerão naquela semana. A figura 9 ilustra esse processo.

Figura 9 - Processo de planejamento de manutenção preventiva



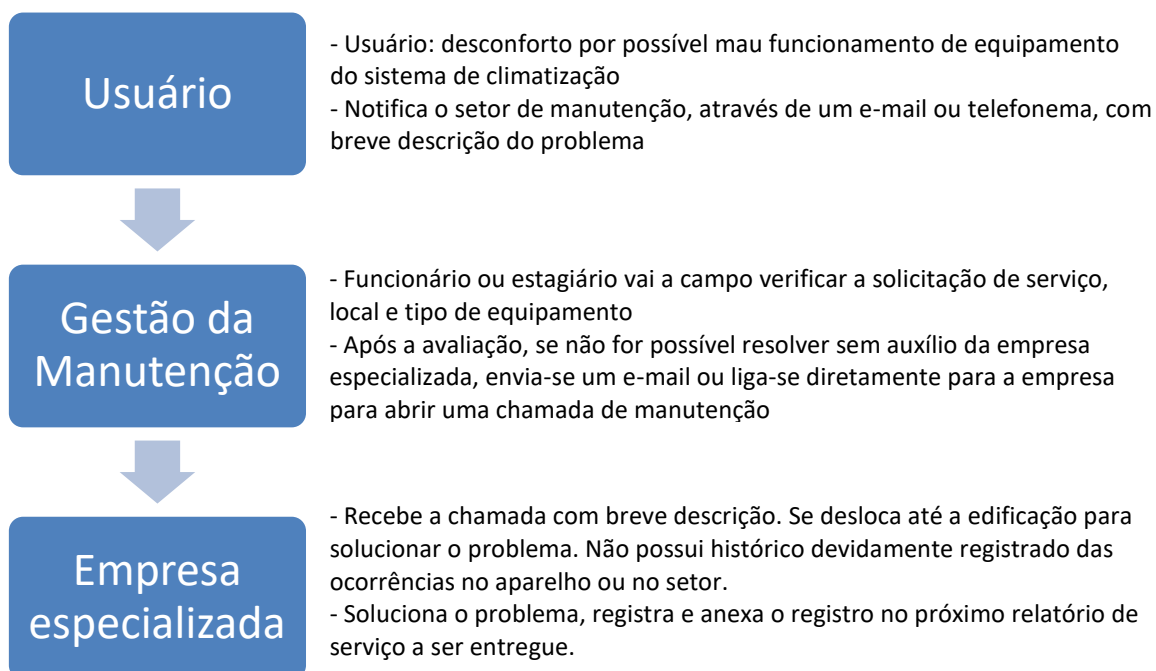
(fonte: o autor)

4.1.2 Processo atual de solicitação de serviço

Atualmente, o Setor de Controle da Manutenção não possui um sistema automatizado de solicitação de serviços. Na maioria dos casos, caso um colaborador necessite de um serviço ou auxílio em seu setor, ele encaminha um e-mail para o setor de manutenção, com a descrição do problema, solicitando atendimento. Também ocorre de as solicitações serem feitas através do telefone, diretamente para o gerente ou para a chefe de núcleo do setor de manutenção. Em ambas as maneiras, o detalhamento da solicitação varia muito quanto a localização, descrição do problema, histórico de ocorrências, etc. Essa maneira de solicitação de serviço ocorre para todos os sistemas do prédio e todos os tipos de necessidades. Recebida a solicitação, por e-mail ou telefone, um colaborador do setor de manutenção, geralmente um estagiário, se desloca ao local para averiguação do problema, buscando detalhes do

problema. Observa-se na figura 10 o processo atual de solicitação de atendimento para o sistema de climatização do prédio do CREA-RS.

Figura 10 - Fluxograma de exemplo de solicitação de serviço de manutenção na sede do CREA-RS



(fonte: o autor)

Ao se analisar essa sequência de etapas, é possível perceber que grande parte da rastreabilidade das informações pode ser perdida. Além disso, gasta-se um tempo maior que o necessário para averiguação do problema e encaminhamento da ordem de atendimento ao pedido.

Quando a solicitação parte diretamente do setor de gestão da manutenção, o registro da informação se dá pelos e-mails enviados à empresa responsável pelo sistema e os relatórios de serviços entregues após o serviço ser completado. Apesar de arquivada, o caminho a ser percorrido para buscar essas informações em uma eventual necessidade também demandará tempo do pessoal do setor, que terá de procurar nas contas de e-mail as mensagens que buscam.

4.2 Entrevistas com gestores

Com o objetivo de conhecer melhor a realidade da atividade FM atualmente e buscar pontos de interesse entre este trabalho e a atividade, foram realizadas entrevistas com gestores de facilities de dois locais: o gestor de patrimônio da sede do CREA-RS e o gestor de patrimônio da sede da MÚTUA-RS.

A elaboração das entrevistas seguiu as orientações de Ribeiro e Milan (2004), resultando na configuração semi-estruturada, na qual se utiliza um roteiro básico previamente criado, pelas seguintes razões:

- Por ocorrerem durante o horário de trabalho, o tempo disponível para as entrevistas não poderia exceder meia hora;
- O entrevistador adquiriu conhecimentos suficientes para conduzir a entrevista através de um roteiro pré-estabelecido;
- Os entrevistados são pessoas que usam a objetividade na tomada de decisões. Sendo assim, um roteiro cria um foco no assunto da entrevista, diminuindo a possibilidade de assuntos aleatórios ou de menor interesse para este trabalho surgirem durante a conversa.

A lista de perguntas feitas na entrevista pode ser conferida no Apêndice A.

A seguir, resumiu-se as informações obtidas com cada um dos gestores:

- Eng. Civil Leandro Machado, gerente de patrimônio e infraestrutura do CREA-RS

Formado desde 1996 pela UFRGS, começou trabalhando na área de projetos de ISO para a indústria e, a partir do final da década de 2000, passou a trabalhar na construção civil predial. Trabalha no CREA-RS desde 2015, como gestor de patrimônio, gerenciando os núcleos de patrimônio mobiliário e imobiliário da sede do Conselho e suas 44 inspetorias pelo estado, desenvolvendo atividades que vão desde controle do almoxarifado até reformas e construções.

Utiliza a grande contribuição que a engenharia civil lhe proporcionou para melhor desenvolver suas atividades, mas acredita na necessidade urgente de diminuir a variabilidade

desse setor da indústria. Mesmo com a disponibilidade de ferramentas de gestão, vê no surgimento e evolução das ferramentas e métodos BIM e a centralização e integração da informação um avanço importante do processo, podendo resultar em grande economia de recursos.

Destaca a necessidade do aumento da velocidade e qualidade de transmissão da informação como pontos fracos da atividade FM hoje em dia, além do desenvolvimento de rastreabilidade otimizada dessas informações.

- Marcos Vinicio Muler, responsável pela gestão predial do prédio sede da Mútua-RS

Técnico Administrativo da Mútua-RS, com formação na área de Gestão de Recursos Humanos, gerencia a edificação e os contratos de manutenção do prédio sede desde 2008, além de participar na elaboração desses contratos, realizados por meio de licitações.

Apesar de não possuir formação na área de engenharia, adquiriu grande conhecimento e experiência ao longo dos anos, contando com o auxílio de profissionais e empresas da área, desde a elaboração de projetos até o acompanhamento de execuções e obras. Conhece os métodos BIM superficialmente, mas já esteve presente em palestras e reconhece o potencial dessa nova cultura da construção.

Relata que a principal necessidade, na sua opinião, é a melhor visualização de dados e informações referentes a sua atividade. Mesmo não possuindo conhecimento técnico aprofundado, poder melhor visualizar os projetos e informações relacionadas à gestão predial (plantas, relatórios, manuais de equipamentos) certamente lhe ajudaria na sua atividade.

Analisa que a rastreabilidade e a facilitação do acesso à informação também são muito importantes para melhor atender ao público que utiliza as instalações da Mútua-RS e garantir um serviço permanentemente qualificado.

4.3 Modelagem

Nos arquivos de manutenção da sede do CREA-RS já existiam plantas da edificação, criadas a partir de um contrato com uma empresa para levantamento e desenho do layout do prédio, no ano de 2015. Utilizando essas plantas, elaboradas em 2D, com o uso do software Autodesk AutoCAD, como base de trabalho, a equipe do Núcleo de Patrimônio Imobiliário iniciou a modelagem do prédio, utilizando o software Autodesk Revit. Inicialmente, apenas a configuração externa do prédio foi modelada, já que na época da modelagem estavam sendo realizadas reformas na área externa da propriedade. Com o foco na fiscalização dessas obras, o desenvolvimento do restante do modelo foi adiado. Logo após a conclusão dessas obras e o modelo ainda no estágio inicial de desenvolvimento, o responsável pela modelagem acabou por deixar suas funções no Núcleo de Patrimônio Imobiliário. Restou, assim, o modelo mostrado a seguir (figura 11) como base para o desenvolvimento deste trabalho.

Figura 11 - Modelo da sede do CREA-RS

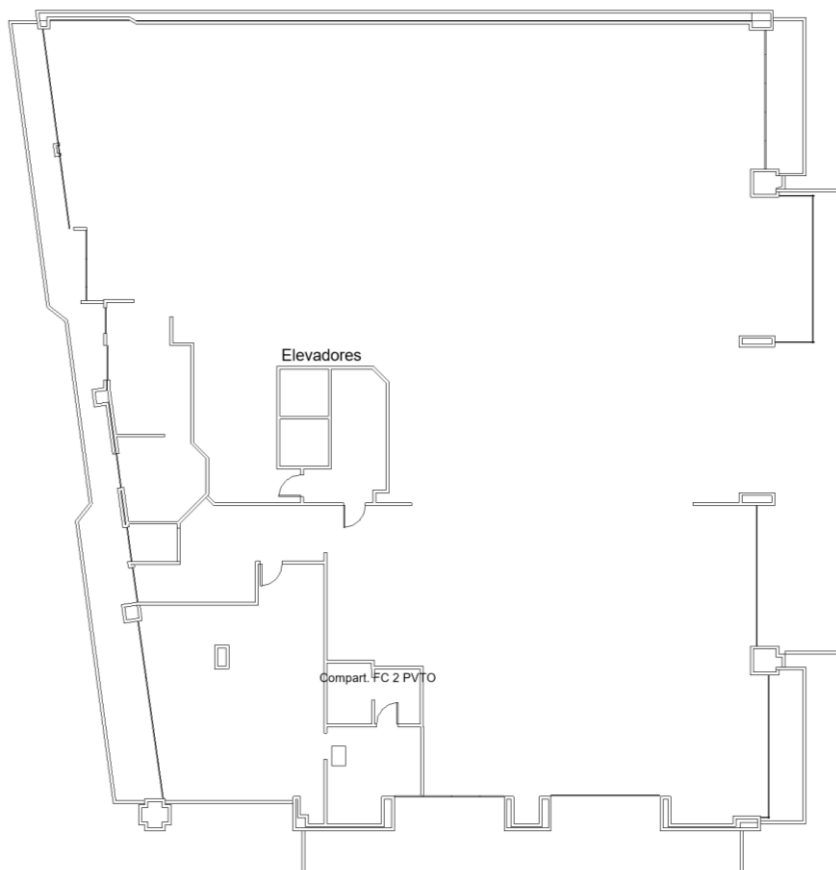


(fonte: Augusto Correa)

Com base nesse modelo, foi elaborado um layout básico da parte interna dos pavimentos onde seriam inseridos os objetos paramétricos foco deste trabalho: alguns dos equipamentos mecânicos pertencentes ao sistema de climatização do prédio. O objetivo principal da modelagem desse layout interno é a facilitação da localização dos aparelhos e equipamentos,

estabelecendo os espaços aos quais eles serão conectados dentro dos softwares. O restante dos detalhes de cada pavimento é irrelevante neste momento da análise. A figura 12, a seguir, mostra um exemplo de planta de pavimento (2º pavimento) utilizado no modelo, com a localização de um dos aparelhos (Compart. FC 2 PVTO) e dos elevadores do prédio, para referência de localização, destacadas.

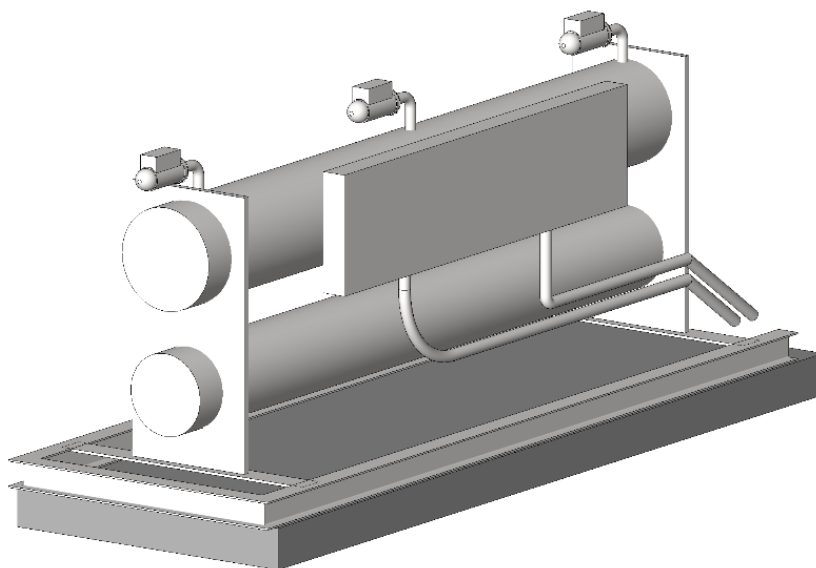
Figura 12 - Planta baixa simplificada do 2º pavimento da sede do CREA-RS



(fonte: o autor)

Para a inserção dos objetos paramétricos pertencentes ao sistema, foi utilizada a biblioteca de famílias do *site* www.bimobject.com, que fornece, de maneira gratuita, diversos modelos de inúmeros tipos de equipamentos, mobília, vegetação, entre outros. Como os equipamentos existentes na edificação são antigos, não foi possível encontrar objetos paramétricos idênticos aos lá existentes. Portanto, utilizou-se objetos disponíveis que se assemelhavam aos equipamentos a serem analisados. As Figuras 13, 14, 15 e 16 mostram exemplos de objetos utilizados no modelo e o equipamento que representam na realidade.

Figura 13 - Objeto paramétrico da central de água gelada (Chiller)



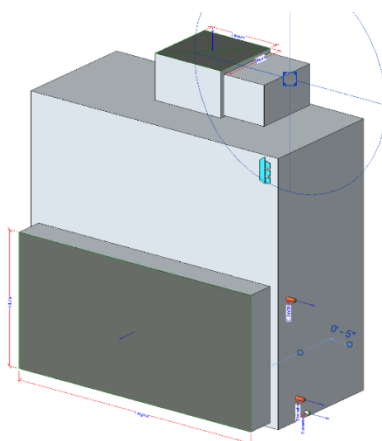
(fonte: adaptado de bimobject.com)

Figura 14 - Central de água gelada existente no prédio



(fonte: o autor)

Figura 15 - Objeto paramétrico de um fancoil de gabinete



(fonte: bimobject.com)

Figura 16 - Fancoil de gabinete, presente no segundo pavimento

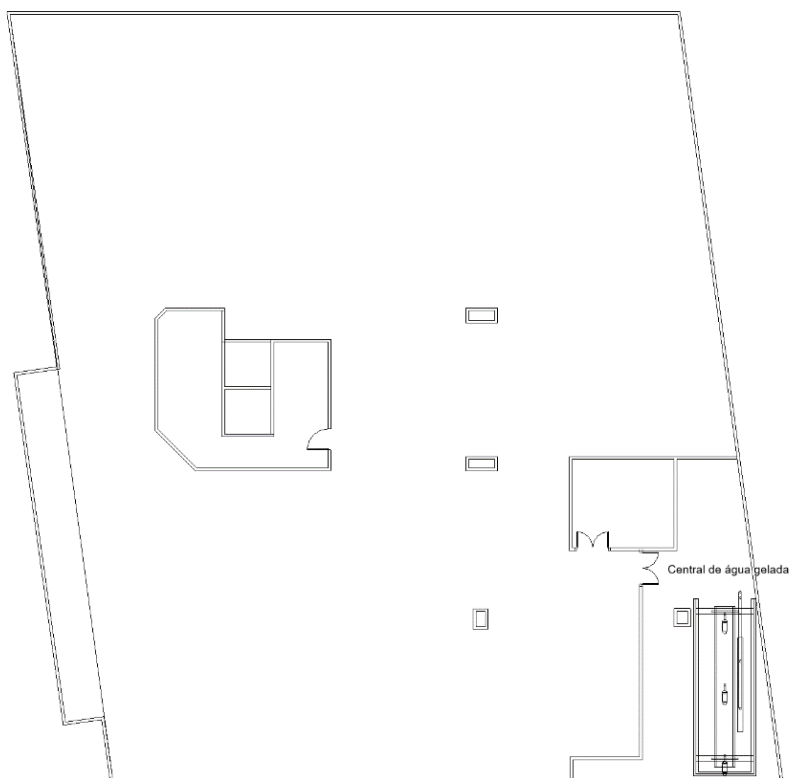


(fonte: o autor)

Obtidos os objetos, procedeu-se ao seu posicionamento dentro do modelo, de acordo com sua localização na realidade. Foram posicionados 3 equipamentos: a central de água gelada, um fancoil de gabinete, e a torre de resfriamento. As figuras 17, 18, 19 e 20 exemplificam

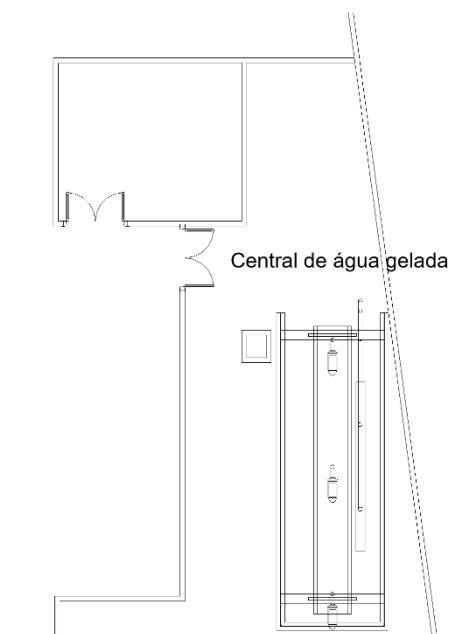
isso, mostrando o layout da planta do pavimento “Subsolo -1” e do pavimento “Casa de máquinas”, onde se localizam a central de água gelada do sistema de climatização e sua torre de resfriamento, respectivamente, e os detalhes para visualização dos objetos posicionados em planta.

Figura 17 - Planta baixa do pavimento Subsolo -1



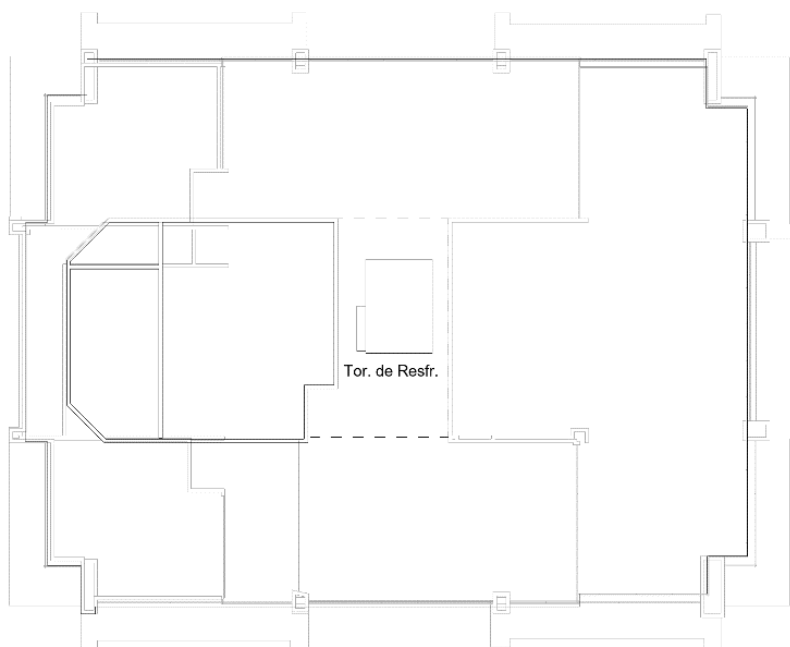
(fonte: o autor)

Figura 18 - Detalhe do compartimento onde se localiza o equipamento central do sistema de climatização, no pavimento Subsolo - 1



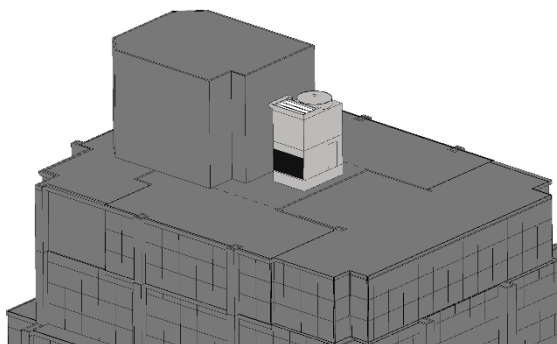
(fonte: o autor)

Figura 19 - Planta baixa do pavimento Casa de máquinas



(fonte: Augusto Correa e o autor)

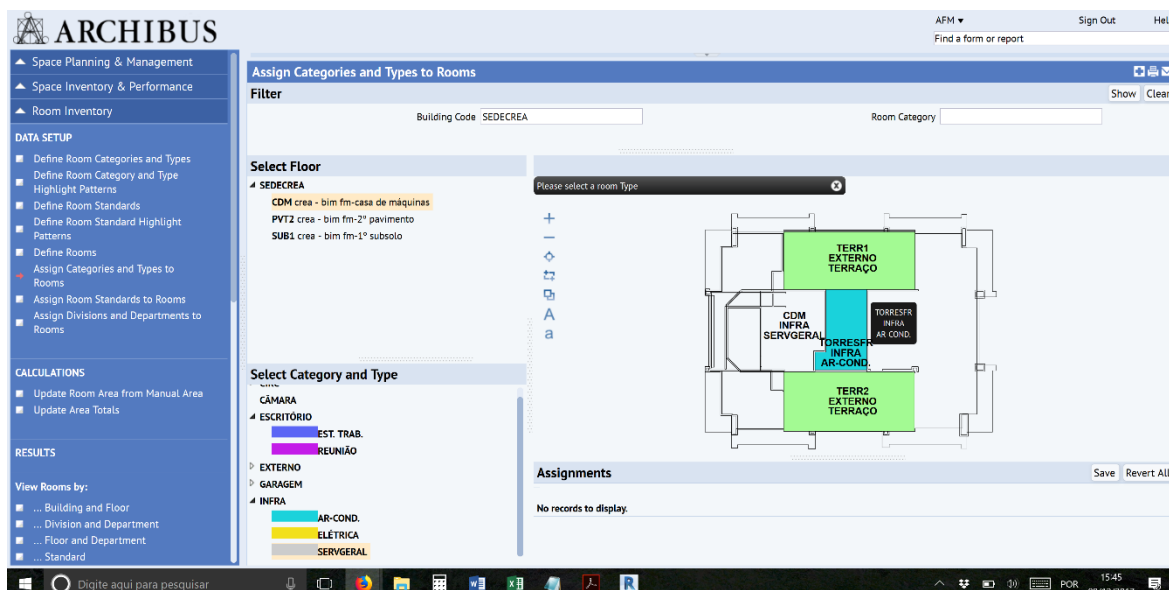
Figura 20 - Vista em 3D do pavimento Casa de máquinas, com a torre de resfriamento posicionada



(fonte: Augusto Correa e o autor)

Dentro do Archibus também é possível inserir o modelo utilizado, podendo ser visualizado e manipulado em 2D ou 3D, liberando assim a gestão do prédio da necessidade de utilização de um software de modelagem, como o Revit. Essa alternativa gera uma grande facilitação na visualização da edificação e dos sistemas nela inseridos, que são o objeto principal da gestão de facilities. Enquanto não houver a necessidade de retirada ou adição de algum componente do projeto (atividade mais rápida e facilmente executada dentro do software de modelagem), ele pode ser inteiramente utilizado dentro do software FM, tanto por gestores quanto por usuários. A figura 21 mostra a visualização da planta de um pavimento dentro do Archibus.

Figura 21 - Visualização de planta da edificação dentro do Archibus



(fonte: o autor)

4.4 Inserção de informações

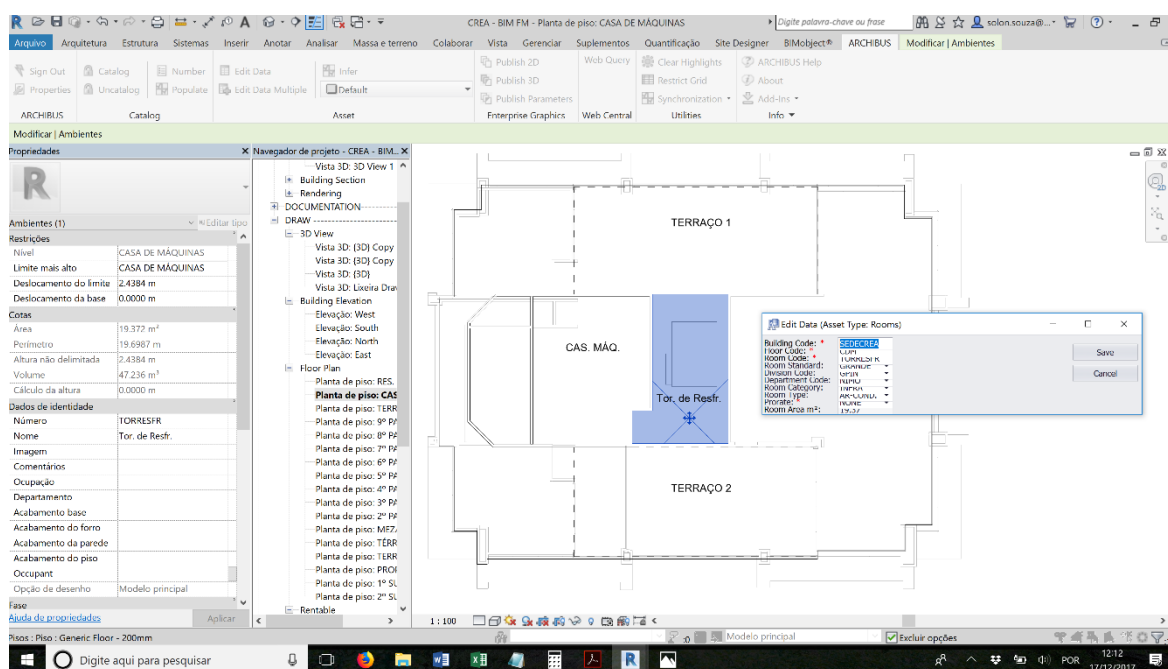
A partir das entrevistas realizadas, foi possível definir o tipo de informação que tem prioridade para ser utilizada em modelos paramétricos para gerenciamento de facilities, assim como a maneira com que essa informação deve ficar disponível. Além disso, é essencial saber como essas informações serão inseridas no modelo, como elas serão usadas, e de que forma elas serão transferidas entre um programa e outro. De acordo com as possibilidades fornecidas pelo Archibus e as necessidades do dia-a-dia na sede do CREA-RS, chegou-se ao seguinte rol mínimo de informações a serem trabalhadas:

- Espaços: pavimento, gerência, núcleo, setor;
- Equipamentos: posicionamento em planta, sistema, categoria;
- Funcionários: local de trabalho, nome, telefone, e-mail.

Entretanto, o Archibus já possui uma série de dados padrão a serem preenchidos que se somam a esses detectados como sendo o mínimo necessário. O software pode ser alimentado de diversas maneiras com as informações obtidas. Foram utilizados dois meios de inserção de dados no ARCHIBUS: através do plug-in do REVIT e por alimentação direta do software. Essas alternativas são parte do potencial do sistema BIM-FM, onde a utilização de apenas um determinado software de um fabricante específico não é pré-requisito para se desenvolver uma atividade. Pessoas com diferentes níveis de envolvimento no processo e conhecimento dos programas podem trabalhar com eles, ou parte deles, não gerando, assim, restrições ou necessidade de aprendizagem especializada.

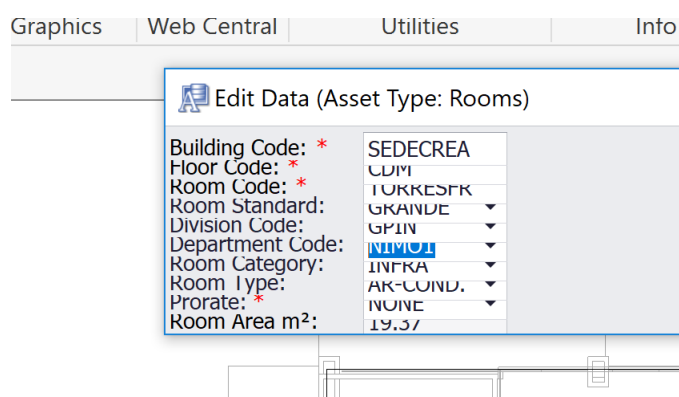
Abaixo pode-se observar um exemplo do conjunto de dados a serem preenchidos para que o sistema possa catalogar de maneira efetiva as informações a serem armazenadas. As figuras 22 e 23 mostram as informações sendo preenchidas dentro do plug-in do Revit.

Figura 22 - Inserção de dados de ambiente no modelo, através do plug-in do Archibus



(fonte: o autor)

Figura 23 - Detalhe das informações a serem preenchidas no plug-in



(fonte: o autor)

Além desses dados estruturais e de localização, o Archibus permite a inserção de um grande número de informações em diversas áreas de interesse da administração de uma edificação. Ambientes podem ter categorias, funcionários e equipamentos relacionados. Equipamentos podem ter técnicos responsáveis, documentos e procedimentos definidos. Fluxos de trabalho e cronogramas podem ser previamente estabelecidos. Enfim, são inúmeras as possibilidades que um software FM fornece. O diferencial, nesse caso, é a interação desse planejamento e

utilização de dados com os modelos visuais dos objetos, gerando ainda mais possibilidades para otimização da gestão de edificações e instalações.

As figuras 24, 25 e 26 mostram a inserção e definição dessas informações.

Figura 24 – Classificação de ambientes por categoria

The screenshot shows the ARCHIBUS interface for room classification. The main window is titled "Highlight Rooms by Category and Type". It features a left sidebar with navigation options like "View Room Categories and Types by:" and "View Room Standards by:". The central area displays a floor plan with rooms highlighted in blue and red. A "Room Details" pop-up window is open, showing information for room "TORRESFR INFRAR-COND" with an area of 19.37 m². A "Summary by Type" table at the bottom shows counts and areas for "INFRAR-COND" and "AR-COND".

Legend	Room Category	Room Type	Total Count	Total Area	Average Area
	INFRAR-COND	AR-COND	1	19.37	19.37

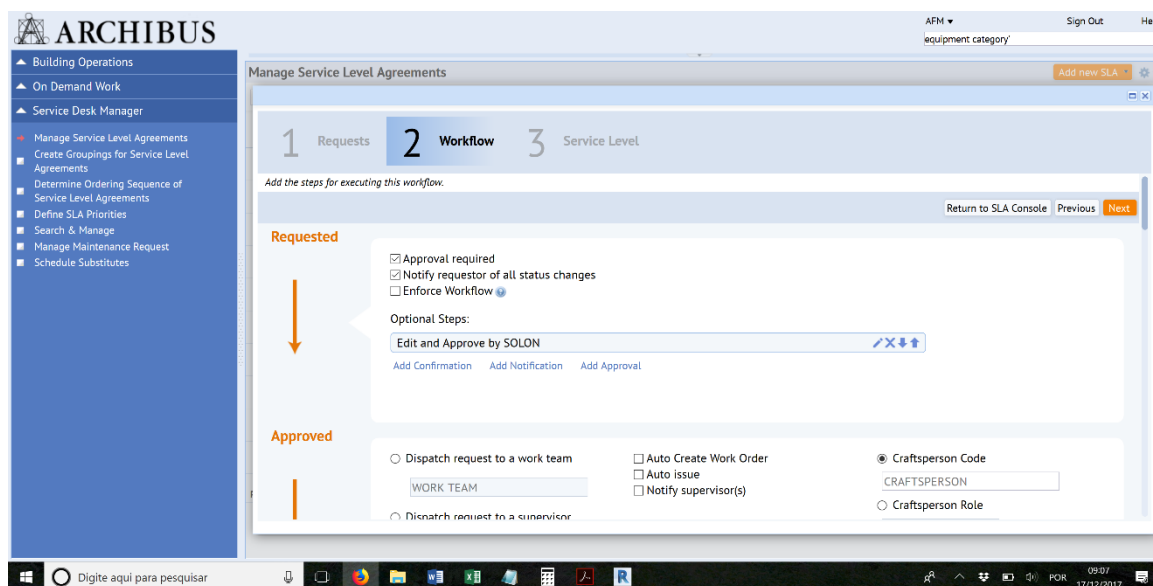
(fonte: o autor)

Figura 25 – Definição de informações para equipamentos

The screenshot shows the ARCHIBUS interface for defining equipment. The main window is titled "Define Equipment" and shows details for a "CHILLER" equipment code. The "General" tab is active, displaying fields for "Equipment Code", "Equipment Standard", "Model Number", "Serial Number", "Equip. Status", "Equipment Condition", and "Survey Photo". A photo of the chiller unit is shown in a pop-up window. The "Additional Comments" field contains text about the equipment's installation and maintenance history.

(fonte: o autor)

Figura 26 – Definição de fluxos de trabalho e hierarquia de decisão



(fonte: o autor)

Como expuseram J.J. McArthur (2015) e Lessa e Souza (2010), a inserção e manutenção dessas informações é, ao mesmo tempo, de grande importância e constituem um dos principais desafios para a implantação do BIM-FM em uma edificação existente. Nessa fase será demandado um grande esforço da equipe de trabalho de um setor de manutenção, pois muitas vezes os dados relevantes, nem foram levantados, pois sua relevância somente é notada durante o processo de povoamento de dados no software.

4.5 Soluções oferecidas pelo método BIM-FM

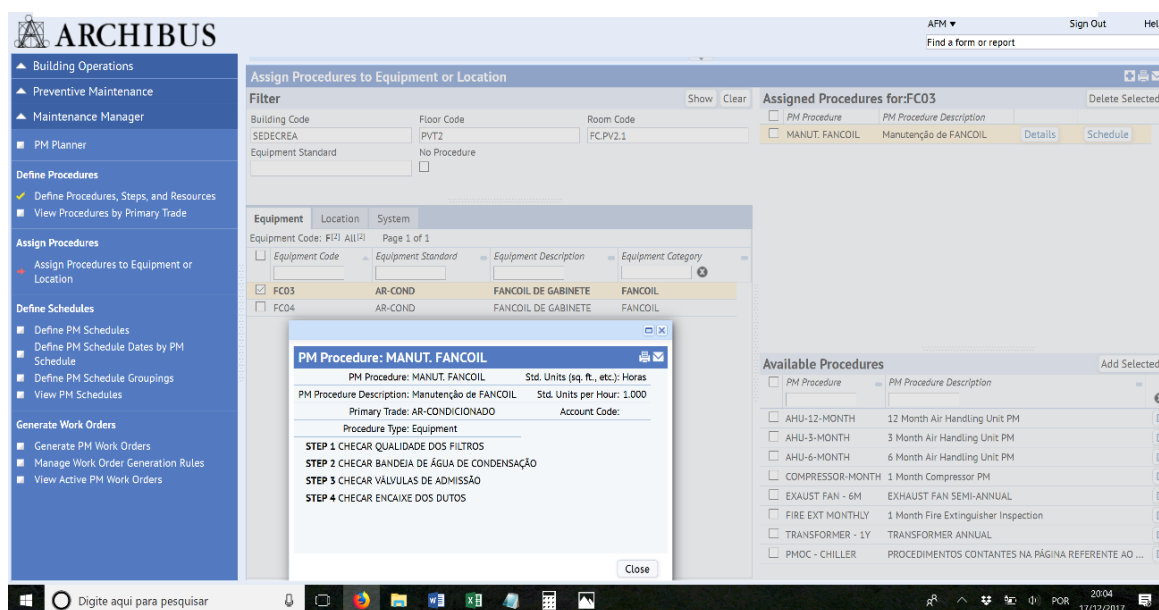
4.5.1 Planejamento de manutenções preventivas

Com o auxílio das ferramentas presentes no Archibus, é possível reduzir drasticamente o tempo e o esforço necessários para que um procedimento de manutenção preventiva seja planejado, agendado e executado e a rastreabilidade da informação gerada é garantida.

Primeiramente, de posse do PMOC gerado pela empresa responsável pela manutenção, as datas, recorrências e características dos procedimentos de manutenção preventiva a serem

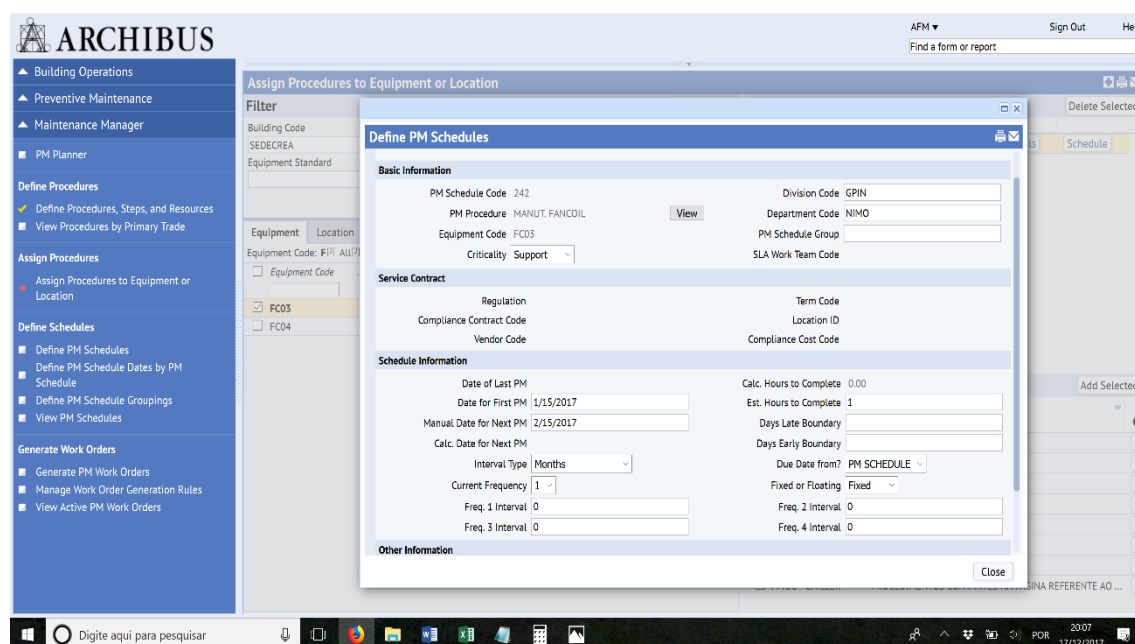
executados podem ser previamente inseridos no planejador do programa. Pode-se criar um cronograma tanto por local quanto por equipamento, gerando assim maneiras de filtrar a informação em futuras buscas. A figura 27 mostra um procedimento de manutenção previamente descrito, com seus passos a serem seguidos, de acordo com o PMOC, enquanto a figura 28 mostra o agendamento desse procedimento a ser executado em um equipamento.

Figura 27 – Passos a serem seguidos para manutenção preventiva de equipamento



(fonte: o autor)

Figura 28 – Agendamento de manutenção preventiva para um equipamento



(fonte: o autor)

Porém, no momento da elaboração desse planejamento, deve-se levar em conta que espaços atendidos pelo equipamento podem estar em uso. No procedimento atual, busca-se o contato do funcionário do setor que informe o cronograma de utilização do espaço. Já com o Archibus, é possível conferir o agendamento de uso de qualquer espaço da edificação, desde que já tenha sido previamente marcado pelo funcionário do respectivo setor. Essa medida já garante economia de tempo e facilita o planejamento do gestor de manutenção, uma vez que todos os agendamentos para um determinado espaço podem ser visualizados, através da ferramenta “Hospedagem”, como mostra a figura 29.

Figura 29 – Consulta a ocupação agendada de um espaço

Action Item ID	Start Date	End Date	Building Code	Floor Code	Room Code	Part of Day	Booking Type	Status	Room Category	Room Type
11299	12/17/2017	12/17/2017	SEDECREA	PVT2	SCM	Morning	Single	APPROVED	ESCRITÓRIO	EST. TRA
11302	12/17/2017	12/20/2017	SEDECREA	PVT2	NIMDB	Afternoon	Single	APPROVED	ESCRITÓRIO	EST. TRA
11301	12/19/2017	12/22/2017	SEDECREA	PVT2	SCM	Morning	Single	APPROVED	ESCRITÓRIO	EST. TRA

(fonte: o autor)

É possível filtrar a busca por cômodo, setor, andar, edificação, etc. Isso permite um planejamento muito mais amplo e ágil, dada a facilidade de aquisição das informações.

Após a conferência dos procedimentos de manutenção preventiva a serem executados e da disponibilidade dos espaços onde esses procedimentos ocorrerão, finaliza-se o agendamento. Ajustando a recorrência do procedimento, o software irá automaticamente gerar as ordens

de serviço para execução das tarefas, a serem destinadas aos funcionários designados para elas.

Além dessas informações, que são básicas para o planejamento da manutenção preventiva em um prédio comercial, o Archibus fornece mais uma grande variedade de tipos de informações que podem ser personalizadas e utilizadas, de acordo com as necessidades da organização e do setor de gestão. A figura 30 mostra as possibilidades que um gerente de operações prediais possui para criar e utilizar dados ligados a gestão da edificação. Em tradução livre, são exemplos de listagem de informações: garantias, fornecedores de peças, gerenciamento de inventário de peças, definição de equipes de trabalho, ordens de compra.

Figura 30 – Outros tipos de informação sobre manutenção disponíveis para uso no Archibus



(fonte: o autor)

4.5.2 Solicitação de serviços

Como um dos principais benefícios da interação BIM-FM em questões operacionais e de solicitação de atendimento pelo usuário pode-se destacar a possibilidade de uma grande quantidade de informação poder ser adquirida antes de uma inspeção no local, como descrito no segundo passo do fluxograma na figura 10. Utilizando uma situação hipotética de ocorrência frequente no CREA-RS, mostra-se a seguir esse tipo de benefício proporcionado pela interação entre um software de modelagem e um software FM.

Situação: em um dia quente, um funcionário de um setor do prédio (USUÁRIO1) sente-se incomodado com o ruído emitido pelo sistema de ar-condicionado e solicita atendimento do setor de manutenção.

Anteriormente, como mostrado na figura 10, o funcionário enviaria um e-mail ou faria uma ligação para o setor para descrever a situação e solicitar atendimento. Através do Archibus, porém, o funcionário utilizaria uma série de comandos e parâmetros previamente estabelecidos pelo setor de manutenção, com o intuito de facilitar o processo e melhorar a precisão do pedido. Como mostram as figura 31 e 32, o próprio programa explica e destaca a importância dessa precisão de descrição, visto que isso agilizará e melhorará a resposta do atendimento.

Figura 31 – Identificação e localização do usuário solicitante

(fonte: o autor)

Figura 32 – Seleção de opções de descrição e detalhamento do problema

(fonte: o autor)

Com campos como contato, localização, tipo de problema, descrições e até mesmo possibilidade de inserção de arquivos externo no pedido, a riqueza de informações aumentará muito a velocidade de atendimento do pedido. Além disso, esses campos previamente configurados estarão presentes em relatórios e listas, caso solicitados ao software, melhorando a qualidade do registro das informações e permitindo melhor análise e planejamento para ações futuras.

Efetuada a solicitação de atendimento, o setor de manutenção procede à análise do pedido, para diagnosticar o problema da melhor forma possível. No caso da situação descrita, muitas vezes um ruído incômodo pode estar sendo propagado pelo sistema de dutos, trazendo dúvidas quanto ao possível local exato da origem do problema. Como o prédio da sede do conselho já possui décadas de existência e passou por diversos proprietários, muitas das plantas dos sistemas instalados no prédio já foram perdidas ou mesmo nunca existiram.

No caso de um sistema de dutos de ar-condicionado, a planta da instalação seria vital para melhor entender os caminhos percorridos pelas peças. Como parte do plano de implantação do BIM-FM no prédio, um levantamento da configuração da instalação e inserção desse sistema no modelo seriam um passo crucial no aproveitamento do método. Com esse levantamento feito e uma planta da instalação gerada e inserida no Archibus, mesmo que

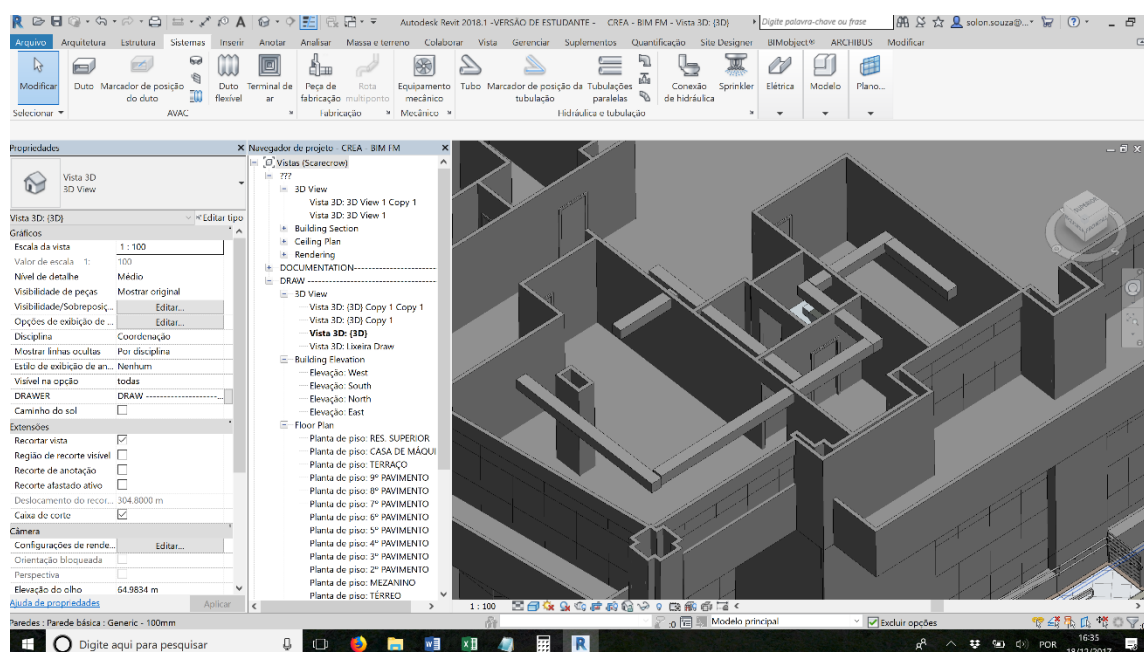
com baixo nível de detalhamento, parte do diagnóstico do problema poderia ser feito utilizando-se o modelo da edificação e os dados fornecidos pelo software FM, que indica, inclusive, o arquivo e a planta de piso do pavimento do modelo onde está a informação procurada. A seguir, as figuras 33 e 34 ilustram essa etapa da solução do problema.

Figura 33 – Filtros de busca pelo ambiente e indicação de arquivo de modelo 3D

Building Code	Floor Code	Room Code	Room Category	Room Type	Room Standard	Division Code	Department Code	Prorate	Area m²	Drawing Name	Entity
SEDECREA	CDM	CDM	INFRA	SERVGERAL	GRANDE	GPIN	NIMO	NONE	26.80	crea - bim fm-casa de máquinas	A7DE56
SEDECREA	CDM	TERR1	EXTERNO	TERRAÇO	GRANDE	GPIN	NIMO	NONE	42.14	crea - bim fm-casa de máquinas	A91169
SEDECREA	CDM	TERR2	EXTERNO	TERRAÇO	GRANDE	GPIN	NIMO	NONE	42.90	crea - bim fm-casa de máquinas	A91169
SEDECREA	CDM	TERRAÇO	EXTERNO	TERRAÇO	GRANDE	GPIN	NIMO	NONE	42.14	crea - bim fm-casa de máquinas	A91169
SEDECREA	CDM	TORRESFR	INFRA	AR-COND.	GRANDE	GPIN	NIMO	NONE	19.37	crea - bim fm-casa de máquinas	I2FLB8
SEDECREA	PVT2	ELEV1.2	CIRC	ELEV	MÍNIMO	COMUM	COMUM	NONE	2.81	crea - bim fm-2º pavimento	C65C44
SEDECREA	PVT2	ELEV2.2	CIRC	ELEV	MÍNIMO	COMUM	COMUM	NONE	2.80	crea - bim fm-2º pavimento	C65C44
SEDECREA	PVT2	FC.PV2.1	INFRA	AR-COND.	MÍNIMO	GPIN	NIMO	NONE	6.54	crea - bim fm-2º subsolo	S2F550
SEDECREA	PVT2	GER-GPIN	ESCRITÓRIO	EST.TRAB.	PEQUENO	GPIN		NONE	9.87	crea - bim fm-2º pavimento	7639CC
SEDECREA	PVT2	GPIN	ESCRITÓRIO	EST.TRAB.	GRANDE	GPIN		NONE	27.11	crea - bim fm-2º pavimento	CF41F7
SEDECREA	PVT2	HALL2	CIRC	HALL	PEQUENO	COMUM	COMUM	NONE	9.83	crea - bim fm-2º pavimento	C65C44
SEDECREA	PVT2	NAQÇ	ESCRITÓRIO	EST.TRAB.	MÉDIO	GEG	NAQÇ	NONE	17.70	crea - bim fm-2º pavimento	S5433F
SEDECREA	PVT2	NIMO	ESCRITÓRIO	EST.TRAB.	MÍNIMO	GPIN	NIMO	NONE	5.63	crea - bim fm-2º pavimento	C84903
SEDECREA	PVT2	NIM08	ESCRITÓRIO	EST.TRAB.	PEQUENO	GPIN	NIM08	NONE	9.32	crea - bim fm-2º pavimento	CF41F7
SEDECREA	PVT2	SCM	ESCRITÓRIO	EST.TRAB.	MÍNIMO	GPIN	SCM	NONE	3.46	crea - bim fm-2º pavimento	7639CC
SEDECREA	SUB1	ALMLIMP	INFRA	SERVGERAL	MÉDIO	GEG	ULH	NONE	12.04	crea - bim fm-1º subsolo	7639CC
SEDECREA	SUB1	CHILLER	INFRA	AR-COND.	GRANDE	GPIN	NIMO	NONE	46.88	crea - bim fm-1º subsolo	S68873
SEDECREA	SUB1	ELEV-1.1	CIRC	ELEV	MÍNIMO	COMUM	COMUM	NONE	2.76	crea - bim fm-1º subsolo	7639CC
SEDECREA	SUB1	ELEV-1.2	CIRC	ELEV	MÍNIMO	COMUM	COMUM	NONE	2.76	crea - bim fm-1º subsolo	7639CC
SEDECREA	SUB1	GAR1	GARAGEM	GARAGEM	GRANDE	GPIN	NIMO	NONE	603.94	crea - bim fm-1º subsolo	7639CC
SEDECREA	SUB1	HALL-1	CIRC	HALL	MÉDIO	COMUM	COMUM	NONE	23.73	crea - bim fm-1º subsolo	7639CC

(fonte: o autor)

Figura 34 – Visualização do modelo para localização dos componentes do sistema no Revit



(fonte: o autor)

Trabalhando em conjunto, essas duas ferramentas proporcionam melhor visualização e maior assertividade para uma tomada de decisões precisa, garantindo economia de tempo e recursos para atendimento de solicitações de serviço.

4.5.3 Geração e uso de informações relevantes

4.5.3.1 Busca e aquisição de informações

Regularmente sabemos exatamente onde está o arquivo ou informação que necessitamos para uma determinada atividade, seja de planejamento, solicitação, visualização, etc. Porém ainda é necessário chegar até essa informação. Caso armazenada em um computador, teríamos de seguir o caminho de pastas e locais onde este arquivo está. Caso armazenado de maneira física, teríamos que nos deslocar até o local de armazenamento. Em ambas as situações, ampliando essa tarefa para uma escala mensal ou mesmo anual, gasta-se uma quantia considerável de tempo. Para auxiliar nessa tarefa, o Archibus possui uma ferramenta de busca de comandos, atividades e processos dentro do software, acelerando consideravelmente a velocidade de aquisição de informações relevantes.

Figura 35 – Utilização da ferramenta de busca do Archibus

The screenshot shows the Archibus software interface. At the top right, there is a search bar with the text 'equipment' entered. Below the search bar, a 'Search Results' window is open, displaying a table of search results. The table has four columns: Task, Domain, Activity, and Process. The results include tasks like '3D Navigator - Equipment', 'Assign Team Members to Equipment', and 'Define Equipment', each associated with a specific domain and activity. A message at the bottom of the search results window indicates 'Not all records are shown.'

Task	Domain	Activity	Process
3D Navigator - Equipment	Technologies	User Interface Add-Ins	HTML5 Draw
3D Navigator - Equipment Procedures	Technologies	User Interface Add-Ins	HTML5 Draw
Assign Procedures to Equipment or Location	Building Operations	Preventive Maintenance	Maintenance
Assign Team Members to Equipment	Asset Management	Enterprise Asset Management	Business Proc
Assign Team Members to Equipment	Asset Management	Telecom Asset Management	Business Proc
Commission Equipment	Capital Project Management	Commissioning	Post-Construct
Current Equipment	Building Operations	On Demand Work	Operational F
Current Equipment	Building Operations	Preventive Maintenance	Operational F
Define Equipment	Building Operations	Condition Assessment	Business Proc
Define Equipment	Building Operations	On Demand Work	Inventory Ma
Define Equipment	Building Operations	Preventive Maintenance	Business Proc
Define Equipment	Capital Project Management	Condition Assessment	Business Proc
Define Equipment	Environmental & Risk Management	Compliance Management	Business Proc

(fonte: o autor)

4.5.3.2 Listas e relatórios de serviços

Como salientado pelos gestores de patrimônio e manutenção nas entrevistas realizadas, constantes no Item 5.2 deste trabalho, a rastreabilidade de informações é um ponto crucial a ser melhorado na atual maneira de exercer as funções de gestão de edificações. Além de garantir o registro da informação gerada e utilizada, a rastreabilidade da informação também é necessária para futuras análises e tomadas de decisão. Destinação de verbas, projetos de mudanças e reformas e decisões quanto a substituição ou aquisição de novos equipamentos são apenas alguns exemplos de análises necessárias em uma empresa que são consideravelmente dependentes de registros de informações. Caso essas informações não existam ou tenham seu acesso dificultado pela maneira com a qual são armazenadas, planos e projetos podem ter sua elaboração afetada, o que provavelmente acarretará em maiores custos para a organização.

A seguir, lista-se alguns dos tipos de relatórios que o Archibus pode gerar, filtrando e selecionando as informações a serem mostradas, de acordo com o assunto procurado.

4.5.3.2.1 Serviços solicitados e executados, por local

Dentro do Archibus, é possível listar e visualizar o histórico de solicitações que partiram de um mesmo local, preenchendo as informações nos filtros da procura do programa. Nessa lista, constam informações como código do setor e departamento, *status* do pedido, categoria do equipamento, entre outros. Adicionalmente, o programa exibe a planta do pavimento onde este local se encontra, destacando a localização em planta, com os pedidos listados junto ao código do ambiente. A figura 34 mostra essa ferramenta do software.

Figura 36 – Serviços solicitados por local, listados e exibidos em planta

The screenshot displays the ARCHIBUS software interface. The top navigation bar includes the ARCHIBUS logo, user information (AFM), and options for Sign Out and Help. The main content area is titled 'Location of Work Requests' and features a 'Filter' section with fields for Site Code (SEDECREARS), Building Code, Division Code, and Department Code. Below the filter, there is a 'Select Floor' section for SEDECREA, listing 'PVT2 crea - bim fm-2º pavimento' and 'SUB1 crea - bim fm-1º subsolo'. A floor plan diagram shows several rooms, with one room highlighted in yellow and labeled 'NACQ'. Below the floor plan, a 'Work Request' table is displayed with the following data:

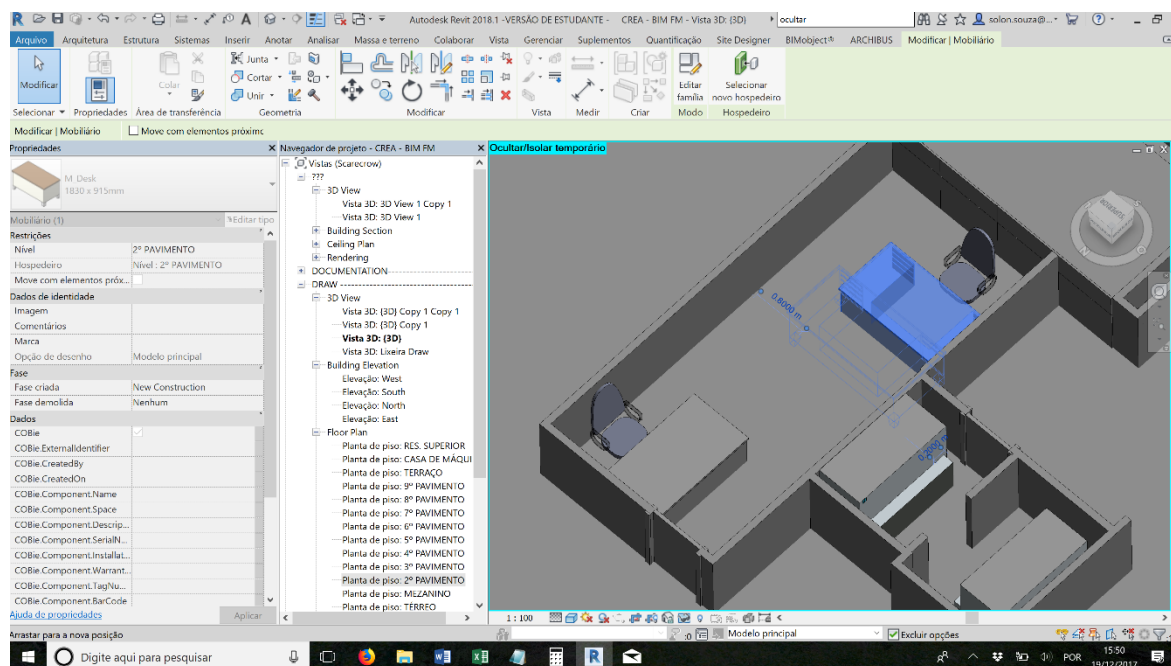
Work Request Code	Room Code	Division Code	Department Code	Work Request Status	Problem Type	Equipment Standard	Equipment Code
1150001068	NACQ	GEG	NACQ	Issued and in Process	AR-CONDICIONADO/TEMPERATURA		
1150001069	NACQ	GEG	NACQ	Issued and in Process	AR-CONDICIONADO/TEMPERATURA		
1150001070	NACQ	GEG	NACQ	Requested	AR-CONDICIONADO/RUIDO		
1150001071	NACQ	GEG	NACQ	Requested	AR-CONDICIONADO/RUIDO		

(fonte: o autor)

A partir de informações e visualizações como essa, decisões sobre mudanças de locais, realocação de funcionários ou substituição de aparelhos e peças podem ser muito mais precisamente tomadas, dada a riqueza de detalhes que esse tipo de abordagem fornece ao responsável pelo planejamento das ações a serem tomadas para minimizar a frequência de ocorrências.

Outro exemplo semelhante seria a verificação de constantes reclamações quanto a temperatura em um ambiente, evento comum em prédios comerciais e de escritórios. A partir da identificação do ambiente, sua configuração de mobília e equipamentos, pode-se planejar a mudança de local de um funcionário, para que ele se sinta mais confortável no ambiente. Utilizando o modelo, essa tarefa fica mais dinâmica, uma vez que, feitas as alterações da lay-out do ambiente, elas serão automaticamente inseridas no software FM, economizando tempo e trabalho do setor de gestão de espaços da organização. A figura 34 ilustra uma possibilidade de uso de um software de modelagem a partir de informações obtidas do software de gestão de facilities.

Figura 37 – Mudança de lay-out para solucionar constantes solicitações de atendimento de um mesmo setor ou funcionário



(fonte: o autor)

4.5.3.2.2 Informações sobre equipamentos

O inventário de patrimônio de uma organização pode ser extremamente custoso, em termos de tempo e recursos, de ser elaborado. Porém, uma vez elaborado, otimiza a administração dos bens dessa organização. Dentro desse levantamento estão as máquinas, equipamentos e instalações de sistemas presentes em uma edificação, que possuem grande importância para o bom funcionamento da empresa ou indústria. Utilizando a sugestão de abordagem de J.J. McArthur (2015), ilustrada na Figura 3, pode-se fazer esse levantamento aos poucos, iniciando pelos itens de maior relevância para a organização.

No caso do setor de manutenção e operação, ter uma lista sempre atualizada e detalhada de todos os equipamentos pelos quais é responsável é de vital importância para o bom desenvolvimento das atividades daquele setor. Manter essa atualização através do input manual de dados em todos os locais onde essas listas são necessárias, toda vez que algo mudar, é um fator que pode gerar demora e consumir recursos. No entanto, ao se utilizar métodos e softwares BIM-FM, pode-se executar essas atividades de maneira econômica e rápida. Uma vez inserido no modelo o novo equipamento ou a nova localização de um equipamento, dentro de um software de modelagem, como o Revit, atualiza-se o modelo da

edificação presente no Archibus, com o auxílio do plug-in do programa. Portanto, ao mesmo tempo, foram adicionadas e atualizadas, em ambos os programas, as informações relevantes, de uma forma dinâmica, com grande redução de tempo dispendido.

Atualizados os modelos, o Archibus é capaz de fornecer listas de bens de acordo com o objetivo do interessado, permitindo a filtragem de informações, como mostra a figura 35, a seguir.

Figura 38 – Listas de bens, classificadas por equipamento, pavimento, setor, condição, entre outros

The screenshot displays the Archibus software interface. The left sidebar contains a navigation menu with categories like 'Building Operations', 'Operational Reports', 'CURRENT INFORMATION', 'Equipment Information', 'Labor Information', 'Resource Information', 'CURRENT WORK & PLANNING', 'Equipment Analysis', 'Labor Analysis', and 'Resource Analysis'. The main content area is titled 'Equipment Information' and has tabs for 'Equipment by Standard', 'Equipment by Location', 'Equipment by Department', and 'Equipment by Employee'. Under 'Equipment by Location', there are sub-tabs for 'By Building', 'By Floor', and 'By Room'. The 'By Building' tab is active, showing a search form for 'Building Code: S[1] All[1]' and a table with columns: Building Code, Building Name, Address 1, Address 2, City Code, State Code, Occupancy Count, and Number of Floors. A single row is visible: SEDECREA, SEDE CREA-RS, RUA SÃO LUIS, 77, BAIRRO SANTANA, POA, RGS, 0.00, 13. Below this, there is another 'Equipment Information' section with a search form for 'Equipment Code: C[1] F[2] G[1] T[1] All[5]' and a table with columns: Equipment Code, Floor Code, Room Code, Division Code, Department Code, Equipment Standard, Equipment Use, Equipment Condition, # of normal operating hrs/day, and Additional Comments. The table contains several rows of equipment data, including CHILLER, FC03, FC04, GRELH401.PVT2, and TOR.RESFR.

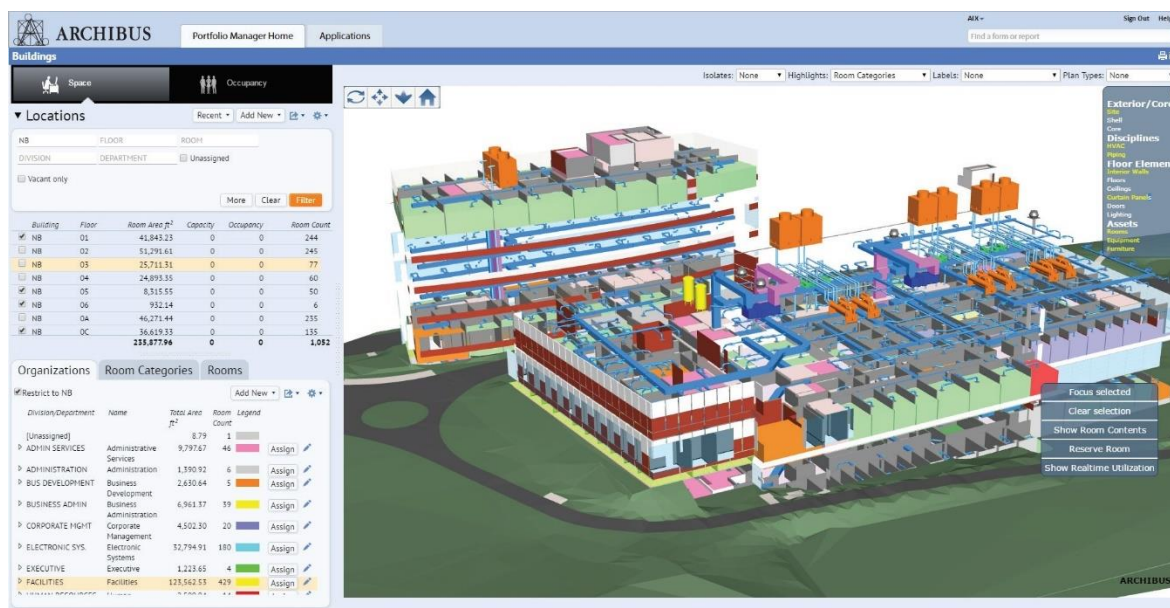
(fonte: o autor)

4.5.3.3 Visualização no 3D Navigator

Como exposto nas delimitações deste trabalho, a versão do software Archibus utilizada foi uma versão de experimentação especialmente concedida. Nela, no entanto, não estão presentes todas as ferramentas que o software contém. Uma dessas ferramentas bloqueadas, mesmo não podendo ser utilizada neste trabalho, merece menção, dada sua grande relevância em relação aos objetivos deste trabalho. Denominada 3D Navigator, essa função do programa permite a exploração do modelo 3D de uma edificação dentro do software Archibus. Semelhante às funções expostas anteriormente em relação a utilização das plantas da edificação para execução de tarefas de gestão de facilities, é possível utilizar esses modelos tridimensionais para selecionar objetos, conferir informações e localização de

equipamentos, requisitar serviços para componentes da edificação, entre outras possibilidades. A figura 36 exemplifica essa ferramenta de visualização tão importante.

Figura 39 – Exemplo de modelo 3D visualizado dentro do Archibus



(fonte: <https://www.archibus.com/images/3dNavigator2016.png>)

A principal característica a ser destacada é a autonomia fornecida ao usuário em relação a softwares de modelagem. Uma vez inserido o modelo dentro do Archibus, qualquer usuário poderá manipular o modelo inserido sem a necessidade de possuir e dominar um software exclusivo de modelagem. Sendo assim, pode-se designar apenas um colaborador responsável pela elaboração e modificação dos modelos em softwares de modelagem, quando necessário, enquanto todos os outros, usuários apenas do Archibus, poderão visualizar os modelos e seus componentes dentro do software FM. Assim, economiza-se recursos em treinamento e capacitação de pessoal, sem perder o potencial fornecido por modelos 3D e

Como exposto pelos gestores entrevistados no início deste estudo, a melhor visualização esquemática das edificações gerenciadas seria um grande avanço que o BIM-FM pode oferecer. Com a possibilidade de se navegar por modelos de estruturas e instalações de uma edificação, devidamente registrados e modelados, a qualidade e precisão da informação obtida possibilitariam planejamentos, projetos e registros de informações muito melhores. Somando-se a isso, uma interface com visualização facilita a compreensão daqueles que não

estão acostumados a lidar com plantas de pavimentos, facilitando e enriquecendo a qualidade de solicitações de atendimento, por exemplo.

5 Considerações finais

Com inúmeras tecnologias e ferramentas de auxílio de gestão sendo desenvolvidas, é apenas uma questão de tempo para que a atividade da gestão predial seja totalmente remodelada para tornar-se adequada a esses avanços. Junto a isso, também cresce rapidamente a noção de usuários e gestores que os custos gerados pela ineficiência e pela falta de planejamento no uso, operação e manutenção de uma edificação são insustentáveis.

Muitos desses gestores, entretanto, ainda não possuem conhecimento suficiente das inovações e invenções já presentes no mercado, mesmo sabendo que precisam de novas alternativas para melhorar o desempenho de suas funções. Dessa forma, apresentando soluções para essas questões como as observadas neste trabalho, as tecnologias relacionadas ao BIM-FM mostram-se a nova tendência do mercado de *facilities management* no Brasil e no mundo.

É importante salientar que justamente por estar ainda numa fase inicial de implantação de *softwares* e métodos, a utilização de ferramentas BIM-FM se mostra complexa. Mesmo com interfaces intuitivas e grande quantidade de dados facilmente visualizáveis, a quantidade de usuários com capacitação suficiente para esse tipo de tecnologia provavelmente é baixa. Com requisitos que vão desde a plena noção de como programas de computador em geral funcionam até o conhecimento em língua estrangeira e armazenamento e transferência de dados, o investimento em treinamento e capacitação de pessoal será um dos principais desafios das organizações que desejarem implantar esses métodos de gestão em suas edificações.

Vencido esse desafio, usuários e operadores capacitados serão a garantia da eficiência na gestão de edificações e instalações, auxiliando no alcance da capacidade máxima de retorno que o BIM-FM pode oferecer. Os valores e tempo investidos nesse aprendizado dependerão do quão inseridas nos métodos BIM-FM as organizações desejam estar, visto que a maioria dos programas de gestão predial e de patrimônio pode ser adquirida por partes, de acordo com as prioridades das empresas e instituições.

O objetivo deste trabalho foi demonstrar as possibilidades de melhoria nas tarefas referentes à gestão de edificações e instalações prediais com o uso de softwares BIM-FM, utilizando o

sistema de climatização de um prédio comercial como exemplo de utilização. Com a utilização do programa de gestão de facilities, o Archibus, integrado ao programa de modelagem, o Autodesk Revit, foi possível perceber que uma organização que possui seu patrimônio, espaços e instalações gerenciadas por meio de plataformas integradas pode ter suas atividades de gestão executadas de maneira muito mais rápida, precisa e econômica.

Destaca-se a influência da modelagem 3D na fase do pós-obra, não permanecendo relevante apenas na fase de projeto e execução. A facilitação na busca e visualização de dados, o aumento de qualidade das informações obtidas e a otimização do registro e rastreabilidade dessas informações geradas foram as funções nas quais mais foi percebida a melhora alcançada pela utilização dos métodos e programas BIM-FM. Como exposto pelos gestores entrevistados para a elaboração deste trabalho, eram justamente esses aspectos – visualização, precisão e rastreabilidade – que se mostravam mais importantes para o melhoramento das atividades de gestão predial.

Portanto, analisando as atividades tomadas como exemplo para o desenvolvimento do trabalho, é possível afirmar que o objetivo do trabalho foi alcançado, com o potencial das ferramentas e métodos do BIM-FM ficando em evidência quanto a rapidez, economia de tempo e recursos e melhora na confiabilidade das atividades desempenhadas na gestão predial. A segurança de registro e rastreabilidade de informações foram observadas pelas diversas ferramentas de inserção, manutenção de busca de informações sobre ativos e procedimentos que o Archibus oferece.

A importância de projetos e modelos *as-built* ficou evidente ao longo do trabalho, principalmente para a área FM. Com as diversas mudanças que podem ocorrer ao longo da execução de um projeto, a revisão e projeção dessas mudanças para futura utilização por gestores e administradores é vital. Modelos e plantas atualizados ao fim da obra, com sistemas e instalações compatibilizados e devidamente inseridos, evitam o surgimento de incertezas no uso, operação e manutenção de uma edificação,

Observa-se também que a padronização de procedimentos e acompanhamento de ordens de serviço e manutenção preventiva foram facilitadas e agilizadas pelas ferramentas de operações predial do *software*, melhorando a comunicação entre equipes de operação, gestão e direção de uma organização. O grande ganho de precisão e detalhamento de informações,

importantes para a administração de uma edificação, ficou claro com o uso de modelagem 3D e integração com programas de gestão, que são a principal característica do BIM-FM.

O potencial dessas ferramentas foi acompanhado por sua complexidade de utilização, vencida apenas com longo esforço e dedicação ao estudo das ferramentas, mesmo que utilizando-se parte de suas funções. No entanto, ao se desenvolver a prática das funções exploradas, fica claro que sua utilização traz grandes melhorias à maneira de gerenciar uma edificação e suas instalações.

Vale ressaltar a grande gama de aplicações desses métodos na gestão de uma organização e as possibilidades futuras que se mostram cada vez mais próximas. O exemplo utilizado neste trabalho é apenas uma pequena parte do que pode ser feito com as ferramentas e método BIM-FM. Assim como o sistema de climatização de uma edificação, todos os outros sistemas podem ser administrados de maneira muito mais eficiente e eficaz com as novas tecnologias em ascensão. Instalações elétricas e hidráulicas, prevenção e combate a incêndio, cabeamento, tubulações, ocupação e desempenho de ambientes, melhor controle financeiro e planejamentos de médio e longo prazo são outros exemplos que a gestão de facilities, sua integração com modelagem 3D e a dinâmica de transferência de informações que as ferramentas BIM oferecem pode melhorar consideravelmente, demandando apenas a aquisição de softwares e a capacitação de pessoal.

Com esse relativamente baixo custo de implantação e um grande e rápido retorno de recursos, mostra-se apenas necessário conscientizar o mercado da necessidade da mudança, pois as consequências extremamente positivas dessa mudança já são facilmente visíveis.

6 Referências

ARCHIBUS. **ARCHIBUS, The #1 Solution for Real Estate, Infrastructure & Facilities Management in the World**. Disponível em <<http://www.archibus.com/>>. Acesso em: junho de 2017.

ARCHIBUS. **ARCHIBUS Product Overview**. Version 21.3. Boston, USA: ARCHIBUS, Inc., 2015.

FACILITIES MANAGEMENT TECHNIQUES INC. **Archibus Product Overview**. Boston, USA: ARCHIBUS, Inc., 2015.

GALLAHER, O'CONNOR, DETTBARN, GILDAY. **Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry**. Maryland, USA. National Institute of Standards and Technology, 2004.

GOMIDE, T. L. F.; PUJADAS, F. Z. A.; FAGUNDES NETO, J. C. P. **Técnicas de Inspeção e Manutenção Predial**. São Paulo: Ed. Pini, 2006.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2nd edition. Hoboken, USA: John Wiley & Sons, 2011.

J.J. McARTHUR. **A building information management (BIM) framework and supporting case study for existing building operations, maintenance and sustainability**. Toronto, Canada. Elsevier, 2015.

LESSA, A. K. M da. C.; SOUZA, H. L de. **Gestão da manutenção predial: uma aplicação prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

LUIZETTO, L. E. F.; **Conforto Térmico Em Ambientes De Escritório**. São Paulo, 2014. p. 12

MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL. **Portaria N° 3.523, DE 28 DE AGOSTO DE 1998**. Saúde Legis. Governo Federal. 1998

PLURALSIGHT.COM. **What is BIM? It's more than Revit**. Farmington, USA. 2013

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

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

MACHADO, Carina Couto; CALVOSA, Marcello Vinicius; OLIVARES, Gustavo Lopes. **Quarteirização vs Terceirização: uma vantagem competitiva na gestão de contratos** *In* II SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2006.

APÊNDICE A – LISTA DE PERGUNTAS PARA A ENTREVISTA COM GESTORES DE INSTALAÇÕES

Após uma introdução ao assunto do trabalho feita pelo entrevistador e a apresentação do entrevistado e seu histórico, foram feitas as seguintes perguntas para os entrevistados:

1. Quais as principais atividades que você desenvolve na organização?
2. O que um Gerente FM precisa saber e como ele deve pensar?
3. Como os conhecimentos adquiridos durante a sua formação em Eng Civil contribuíram para o atendimento das necessidades que essa função gera?
4. Achas que as ferramentas BIM facilitariam o fluxo de informações?
5. As ferramentas de gerenciamento atualmente utilizadas são suficientes para que o serviço flua com qualidade?
6. Quais são os pontos fracos da FM atualmente?