

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização em Construção Civil**

Úrsula Motta de Oliveira

**ESTUDO DE CASO DA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA GESTÃO E  
OPERAÇÃO DO SISTEMA DE AR-CONDICIONADO EM CENTRO DE SAÚDE**

Belo Horizonte  
2022

Úrsula Motta de Oliveira

**GESTÃO DE FACILIDADES – ESTUDO DE CASO DA IMPLANTAÇÃO DA  
TECNOLOGIA BIM NA GESTÃO E OPERAÇÃO DO SISTEMA DE AR-  
CONDICIONADO (HVAC) E CENTRO DE SAÚDE**

**Versão Final**

Monografia de especialização apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construção Civil.

Ênfase: Gestão e Avaliação nas Construções.

Orientador: Prof. White José dos Santos

Belo Horizonte  
2022

O48g	<p>Oliveira, Úrsula Motta de.  Gestão de facilidades – estudo de caso da implantação da tecnologia BIM na gestão e operação do sistema de ar-condicionado (HVAC) e Centro de Saúde [recurso eletrônico] / Úrsula Motta de Oliveira. - 2022.  1 recurso online (82 f. : il., color.) : pdf.</p> <p>Orientador: White José dos Santos.</p> <p>Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Gestão e Tecnologia na Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.</p> <p>Bibliografia: f. 77-82.  Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Construção civil. 2. Modelagem de informação da construção. 3. Tecnologia. 4. Ar condicionado. 5. Aquecimento e ventilação.  I. Santos, White José dos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU:</p> <p style="text-align: center;">69</p>
------	---



## ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

**ALUNO:** ÚRSULA MOTTA DE OLIVEIRA

**MATRÍCULA:** 2019706479

**RESULTADO**

Aos 12 dias do mês de abril de 2022 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:  
 “ESTUDO DE CASO DA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA GESTÃO E OPERAÇÃO DO SISTEMA DE AR-CONDICIONADO EM CENTRO DE SAÚDE”

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

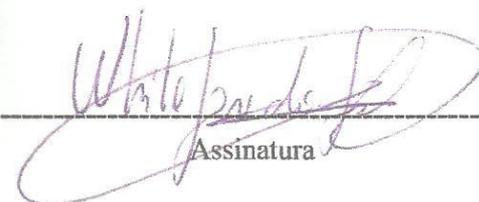
APROVADO                     
  APROVADO COM CORREÇÕES                     
  REPROVADO

NOTA: ---88---                      CONCEITO: ---B---

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. White José dos Santos

Nome

  
 Assinatura

Profª. Drª. Dayana Cristina Silva Garcia

Nome

  
 Assinatura

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E AVALIAÇÕES NAS CONSTRUÇÕES"

Belo Horizonte, 12 de abril de 2022

Antonio  
 Neves de  
 Carvalho Jr

Assinado de forma digital por Antonio Neves de Carvalho Jr  
 Dados: 2022.04.13 13:15:06 -03'00'

Coordenador do Curso

## Resumo

Objetivou-se realizar estudo de caso de forma a avaliar as formas de implantação da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) no processo de Gestão e Operação de Facilidades do Sistema de Climatização em Centro de Saúde. No estudo de caso, houve um levantamento do processo de manutenção e operação atual a fim de se fazer um comparativo final, verificando os benefícios dos processos pautados em novas tecnologias no gerenciamento da manutenção e operação. Por fim, foi traçado um comparativo com o atual processo com a utilização de algumas plataformas BIM, sendo possível entender quais os benefícios que as mesmas poderiam oferecer, como por exemplo, se haveria alguma melhoria da qualidade como um todo do processo, com relação a redução de tempo e de custos, e conseqüentemente no provável prolongamento da vida útil dos ativos. Constatou-se diversas dificuldades no atual processo de FM (*Facility Management*) do INC, onde as atividades e dados se baseiam em meios físicos, como na utilização de papeis. Diante disto, passou-se a pensar e uma alternativa que pudesse diminuí-las. Assim o BIM teve um papel importante na mitigação de erros nas diversas etapas que envolvem a construção, operação e manutenção, Contribuiu como forma de automatizar e integrar diversas informações através de um ambiente virtual disponibilizando diversos recursos, como uma melhor visualização e facilitação da coleta de dados voltados ao ativos. O estudo de caso, permitiu identificar melhorias pelo uso de novas tecnologias.

Palavras-Chave: Gerenciamento de Facilidades; *Building Information Modeling*; Operação e Manutenção; Tecnologia; *Heating Ventilation and Air conditioning*.

## **Abstract**

*The present work aims to study the ways of implementation of BIM technology (Building Information Modeling) in the process the Facility management of the HVAC system in a health center. Due the difficulties related by the current administration of FM in the Health Center, where the activities and data are based in physical ways, for example, with the utilization of paper, it was necessary to think in alternatives which can improve this methodology. As it is known, the BIM has been performing an important role in the mitigation of mistakes in the variety phases of the building construction, operation and maintenance and can contribute to automatize and integrate several information from a virtual environment. It makes available several resources which makes possible a better visualization and facilitation the collect of data assets, so it was done a case of study in other to investigate improvements proposed by these new technologies. In this study of case, it was done a data survey of the current maintenance and operation process to do a final comparison, which allowed to identify the benefits of the process based in new technologies in the management and operation tasks. In a nutshell, it was outlined a comparison between the current process and with the utilization of some BIM platforms. I was possible to understand what benefits that these platforms could offer, for instance, it was possible to understand if with the use of them will improve the quality of all process, regarding to reduce of time and costs and consequently in the probable extension in the life assets.*

*Keywords: Facility Management; BIM; Operation and Maintenance; Technology; Heating, Ventilation and Air conditioning.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre pessoas, locais, processos e tecnologias através do FM em uma organização .....	16
Figura 2 - Evolução da FM ao longo dos anos .....	17
Figura 3 - Ciclo de vida típico de um edifício comercial (em anos).....	18
Figura 4 - Supportive government initiatives are driving the Brazil market revenue (Iniciativas governamentais de apoio estão impulsionando a receita do mercado brasileiro .....	20
Figura 5 - Imagens esquemáticas sobre a função do PMOC .....	22
Figura 6 - Exemplo de KPI's dentro de um sistema de Gestão FM em software comum (Produtivo), Dashboard .....	29
Figura 7 - Exemplo de KPI's dentro de um sistema de Gestão FM em software comum (Produtivo), Relatório de volume de trabalho .....	30
Figura 8 - Exemplo de KPI's dentro de um sistema de Gestão FM em software comum (Produtivo),Relatório de alertas.....	30
Figura 9 - Gerenciamento de manutenção reativa e agendamento de manutenção no Autodesk 360 OPS .....	31
Figura 10 – Planos de gestão de FM de acordo com EM 152221-1:.....	32
Figura 11 - Condicionadores de ar no mundo .....	34
Figura 12 - Gráfico comparativo de tendência entre países para a certificação LEED.. .....	35
Figura 13 - Gráfico comparativo entre custos por tipo de manutenção e sua dificuldade de implementação.....	36
Figura 14 - Gráfico comparativo de ROI (Potencial retorno sobre o investimento) em 1 ano.....	37
Figura 15 - Custos operacionais na concepção de um empreendimento – Clico de vida.....	39
Figura 16 - Exemplo da curva da “banheira” – Ciclo de vida de um empreendimento ou sistema .....	40
Figura 17 - Fatores críticos de sucesso .....	40
Figura 18 - Dimensões do BIM .....	42
Figura 19 - Conjunto de atividades relacionadas a FM e ao BIM .....	40
Figura 20 -Facilidades e Serviços imobiliários (Facilities e Real State Services) ....	45
Figura 21 - Interface do YouBIM (Ordem de Serviços).....	45
Figura 22 - Interface do Autodesk 360 OPS para gerenciamento de Work Orders (Ordem de Serviços).....	46
Figura 23 - Interface do Autodesk 360 OPS para gerenciamento de Work Orders (Configuração da Ordem de Serviços) .....	46
Figura 24 - Interface do YouBIM (Informação dos Ativos) .....	47
Figura 25 - Interface do Autodesk 360 OPS – Import Building Assets (Informação dos Ativos).....	47

Figura 26 - Interface do YouBIM (Localização dos ativos), visualização em 3D.....	48
Figura 27 - Interface do YouBIM (Localização dos ativos), visualização em 2D em planta.....	48
Figura 28 - Interface do Autodesk 360 OPS Indoor Maps (Localização dos ativos), em mapa.....	49
Figura 29 - Fluxograma dos passos para a implementação BIM juntamente com a Plataforma YouBIM.....	50
Figura 30 - Alternativa de caminhos de dados para a integração BIM com FM.....	51
Figura 31 - Transferência de dados para o YouBIM.....	52
Figura 32 - Fluxograma de dados COBie para Modelo BIM .....	52
Figura 33 - Ilustração dos ambientes climatizados.....	55
Figura 34 - Exemplificação de visualização de dados em tempo real do IBM Máximo integrada com a plataforma YouBIM.....	55
Figura 35 – Exemplo de patrimônio .....	60
Figura 36 - Gráfico de OS em aberto, executadas e canceladas .....	66
Figura 37 - Janela de cadastro de equipamentos .....	67
Figura 38 - Itens de cadastro de inspeção de Manutenção .....	67
Figura 39 - Formulário de manutenção preventiva .....	69
Figura 40 - Agrupamento de localizações .....	70
Figura 41 - Amostra 3d de localização do Chiller no BIM 360 OPS.....	70
Figura 42 - Amostra 3d de válvula de Chiller no BIM 360 OPS .....	71
Figura 43 - Interface do BIM 360 OPS .....	71
Figura 44 - Janela de ticket cadastrado no BIM 360 OPS.....	72
Figura 45 - Checklist atribuído ao ticket com os itens a serem inspecionados no BIM 360 OPS .....	73
Figura 46 - Dashboard de status de manutenção no BIM 360 OPS .....	74
Figura 47 - Plano de Manutenção e Controle no BIM 360 OPS .....	75
Figura 48 - Visualização do gráfico de andamento dos tickets.....	75
Figura 49 - Indicativo detalhado de item específico do gráfico .....	76
Figura 50 - Visualização dos tickets indicados no gráfico da figura anterior .....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de definição de FM (IJFM, 2014) .....	155
Tabela 2 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) – Produtivo, Identificações.....	23
Tabela 3 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) – Produtivo, Listagem dos Ambientes climatizados.....	23
Tabela 4 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) – Produtivo, Controle da manutenção preventiva, listagem dos condicionadores tipo Split.....	23
Tabela 5 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) – Produtivo, Controle da manutenção preventiva, listagem dos condicionadores tipo Self Contained.....	25
Tabela 6 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) – Produtivo, Controle da manutenção preventiva, listagem das torres de resfriamento parte 1.....	25
Tabela 7 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) - Produtivo, Controle da manutenção preventiva, listagem das torres de resfriamento parte 2.....	26
Tabela 8 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) - Produtivo, Recomendações aos usuários em situações de falha do equipamento .....	24
Tabela 9 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) - Produtivo, Classificação dos filtros de ar para utilização em ambientes climatizados .....	27
Tabela 10 - Informações contidas nas Planilhas .....	60
Tabela 11 – Comparativo entre plataformas YouBIM x BIM 360 OPS (Autodesk) ..	64
Tabela 12 - Tabela comparativa de funcionalidades entre um software BIM (BIM 360 OPS) e não BIM (SQL) aplicado a FM .....	77

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo .....	59
-------------------------	----

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAFAC	Associação Brasileira de Facility Management, Property e Workplace
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
ABT	Área Total Bruta
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AIM	<i>Asset Information Model</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
API	Interface de programação de aplicativo
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BEP	<i>Building Execution Plan</i> (Planos de Execução BIM)
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAMF	<i>Computer Aided (or Computerized) Facility Management (System)</i>
CAGR	Taxa de crescimento anual composta
CAPEX	<i>Capital expenditure</i> - Despesas de capital
CEO	Diretor Executivo
COVID	Corona Virus Disease (Doença do Coronavírus)
COVISA	Coordenadoria de Vigilância em Saúde
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management System</i>
COBie	<i>Construction Operations Building Information Exchange</i>
DAI	Doenças do Ambiente Interno
EAS	Estabelecimento Assistencial de Saúde
FEI	Faculdade de Engenharia Industrial
FM	<i>Facility Management</i>
GVIMS	Gerência de Vigilância e Monitoramento em Serviços de Saúde
GGTES	Gerência Geral de Tecnologia em Serviços de Saúde
HEPA	<i>High Efficiency Particulate Arrestance</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilation and Air conditioning</i>
IEA	Agência Internacional de Energia
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>

IFMA	<i>International Facility Management Association</i>
IJFM	<i>International Journal of Facility Management</i>
INC	Instituto Nacional de Cardiologia
IoT	Internet das Coisas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IWMS	<i>Integrated Workplace Management System</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> (ou Indicadores Chave de Desempenho)
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LOD	<i>Level of development</i>
NBIMS	<i>National Building Modeling Standart</i>
NBR	Norma Técnica Brasileira
NBS	<i>National BIM Report</i>
O&M	Operação e Mnutenção
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPEX	<i>Operational expenditure</i> – Despesas operacionais
OS	<i>Work Orderd</i> – Ordem de Serviços
PMOC	Plano de Manutenção e Controle
ROI	Retorno Sobre o Investimento
SED	Síndrome do Edifício doente
SLA	<i>Service Level Agreement</i> - Acordo de Nível de Serviço
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SUS	Sistema único de Saúde
TCO	Custo total de ocupação
TI	Tecnologia da Informação
VU	Vida Útil
VUP	Vida Útil de Projeto
2D	Segunda dimensão
3D	Terceira dimensão
7D	Sétima dimensão

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 Estrutura do trabalho .....	13
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	14
<b>3. A GESTÃO DE FACILIDADES E O HVAC</b> .....	15
3.1 Definições .....	15
3.2 Histórico de evolução.....	16
3.3 A importância da FM no mercado .....	17
3.4 Cenário no Brasil e no mundo.....	18
3.5 Definições de Acordo de Nível de Serviço ( <i>Service Level Agreement - SLA</i> ).....	21
3.6 Indicadores de Chave de Desempenho (KPI's).....	27
3.7 Níveis de Atuação .....	31
2.7.2 Nível Tático .....	33
2.7.3 Nível Operacional .....	33
3.8 Custos .....	34
2.9 Tipos de manutenção .....	35
<b>4. A GESTÃO DE FACILIDADES E O BIM</b> .....	38
4.1 Tecnologia BIM aplicada em FM no cenário mundial.....	38
4.2 Desafios encontrados à aplicação da tecnologia BIM em FM.....	39
4.3 Conceitos, definições e suas vantagens .....	41
4.4 Ferramentas.....	44
<b>5. METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DE DADOS</b> .....	56
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	60
6.1 O Processo corrente, software em SQL.....	65
6.2 BIM 360 OPS .....	70
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	79
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	80

## 1. INTRODUÇÃO

A conscientização da importância da gestão de facilidades ou *facility management* tem se expandido ao longo dos últimos anos e cada vez mais é visto a participação da engenharia como disciplina capaz de atender de forma inteligente as demandas do mercado. Segundo a Antonioli (2003), os países desenvolvidos de cultura anglo-saxônica começaram a se interessar pelo gerenciamento do edifício e seus sistemas nos anos 80 e esta atividade ficou conhecida como *Facility Management* (FM). Porém foram nos anos 90 que a FM ganhou força abrangendo a gestão de todas as atividades e serviços realizados em uma edificação comercial ou institucional. E foi então que em 2004 no Brasil que a Associação Brasileira de *Facility Management, Property e Workplace* (ABRAFAC) foi fundada (ABRAFAC, 2015). Desde então, diversos estudos relacionados à manutenção e operação dos edifícios utilizando a tecnologia BIM integrada a FM, como por exemplo, os apresentados pela CanBIM, no congresso regional de Toronto, em 2019, (Entendendo a transferência de dados a partir de um modelo BIM para sistemas CAFM e Automação BIM FM através do DYNAMO) vêm surgindo na tentativa de se pensar em soluções cada vez melhores para a mitigação dos problemas encontrados relativos à gestão e operação ao longo da vida útil dos edifícios.

Observa-se principalmente em hospitais, a necessidade de processos bem definidos e estruturados para que a edificação possa continuar prestando seus serviços sem interrupção. Um dos sistemas mais desafiadores, que possui diversos gargalos com relação a manutenção e é considerado como parte dos serviços rígidos (*hard services*) é o sistema de ar-condicionado (HVAC). Diversos problemas são observados em Centros de Saúde relacionados ao ar-condicionado, como por exemplo, ocasionados pela falta correta de gestão dos ativos e suas condições de funcionamento, podem ocorrer paralizações totais ou parciais do sistema, assim como também, a falta de registros eficientes na manutenção dos equipamentos dificulta a sua resolução.

Os processos voltados a gestão e operação do sistema de ar-condicionado (HVAC) são importantes em centros de saúde, sendo mais relevante a medida que se aumenta complexidade, pois necessitam de maior controle tecnológico e de se evitar o risco de interrupções. Para evitar muitos dos problemas que atrapalham significativamente a eficiência das atividades de manutenção o uso tecnologia BIM

*(Building Information Modeling – Modelagem da Informação da Construção)* pode contribuir como meio integrador de dados e facilitador, a fim de solucionar ou mitigar os desafios encontrados.

Diante disto, o trabalho justifica-se devido a necessidade de se desenvolver mais estudos que visem melhorar a gestão, operação e performance dos sistemas de HVAC em hospitais uma vez que a qualidade do ar nesses ambientes é extremamente relevante para a saúde dos pacientes. Considerando o cenário atual na luta contra a disseminação do novo Coronavírus, o rigor vem aumentando em relação a manutenção da qualidade do ar.

### **1.1 Estrutura do trabalho**

No Capítulo 1 será tratada a questão do cenário da gestão, manutenção e operação no Brasil e no mundo e os desafios encontrados na atualidade com foco no sistema de ar-condicionado. Será também abordadas as definições quanto a esse tipo de sistema, seu papel dentro do edifício e sua importância, assim como acontecem as especificações de níveis de serviço, indicadores de desempenho, níveis de atuação, operação, tipos de manutenção e custos. O Capítulo 2 abordará sobre a tecnologia BIM aplicada à Gestão de Facilidades no cenário mundial, os avanços realizados até então, suas vantagens, os desafios encontrados à sua aplicação e será também onde serão explicitados os conceitos, definições e ferramentas relacionadas ao tema. O Capítulo 3 abordará sobre a metodologia utilizada no trabalho, os dados levantados e será trabalhada as hipóteses levantadas junto as literaturas pesquisadas. No Capítulo 4 será apresentado o Estudo de Caso utilizado para se analisar a aplicação do que foi estudado a um caso prático a fim de poder determinar se as hipóteses levantadas podem ser concretizadas ou não, a partir da descrição dos dados encontrados. E por fim, no Capítulo 5, serão descritos e avaliados os resultados apresentados extraíndo-se as devidas conclusões do Estudo de Caso realizado.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é estudar as possibilidades a implantação de um modelo de gestão de facilidades utilizando a tecnologia BIM, traçando um comparativo entre o atual sistema de gestão e manutenção existente com o sistema pautado em BIM.

Para alcançar o objetivo geral, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Estudar as principais metodologias de processos existentes pautados em tecnologia BIM;
- Realizar pesquisas de modo a identificar os principais fatores relacionados aos sistemas de gerência atualmente existentes;
- Identificar as principais dificuldades na gestão e operação do sistema de HVAC do Centro de Saúde.

### 3. A GESTÃO DE FACILIDADES E O HVAC

#### 3.1 Definições

Desde o surgimento do termo “*facilities management*” ou FM nos Estados Unidos, em 1960, diversas organizações e praticantes ao redor do mundo estabeleceram definições, objetivos e escopo para esta atividade. Como por exemplo, segundo a *International Facility Management Association* (IFMA), “FM é a profissão que abrange múltiplas disciplinas para assegurar funcionalidade ao ambiente construído, integrando pessoas, espaços, processos e tecnologias”. Segundo IJFM (*International Journal of Facility Management*), *Facility Management History and Evolution* (Noor Azman, Abdul Hakim e Buang Alias, 2014), listou diversas definições realizadas pelos gurus do tema ao longo dos anos e concluiu que tais definições estão intrinsicamente ligadas aos objetivos e motivações do observador conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Exemplos de definição de FM (IJFM, 2014)

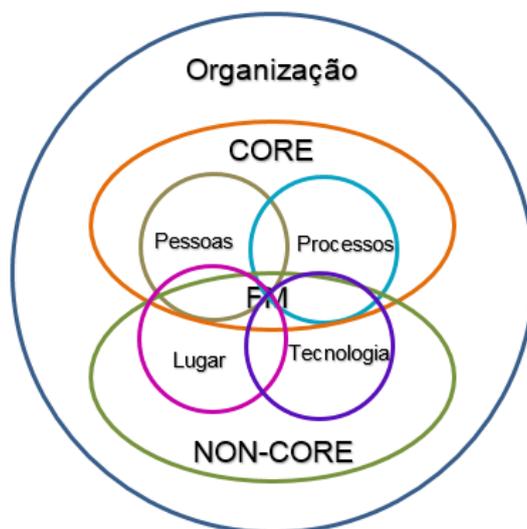
Autor	Definição de FM
Becker (1990)	A FM é responsável por coordenar todos os esforços relacionados ao planejamento, projeto e gerenciamento de edifício e seus sistemas, equipamentos e móveis para aprimorar a capacidade da organização de competir com sucesso em um mundo em rápida mudança.
Nourse (1990)	A unidade de FM raramente está ciente do planejamento estratégico corporativo geral e não dá ênfase aos resultados financeiros.
NHS Estates (1996)	A prática de coordenar o local de trabalho físico com as pessoas e o trabalho de uma organização; integra os princípios de administração de empresas, arquitetura e ciências comportamentais e de engenharia apoio.
Alexandre (1999)	O escopo da disciplina cobre todos os aspectos de propriedade, espaço e controle ambiental, saúde e segurança e serviços de
Então (1999)	A prática da FM preocupa-se com a entrega de um ambiente de trabalho favorável – o espaço funcional ideal que apoia o processo de negócios e os recursos humanos.
Hinks e McNay (1999)	...Interpretações comuns do mandato de FM: gestão de manutenção; gestão de espaço e padrões de acomodação; gerenciamento de projetos para novas construções e alterações; a gestão geral das instalações do parque imobiliário; e a administração de serviços de suporte associados.
Varcoe (2000)	...Um foco na gestão e entrega dos “resultados”, comerciais de ambas as entidades (a indústria imobiliária e de construção); nomeadamente a utilização produtiva de bens imobiliários como local de trabalho.
Nutt (2000)	A função principal do FM é a gestão de recursos, nos níveis de suporte estratégico e operacional. Os tipos genéricos de gerenciamento de recursos centrais para a função de FM são o gerenciamento de recursos financeiros, recursos físicos, recursos humanos e o gerenciamento de recursos de informação e conhecimento.
IFMA (2003)	A prática de coordenar o local de trabalho físico com as pessoas e o trabalho da organização; integra os princípios de administração de empresas, arquitetura e ciências comportamentais e de engenharia.
BIFM (2006)	“A gestão de instalações é a integração de processos dentro de uma organização para manter e desenvolver os serviços acordados que apoiam e melhoram a eficácia de suas atividades primárias”

Fonte: Noor Azman, Abdul Hakim e Buang Alias (2014)

Outra importante definição é dada pela ISO 41.001 (2018) que especifica a Gestão de facilidades como a “Função organizacional que integra pessoas, lugares e processos dentro do ambiente construído com o objetivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas e a produtividade do core business”.

Porém, mesmo diante de tantas definições diferentes, é possível observar a existência de um ponto em comum entre elas, que seria relacionado a áreas-chaves da gestão como por exemplo, a gestão de recursos financeiros, de recursos físicos, de recursos humanos, de recursos de informação e conhecimento, conforme definido com precisão por Nutt (2000). Já Brackertz e Kenley acreditam que a Gestão de facilidades tem se tornado mais amplamente reconhecida como um componente de valor na cadeia de negócios. Ela está sendo reconhecida ultimamente nos indicadores de performance que estão diretamente relacionados ao “Core business” que funcionam como pontos chaves para o sucesso de uma organização. Ou seja, a Gestão de facilidades seria onde o *Non-Core Business* (parte que não é o objetivo fim da empresa) e parte do *Core Business* (objetivo fim da empresa) se encontrariam (Figura 1). O *Non-Core Business* presta serviço para o *Core Business* e ambos são partes integrantes da Organização.

Figura 1 - Relação entre pessoas, locais, processos e tecnologias através do FM em uma organização



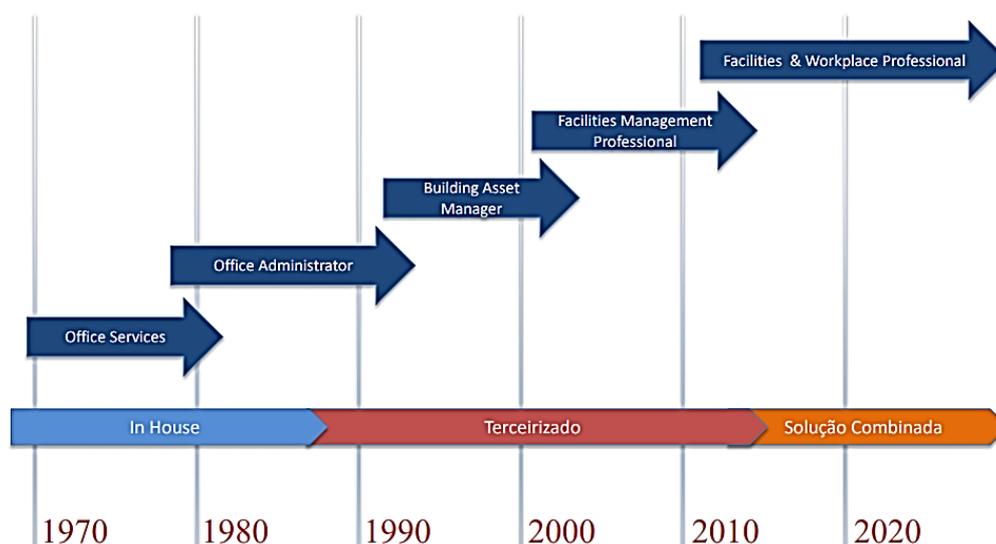
Fonte: Adaptado de Kincaid, 1994 e IFMA, 2014

### 3.2 Histórico de evolução

Além das definições, é de suma importância considerar o histórico de evolução

da FM ao longo das décadas. Graça (2019), responsável pela palestra do 4º Workshop de Comissionamento de Instalações, Normalização em FM: A série ISO 41.000 da ABRAVA, ilustra na figura 2 a evolução da especialidade. Pode-se interpretar que, no início, tratava-se de um serviço de gestão majoritariamente interno e relacionado aos escritórios, passando depois para um serviço mais especializado e terceirizado para, assim, nos dias de hoje tornar-se uma solução combinada de serviços realizados internamente juntamente com serviços contratados externamente (terceirização). Sua complexidade se faz evidente nos dias de hoje, dada a conscientização da especialidade como sendo necessária na gestão de edifícios ao longo dos anos e sua consequente evolução.

Figura 2 - Evolução da FM ao longo dos anos

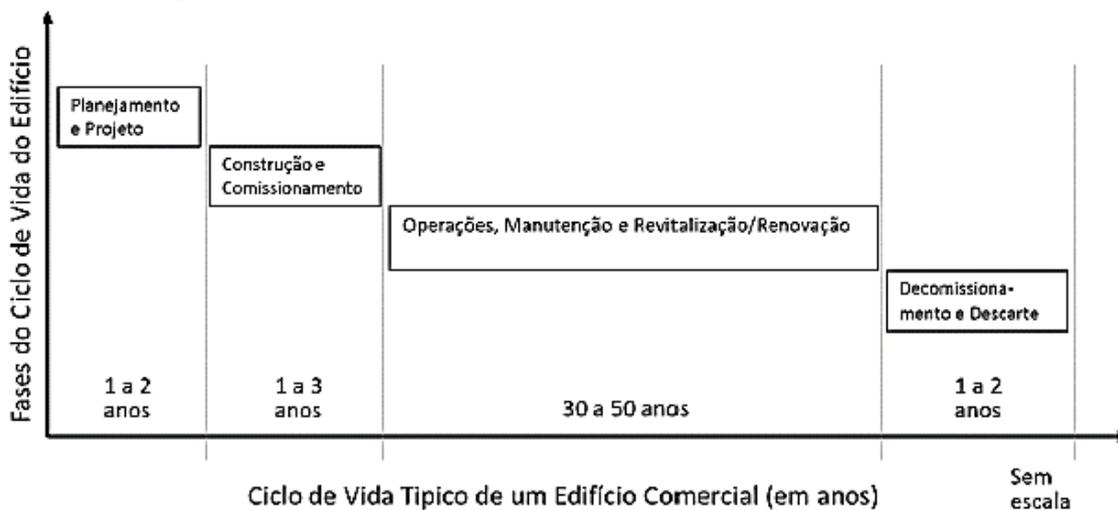


Fonte: Graça (2019)

### 3.3 A importância da FM no mercado

Portanto, através das definições e do histórico de evolução percebe-se que a FM possui fundamental importância, pois está presente em todo o ciclo de vida da edificação. A gestão facilitada é imprescindível na sua fase mais longa, que dura aproximadamente entre 30 a 50 anos tipicamente em um edifício comercial, conforme ilustrado por (Gallaher, et al.,2004) na figura 3:

Figura 3 - Ciclo de vida típico de um edifício comercial (em anos)



Ciclo de Vida Típico de um Edifício Comercial (em anos)

Fonte: Adaptado de Gallaher, et al., 2004

Price (2003) afirmou que os serviços de FM são um mercado global que vale pelo menos US \$ 100 bilhões e que tende a ser cada vez mais forte, uma vez que, observa-se a crescente complexidade dos edifícios e o custo significativo de sua operação, requisitando assim funções de gerenciamento de serviços cada vez mais táticas e estratégicas. Reafirmando o que Price (2003) havia previsto, outra pesquisa mais recente (IFMA, 2016) demonstrou que o valor do mercado anual da área já atingiu mais de USD\$ 1,12 trilhões – e que ainda existe grande potencial e mercado para o desenvolvimento e aplicação de melhorias nas práticas de gestão. Segundo a empresa Global Market Insights Inc. (2021), especializada em pesquisa de mercado, o tamanho do mercado de gerenciamento de instalações ultrapassou US \$ 1 trilhão em 2019 e deve registrar CAGR em torno de 5% entre 2020 e 2026. Por exemplo, na China, o mercado de gerenciamento de instalações mecânicas deve crescer a uma taxa de crescimento de mais de 5% até 2026 devido à expansão do setor de manufatura no país. O aumento nas instalações de fabricação está resultando na crescente adoção de serviços de gerenciamento de instalações mecânicas.

### 3.4 Cenário no Brasil e no mundo

Segundo Global Market Insights (2019) na Europa, um dos setores responsáveis pelo impulsionamento da FM é o turismo e segundo Gminsights em 2019, no Brasil é o setor da saúde. Na Europa, o crescente número de turistas na

região está permitindo que hotéis, restaurantes, shoppings e aeroportos terceirizem serviços de gestão de instalações para atender grande número de turistas e focar na qualidade e eficiência dos serviços. Os principais países da região, como Reino Unido, Alemanha, França e Itália, são os locais mais atrativos do ponto de vista do turismo. Contudo, devido a pandemia da COVID-19 foi registrado uma diminuição das atividades relacionadas a áreas específicas, como o setor de hospitalidade, uma vez que houve restrições severas que impactaram o funcionamento e conseqüentemente nas atividades da Gestão de facilidades desses setores (Deloitte, 2020).

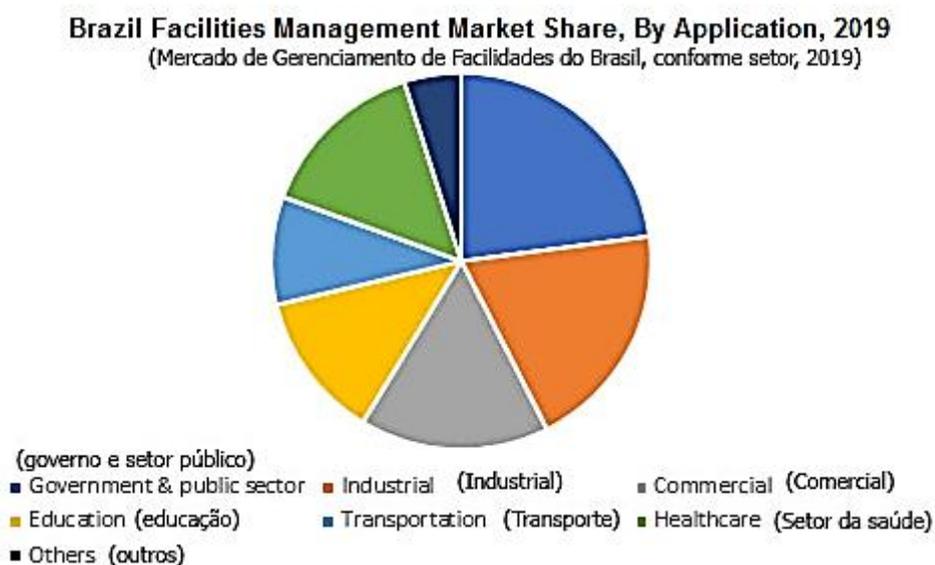
Já as projeções para 2026 no Brasil para o setor da saúde, indicam que provavelmente o mercado de gerenciamento de instalações terá mais de 10% da participação, devido às iniciativas governamentais de apoio para melhorar os centros de saúde. Hospitais públicos e privados são locais de alta demanda e assim o gerenciamento é um grande desafio para a administração hospitalar (figura 4).

Os centros de saúde normalmente devem garantir que as solicitações de serviço sejam respondidas com rapidez e eficiência e devem manter programações de manutenção preventiva para continuar suas operações sem qualquer interrupção (Ministério da Saúde, Portaria Nº 3.523, 1998). Houve aumento da demanda por serviços de *facilities* no setor na saúde, devido a ocorrência da pandemia COVID-19, onde aconteceu grande pressão sobretudo hospitais e institutos médicos para manter um alto nível de higiene e limpeza em suas instalações, principalmente em Unidades de Isolamento Respiratório com a utilização de filtro HEPA (*High Efficiency Particulate Arrestance*) (facilitiesnet, 2022). Também foram intensificadas as necessidades de manutenção constantes em equipamentos elétricos, mecânicos, médicos e cirúrgicos e, portanto, os serviços de gerenciamento de instalações (NBR 7256, 2020 e Nota Técnica GVIMS/GGTES/ANVISA nº 04/2020).

Por isso, dada a importância do controle da qualidade do ambiente hospitalar (Ministério da Saúde, Portaria Nº 3.523, 1998), pode-se destacar o ar como um dos principais elementos indispensáveis para a manutenção da vida. A qualidade do ar deve ser garantida dentro do ambiente climatizado, uma vez que a sua qualidade tem influência direta no tratamento e velocidade de recuperação dos pacientes (Ministério da Saúde, Portaria Nº 3.523, 1998). Controle de temperatura, umidade relativa, velocidade do ar, concentração de CO<sub>2</sub>, controle de ruídos, controle da presença de vírus e bactérias, são alguns dos fatores que são regulamentados por

normas nacionais e internacionais. Entre estas, tem-se a NBR 7256 – Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (ABNT, 2005) que estabelece requisitos para projeto e execução das instalações para o tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS).

Figura 4 - Iniciativas governamentais de apoio estão impulsionando a receita do mercado brasileiro



Fonte: Adaptado de Gminsights , 2019

Porém nem sempre foi assim. Somente em 1980 que começaram as movimentações a respeito das normalizações para sistemas de ar-condicionado na sociedade. A exemplo, a Síndrome do Edifício Doente (SED) que só foi reconhecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1982, quando houve uma contaminação coletiva de pneumonia num hotel na Filadélfia, o que ocasionou a morte de 29 pessoas. Tem-se a DAI, Doenças do Ambiente Interno, associada as condições dos ambientes interno, onde basicamente, trata-se de um conjunto de doenças desencadeadas pela proliferação de microrganismos infecciosos e partículas químicas em prédios fechados onde geralmente, a enfermidade está relacionada a falhas no sistema de climatização. Desta forma, só foi publicada a NBR 6401 (1988), sobre as instalações centrais de ar-condicionado para conforto, em decorrência da publicidade do falecimento do Sérgio Motta, então Ministro das Comunicações. Foi com esta ocasião que o governo se atentou para a necessidade de regras para o uso de sistemas de climatização, em virtude de complicações respiratórias de pacientes.

Desta forma, órgãos como a ANVISA e COVISA passaram a participar do processo de normatização. Por isso, medidas como a Portaria nº 3.523/98, que tem como base o artigo 6 da lei nº 8.080 do Sistema único de saúde (SUS) criada pelo Ministério da Saúde, prevê a elaboração do PMOC (Plano de Manutenção, operação e Controle) em que todas as edificações hospitalares que possuem equipamentos de manutenção em uso devem por obrigação possuir. Logo em seguida, foi publicada a Resolução nº 176 de 24 de outubro de 2000 e posteriormente uma revisão, a resolução nº9 de 16 de janeiro de 2003, com algumas orientações técnicas sobre “Padrões referenciais da qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo”, definindo parâmetros para concentração de CO<sub>2</sub>, material particulado, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em ambientes climatizados. Após a lei, de nº 13.589, no dia 4 de janeiro de 2018 também passou a obrigar que “todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes.”

Portanto, tal documento, nada mais é, que uma ferramenta de FM. Ele deve descrever as atividades a serem desenvolvidas no local, periodicidade de inspeções que serão realizadas e as recomendações a serem adotadas em situações de emergência ou falhas de equipamentos. Desta forma, será possível a verificação do estado de limpeza, conservação e manutenção dos sistemas de climatização. A imagem a seguir (Figura 5) mostra de forma esquemática as funcionalidades de um Plano de Manutenção e Controle (PMOC) deve conter.

### **3.5 Definições de Acordo de Nível de Serviço (*Service Level Agreement* - SLA)**

O PMOC (Plano de Manutenção e Controle) contém as características de um documento tipo SLA (*Service Level Agreement*), ou em português “Especificações de níveis de serviço”, pois normaliza os critérios referentes ao serviço realizado entre as duas partes envolvidas, a empresa contratada e o contratante, além de discriminar minuciosamente quem pode solicitar o serviço, como o serviço deve ser solicitado, o nível de qualidade, o prazo para atendimento aos usuários e clientes, o prazo para reestabelecimento do serviço, os custos do serviço, as condições de execução e as

bonificações e multas conforme o desempenho obtido.

Figura 5 - Imagens esquemáticas sobre a função do PMOC



Fonte: Ecology, 2021



Fonte: Sfriar, 2018

O Acordo de Nível de Serviço tem relação com a demanda e o grau de exigência, mensurados a partir de dados obtidos por indicadores que analisam as situações, que deve conter (ATKIN; BROOKS, 2009):

- a) Nome das partes;
- b) Funções e responsabilidades de cada um;
- c) Regulamentos;
- d) Relatórios;
- e) Âmbito dos serviços a serem prestados;
- f) Objetivos relacionados com a qualidade e desempenho;
- g) Objetivos relacionados com o tempo;
- h) Preços e taxas;
- i) Recursos necessários;
- j) Método de comunicação e interação entre cliente e prestador de serviços;
- k) Procedimentos para alterações.

A seguir, as Tabelas 2,3,4,5,6,7,8 e 9 da empresa Produttivo (2021), exemplificam um de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) que pode ser feito utilizando apenas o Excel e que contém todas as informações de um documento tipo SLA. Essas tabelas descrevem as informações que são necessárias em um PMOC, como por

exemplo (Tabela 2), as informações referentes ao local, proprietário e responsável técnico. Na tabela 3, há as informações referentes aos ambientes climatizados, listando os equipamentos instalados nesses ambientes, a área climatizada e a carga térmica (BTUs).

Tabela 2 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) - Produtivo, Identificações

Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC)			
<b>1 - Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes:</b>			
Nome (Edifício/Entidade)			
Endereço completo			Nº
Complemento			
Bairro	Cidade	UF	
Telefone	FAX		
<b>2 - Identificação do (x) Proprietário ( ) Locatário ( ) Preposto:</b>			
Nome / Razão Social		CIC/CGC	
Endereço completo		CNPJ	
Telefone	E-mail		
<b>3 - Identificação do Responsável Técnico:</b>			
Nome / Razão Social		CIC/CGC	
Endereço completo		CPF/CNPJ	
Telefone	E-mail		
Registro no Conselho de Classe		ART*	
*ART = Anotação de Responsabilidade Técnica			

Fonte: Produtivo, 2019

Tabela 3 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) - Produtivo, Listagem dos Ambientes climatizados

4 - Relação dos ambientes climatizados:					
Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes	Nº de Ocupantes Fixos / Flutuantes	Equipamento	Área Climatizada Total (m²)	Carga Térmica (BTUs)	TAG
Biblioteca - 1º andar - Sala 2	150		187,86	288.000	R1

Fonte: Produtivo, 2019

As tabelas 4, 5, 6 e 7 organizam e demonstram as informações referentes ao controle de manutenção preventiva dos aparelhos de ar-condicionado tipo “Split”, “Self Contained” e torres de resfriamento, listando as atividades a serem executadas e a periodicidade.

Tabela 4 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) - Produtivo, Controle da manutenção preventiva, listagem dos condicionadores tipo Split

5 - Plano de Manutenção e Controle												
CONTROLE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA												
a) CONDICIONADOR TIPO SPLIT												
Fabricante: CARRIER						Contrato:						
Modelo: DUTO			Série: S/D			Início: 01/01/2021						
Modelo: NWD30226			Série: 2900B00503			Ano: 2021						
TAG:		Local Instalação:										
Descrição da Atividade	Periodicidade: mensal (M), trimestral (T), semestral (S), anual (A)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Medir Tensão elétrica			M									
Medir Corrente elétrica			M									
Medir temperatura do ar (retorno)			M									
Verificar se todas as funções estão operando passagem de ar, tanto de insuflamento como de retorno			M									
Limpar o filtro de ar necessário aplicar detergente			M									
Verificar estado dos filtros de ar. Substituir se necessário			M									
Substituir os filtros de ar descartáveis drenada livremente					T			T				
conectores. Eliminar ou substituir conexões defeituosas e acionamento					T							
Efetuar reaperto dos conectores elétricos. eventuais focos de oxidação.						S						
linhas frigorígenas			M									
toriar circuitos para localização e eliminação de vazamen			M									
Medir pressões de funcionamento (Alta)			M									
Medir pressões de funcionamento (Baixa)			M									
Lavar a serpentina da unidade evaporadora			M									
Lavar a Unidade Condensadora (Externa)			M									
Preencher relatório de manutenção						S						
Verificar a isolamento elétrica de motores e compressores			M									
Efetuar a limpeza da bandeja de drenagem			M						T			
<b>Data de execução:</b>			1		30	26			12			
<b>Assinatura técnico responsável:</b>												
<b>Visto:</b>												
Ocorrências												
Data	Descrição											

Fonte: Produtivo, 2019

Tabela 5 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) - Produtivo, Controle da manutenção preventiva, listagem dos condicionadores tipo *Self Contained*

5 - Plano de Manutenção e Controle													
CONTROLE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA													
b) CONDICIONADOR TIPO SELF CONTAINED													
Fabricante: TRANE							Contrato: RSPV-001-14						
Modelo: SAVE150			Série: S/D				Início:						
Modelo:			Série:				Ano: 2021						
TAG:			Local Instalação:										
Descrição da Atividade	Periodicidade: mensal (M), trimestral (T), semestral (S), anual (A)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Verificar se todas as funções estão operando	M												
Verificar se não existem obstruções para a correta passagem de ar, tanto de insuflamento como de retorno.	M												
Limpar bandeja de drenagem	M												
Verificar se a água de condensação está sendo drenada livremente se necessário	M												
Limpar o filtro de ar necessário	M												
aplicar detergente	M												
Efetuar reaperto dos conectores elétricos						S							
<b>Data de execução:</b>	2					16							
<b>Assinatura técnico responsável:</b>													
<b>Visto:</b>													
Ocorrências													
Data	Descrição												

Fonte: Produtivo, 2019

Tabela 6 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) - Produtivo, Controle da manutenção preventiva, listagem das torres de resfriamento parte 1

5 - Plano de Manutenção e Controle													
CONTROLE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA													
c) TORRE DE RESFRIAMENTO													
Fabricante: ALPINA							Contrato: RSPV-001-14						
Modelo: L60A3			Série: E1406903/1986				Início:						
Modelo:			Série:				Ano: 2021						
TAG:			Local Instalação:										
Descrição da Atividade	Periodicidade: mensal (M), trimestral (T), semestral (S), anual (A)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Medir Tensão Elétrica R-S			T										
Medir Corrente Elétrica			T										
Medir temperatura da água (entrada)	M						S						
Acompanhar o tratamento de água, e ajustar as purgas necessárias													
Limpar hélice, motor e conjunto	M												
Verificar fixação do conjunto	M						S						
Verificar dreno	M						S						
Verificar ruídos e vibrações anormais			T										
Eliminar vazamentos de água	M								T				
<b>Data de execução:</b>	3		20			13			5				
<b>Assinatura técnico responsável:</b>													
<b>Visto:</b>													
Ocorrências													
Data	Descrição												

Fonte: Produtivo, 2019



A tabela 9 organiza e lista as informações referentes aos tipos de filtros e suas características quanto a sua classe e eficiência (%).

Tabela 9 - Exemplo de Plano de Manutenção e Controle (PMOC) - Produtivo, Classificação dos filtros de ar para utilização em ambientes climatizados

ANEXO II		
Classificação de filtros de ar para utilização em ambientes climatizados,		
Classe de filtro	Eficiência (%)	
<b>Grossos</b>	G0	30-59
	G1	60-74
	G2	75-84
	G3	85 e acima
<b>Finos</b>	F1	40-69
	F2	70-89
	F3	90 e acima
<b>Absolutos</b>	A1	85-94, 9
	A2	95-99, 96
	A3	99, 97 e acima

Notas: 1) métodos de ensaio : Classe G: Teste gravimétrico, conforme ASHRAE\* 52.1 - 1992 (arrestanc)asse F:

Fonte: Produtivo, 2019

### 3.6 Indicadores de Chave de Desempenho (KPI's)

*Key Performance Indicator* (ou Indicadores Chave de Desempenho) – simplesmente KPI's – medem a qualidade dos processos para alcançar os resultados finais, avaliados por meio de critérios de sucesso previamente definidos (KEZNER,2006). Onde:

- a) *Key* (K) – Principal contribuinte para o sucesso ou fracasso;
- b) *Performance* (P) – Elementos mensuráveis, quantificáveis, ajustáveis e controláveis;
- c) *Indicators* (I) – Representação razoável do desempenho presente e futuro;

Alguns exemplos de KPI's aplicáveis à FM são (Facilitiesnet):

- **Backlog de Serviço Adiado:** que é uma das primeiras métricas para se colocar em prática, especialmente se quando se utiliza um CMMS (*Computerized Maintenance System*). O backlog mede todo o trabalho adiado, que não é importante o suficiente para ser atribuído ou completado na semana corrente. Gerentes podem utilizar desse KPI para avaliar se a equipe está subdimensionada para o cumprimento das tarefas no prazo necessário.
- **Percentual de Serviço Completado que é reativo:** mede se a empresa está gastando mais com manutenções reativas do que com manutenções programadas, ou seja, através deste KPI é possível entender se a empresa está na direção de

uma manutenção de alto desempenho ou não.

- **Aderência (Compliance) ao programa de Manutenção Preventiva (MP):** indica se o Departamento de FM está melhorando a manutenção proativa. Para se ter sucesso na gestão. Ao dos ativos e sua confiabilidade, se faz necessário ter um programa disciplinado de MP que produza resultados. Um bom programa inclui o inventário de todos os equipamentos críticos juntamente com a equipe que fará as inspeções e procedimentos de MP e os prazos que a mesma deve cumprir.
- **Análise de Pareto do Trabalho completado:** indica a porcentagem que as demandas por Solicitação de Serviço estão consumindo dos recursos de uma empresa. Pareto desenvolveu a regra 80-20%: 20 % dos ativos de uma empresa consomem 80% dos seus recursos. O papel dos gráficos de Pareto é apresentar estes resultados em um formato onde tanto funcionários quanto gestores possam ler e interpretá-los facilmente. Este recurso ajuda os gestores a avaliarem a necessidade de mudança na forma de trabalho e como as demandas se alteram ao longo do tempo.
- **Atendimento (Compliance) do Trabalho programado semanalmente:** mede a habilidade de programar e completar o serviço para os usuários. Uma das chaves para gerenciar com sucesso é estar apto a fornecer aos seus usuários a data e a hora que os funcionários completarão o serviço solicitado. Esse KPI é um ótimo recurso para determinar se a equipe de suporte está de fato apta a atender aos seus clientes.

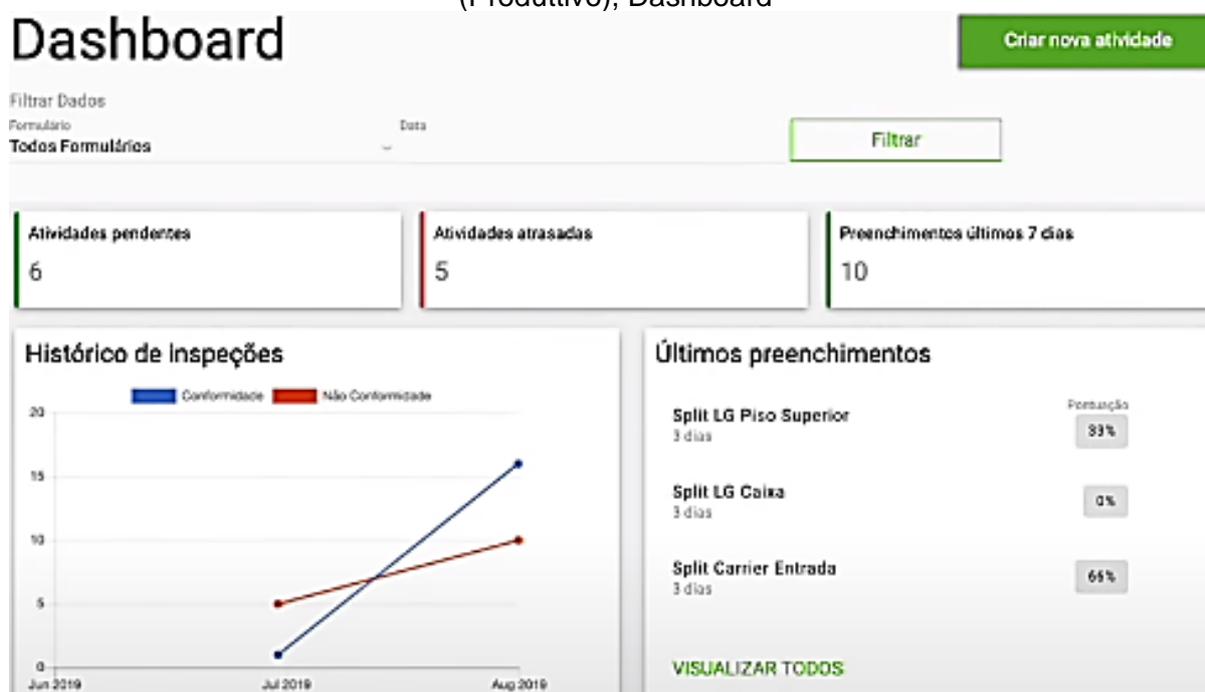
Outros KPI's importantes (Rogerio Suzuki, 2020):

- a) Custos de FM – Custo total de Ocupação – TCO (R\$) / m<sup>2</sup> de Área Total Bruta (ABT);
- b) Grau de satisfação (%) dos usuários de serviços de FM;
- c) Custo de Capital (R\$) / m<sup>2</sup> de ABT;
- d) N<sup>o</sup> de Reclamações de usuários;
- e) Custos de Manutenção (R\$) / m<sup>2</sup> de ABT;
- f) Despesas Operacionais – OPEX (R\$) / m<sup>2</sup> de ABT ou por usuário;
- g) % Manutenção Planejada x Manutenção Reativa;
- h) Custos de Utilidades (R\$) / m<sup>2</sup> de ABT;

Para entendimento prático de como tais indicadores são exibidos dentro um

software especializado em FM, a seguir as figuras 6, 7, 8 e 9 onde ilustram de forma gráfica a interface do software Produttivo onde há os indicadores de desempenho e métricas que podem adotados em soluções de gestão de FM. Automatizar a coleta de dados melhora a qualidade, a oportunidade e a responsabilidade, logo a utilização de um software que permita a coleta e que seja um banco de dados se torna vantajoso com relação ao ponto de vista da gestão operacional, pois facilita a leitura, a interpretação e as análises por parte de um Gestor de Facilidades por exemplo. Abaixo são demonstradas as interfaces dos programas FM sem integração com BIM (figuras 6, 7 e 8) e logo após com integração com BIM (figura 9).

Figura 6- Exemplo de KPI's dentro de um sistema de Gestão FM em software comum (Produttivo), Dashboard



Fonte: Produttivo, 2019

Figura 7 - Exemplo de KPI's dentro de um sistema de Gestão FM em software comum (Produttivo), Relatório de volume de trabalho



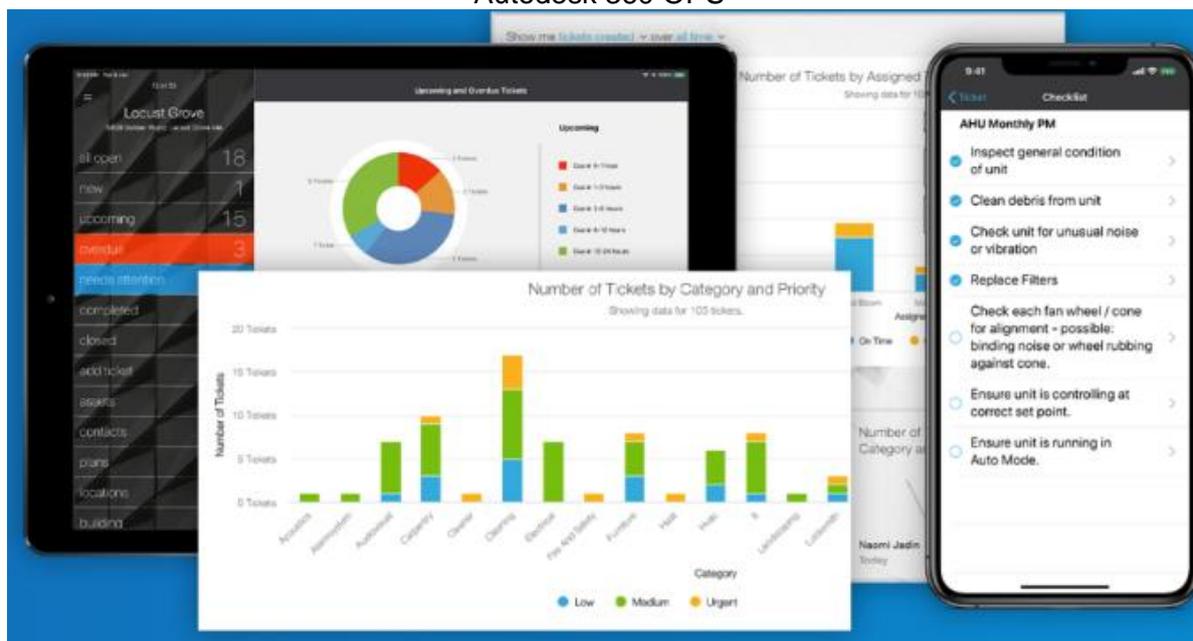
Fonte: Produttivo, 2019

Figura 8 - Exemplo de KPI's dentro de um sistema de Gestão FM em software comum (Produttivo), Relatório de alertas



Fonte: Produttivo, 2019

Figura 9 - Gerenciamento de manutenção reativa e agendamento de manutenção no Autodesk 360 OPS



Fonte: Autodesk, 2021

### 3.7 Níveis de Atuação

Toda organização depende de processos primários para poder atingir seus objetivos estratégicos, sendo eles agentes de mercado como, legislação, tecnologia, etc., fatores que influenciam diretamente os processos de gestão. O gestor de facilidades por sua vez, deve atuar utilizando ferramentas a fim de otimizar os processos no que se refere a custos e desempenho. Desta forma, segundo o modelo definido pela EuroFM (2015) o ciclo de prestação de serviços de suporte (*facility*) às atividades da organização pode ser ilustrado na Figura 10.

Segundo o ciclo de FM do Modelo europeu (EUROFM, 2015), tem-se:

- Organização: depende dos processos para alcançar os objetivos estratégicos. É composta pelo cliente (corporativo e unidade de negócios) e utilizadores finais (pacientes)
- Demanda: necessidade interna das principais atividades;
- Fornecedor: prestação de serviços internos e/ou externos;
- SLA: acordo do nível do serviço;
- KPI: Indicador chave de desempenho;

O gestor de facilidades ou o *Facility Manager* dentro do ciclo de FM possui papel

de (EUROFM, 2015):

- a) Definir requisitos nos níveis estratégicos, táticos e operacionais;
- b) Adquirir serviços requeridos e controlar o fornecimento;
- c) Analisar se os requisitos definidos são eficientes e atendem ao negócio principal.

Figura 10 – Planos de gestão de FM de acordo com EM 152221-1:



Fonte: Adaptado de *European Committee of Standardization*, 2006

### 2.7.1 Nível Estratégico

O nível estratégico determina o enquadramento para os demais níveis. É controlado pelo conselho de diretores, estabelecendo metas para longo prazo (EUROFM, 2015):

- a) Estratégia geral do *Facility Manager*;
- b) Formulação de políticas e diretrizes para os espaços, equipamentos, processos e serviços;
- c) Avaliação da análise de risco e indicação de formas para adaptar mudanças na organização;
- d) Monitorar os indicadores chave de desempenho (KPI's);
- e) Gestão de impacto das instalações nas atividades primárias, ambiente externo e comunidade;
- f) Manutenção das relações com autoridades, arrendatários e inquilinos, parceiros estratégicos, associações, etc.

### 2.7.2 Nível Tático

O nível tático deve assegurar o cumprimento do nível estratégico. Ele está mais focado nas exigências de departamentos como vendas e produção; está ligado à implementação dos objetivos estratégicos da unidade de negócio para médio prazo, através de (EUROFM, 2015):

- a) Implementação e acompanhamento das diretrizes para acompanhamento de estratégias;
- b) Planos de desenvolvimento do orçamento;
- c) Tradução dos objetivos de negócio para o nível operacional;
- d) Definição e interpretação de KPI's (desempenho, qualidade, risco e valor);
- e) Acompanhamento do cumprimento de leis e regulamentos;
- f) Gestão de projetos, processos e acordos;
- g) Gestão da equipe *de Facility Management*;
- h) Otimização da utilização dos recursos;
- i) Interpretação, adaptação e descrição de mudanças;
- j) Comunicação com prestadores de serviços internos ou externos ao nível tático.

### 2.7.3 Nível Operacional

Tem como objetivo garantir o cumprimento dos níveis estratégicos e táticos. Ele está mais focado nas exigências dos utilizadores finais (funcionários da empresa e clientes). Está associado à prestação de serviços da empresa, cuja função é criar e manter o ambiente necessário para os utilizadores finais numa base diárias, através de (EUROFM, 2015):

- a) Prestação de serviços como limpeza, manutenção e segurança;
- b) Monitorização e controle dos processos de prestação de serviços;
- c) Monitorização dos prestadores de serviços;
- d) Controle dos pedidos de serviços (*help desk* ou linha de serviço)
- e) Recolha de dados para a avaliação de desempenho, feedback e pedidos de utilizadores finais;
- f) Comunicação ao nível tático;
- g) Comunicação com prestadores de serviços internos e externos ao nível operacional;

### 3.8 Custos

Além disso, a demanda para este setor não só é estimulada pela necessidade de se evitar problemas correntes ou de se evitar problemas futuros, mas também está aliada a tendência global de conscientização com relação a eficiência energética, ou seja, com a economia de energia. Com certeza, o sistema de ar condicionado está relacionado a esta questão, uma vez que pertence a parcela de equipamentos que demandam maiores consumos energéticos dentro de um edifício.

Segundo a pesquisa desenvolvida pela Agência Internacional de Energia (IEA), dos Estados Unidos, a previsão é que em 2050 o consumo pelo setor de ar condicionado será até 3 vezes maior. Atualmente, a pesquisa afirma que o setor já faz parte de 10 % do consumo de energia global e pelo menos um quinto do consumo geral de qualquer edificação vem dos equipamentos de climatização.

Segundo a Figura 11, a projeção é que o Brasil deve apresentar um dos maiores crescimentos no número de condicionadores de ar instalados. Segundo os dados do IEA, em 2018 já havia cerca de 27 milhões de aparelhos, mas em 2050, serão em torno de 165 milhões de unidades operantes. Porém, em contrapartida, observa-se um crescimento das edificações que estão procurando ser mais sustentáveis, aderindo a certificação LEED. A Figura 12 mostra com mais clareza a previsão de adoção da certificação para os próximos anos.

Figura 11 - Condicionadores de ar no mundo



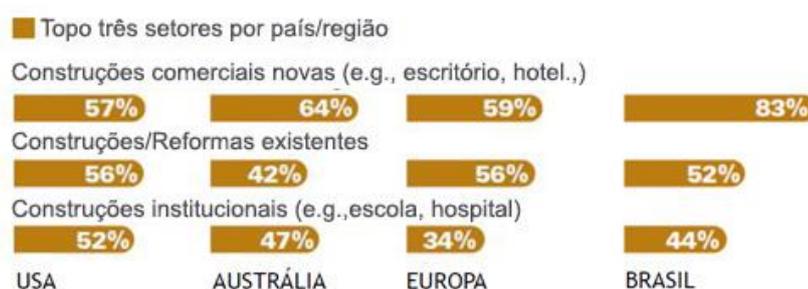
Fonte: webarcondicionado, 2018

Por isso, faz-se cada vez mais necessário seguir os preceitos estabelecidos pela indústria 4.0, ou como também chamada de 4ª Revolução industrial. Este termo

que surgiu em 2012 por um grupo de alemães tem como objetivo adotar estratégias para implementar tecnologias, como a cooperação entre as áreas de Tecnologia da Informação (TI) e as áreas de produção, ou seja, cada vez mais estimulando a automação industrial (Portal da indústria, 2021). Assim, aliado aos preceitos da indústria 4.0, há de se pensar no estudo de novas tecnologias capazes de mitigar os problemas decorrentes na operação e manutenção dos sistemas de climatização para que haja além da boa operação, a diminuição do consumo energético de HVAC.

Figura 12 - Gráfico comparativo de tendência entre países para a certificação LEED

Setores com atividades de construção sustentáveis para os próximos três anos  
(por localização em 2012)



Fonte: Adaptado de ABRAVA, 2019

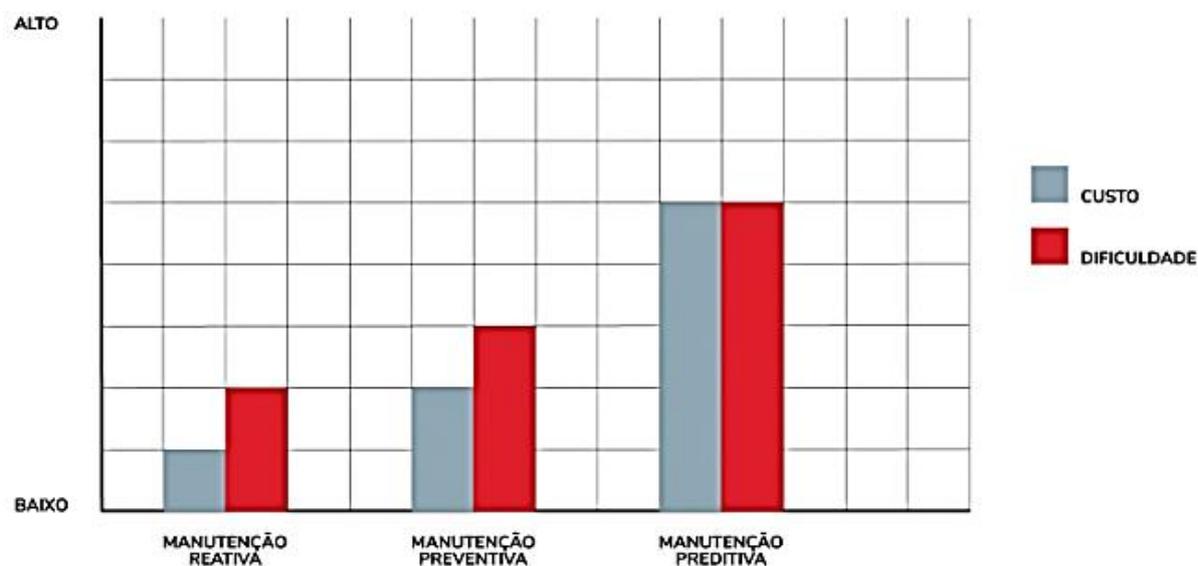
## 2.9 Tipos de manutenção

Há de se levar em consideração o atual cenário da manutenção e operação de equipamentos de climatização. Uma das principais falhas encontradas com respeito a manutenção é que ainda são majoritariamente reativas, ou seja, manutenções que são executadas somente após a ocorrência da falha no equipamento (Figuras 13 e 14). Isso significa que, será apenas consertado um equipamento que já está fora de operação. Por exemplo, 87% das manutenções realizadas pelas empresas nos EUA são reativas, o que ocasiona 75% mais falhas e reduz a vida útil dos equipamentos em até 36%, ocasionando problemas diretamente ligados a FM, uma vez que prejudica a previsão de gastos e a gestão de ativos (ICLASS, 2021).

Um dos desafios é sem dúvida a aplicação da manutenção preventiva. Ou seja, prevenir problemas através de ações programadas para as equipes de manutenção com o objetivo de evitar paradas e aumentar a vida útil dos equipamentos. As ações

programadas de manutenção seguem um cronograma e acontece como uma checagem regular ao equipamento, independentemente de este ter sofrido algum problema (NBR 7256, 2020). A exemplo de uma manutenção preventiva são: lubrificações periódicas, revisões sistemáticas do equipamento, alterações ou troca de peças; planos de calibração e de aferição de instrumentos. Porém, um dos maiores desafios é o orçamento, uma vez que a alta demanda de equipamentos avariados costuma ser alta não deixando recursos para a aplicação da manutenção preventiva, uma vez que a mesma costuma ser mais cara porque envolve a compra de sensores e softwares analíticos.

Figura 13 - Gráfico comparativo entre custos por tipo de manutenção e sua dificuldade de implementação

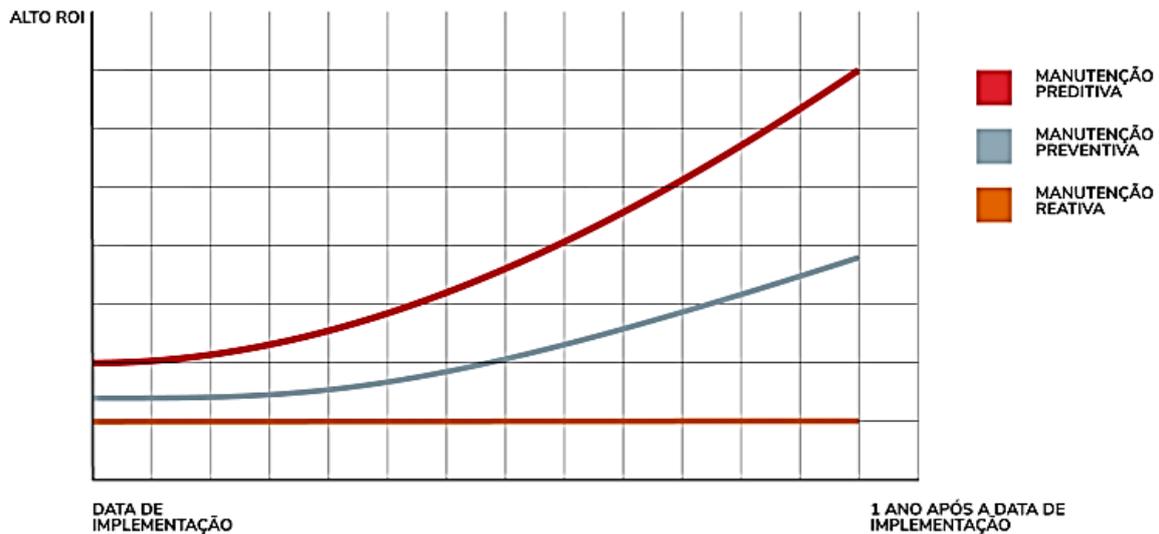


Fonte: Iclass, 2021

Porém, a manutenção reativa é cara a longo prazo (Iclass, 2020). Já a preditiva, que é a manutenção que tenta prever exatamente quando o equipamento irá quebrar e assim restaurá-lo um pouco antes ainda se torna mais vantajosa. Estudos corroboram mostrando que a manutenção preditiva é pelo menos 10% mais econômica que a preventiva como pode-se observar na figura 14, que mostra o Potencial de retorno sobre investimento (ROI) em 1 ano comparando os tipos de manutenção preditiva, preventiva e reativa. Mais ainda adiante, a Manutenção Prescritiva promete revolucionar. Completamente integrante dos preceitos da Indústria 4.0, esta manutenção irá permitir que as máquinas contribuam na decisão de como evitar falhas de previsão utilizando a Inteligência Artificial (ICLASS, 2020). Em 2012,

Siegfried Dais e Henning Kagermann (*German Academy of Science and Engineering*) apresentaram um conjunto de recomendações para a implementação da Indústria 4.0 ao Governo Federal Alemão, onde listam os principais fundamentos da manutenção prescritiva, sendo: Tempo real, Virtualização, Descentralização, Orientação a serviços, Modularidade e Interoperabilidade.

Figura 14 - Gráfico comparativo de ROI (Potencial retorno sobre o investimento) em 1 ano



Fonte: Iclass, 2021

Diante do cenário da Indústria 4.0, a tendência nos setores de manutenção é utilização de sistemas de automação. Atualmente diversos dispositivos capazes de coletar informações, enviar e agir com relação a elas existem, como por exemplo são os sensores. Tais dispositivos que possuem conectividade, seja por *Wifi*, ou qualquer outro meio de interatividade, fazem parte do conceito de IoT (Internet das coisas) (Internet das coisas: da Teoria à Prática, Departamento de Ciência da Computação UFMG).

## 4. A GESTÃO DE FACILIDADES E O BIM

### 4.1 Tecnologia BIM aplicada em FM no cenário mundial

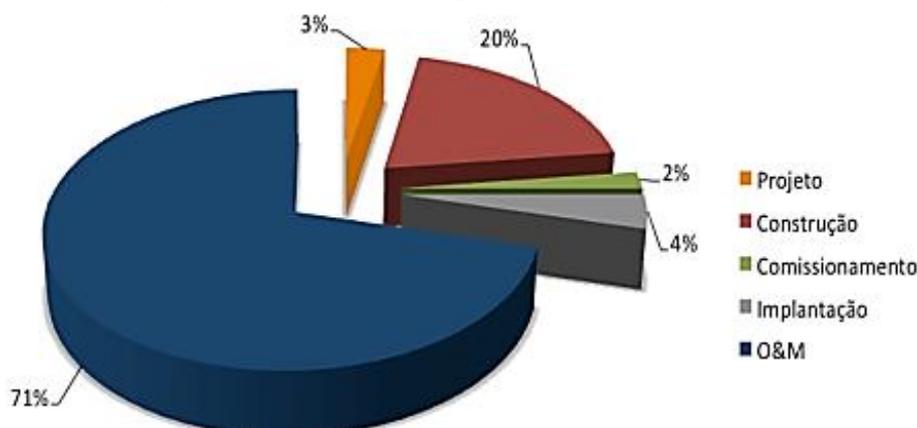
Segundo a *Natinal BIM Survey* – NBS, pesquisa realizada anualmente, que registra o avanço da adoção do BIM (*Building Information Modeling*) ao longo dos últimos anos no Reino Unido, identifica-se que a metodologia tem sido adotada gradativamente por exigência do poder público. O governo do Reino Unido passou a exigir o uso da metodologia em toda obra pública e em 2016 o país já atingiu a segunda fase de implantação (Santana, 2020). Segundo o artigo escrito por Fernanda Machado para o blog oficial da Autodesk intitulado “BIM no Brasil: uma visão técnica e jurídica”, 2020, tal exigência se deve ao fato que o BIM traz grandes melhorias nos processos relacionados a indústria da AECO (Arquitetura, Engenharia e Construção), como por exemplo em processos licitatórios, nos ganhos de produtividade e redução de custos, no aumento da precisão e no planejamento, redução de aditivos contratuais e a elevação da qualificação profissional na atividade produtiva. Já no Brasil, em 2018, houve por meio da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM a definição de um período de dez anos para a adoção do BIM em obras públicas (Santana, 2020), sendo em 2020 publicado em Diário Oficial da União o Decreto nº 10.306/2020 que estabelece a obrigatoriedade do uso da metodologia na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal.

Todavia, segundo dados da pesquisa *Dodge Data & Analytics* (2015), uma das aplicações, ainda não muito explorada mundialmente, é a voltada para o Gerenciamento e Manutenção ou também chamada de 7D (*Facility Managment Application* – Figura 14). A IMAGINIT's (2018), procurou levantar a adoção do BIM na manutenção e operação de edifícios - as chamadas de BIM & FM Gap Insights. A pesquisa consultou 9,9% de Proprietários e gerentes de facilidades, 44.2% de Arquitetos, 19.8% de Construtores e 26.2% de Engenheiros, constatou-se que a porcentagem de adoção do BIM por Gerentes de facilidades aumentou cerca de 9% ao longo de 2017 e 5.8% disseram estar migrando de CAD para BIM. Juntamente com isso, mais 2% de empresas começaram a desenvolver modelos BIM para o mercado e 5% a mais começaram a desenvolver seus Planos de Execução BIM (BEP). Constatou-se também que o cenário com relação aos desafios na implementação do

BIM a FM continuou o mesmo, sendo 21.4% com relação a integração do BIM em uma plataforma de FM e 21.4% na manutenção de dados BIM uma vez recebidos.

A maior parte da aplicação da tecnologia BIM se concentra na concepção de modelos 3D na fase de projeto da construção. Contudo, a fase de projeto só corresponde a 3% do total dos custos ao longo da vida útil das edificações (VUP). A maior fatia se concentra na verdade, na etapa de Operação e Manutenção, chegando a 71%, conforme observa-se na figura 15:

Figura 15 – Custos operacionais na concepção de um empreendimento – Clico de vida



Fonte: Alexandre Lara, 2017

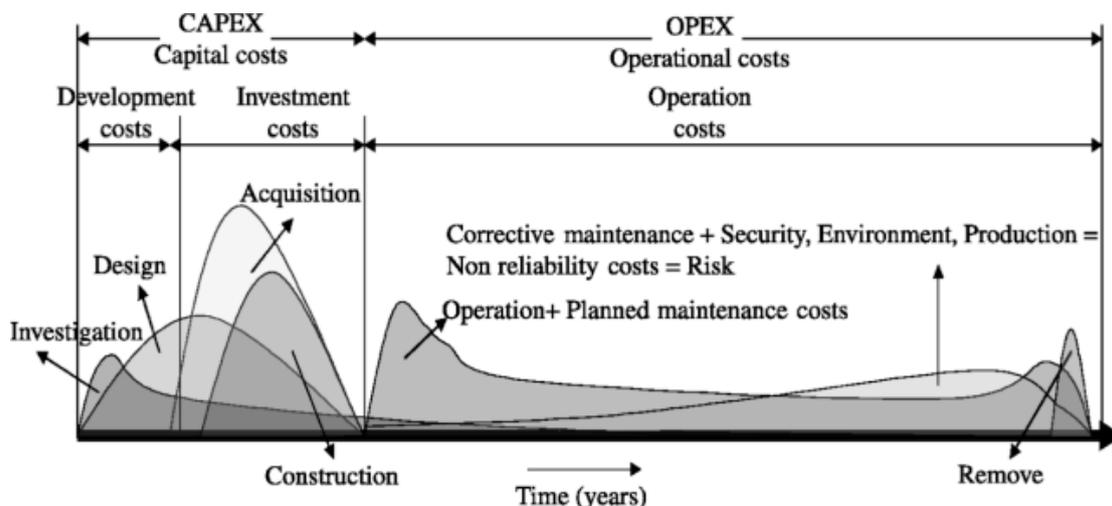
Segundo Alexandre Lara, engenheiro mecânico e pós-graduado em Refrigeração & Ar-condicionado pela Faculdade de Engenharia Industrial (FEI), o resultado dos custos operacionais totais se deve a todo o conjunto das etapas que o empreendimento passou, ou seja, pela etapa de projeto (incluindo como o mesmo foi concebido), junto com o processo de operação e ao processo de manutenção (relacionado aos cuidados à edificação), conforme exemplificado na Figura 16. Esta última está diretamente relacionada aos profissionais que estejam a frente da gestão da Operação e Manutenção, os quais são os responsáveis pela adoção de estratégias que visem a otimização de todo o processo de FM. Desta forma, pode-se concluir que os custos irão variar dependendo de como a edificação for utilizada (uso e ocupação), operada e mantida ao longo da sua vida útil, se bem operada os custos serão reduzidos, se mal operada os custos se elevarão (LARA, 2017).

#### 4.2 Desafios encontrados à aplicação da tecnologia BIM em FM

Para que se tenha sucesso no gerenciamento dos ativos em uma edificação se

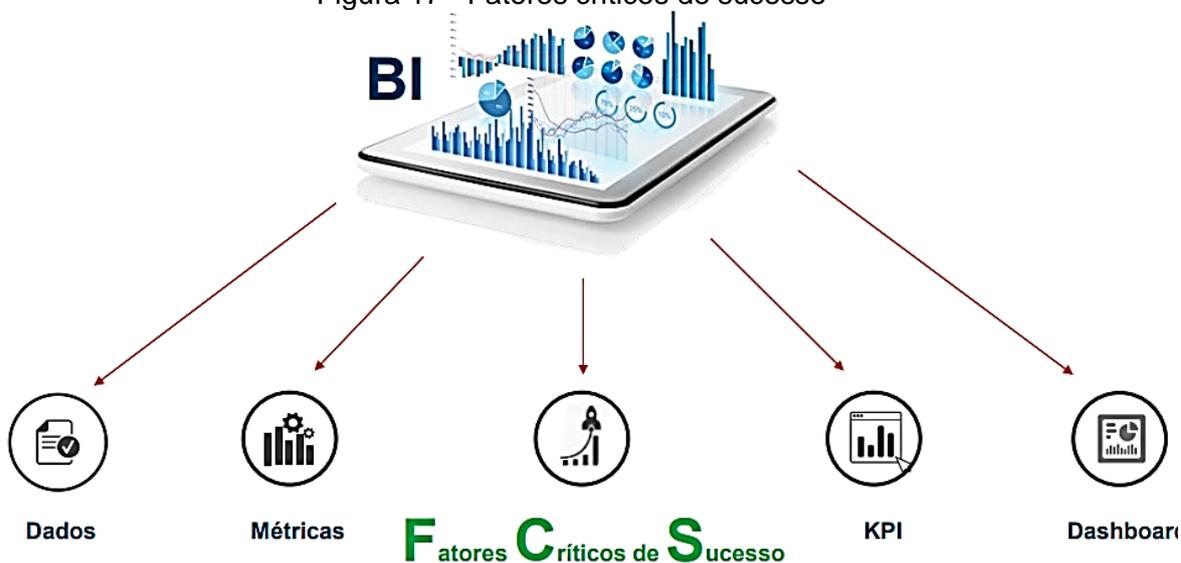
faz necessário a análise de diversos fatores, como dados, métricas de desempenho, KPI's (*Key Performance Indicators*) e *Dashboards*. A dificuldade da visualização é um componente crítico para uma boa gestão, uma vez que os fatores não atuam de forma independente em uma estrutura de visualização muitas vezes dissipada. Porém, já é possível através da plataforma BIM de visualização de ativos, onde há a integração de todos esses fatores possibilitando uma melhor visualização e por consequente análise por parte do gestor e assim se ter gestão do empreendimento mais eficiente (TELES, 2016). A figura 17 a seguir, demonstra de forma ilustrativa a relação dos fatores críticos de sucesso e com a metodologia BIM.

Figura 16 – Exemplo da curva da “banheira” – Ciclo de vida de um empreendimento ou sistema



Fonte: Alexandre Lara, 2017

Figura 17 - Fatores críticos de sucesso



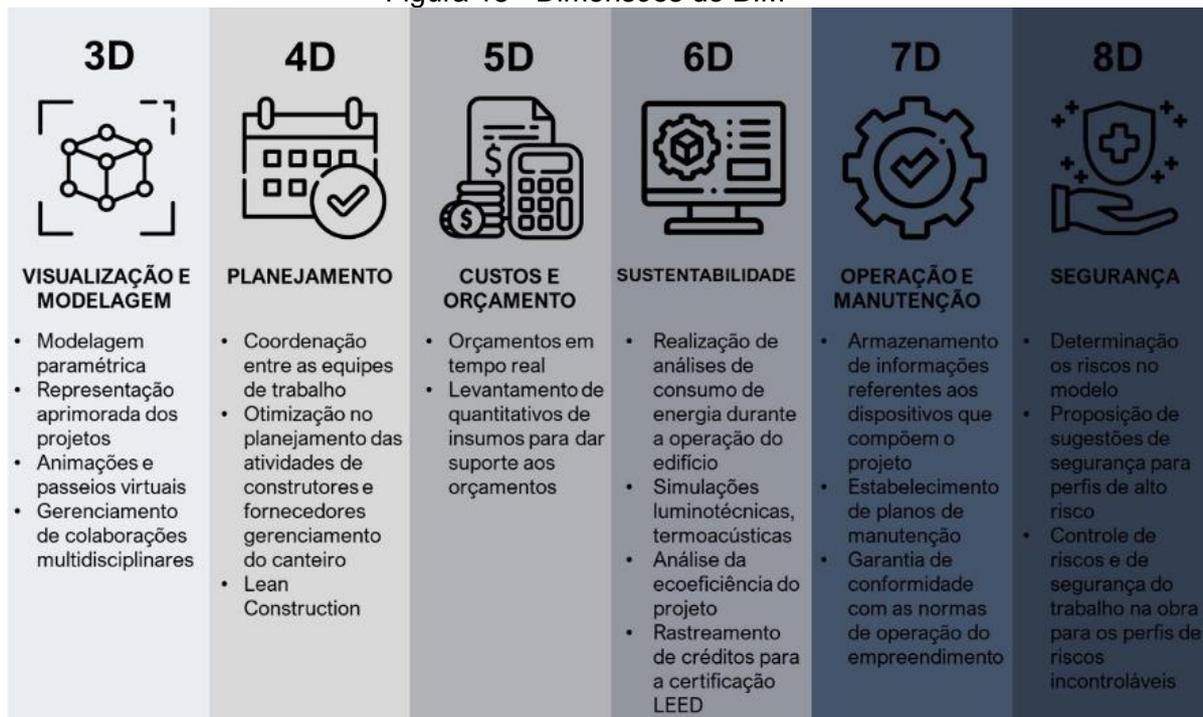
Fonte: Abrava, 2018

Outro ponto importante a ser salientado, como problema encontrado no processo de Operação e Manutenção, se trata da “retenção do conhecimento” por pequenas partes envolvidas. Muitas vezes o histórico das manutenções, compras de peças e materiais e até mesmo como determinado problema foi resolvido fica retido “na cabeça” de algumas pessoas específicas, dificultado o acesso as informações e por consequência, as tomadas de decisões, perdendo-se tempo tentando levantar o histórico e dados envolvidos de determinado problema que veio a ocorrer (TELES, 2016).

### **4.3 Conceitos, definições e suas vantagens**

Portanto, como fruto da identificação dos problemas comumente presentes ao longo do processo de Operação e Manutenção de edifícios, a tecnologia BIM aplicada a FM, vem como ferramenta estratégica, atingir os principais gargalos encontrados. De acordo com o *National Building Modeling Standard* (NBIMS), pode-se elencar algumas das diversas vantagens encontradas na adoção da tecnologia BIM a FM (7D – Figura 18) são: Gestão de projetos com maior eficiência devido a processos padronizados e informações de projetos estruturadas. O modelo BIM é o *DataBook* de todo o empreendimento, há integração da equipe de forma colaborativa, restringindo o fluxo de informações e criando canais de comunicação mais diretos, eliminando ruídos na equipe; centralização das informações de gestão de ativo em uma base única e atualizada, aumentando a confiabilidade das informações de gestão de ativos, dispensando o uso de papel (Aziz *et al.*, 2016) é um grande problema para os gestores FM; gestão da qualidade de projetos aumentada, pois permite a previsibilidade de problemas de obras e melhora o custo e os prazos dos projetos; criação de uma integração com as tecnologias de gestão de informação de ativos atuais e expandindo o uso da base centralizada com informações centralizadas e atualizadas continuamente (Solicitações de serviços – OS), (ANTONIOLI, 2003).

Figura 18 - Dimensões do BIM



Fonte: Dimensões do BIM - do 3D ao 8D (Adaptado de Empresa Britânica Digital Inc., 2021)

Ou seja, o modelo BIM aplicado a FM, ou a dimensão 7D, permite a análise do ciclo de vida da construção e a gestão das instalações, através do controle de garantias de equipamentos, planos de manutenção, informações de fabricantes e fornecedores além da mensuração dos custos de operação e manutenção. Permite que os gestores possam extrair e rastrear dados como especificações, manuais de operação, garantias, além de obter o histórico de manutenção dos ativos e análises de dados via painel de controle (*dashboards*) (BECERIK-GERBER et al., 2012).

A virtualização do edifício em tecnologia BIM, através do modelo/protótipo, que como dito anteriormente, faz parte de umas das premissas da Indústria 4.0, e atua como ferramenta estratégica, pois permite a realização de análises e estudos diversos, permitindo prever problemas, conflitos e informações inconsistentes, otimizando a qualidade do produto final (edifício construído) inclusive permitindo a análise dos indicadores de desempenho através da integração com ferramentas *IoT*, tornando-o mais Eco eficiente (SAPP, 2013). Com base nessas informações, a figura 19, abaixo demonstra de forma ilustrativa como o modelo BIM seria capaz de centralizar diversas informações oriundas tanto da fase projetual até a fase de O&M, tornando todo o processo mais eficiente.

Figura 19 - Conjunto de atividades relacionadas a FM e ao BIM



Fonte: Adaptado de ABRAVA, 2018

Outra aplicação benéfica da utilização do Modelo BIM para a O&M (Operação e Manutenção), segundo Christianne Ishida (2013), é sem dúvidas voltada para a ação estratégica associada os processos de Comissionamento e Retro comissionamento, uma vez que visam assegurar que os sistemas e componentes de uma edificação estão projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com as necessidades e requisitos operacionais determinados pelas normas e protocolos vigentes, garantido a qualidade, eficiência e desempenho contínuo do empreendimento ao proprietário. O modelo auxilia na checagem do desempenho do sistema construído, uma vez que atua como banco de dados virtual. Através da associação com plataformas virtuais de centralização de ativos voltados a FM, onde o modelo BIM se torna visível em 3D e 2D, torna-se possível por exemplo, examinar documentos específicos dos sistemas que serão comissionados, auxilia também no endereçamento e rastreamento dos ativos, facilitando sua inspeção e vistoria, e na coleta de dados, uma vez que permite a visualização do histórico de operação e manutenção. Além do mais, pode atuar como repositório de informações das análises feitas do próprio comissionamento. Desta forma, podemos inferir que o modelo pode ser considerado como uma “Boa prática” para as atividades de Comissionamento e/ou Retro comissionamento uma vez que atua como ferramenta capaz de otimizar os

processos voltados para o desempenho da construção (ISHIDA, 2013).

#### 4.4 Ferramentas

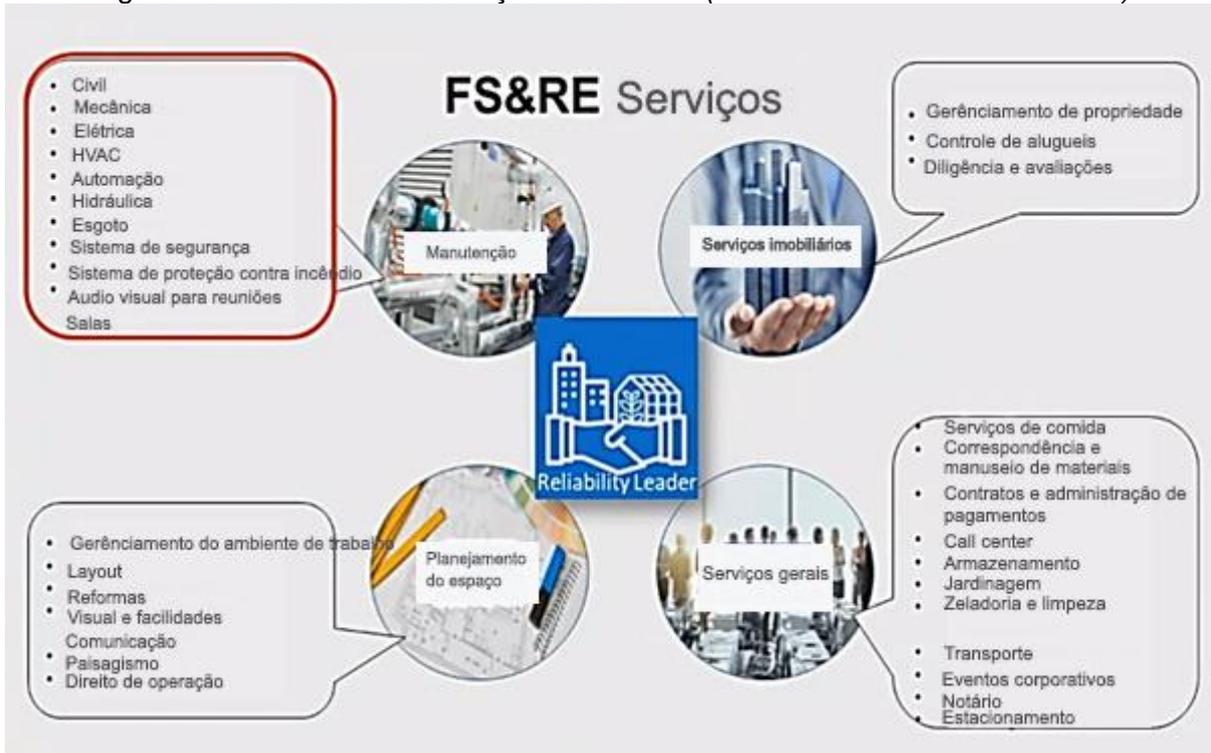
Atualmente, existem diversos sistemas de aplicações virtuais BIM voltados para a indústria de FM, criados a partir do princípio e expertise no gerenciamento estratégico de manutenção e operação de ativos, contudo muitos deles ainda se encontram em fase empírica, e os existentes ainda não são amplamente utilizados pelo mercado (SOUZA FILHO, SOLON, 2018).

Segundo Teixeira, Alessandra e Scheer Sergio, 2021, no trabalho apresentado a Universidade Federal do Paraná, intitulado os “Benefícios e soluções da integração de BIM-FM e gestão de espaços, a plataforma integradora BIM de Facilidades”, pode ser empregada em diversas esferas como na manutenção, onde estão localizadas as disciplinas de Civil, Mecânica, Elétrica, HVAC (foco deste trabalho), Automação, Hidráulica, Esgoto, Sistema de segurança e Combate a incêndio, por exemplo. Contudo, não se restringe somente a manutenção, mas também pode ser utilizada em serviços relacionados a área imobiliária, a área de planejamento de espaços ou mesmo a serviços gerais, conforme ilustra a figura 20.

Segundo as empresas YouBIM e Autodesk, 2021 que fornecem aplicativos BIM-FM, é possível através do uso das plataformas integradoras realização da Gestão de Tickets (Solicitações de usuário), a operação de equipamentos em tempo real, a gestão de equipe de manutenção, a atribuição a equipe de tarefas de manutenção preventiva, onde é possível fazer a mensuração do consumo de peças e também a atribuição de tarefas de manutenção preditiva, reduzindo o número de interrupções do sistema.

Uma das possibilidades da plataforma é a criação de Ordem de serviços (*Work Orders*), onde se pode fazer a programação das manutenções de forma facilitada utilizando campos de pesquisa através do número do patrimônio ou de uma etiqueta (*tag*) atribuído ao equipamento (figura 21, 22 e 23). Desta forma é possível fazer a gestão das informações como por exemplo, quando a última foi realizada e quem foi o responsável pelo atendimento da mesma (YouBIM e Autodesk, 2021).

Figura 20 – Facilidades e serviços imobiliários (Facilities e Real State Services)



Fonte: Adaptado de YouBIM, 2021

Figura 21 - Interface do YouBIM (Ordem de Serviços)

**YOU BIM** BIM for FM Service

All Categories **cooling** Florencia Castro

2D 3D Assets **Work orders** IM

Demo Site Central Plant All Floors All Rooms All Systems

**Work Orders List**

ALL WORK ORDERS **3** Export CSV

WAITING FOR REVIEW	DESCRIPTION	CLASS	START DATE	DUE DATE	ASSIGNEE
Waiting for review	<b>Chiller 1 - Calibrar potência</b> Verificou-se funcionamento intermitente...	N/A	May 30th 11:45hs	Jun 5th 11:45hs	<b>Pedro Miguel</b>
Waiting for review	<b>porfavor cierra esta valvula in...</b> dshaadh	N/A	Sep 17th 24:00hs	Sep 17th 24:00hs	<b>Axel Kruger</b>
Waiting for review	<b>Check Valve</b> Lickage problem	N/A	Nov 26th 06:24hs	Nov 27th 05:45hs	<b>Aki Baravalle</b>

**1**

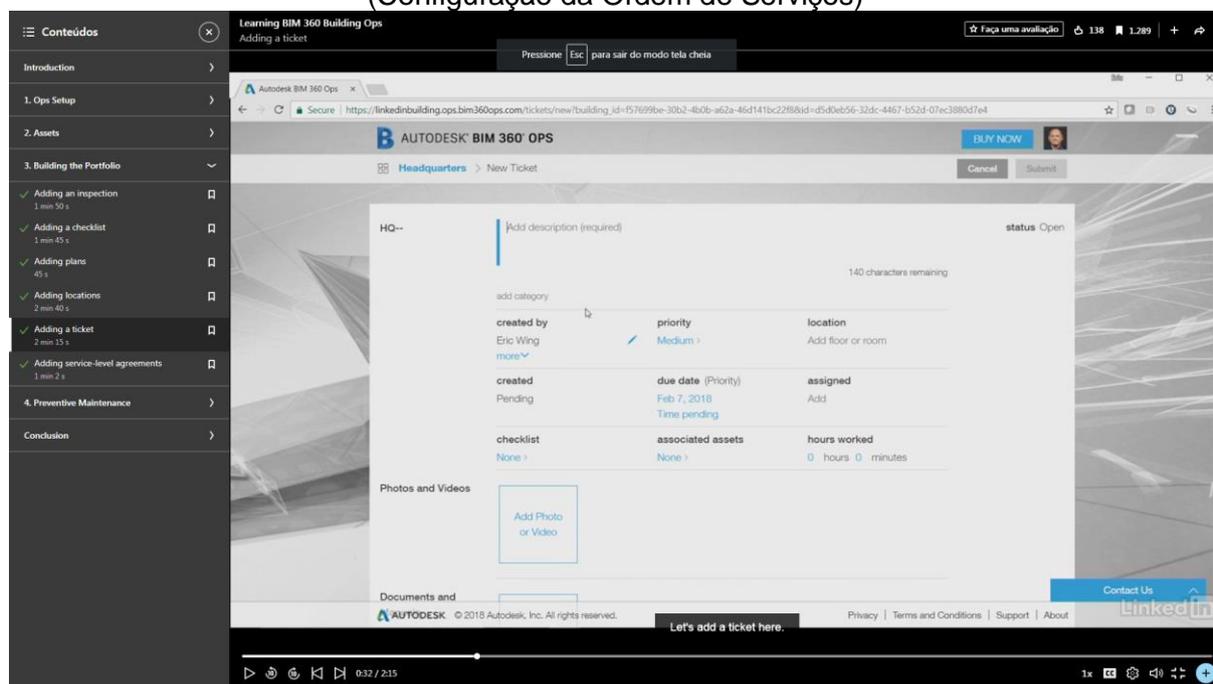
Fonte: YouBIM, 2021

Figura 22 - Interface do Autodesk 360 OPS para gerenciamento de *Work Orders* (Criação de Ordem de Serviços)



Fonte: BIM 360 OPS, 2021

Figura 23 - Interface do Autodesk 360 OPS para gerenciamento de *Work Orders* (Configuração da Ordem de Serviços)

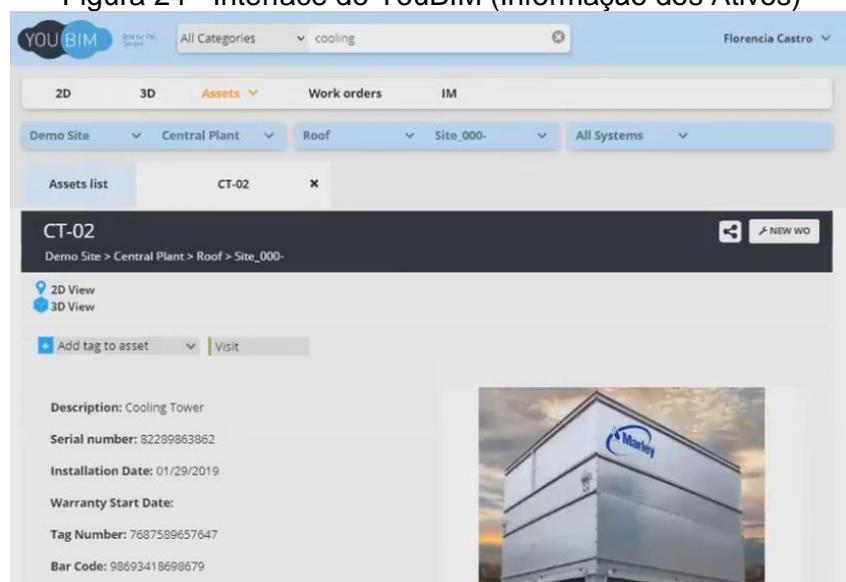


Fonte: BIM 360 OPS, 2021

Outra funcionalidade é a facilitação através de uma interface gráfica (figura 24 e 25) do acesso as informações dos ativos (*Asset information*), onde todas as características técnicas como número de série, fornecedor, manuais técnicos, garantias, podem ser visualizadas através de um clique no equipamento do modelo

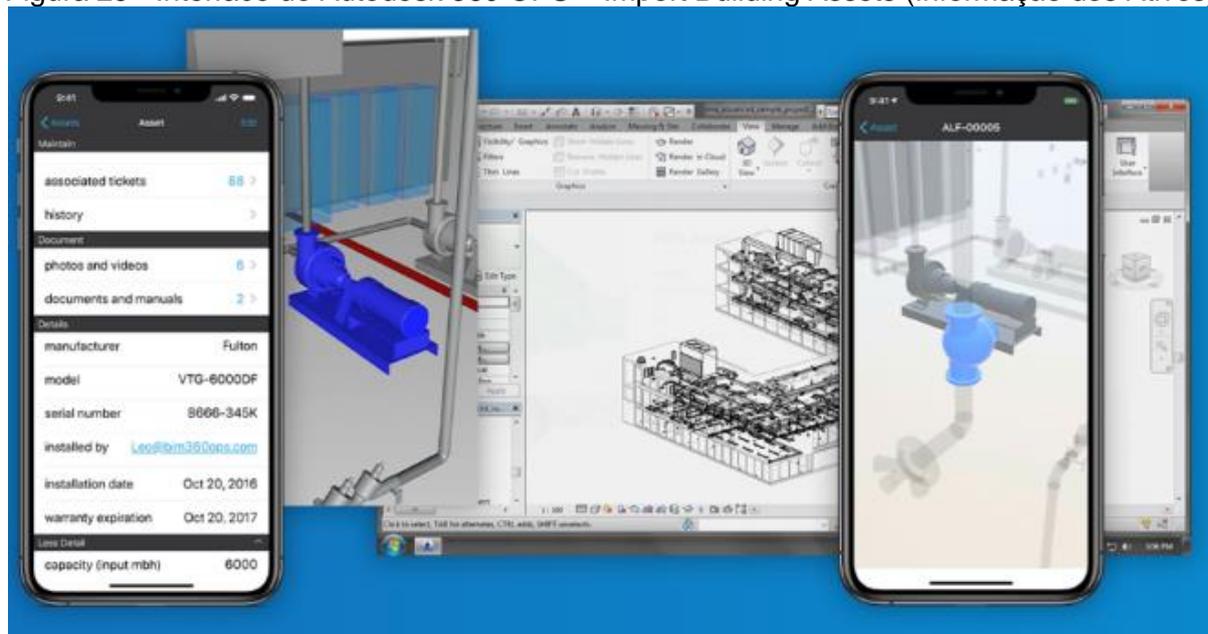
importado. A exemplo são mostradas as interfaces gráficas de dois softwares BIM dedicados a FM distintos, sendo a figura 23 a plataforma YouBIM e a figura 24 a plataforma da Autodesk BIM 360.

Figura 24 - Interface do YouBIM (Informação dos Ativos)



Fonte: YouBIM, 2021

Figura 25 - Interface do Autodesk 360 OPS – Import Building Assets (Informação dos Ativos)



Fonte: Autodesk, 2021

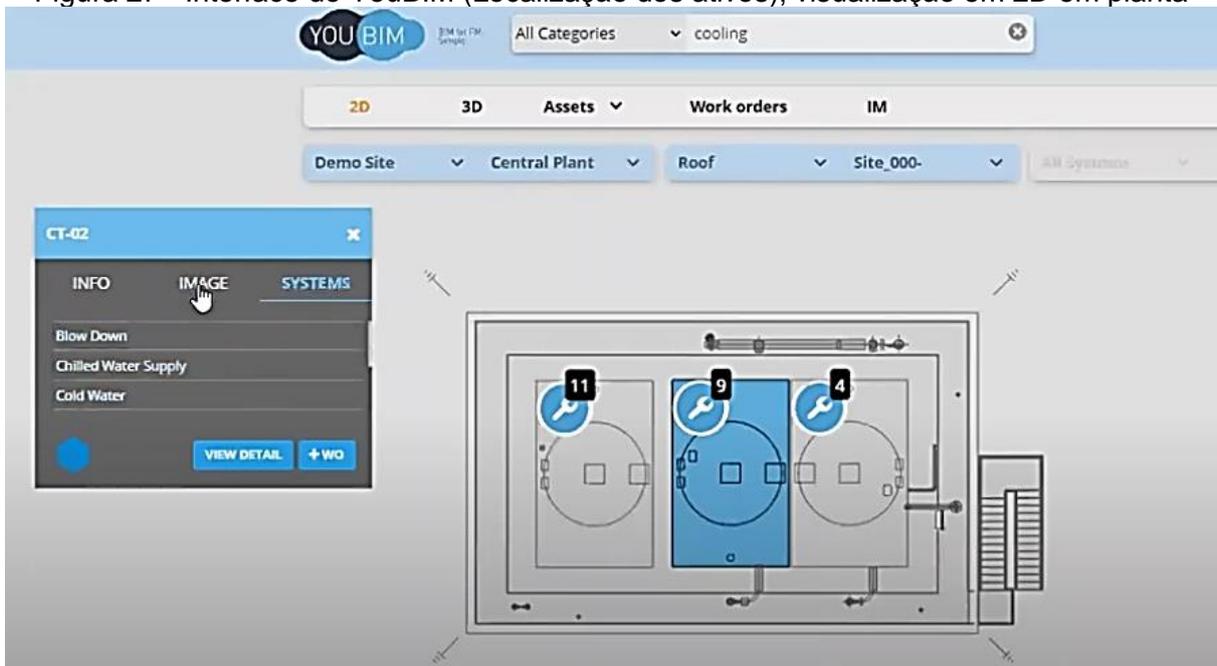
Através da plataforma de visualização diretamente na interface, é possível fazer a localização facilitada do ativo tanto de forma 3D (figura 26) quanto de forma 2D, tanto em planta (figura 27) quanto em mapas (figura 28), associadas.

Figura 26 - Interface do YouBIM (Localização dos ativos), visualização em 3D



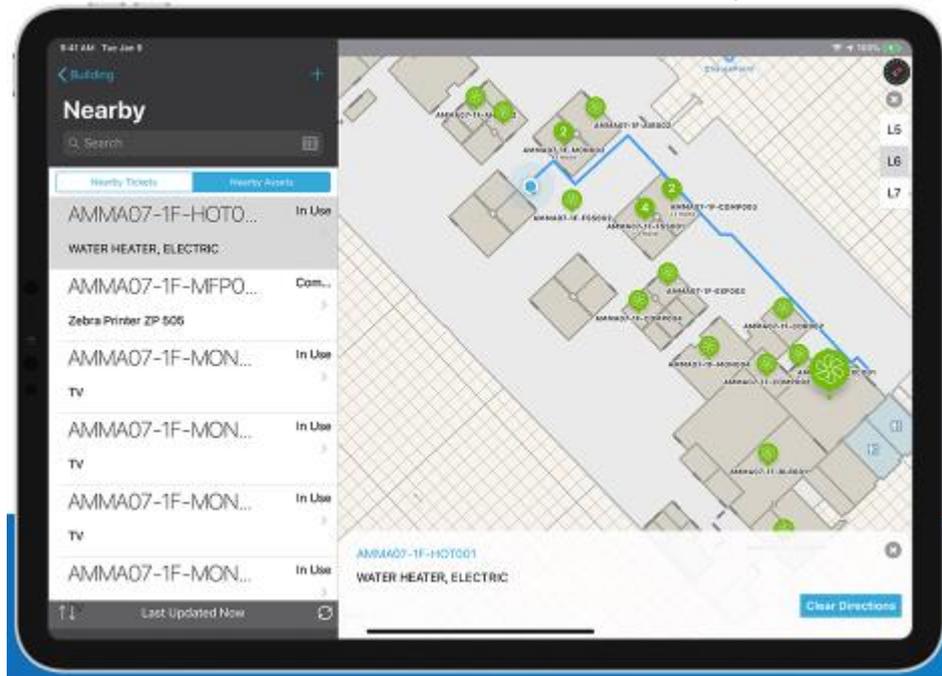
Fonte: YouBIM, 2021

Figura 27 - Interface do YouBIM (Localização dos ativos), visualização em 2D em planta



Fonte: YouBIM, 2021

Figura 28 - Interface do Autodesk 360 OPS Indoor Maps (Localização dos ativos) em mapa



Fonte: Autodesk, 2021

Contudo, há de se avaliar as implicações da adoção desse tipo de processo assim como seus requisitos para se mensurar a viabilidade da implantação da tecnologia BIM na atual Gestão e Operação dos sistemas de Ar Condicionado no Centro de Saúde. Certamente a mudança para uma nova plataforma de trabalho, baseada em modelo 3D e não apenas em documentos 2D, traz consigo inúmeros desafios, e há de se pensar de forma metodológica e estruturada como haveria de se fazer essa transição (YAMAMOTO, ELIS, 2020).

Para se realizar a implantação, alguns passos devem ser seguidos (*steps*) (figura 29), os usuários precisam ser criados com um perfil na plataforma, e necessitam ser treinados para utilizar a interface da mesma. Uma lista dos ativos precisa ser levantada e integrada ao modelo 3D que por sua vez, precisa ser preparado para a exportação para a plataforma com base nos parâmetros específicos de leitura do software (YouBIM, 2021).

Figura 29 - Fluxograma dos passos para a implementação BIM juntamente com a Plataforma YouBIM



Fonte: YouBIM, 2021

De acordo com o IFMA (*International Facility Management Association*), softwares CMMS possuem linguagem de banco de dados própria e são separados da tecnologia BIM, ou seja, não se comunicam diretamente. Para que haja a integração entre os softwares precisa haver uma estratégia para a transferência de dados. Espera-se que os dados de FM durem todo o ciclo de vida da construção e para isso se faz melhor a adoção de um padrão de código aberto que provavelmente perdurará por toda a vida do empreendimento, no caso por meio de um protocolo IFC (*Industry Foundation Class*) (YAMAMOTO, ELIS, 2020). No caso o modelo de dados IFC contempla todos os dados do edifício, e o COBie (*Construction Operation Building Information Exchange*) limita-se às informações necessárias durante a construção para a entrega às operações, sendo considerado como um subconjunto do IFC. Segundo Nakahira (2019), “os dados contidos no modelo COBie são basicamente espaços e equipamentos do edifício, elementos que requerem gerenciamento, manutenção e têm peças de consumíveis que necessitam de inspeções”.

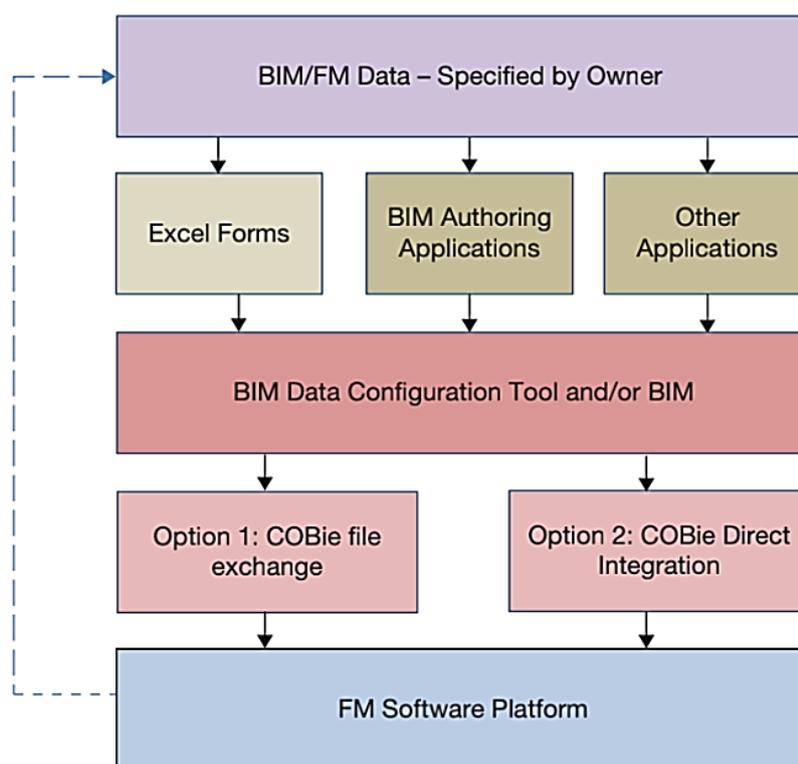
Portanto para a utilização da plataforma integradora YouBIM por exemplo, tais parâmetros de gestão de ativos BIM devem ser configurados através da utilização de uma planilha COBie, onde COBie nada mais é que um formato aberto voltado a FM de informações desenvolvido pela BuildingSMART alliance (YouBIM, 2021). Segundo definição da IFMA (*International Facility Management Association*), em BIM for FACILITY MANAGERS, este padrão especifica como todos os tipos de dados de construções e equipamentos devem ser capturados e qual nomenclatura é apropriada para cada dado.

Portanto, para que o software de integração consiga ler o modelo, se faz necessário que este seja configurado previamente de acordo com o padrão COBie

(YAMAMOTO, ELIS, 2020). Desta forma, através de um plug-in BIM de Intereoperabilidade, chamado *Autodesk COBie Extension For Revit*, é possível realizar diversas configurações no modelo para que sejam adicionadas ou modificadas na planilha COBie.

A figura 30 mostra um fluxograma com os caminhos possíveis de integração do modelo BIM a plataforma FM (FM Guidelines, 2019):

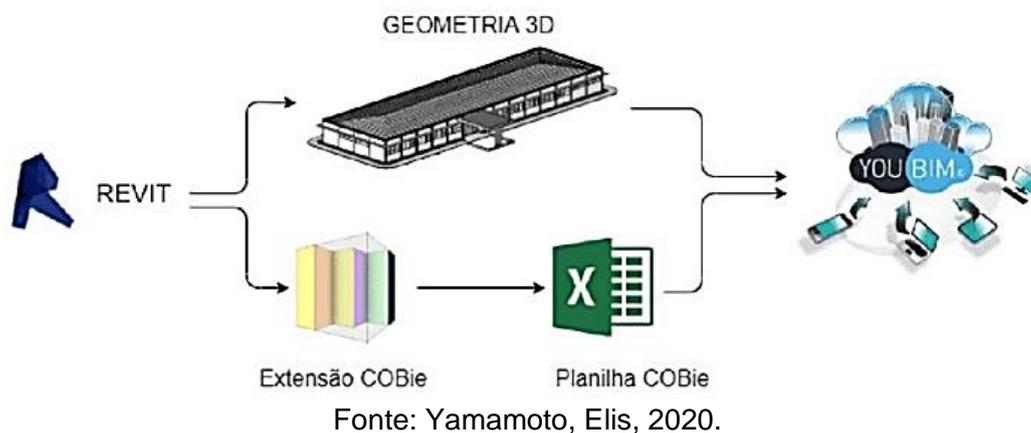
Figura 30 - Alternativa de caminhos de dados para a integração BIM com FM



Fonte: FM Guidelines (2019)

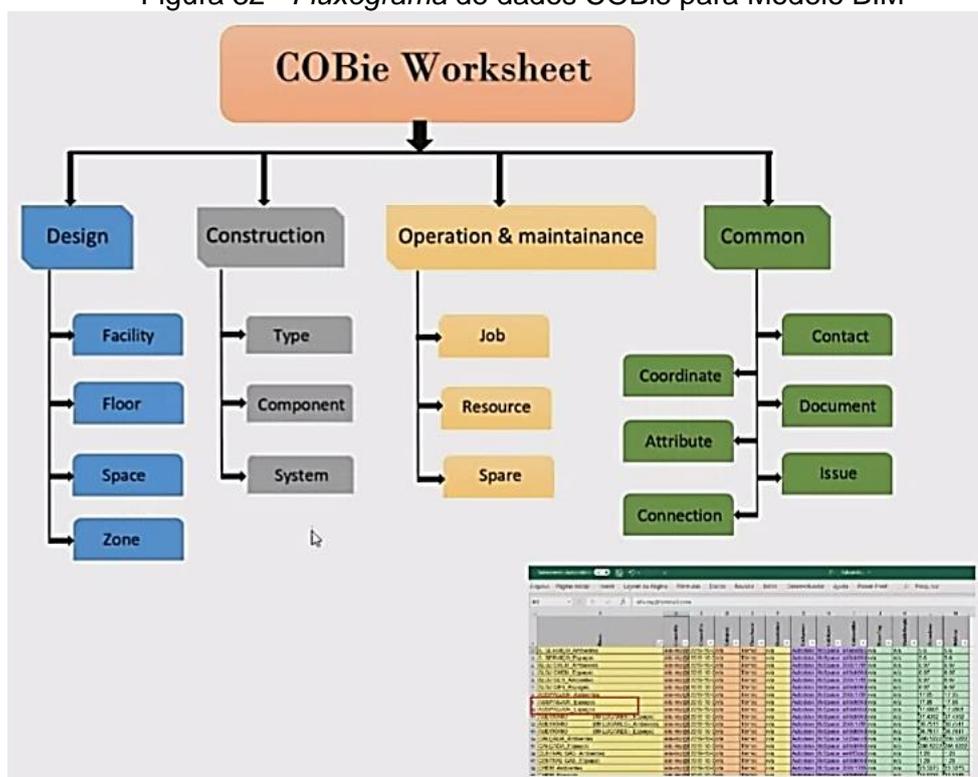
O caminho utilizado neste caso conforme ilustrado na figura 31, seria através da integração direta com um sistema CMMS com o sistema de modelagem BIM usando a interface de programação de aplicativo (API) BIM. Esse modo fornece uma integração eficaz de ambos os sistemas onde os dados gráficos são atualizados em BIM e os dados de FM são inseridos no através do COBie (que deve ser previamente configurado no modelo BIM, conforme figura 32) diretamente no sistema CMMS (YAMAMOTO, ELIS, 2020).

Figura 31 - Transferência de dados para o YouBIM



Fonte: Yamamoto, Elis, 2020.

Figura 32 - Fluxograma de dados COBie para Modelo BIM



Fonte: YouBIM, 2021

Uma vez o modelo tenha sido preparado e exportado para uma plataforma de integração BIM aplicada a FM, pode-se também associá-lo com os processos de automação já existentes, pautados na Internet das Coisas (*IoT*) (BHARGAV DAVE, ANDREA BUDAM ANTTI NURMINEN, KARY FRÄMLING, 2018). Certamente, o BIM e a *IoT* são duas tecnologias populares e que integradas, estão mudando e estão destinadas a mudar ainda mais profundamente as indústrias de arquitetura e construção. McKinsey (2016) estimou o potencial econômico da indústria de *IoT*, onde

realizou um estudo que estima o potencial impacto econômico de US\$ 3,9 à 11,1 trilhões por até 2025 e afirma que mais de 50% das organizações que lideram as iniciativas em *IoT* investem com foco em monitoramento e controle.

O uso de sensores, válvulas, periféricos, atuadores e medidores, componentes que interagem com o campo e são responsáveis por informar o status do que está sendo controlado ou monitorado, permitem o aumento da eficiência operacional e a redução de custos, uma vez que podem ajudar as empresas a extraírem o máximo valor dos seus ativos. Através da gerência da performance dos equipamentos, por exemplo, há a possibilidade de se prolongar a vida útil e de se levantar diversos dados para que possa haver a interpretação dos mesmos levando a melhor tomadas de decisões na manutenção desses equipamentos (BHARGAV DAVE, ANDREA BUDAM ANTTI NURMINEN, KARY FRÄMLING, 2018).

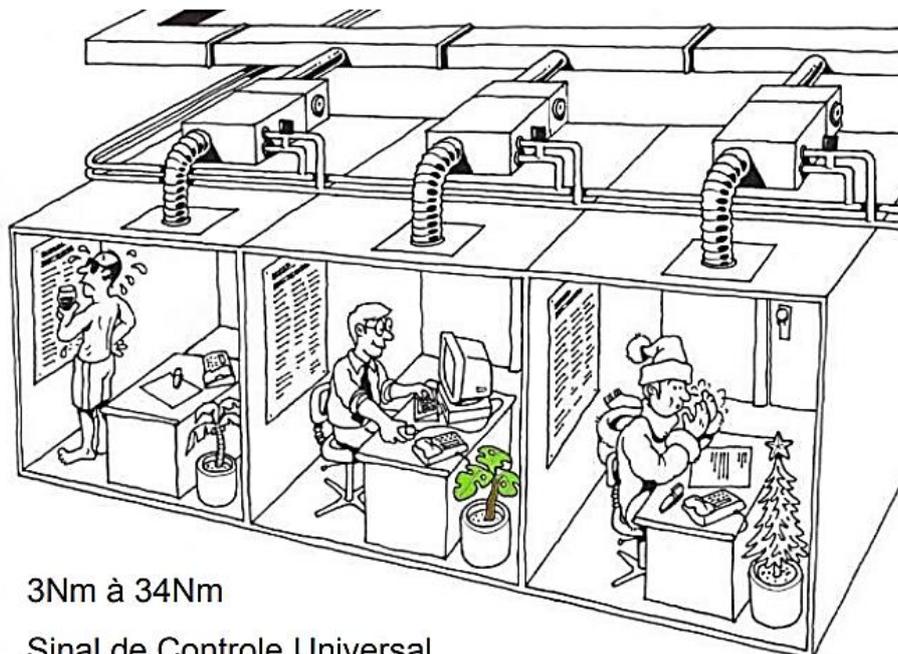
Segundo Cooper (2020), a ideia é que o BIM é um processo e que subjacente a ele, isso é o que a indústria está tentando fazer e o que os governos e os grandes proprietários estão tentando resolver - é ajudar a todos a ter um conjunto de dados integrado em torno de projetos, processos e ativos. Já segundo Seppo Torma (2018), CEO Da *Visuallynk*, os sistemas *IoT* contêm apenas uma lista de sensores e seus valores. Você precisa ter algum contexto para entender onde o sensor está localizado e qual é o significado desses valores. O modelo BIM é uma forma natural de dar significado e contexto a esses valores de sensor e também relacionar os valores entre si.

De acordo com a pesquisa realizada por NBS (*National BIM Surveyt*) em 2020, o nível de conhecimento das pessoas sobre BIM vem aumentando, e menos pessoas estão vendo o BIM com um simples modelo 3D. Isso é positivo, uma vez que tanto pessoas como organizações estão vendo que a aplicação do BIM pode ir muito mais além (. Segundo ISHIDA (2015), além de ser possível a visualização dos valores dos sensores dentro do modelo, existem possibilidade ainda a serem exploradas como, a utilização desses modelos para uma análise mais cuidadosa dos valores, levando em consideração as características de um edifício que se relacionam com a eficiência energética e contrastando isso com valores de temperatura, valores de consumo de energia e assim por diante. O BIM funcionaria como uma plataforma de agregação, onde dados adicionais seriam acrescentados ao modelo construtivo já existente.

A fim se exemplificar (figura 33), um caso prático seria a temperatura de um ambiente estar muito baixa. Através da *IoT* e BIM seria possível a visualização de

como esse ambiente está conectado à ventilação para assim poder descobrir a causa do problema através de um dispositivo móvel, remotamente ou através de dispositivos de realidade aumentada (AR) (WORAWAN NATEPHRA and ALI MOTAMEDI, 2019).

Figura 33 - Ilustração dos ambientes climatizados



- 3Nm à 34Nm
- Sinal de Controle Universal

Fonte: YouBIM, 2021

Atualmente através da plataforma YouBIM, a integração com softwares de *IoT* é possível, onde o YouBIM atuaria integrado com plataformas de Gestão de ativos e manutenção, também conhecidas como CMMS (Computerized maintenance management system), como no caso o IBM Máximo, ou o Fractal (YouBIM, 2021). Esta funcionalidade permite que dados relacionados aos equipamentos como por exemplo, o consumo Kw/h possa ser consultado em tempo real. Isto auxilia na análise e gestão do desempenho dos equipamentos utilizados como bombas, chillers, torres de resfriamento, etc, conforme pode-se observar na figura 34 (YouBIM, 2021).

Contudo, segundo Goneim, Ahmed (2021), atualmente existem algumas dificuldades encontradas no processo de implementação 7D que podem ser elencadas: Diferentes *Workflows* adotados pelas empresas e *Facilities Managers*, a falta de interoperabilidade entre softwares CMMS (*Computerized maintenance management system*), CAFM (*Computer-Aided Facility Management*), BAS (*Building Automation System*), etc. e o modelo BIM, ou seja, cada fabricante é proprietário da sua própria linguagem (código fechado) criando a necessidade de desenvolvedores

de software específicos para a integração entre a plataforma de visualização de facilidades. De acordo com Lee *et al.* (2016), o IFC que é um formato aberto (*Open-source*) foi adotado em alguns estudos para tentar resolver o problema de interoperabilidade entre sistemas FM e CMMS. Porém segundo Goneim Ahmed (2021), o processo de transferência de dados, que deveria ser automatizado usando o kit de ferramentas COBie (modelo de dados) para transferir informações do BIM para o CMMS, foi outro desafio enfrentado por Pishdad-Bozrgi *et al.* (2018). Mesmo com a disponibilidade dos dados necessários pela equipe de FM do proprietário no modelo BIM, os problemas de interoperabilidade causaram um atraso na entrega das informações de FM no sistema de *Asset Information Model* (AIM) durante toda a fase de entrega. O problema foi que houve várias entradas de dados fora do padrão ao longo do desenvolvimento do projeto o que ocasionou problemas de interoperabilidade no estágio de entrega.

Figura 34 - Exemplificação de visualização de dados em tempo real do IBM Máximo integrada com a plataforma YouBIM



Fonte: YouBIM, 2021

## 5. METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DE DADOS

Para estudar maneiras que o processo BIM pode ser aplicado em processo de gerenciamento e manutenção do sistema de ar-condicionado, foi realizado um estudo de caso no Hospital INC. Este está localizado na cidade de Laranjeiras, no estado do Rio de Janeiro. Buscou-se informações para aprimorar as técnicas e os processos já existentes a fim de se mitigar as atuais falhas e dificuldades encontradas no processo de FM do local.

Os procedimentos metodológicos a serem utilizados nesta pesquisa tiveram uma abordagem qualitativa, uma vez que não serão traduzidos em números os resultados obtidos. Apenas serão analisados de forma processual se a tecnologia BIM será aplicável a situação existente ou não. Para isso será realizado um estudo de caso com as seguintes etapas (Quadro 1):

- 1 - Revisão da literatura sobre a questão-problema;
- 2 - Estudo exploratório no sistema de ar-condicionado do hospital:
  - a) Determinação da ferramenta para realizar a Gestão de facilidades integrada com o processo BIM;
  - b) Identificação das informações necessárias para o gerenciamento de facilidades e de que forma o modelo BIM deverá ser executado para atender as necessidades relativas a FM;
  - c) Execução do projeto através da metodologia BIM;
  - d) Testes através da aplicação do modelo em dispositivos móveis para controle da manutenção.
- 3 - Avaliação dos resultados: primeiramente, houve a revisão bibliográfica a respeito dos principais conceitos que envolvem o trabalho em questão e que possuem relevância na atualidade: A Gestão de Facilidades, onde buscou-se delimitar os conceitos, a sua importância e a aplicação no Brasil e no mundo e as projeções para o futuro, e sobre o processo BIM. Aprofundou-se ainda sobre o tema em áreas ainda pouco exploradas, como por exemplo, sua aplicação em conjunto com atividades que envolvem a FM mais comumente chamado de 7D. A revisão bibliográfica descrita foi fundamentada em publicações de especialistas da área de *Facilities* e da área do BIM, como teses, monografias, dissertações, livros, manuais, artigos, páginas eletrônicas e cursos tanto nacionais quanto internacionais.

Após foi realizado o Estudo Exploratório, buscou-se levantamento dados existentes na atual administração da manutenção do sistema de climatização do INC. Juntamente executou-se a Modelagem do sistema de climatização do Centro cirúrgico. O modelo BIM foi desenvolvido com enfoque no Centro Cirúrgico do INC, pois se trata de uma área onde há a carência na gerência com relação as aferições de temperatura e umidade, pois estas devem estar sempre reguladas para que os equipamentos funcionem perfeitamente além de ter que atender as normas hospitalares. Desta forma, o modelo foi preparado seguindo os preceitos da FM e posteriormente testado em aplicativos móveis.

A seleção das ferramentas ocorreu com base nos processos de operação e manutenção já existentes e postos em prática como a utilização de planilhas em Excel e softwares de gestão com base em linguagem SQL. A partir do conhecimento do atual processo e de suas dificuldades, e a partir do estudo das tecnologias disponíveis e desenvolvidas até então (YouBIM e BIM 360 OPS), escolheu-se a plataforma do BIM 360 OPS, da Autodesk, a fim de se fazer um comparativo do processo que ocorre com o uso do software de manutenção em linguagem SQL. Com a tecnologia da Autodesk é possível utilizar o modelo BIM desenvolvido com o próprio software da Autodesk, o Revit, que faz o link direto com a plataforma do BIM 360 OPS na nuvem não necessitando o uso de linguagem IFC (COBie). Apesar de haver a possibilidade de integração do modelo com os sensores existentes (que já fazem comunicação com o software OragenB – BAS) pela plataforma YouBIM, não foi escolhida, pois o modelo não para ser interligado levaria a necessidade de conhecimento específico sobre desenvolvimento de softwares para que isso ocorresse. Já, o BIM 360 OPS possibilita a publicação de dados diretamente do Revit (Modelo) e fornece os detalhes necessários para manter os ativos mostrando-os inclusive através de dispositivos móveis. Também possibilita a geração de relatórios sobre seu programa de manutenção preventiva, porém a integração com os sensores só seria possível através de outra plataforma, o Autodesk Tandem.

Tendo como referência os documentos pertencentes ao processo atual de gerenciamento de facilidades juntamente com a bibliografia revisada, procurou-se levantar os dados relativos as ações de manutenção, como cronogramas, equipamentos e rotina do pessoal, assim como dados técnicos frequentes do local, como controle de temperatura e umidade dos ambientes. Somadas à observância das ferramentas e dos recursos que os softwares disponibilizam e requisitam, foram

determinados os parâmetros e variáveis necessárias a serem implantados dentro do modelo BIM para que pudessem ser consultadas através do BIM 360 OPS posteriormente.

Todos os documentos como plantas baixas do local foram solicitados, os quais estavam disponíveis em extensão dwg. A partir do projeto disponibilizado, onde constavam as características como informações de geometria do ambiente, materiais de acabamento e equipamentos existentes e que são relevantes a este estudo, o modelo foi preparado contendo as variáveis e parâmetros necessários para o bom uso do BIM 360 OPS.

Por fim, após a exportação através do próprio software Revit para a nuvem do BIM 360 OPS, foram testadas as funcionalidades do aplicativo de acordo com as necessidades corriqueiras e previstas dentro do Plano de Manutenção e Operação. A instalação do BIM 360 OPS foi realizada nos dispositivos móveis a fim de se testar a sua operabilidade no dia a dia. Após a experimentação, foi elaborado um comparativo entre os dois processos, sendo chamado de software de linguagem SQL x BIM 360 OPS, mostrando através de um quadro os pontos positivos e negativos de cada um e evidenciando assim algumas das vantagens de se utilizar o processo BIM para a operação e manutenção dos sistemas de climatização do INC.

Quadro 1 - Resumo

<b>Objetivo geral:</b> Analisar as dificuldades existentes no atual processo de gestão da manutenção hospitalar e propor melhorias no processo com base em novas tecnologias integradas.			
<b>Objetivos específicos</b>	<b>Atividades</b>	<b>Ferramentas</b>	<b>Resultados</b>
Análise das teorias envolvidas nos processos de gestão e manutenção de sistemas de instalações prediais	Levantamento bibliográfico sobre o assunto (normas <i>experts</i> sobre o assunto)	Bibliografia. Artigos, livros, dissertações, publicações, pesquisas de campo	Embasamento teórico através das pesquisas que levaram a melhor escolha da metodologia empregada no trabalho
Levantamento dos fatores apontados pelo gestor através de entrevistas e visitas ao local para saber o que leva a instituição a um processo ineficiente	Levantamento dos indicadores existentes juntamente com a avaliação do processo atual na rotina de manutenção a fim de se fazer um comparativo final	Software de planejamento e controle da manutenção, com base em linguagem SQL	Observou-se as dificuldades existentes com a utilização do software como ferramenta de FM corroborando com a ideia de que se faz necessário o estudo de novos métodos de controle
Construção do modelo virtual BIM com base nas variáveis e parâmetros necessários para a operação e manutenção Exportação do modelo BIM para a nuvem do BIM 360 OPS	Inserção das variáveis e parâmetros encontrados	Software de modelagem BIM (Revit versão estudantil)	Houve o preparo do modelo BIM e constatou-se a possibilidade de aplicação das informações existentes dos equipamentos existentes, porém os dados (taxas de umidade e grau de temperatura) que seriam extraídos dos sensores IoT não foram possíveis de serem integrados ao modelo
Avaliação dos benefícios da utilização da tecnologia BIM para a operação e manutenção fazendo-se um comparativo com o atual processo	Foi desenvolvido uma tabela comparativa, entre a força processual atual e a forma de processo estudada	Relatórios, dados, diagramas, fluxogramas, técnicas, extraídos do BIM 360 OPS	Observou-se algumas vantagens relativas a aplicação da metodologia BIM-FM, sendo portado, comprovada que é uma forma eficiente de operação e manutenção. Quebrando o paradigma existente de que o 7D não é possível.

Fonte: Autor (2021)

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Geralmente as grandes instituições possuem grande quantidade de patrimônios localizados dentro das suas edificações e necessita de controle para a manutenção da sua integridade. O INC possui um sistema integrado no qual todo e qualquer mobiliário ou equipamento de uso permanente são codificados, com numeração e identificador localizador (Figura 35). Esses componentes dentro da edificação precisam estar em seus devidos lugares de cadastro, íntegros e disponíveis para uso dos ocupantes do setor onde encontrado.

Figura 35 – Exemplo de patrimônio



Fonte: Levantamento fotográfico, autor (2021)

O serviço de engenharia do hospital juntamente com o serviço de patrimônio (que são responsáveis pela gestão de facilidades) devem trabalhar lado a lado, com informações atualizadas de qualquer movimentação, aquisição e descarte de equipamentos. A engenharia tem como uma de suas funções, requisitar a necessidade de compra de novos equipamentos, condenar equipamentos antigos e obsoletos e informar a necessidade de remanejamento de equipamentos dos setores, conforme demandas da manutenção, ou até mesmo demandas de pequenas obras que é recorrente em edificações mais antigas.

A equipe de manutenção de ar-condicionado hoje possui, através de informações apresentadas pela engenharia do hospital e levantamento em campo, o conhecimento de todos os equipamentos de refrigeração do hospital. Estes totalizam

aproximadamente 709 equipamentos de refrigeração, incluído condicionadores de ar, refrigeradores e purificadores de água. As informações atualmente são controladas por meio de planilhas automatizadas. Tem-se uma planilha mestre onde concentra todas as informações de cadastro dos equipamentos e planilhas secundárias que extraem informações da planilha principal para geração de histórico de manutenção, formulários de manutenção e relatório de atividades de um determinado equipamento. A tabela 10 abaixo demonstra as informações contidas nas planilhas e que são necessárias para o gerenciamento de facilidades do dia a dia do hospital.

Tabela 10 – Informações contidas nas Planilhas

ACJ	Split	Self	Spitão	Fan coil	Cassete	Exaustor	Bomba	Torre	Chiller	Fancolete	Total
6	12	0	0	3	0	0	0	0	0	7	28
Equipamento	Pavimento	Sector	Tangran	Patrimônio	Fabricante	Modelo	Capacidade (TR)	Tensão (V)	Tipo de Fluido de operação (R22, R407C, R410A, ou Aq[Água Gelada])	Nº de Série	Observações
Fancolete	Sobrelota	Sala de Exames Raio X	t24	NL019	Tiane	HFCF12	3 TR	220	Água gelada		Filtro trocado no dia 23/11/2021
Split	Sobrelota	Relatório 1	SL01	NL022	Carrier	42BQA4M8510HC	18000	220	R22		Operando sem restrições
Split	Sobrelota	Relatório 2	SL02	NL023	Carrier	42BQA4M8510HC	4,00	220	R22		Operando sem restrições
Split	Sobrelota	Relatório 3	SL03	NL024	Carrier	42BQA4M8510HC	4,00	220	R22		Equipamento deve ser retirado para manutenção
Split	Sobrelota	Nunção	SL04	NL025	Samsung	APR8HF-SQUA-VQ34Z	18000	220	R22		Operando sem restrições
Split	Sobrelota	Nunção deitas emerais	SL05	11939001245	Springer	42MCA018515F5	18000	220	R22		Operando sem restrições
ACU	Sobrelota	Laboratório	SL06	NL026	Springer	ZCA305EB	30000	220	R22		Operando sem restrições
ACU	Sobrelota	Laboratório	SL07	160326	Springer	ZCA305EB	30000	220	R22		Operando sem restrições
ACU	Sobrelota	Laboratório	SL08	NL027	Consul	NL	18000	220	R22		Operando sem restrições
ACU	Sobrelota	Laboratório	SL09	NL028	Springer	ZCA305EB	30000	220	R22		Operando sem restrições
ACU	Sobrelota	Laboratório Urina	SL10	NL029	Consul	ZCA305EB	21000	220	R22		Operando sem restrições
Split	Sobrelota	Laboratório Microbiologia	SL11	12380	Elgin	SFHF180002	18000	220	R22		Operando sem restrições
Split	Sobrelota	Hemodinâmica Secretaria	SL13	16575	Carrier	42AFCB18F5	18000	220	R410		Operando sem restrições
Split	Sobrelota	Hemodinâmica Repouso Em.	SL14	NL030	York	NL	9000	220	R22		Operando sem restrições
Split	Sobrelota	Hemodinâmica Repouso Labor.	SL15	16572	Carrier	42AFCB09F5	9000	220	R410		Operando sem restrições
Split	Sobrelota	Hemodinâmica Repouso Raiox	SL16	16574	Carrier	42AFCB09F5	9000	220	R410		Operando sem restrições
Fancolete	Sobrelota	Hemodinâmica	SL17	NL031	NL	NL	100	220	Água gelada		Operando sem restrições
Fancolete	Sobrelota	Hemodinâmica	SL18	NL032	NL	NL	100	220	Água gelada		Operando sem restrições
Fancolete	Sobrelota	Hemodinâmica	SL19	NL033	Carrier	42BBA00910MEC	100	220	Água gelada		Equipamento deve ser retirado para manutenção



LISTA DE EQUIPAMENTOS DE AR CONDICIONADO  
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA



Fonte: Levantamento fotográfico, autor (2021)

Atualmente a administração do hospital conta com o sistema eletrônico de informação, sistema utilizado nas redes públicas, o qual são tramitados os processos de pagamentos de terceiros, reclamações da ouvidoria, solicitações de compras, licitações e etc. Entretanto, a parte técnica da manutenção opera em paralelo a esse sistema, possuindo a necessidade de geração de muito papel impresso de formulários de manutenção, relatórios, pesquisa de preços em mercado, entre outros, para assinatura manual de autorização da fiscalização.

Apesar do controle da equipe de manutenção de ar-condicionado acontecer de forma limitada por ser por meio de planilhas, é possível gerenciar o controle de execução de manutenção mensal dos equipamentos de ar-condicionado. Porém, existem fatores que poderiam ser melhorados nesse processo, como sistemas de alerta de atrasos em programações de manutenção, a difusão da informação para setores relacionados a um determinado escopo de manutenção de forma mais eficiente e de rápido entendimento, ou demonstração de um planejamento de manutenção mais complexa, do qual setores da manutenção possam se comunicar e ter melhor visualização com um modelo interativo com informações.

Com o objetivo de melhorar o processo de banco de dados e extração dos dados de manutenção, a empresa responsável pela manutenção de refrigeração optou por contratar o serviço de um software de banco de dados em linguagem SQL, o qual seria capaz de gerenciar dados de informações de manutenções a serem cadastradas no sistema. Primeiramente, para operação do software, é necessário cadastrar todos os equipamentos de ar-condicionado e refrigeração do hospital, criar planos de manutenção preventiva, atrelar todos os equipamentos aos planos de manutenção e gerar todas as ordens de serviços e distribuir para que os executores responsáveis realizem as inspeções.

Portanto, de acordo com o que foi exposto acima, apesar de atualmente o software adotado atender as demandas necessárias para o desenvolvimento da gestão e manutenção hospitalar, observa-se com base na pesquisa do referencial teórico realizada, que a implantação de uma nova ferramenta BIM-FM viria a contribuir em alguns pontos que ainda se encontram dificultosos no gerenciamento atual, que serão detalhados mais adiante. Desta forma, através do comparativo entre algumas das plataformas BIM-FM fornecidas no mercado (YouBIM e BIM 360 OPS – tabela 11), e que foram estudadas neste trabalho, optou-se pela utilização da Plataforma BIM 360 OPS da Autodesk.

Apesar de ambos os programas (BIM-FM) possuírem funcionalidades similares e poderem atender muito bem a atual demanda por parte da equipe de Gerenciamento e Manutenção, dois fatores foram determinantes para a escolha do BIM 360 OPS como plataforma oficial ao invés da YouBIM, sendo o custo e a necessidade de configuração prévia do modelo. A tabela 10 a seguir, traça um comparativo entre as duas plataformas estudadas, listando algumas vantagens e desvantagens, além da comparação em função dos custos, preparação do modelo para a integração com a plataforma BIM-FM e a possibilidade de uso via aplicativo em dispositivos móveis. O fator determinante para a escolha do BIM 360 OPS foi o fato de ser uma plataforma com custo acessível e que gratuitamente permite a criação de alguns tickets gratuitos, o que permitiria o teste (até 100 por edificação) e a integração direta com a plataforma BIM-FM sem necessidade de maiores configurações no modelo BIM para a exportação:

Tabela 11 – Comparativo entre plataformas YouBIM x BIM 360 OPS (Autodesk):

Plataforma	YouBIM	BIM 360 OPS
Vantagens e desvantagens	Possibilidade de geração de uma ordem de serviço diretamente pela vista 3D.	Não é possível gerar uma ordem de serviço pela vista 3D. Não é possível a impressão dos formulários de ordem de serviço das manutenções (preventiva e corretiva)
Custos	Custo levantado de implantação: Custo de Treinamento R\$ 7.500,00 Custo de aquisição 12 parcelas de R\$ 3,800.00	Gratuito até 100 tickets por edificação e para tickets ilimitados \$125 por mês
Configuração e preparação do modelo BIM	Necessidade de configuração do modelo BIM previamente via COBie (IFC)	Sem necessidade de configuração, uma vez que há conexão direta entre modelo e a nuvem do BIM 360 OPS
Disponível em aplicativo, permitindo o uso em dispositivos móveis	Sem opção de uso em aplicativo móvel	Opção de uso em aplicativo móvel

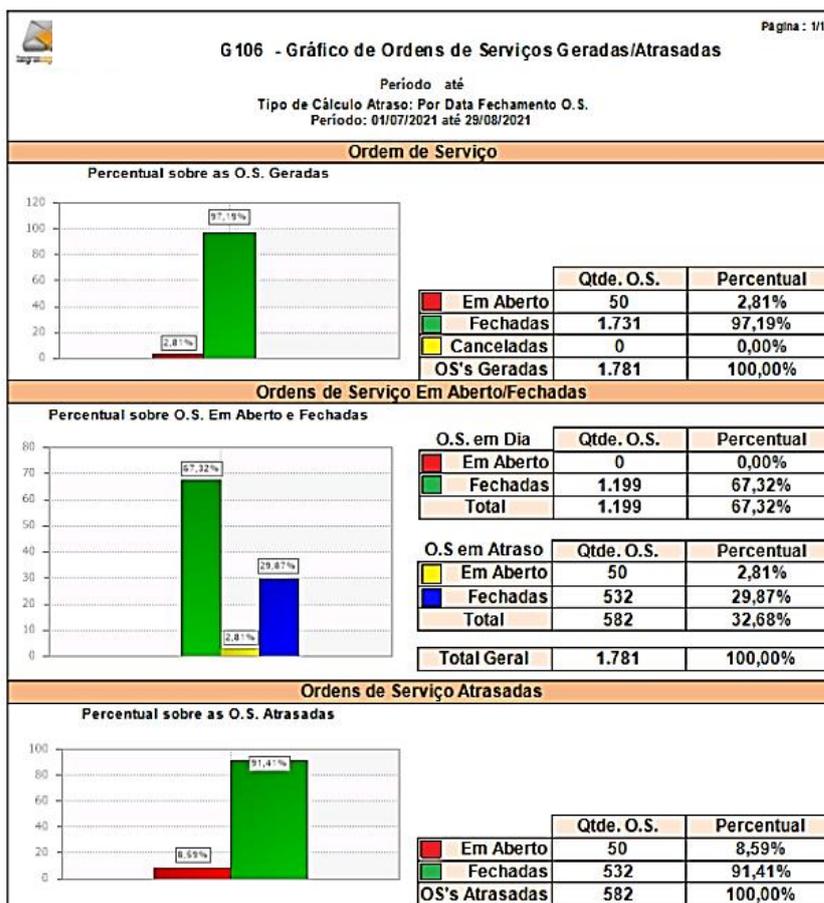
Outras funcionalidades importantes, mas que ambos os softwares disponibilizam e por isso não foram determinantes para a escolha da plataforma, é possibilidade de direcionar as ordens de serviços para smartphones e assim localizar o

equipamento, preencher os itens de inspeção e escrever alguma observação em específico. Há também a possibilidade de identificação por meio de *Qr Codes* colado no gabinete dos equipamentos, onde é possível com o *smartfone* visualizar se há ordens de serviços em aberto atreladas a este equipamento, ou acessar informações técnicas como modelo, capacidade térmica e etc. Os *Qr Codes* a serem utilizados podem ser os mesmos existentes e utilizados na etiqueta do patrimônio (figura 35). Além disso, com a utilização dos softwares é possível inserir desenhos e informações técnicas de um determinado equipamento, lista de fornecedores de peças, materiais aplicados em manutenções preventivas.

### **6.1 O Processo corrente, software em SQL**

Para o melhor entendimento de como um software BIM-FM poderia vir a atender de forma mais eficiente o atual processo de manutenção e operação do Hospital, se fez necessário uma análise mais detalhada no processo corrente, de forma a ser feito o levantamento das informações necessárias que devem ser aplicadas no momento de aplicação do novo processo. Desta forma, o atual processo de gerenciamento ocorre através da utilização do software com base em linguagem SQL e a seguir pode-se citar alguns pontos positivos com relação a sua aplicabilidade. Através dele é possível gerenciar a manutenção dos equipamentos de ar-condicionado armazenando todas as informações inseridas no cadastro de aplicações, cadastrando todas as ordens de serviços de manutenções preventivas e corretivas, além de extrair relatórios de ordens de serviços abertas, executadas, em atraso, ou canceladas (Figura 36). É possível extrair gráficos de disponibilidade de equipamentos, bem como controlar estoque de materiais.

Figura 36 - Gráfico de OS em aberto, executadas e canceladas.



Fonte: SOFTWARE EM LINGUAGEM SQL, 2021

Também é possível cadastrar detalhadamente, modelo, fabricante, fornecedores, contato do fabricante, contato do fornecedor, desenhos nas extensões pdf. e jpg. dos equipamentos. Outra funcionalidade é a possibilidade de inserção de observações específicas sobre um equipamento, sua localização, de qual filial este pertence, entre outras informações (Figura 37 e 38). Os equipamentos podem ser inseridos em planos de manutenção (Figura 39), os quais são montados com o intuito de garantir uma periodicidade de verificações com determinados itens a serem verificados. A periodicidade pode ser definida como desejar, bastando inserir a data de início e os dias de intervalo e as aplicações envolvidas neste plano de manutenção e os itens a verificar podem ser criados com as particularidades do equipamento a ser inspecionado.

Figura 37 - Janela de cadastro de equipamentos

Engeman EAM-CMMS [M\* - 8.6.13.0] - 64 bits - [Cadastro de Aplicações] EN

Arquivo Tabelas Cadastros Processos Personalizado Janelas Ajuda

Reduzido 961

Filial 1 - HFSE

Código ACJ-000014 Ativa

Descrição AR DE JANELA

Cadastro Observações Agrupamento Anexos Imagens

Centro de Custo 33433.014939/2015-13 - HFSE

Tipo da Aplicação 0001 - AR DE JANELA

Conta Contábil

Localização

Unidade Produtiva 00000010 - Und

Cliente 0001 - Hospital Federal dos Servidores do Estado

Fornecedor

Fabricante 0031 - SPRINGER

Especificação 0002 - 7.500 Btu/h

Marca/Modelo SPRINGER / QCA075BB

Modelo Visual

Número de Série 0414B12249405

Núm. de Patrimônio NL014

Data de Aquisição

Data de Instalação

Data de Garantia:

Tempo Operacional Dia

Agrupamento? Não

Pontos Produtivos

Valor Compra

Fonte: SOFTWARE EM LINGUAGEM SQL, 2021

Figura 38 - Itens de cadastro de inspeção de Manutenção

Engeman EAM-CMMS [M\* - 8.6.13.0] - 64 bits - [Procedimentos do Plano] EN

Arquivo Tabelas Cadastros Processos Personalizado Janelas Ajuda

Plano: 0001 MANUTENÇÃO MENSAL - ACJ - AIII - 1ª

Setor Executante: 0001 - Mecânica de Refrigeração

Procedimentos Procedimentos do Plano Vinculado

Item	Procedimento	Serviço	Kit Materiais
001	Filtros de ar	0005 - LAVAR	
002	Grelhas de ventilação / Retorno	0004 - LIMPAR	
003	Apoio e vedação do gabinete na esquadria	0001 - INSPECIONAR	
004	Vibrações e ruídos anormais	0001 - INSPECIONAR	
005	Entupimento em drenos e inclinação do gabinete	0001 - INSPECIONAR	
006	Painel frontal	0001 - INSPECIONAR	
007	Comandos Liga / Desliga e ajuste de temperatura	0001 - INSPECIONAR	
008	Comando de renovação de ar	0001 - INSPECIONAR	
009	Tomada de energia elétrica	0001 - INSPECIONAR	
010	Temperatura de insuflamento	0003 - MEDIR: _____°C	
011	Temperatura de retorno de ar	0003 - MEDIR: _____°C	
012	Tensão elétrica	0008 - MEDIR: _____ V	
013	Corrente elétrica	0007 - MEDIR: _____ A	

Fonte: SOFTWARE EM LINGUAGEM SQL, 2021

Além disso, as ordens de serviço em geral são emitidas em papel, podendo estas serem disponibilizadas para execução via mobile. O aplicativo mobile é uma ferramenta para utilização via celular ou tablet, permitindo que um funcionário possa executar uma OS sem necessidade de preenchimento de folhas de papel. As OSs podem ser direcionadas aos usuários executores, ficando assim cadastrado no sistema o funcionário, com o horário e data planejada para execução do serviço.

Porém, também se faz necessário listar alguns pontos negativos. A forma de cadastramento de cada serviço, bem como cada aplicação (equipamento) no software não é facilmente entendida caso não tenha um bom treinamento, por ser um software com muito detalhamento de informações para alimentação, é demandado maior tempo disponível para fazer com que as funções deste gerenciador opere cooperativamente auxiliando no planejamento e controle da manutenção.

Para cadastramento das localizações é necessário ter cadastrado todas as aplicações (equipamentos) e então atrelar cada equipamento para uma localização cadastrada. Esse trabalho não é facilmente entendido quando não se conhece o local e se não for organizadamente cadastrado no *software*, pois não é possível visualizar todos os equipamentos de forma gráfica, além de se não relacionar subitens que determinem o prédio (Figura 40), andar e setor, pode-se ter grande dificuldade para localizar os locais desejados.

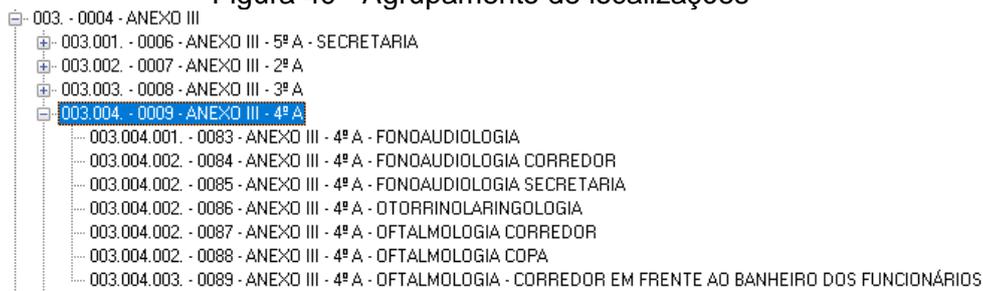
Figura 39 - Formulário de manutenção preventiva

Ordem de Serviço		Data Programada	Aplicação				
007874		24/08/2021	ACJ-031313 AR DE JANELA				
Informações Gerais			Padrões de Execução				
Filial: Solicitante: Thaisa Responsável: Setor Executante: Mecânico de Refrigeração Tipo de Manutenção: PREVENTIVA Centro de Custo: Localização: ANEXO IV - 2º A - ADM - SERVIÇO DE INFORMATICA Fornecedor: Cliente: Hospital Federal dos Servidores do Estado Fabricante: SPRINGER Marca / Modelo: SPRINGER / MINIMAX MCA185BB Especificação: 18.000 Btu/h			Prazo de Entrega: 24/08/2021 Tempo de Execução: 00:15 Real Tempo de Interferência: 00:00 Prevista Prioridade: Muito Alta Criticidade: Garantia da Aplicação:				
Serviço Solicitado: Executar Plano: 0092 - MANUTENÇÃO MENSAL - ACJ - AIV - ADM							
Observações: Temperatura de insuflamento: 12 ºC Temperatura de retorno de ar: 18 ºC Tensão elétrica: 220 V Corrente elétrica: 9.2 A							
Observações do Plano:							
E = EXECUTADO / P = PENDENTE / N = NÃO EXECUTADO							
E	P	N	Descrição	Serviço	Material	Prev.	Real
✓			Filtros de ar	LAVAR	-		
✓			Grelhas de ventilação / Retorno	LIMPAR	-		
✓			Apoio e vedação do gabinete na esquadria	INSPECIONAR	-		
✓			Vibrações e ruídos anormais	INSPECIONAR	-		
✓			Entupimento em drenos e inclinação do gabinete	INSPECIONAR	-		
✓			Painel frontal	INSPECIONAR	-		
✓			Comandos Liga / Desliga e ajuste de temperatura	INSPECIONAR	-		
✓			Comando de renovação de ar	INSPECIONAR	-		
✓			Tomada de energia elétrica	INSPECIONAR	-		
✓			Temperatura de insuflamento	MEDIR: _____ °C	-		
✓			Temperatura de retorno de ar	MEDIR: _____ °C	-		
✓			Tensão elétrica	MEDIR: _____ V	-		
✓			Corrente elétrica	MEDIR: _____ A	-		
Executante			Início do Serviço	Fim do Serviço	Tempo		
000001 - Iury / Pedro			05/08/2021 10:23	05/08/2021 10:38	00:15		
Início da Parada		Fim da Parada		Interferência	% Int.	Produto	
_/_/___ :_:		_/_/___ :_:					
Alteração da Localização - Origem:				Destino:			
Observações:							
Executante		Responsável		Setor:		Data / Hora Liberação:	
						_/_/___ :_:	

Fonte: SOFTWARE EM LINGUAGEM SQL, 2021

Desta maneira, o agrupamento de localizações é a melhor forma de se visualizar os locais relacionados com o prédio, andar e setor, organizando as localizações.

Figura 40 - Agrupamento de localizações



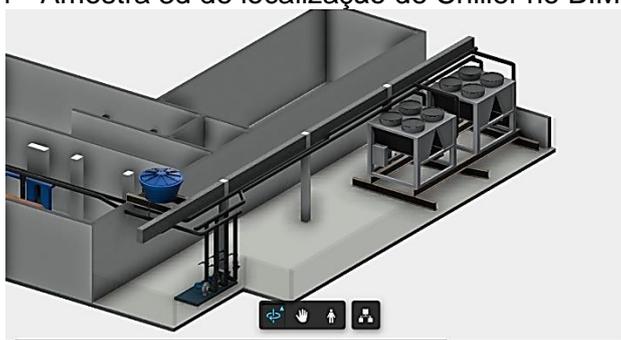
Fonte: SÓFTWARE EM LINGUAGEM SQL, 2021

## 6.2 BIM 360 OPS

Com base no que foi exposto anteriormente, o BIM 360 OPS da Autodesk foi a plataforma escolhida para um teste de aplicação BIM-FM. Essa plataforma apresenta uma interface de operação amigável, com grande facilidade de operação e com poucos minutos e treinamento via tutorial da Autodesk, é possível realizar os primeiros cadastros de equipamentos de forma manual ou automática, cadastrando localização, especificações dos equipamentos e os *tickets* (ordens de serviço).

O grande benefício do BIM 360 OPS é a possibilidade de visualizar os equipamentos e acessórios periféricos em uma planta 3D (Figura 41). É possível saber a localização dos equipamentos em vista 3D e ter as especificações das famílias dos equipamentos utilizados no projeto (Figura 42). Como exemplo, um resfriador de líquido possui válvulas as quais não são visualizadas separadamente, ficando essas pelo sistema convencional de manutenção sempre atreladas aos formulários dos equipamentos principais. Com a visualização separada dos componentes é possível determinar serviços de verificação unitariamente para cada válvula contida em um cavalete hidráulico e desta forma gerar histórico de ocorrências e manutenção preventiva.

Figura 41 - Amostra 3d de localização de Chiller no BIM 360 OPS



Fonte: BIM 360 OPS (2021)

Figura 42 – Especificações das famílias dos equipamentos no BIM 360 OPS



Fonte: BIM 360 OPS (2021)

Figura 43 - Interface do BIM 360 OPS



Fonte: BIM 360 OPS (2021)

Com a interface de fácil utilização (Figura 43), é possível visualizar de forma limpa a quantidade de serviços em aberto, fechados, atrasados ou que necessitam acompanhamento melhor para resolução.

Na janela de *tickets* (ordens de serviço – Figura 44), é possível visualizar a atribuição do serviço para o funcionário desejado, assim como definir a prioridade de manutenção, elaboração de checklist se desejado (Figura 45), determinar tempo de trabalho, custo, visualizar o histórico e desempenho conforme tempo através de *Dashboard* (Figura 47).

Figura 44 - Janela de ticket cadastrado no BIM 360 OPS

**AUTODESK BIM 360 OPS** [COMPRAR AGORA](#)

[Minhas categorias](#) > [Todos os tickets abertos](#)

[Lista](#) [Gráfico](#)

**Em Andamento** Status

**IN-00003** Verificar temperatura de água gelada status  
Em andamento >

adicionar categoria

criado por Vinicius Ferreira > mais	prioridade Média >	localização Piso PLANTA BAIXA - HVAC >
criado Hoje 20:36	vencimento (Prioridade) 2 de set de 2021 8:36 PM	atribuído Vinicius Ferreira > Adicionar
lista de verificação 0% concluído >	recursos associados GRA-1A >	tq. acompanhamento Adicionar >
histórico Visualizar >	horas trabalhadas 0 hours 15 minutos >	custo 0.00

**Fotos e Vídeos**

Adicionar foto ou vídeo

**Documentos e manuais**

Adicionar PDF

Adic. link Web

**Comentários**

Adicionar comentário

Fonte: BIM 360 OPS (2021)

Figura 45 - Checklist atribuído ao ticket com os itens a serem inspecionados no BIM 360 OPS

**AUTODESK BIM 360 OPS** COMPRAR AGORA 

INC-00006 > Lista de verificação Concluído

Preventiva mensal - Fancoil

- Verificar existência de ruídos e vibrações anormais  
Necessário revisar seção ventiladora pois o equipamento apresenta vibração.   
Aguardando disponibilidade para desligamento do equipa para rev
- Verificar e lubrificar mancais e rolamentos  
Adicionar comentário
- Verificar e/ou corrigir tensão e estado das correia(s)  
Adicionar comentário
- Verificar estado interno e externo do gabinete (modulo de ventilação e serpentina)  
Adicionar comentário
- Verificar e corrigir tampas soltas do gabinete e vedação  
Adicionar comentário
- Verificar funcionamento da válvula motorizada  
Adicionar comentário
- Manobrar cada registro e válvula do principio ao fim de curso, voltando a posição original  
Adicionar comentário
- Lavar (quanto recuperável) ou substituir (quando descartável) todos os filtros do condicionador de ar  
Adicionar comentário
- Verificar e eliminar as frestas dos filtros  
Adicionar comentário
- Verificar anormalidades e regular termostato  
Adicionar comentário
- Limpeza de filtro "Y"  
Adicionar comentário
- Limpar e desobstruir os drenos  
Adicionar comentário

Fonte: BIM 360 OPS (2021)

Como é possível observar com o *software* BIM-FM é possível aproveitar um modelo 3D com todas as características dos equipamentos projetados e utilizar este trabalho descritivo e de especificação para auxílio na implantação de um plano de manutenção e controle (Figura 47).

Para acompanhamento de todos os serviços executados ou em aberto, é possível gerar gráficos interativos (Figura 48), os quais possibilitam com um click a abertura de janelas (Figura 49) onde mostram os tickets com status em aberto, atribuídos, atrasados, de atenção necessária e concluídos conforme sua categoria, manutenção preventiva, manutenção corretiva, inspeção ou terceirizado (Figura 50).

Figura 46 - Dashboard de status de manutenção no BIM 360 OPS

## INC REFRIGERACAO

### link da web para o portfólio

<https://increfrigeracao.ops.bim360ops.com>

### proprietário do portfólio

Vinicius Ferreira Almeida Silva > ✎

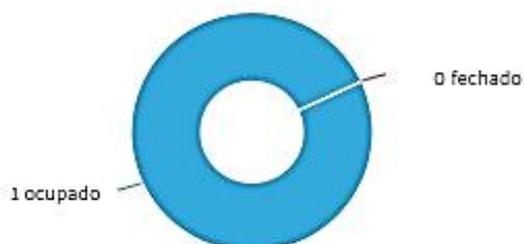
### coproprietários

Lucas Bianco >

Gabriel Macedo >

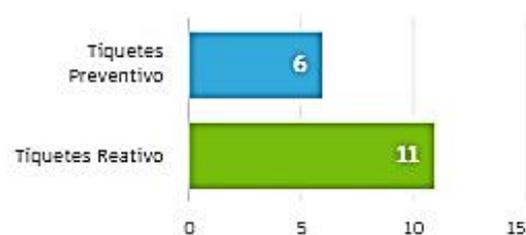
### construções no portfólio

1 ocupado, 0 fechado



### tiquetes

17 tíquetes em 1 construções



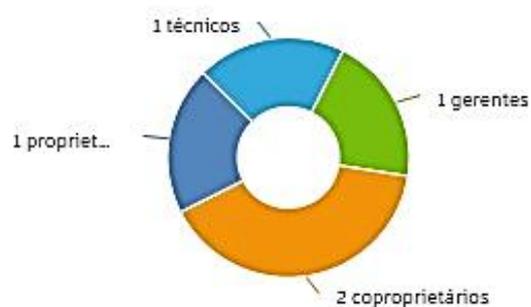
### recursos

809 recursos em 1 construções



### contatos

5 contatos, 0 ocupantes



Fonte: BIM 360 OPS (2021)

Figura 47 – Plano de Manutenção e Controle no BIM 360 OPS

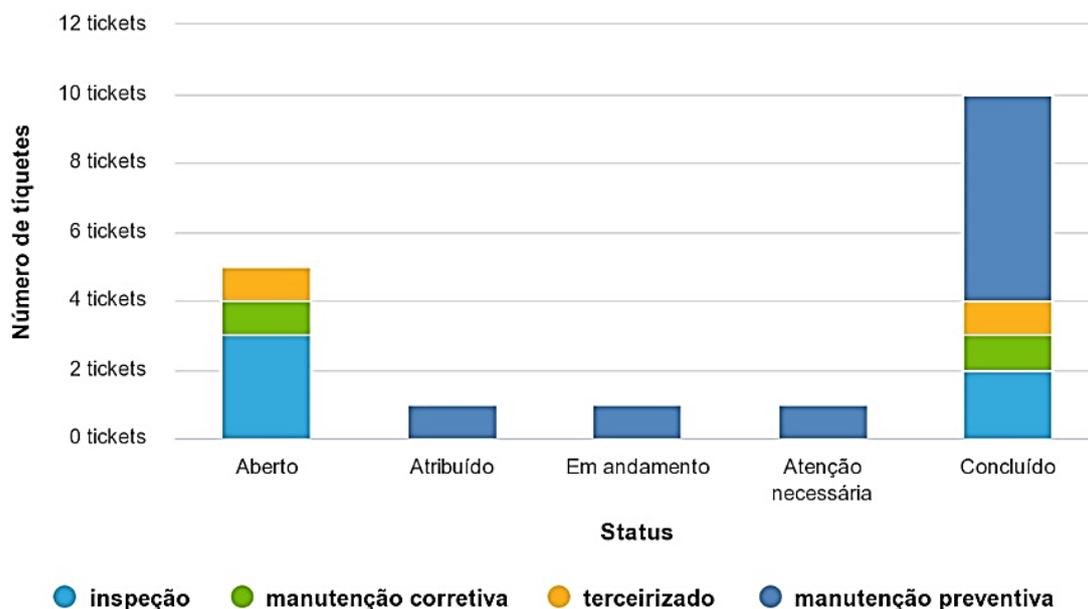


Fonte: BIM 360 OPS (2021)

Figura 48 – Visualização do gráfico de andamento dos tickets

### Número de tíquetes por Status e Categoria

Mostrando os dados de 17 tickets.



Fonte: BIM 360 OPS (2021)

A seguir a tabela 12 lista de forma comparativa as características e funcionalidades de cada software aplicados a manutenção e operação hospitalar na tentativa de se avaliar os pontos positivos e negativos da aplicação de cada um.

Figura 49 – Indicativo detalhado de item específico do gráfico

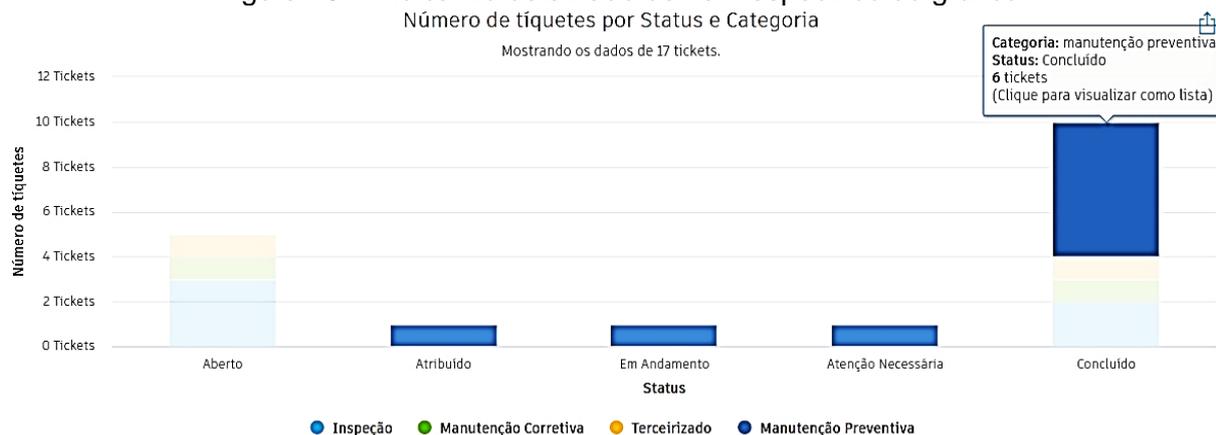


Figura 50 – Visualização dos tickets indicados no gráfico da figura anterior

AUTODESK® BIM 360® OPS [COMPRAR AGORA](#) category (manutenção preventiva) st

Portfólio > Todos os tickets Lista Gráfico Selecionar

Manutenção Preventiva		Categoria
INC-00017	Troca de refil do filtro do bebedouro - OS 98682	Concluído
INC-00008	[AHU-05] Mensal - Centro cirúrgico	Concluído
INC-00007	[AHU-04] Mensal - Centro cirúrgico	Concluído
INC-00004	[AHU-01] Mensal - Centro cirúrgico	Concluído
INC-00003	Correção do pressostato de saturação de filtro da AHU-04 (acompanhamento de INC-00002)	Concluído
INC-00002	Manutenção mensal (1 follow-up ticket)	Concluído

Fonte: BIM 360 OPS (2021)

Desta forma, alguns exemplos práticos das principais vantagens, desvantagens e observações de melhorias, apontadas pelo gestor após a utilização da plataforma BIM-FM foram:

### Vantagens:

- Rastreamento e endereçamento dos ativos. Como o Hospital INC possui setores com mesmo nome localizados em andares diferentes havia uma dificuldade de se localizar determinado equipamento, muitas vezes ocasionando a ida de um funcionário ao um local errôneo ocasionando perda de tempo no atendimento da solicitação e no cumprimento da OS;

Tabela 12 - Tabela comparativa de funcionalidades entre um software BIM (BIM 360 OPS) e não BIM (SQL) aplicado a FM

<b>Softwares</b>	<b>SOFTWARE (SQL)</b>	<b>BIM 360 OPS</b>	<b>Observação</b>
<b>Operação do software</b>	Necessário maior quantidade de tempo para treinamento e conhecimento pleno do software	Necessário pouco tempo de treinamento para utilização	-
<b>Implementação</b>	Possui nível de dificuldade maior, pois requer cadastramento de cada equipamento e sua localização, além de todos os recursos e códigos de cadastro necessitarem personalização	Possui nível de dificuldade facilitada, uma vez que as ferramentas são intuitivas e o software dispõe de recurso de aproveitamento de modelo BIM para implementação de plano de manutenção pós projeto e obra. É possível realizar o cadastramento inicial de equipamentos através da importação de uma planilha em Excel (.csv)	Para edificações projetadas no modelo BIM, é de maior facilidade a implementação do BIM 360 OPS
<b>Possibilidade de recursos</b>	Controle de estoque de materiais; Controle de manutenções preventivas e corretivas; Controle de executores das manutenções; Possibilidade de acesso a plantas e documentos técnicos como manuais através do cadastro dos equipamentos;	Controle de manutenções preventivas e corretivas; Controle de executores das manutenções; Possibilidade visualizar o modelo 3d para consultas com facilidade. Possibilidade de acesso a plantas e documentos técnicos como manuais através do cadastro dos equipamentos;	Os softwares têm objetivos distintos para as demandas, sendo um por um lado com maior controle e especificação de cadastros de banco de dados e outro por outro lado, apresenta uma proposta de maior facilidade operacional e visualização.
<b>Funcionalidade para a manutenção</b>	Atende aos critérios de manutenção, permitindo disponibilizar os formulários de manutenção de forma impressa ou de forma digital.	Atende perfeitamente a manutenção permitindo a realização dos serviços por meio digital, entretanto não permite impressão e gerar os formulários de serviços de forma física, impossibilitando a assinatura do cliente ocupante do recinto atendido.	Para aplicações das quais há a facilidade de acesso à internet e dispositivos móveis, é de grande facilidade o gerenciamento da manutenção pelo aplicativo.

Fonte: Autor (2021)

- A possibilidade de mapear os trechos de dutos que já receberam o isolamento térmico. Como as instalações são localizadas em regiões fechadas (entre forro) e que apresentam dificuldade com relação a visualização, um modelo BIM vem a atuar de forma vantajosa, uma vez que as instalações podem ser observadas primeiramente em computador, não havendo a necessidade de se abrir forros por exemplo;
- A possibilidade da aferição da Ordem de Serviço que foi endereçada. A utilização de uma plataforma não BIM, onde as OS's são realizadas por meio de papel dificulta o gerenciamento das OS's aplicadas. Com a plataforma BIM-FM isso é facilmente conferido.

**Desvantagens:**

- A impossibilidade de impressão das OS's em papel impede que a ordem de serviço seja assinada tanto pelo funcionário quanto pela pessoa que solicitou o serviço após o atendimento da mesma. Atualmente o controle de atendimento é realizado desta forma.

**Melhorias:**

- A indicação em visualização 3D dos status dos tickets diretamente nos equipamentos indicados no modelo, apresentando com cores os equipamentos com tickets em atraso, em andamento e em necessidade de atenção. Além da possibilidade de visualizar relatórios e históricos diretamente ao clicar no equipamento no modelo 3D e extrair informações em extensões .pdf ou de leitura.
- A visualização do modelo 3D para a situação do equipamento é de grande importância, entretanto a combinação da visualização juntamente com a possibilidade de criação de novos tickets diretamente no modelo 3D traria maiores benefícios em relação a maior organização, entendimento e minimização da dificuldade de manuseio do software tornando a sua interface operacional mais amigável.

## 6. CONCLUSÃO

Durante o uso e ocupação do edifício é quando há a sua maior atividade, assemelhando-se a um organismo vivo, se faz necessário que cada vez mais sejam revisados os processos e planos de trabalho envolvidos, visando buscar o seu melhor desempenho / performance ao longo da sua vida útil. Desta forma, identificou-se uma oportunidade de melhoria do atual processo de Operação e Manutenção do sistema de ar-condicionado do INC e devido a existência de inúmeras exigências com relação a qualidade do serviço prestado, buscou-se pesquisar a aplicação de novas tecnologias que seriam capazes de trazer melhoria a gestão de FM atual.

Assim, através da pesquisa e análises das teorias envolvidas em processos de gestão e manutenção FM e BIM-FM verificou-se as dificuldades existentes, os benefícios da utilização da tecnologia BIM-FM no processo operação e manutenção existente. Levantou-se novos processos e ferramentas já disponíveis no mercado. Pode-se contrapor resultados comparativos entre os processos (manual x uso de software não BIM x software BIM) e suas funcionalidades através de um estudo de caso para o processo de FM do Hospital.

Constatou-se que mesmo com a utilização de um software não BIM, ainda seria possível ser realizada a gestão, pois certamente, ainda seria melhor que um processo manual. Contudo, mesmo com a utilização de um software específico para FM (não BIM), ainda sim alguns problemas continuavam ocorrendo, principalmente com relação ao rastreamento e endereçamento dos ativos. Portanto, mesmo que ainda a integração com sensores *IoT/BAS/BMS* não tenha sido possível de ser implantada no momento, acredita-se que a implantação 7D tenha valido a pena. Através da execução parcial do modelo HVAC (somente referente ao Centro cirúrgico), e posteriormente através dos testes aplicados no dia-a-dia utilizando-se a plataforma BIM 360 OPS, concluiu-se que com a aplicação da metodologia pautada em softwares BIM-FM foi possível mitigar alguns dos gargalos encontrados com relação ao mapeamento, rastreamento e endereçamento dos ativos, porém ainda com algumas ressalvas, conforme apontado no decorrer deste trabalho, assim como houve também a oportunidade de se apresentar os pontos que ainda poderiam ser melhorados com relação a plataforma BIM-FM.

## 7. REFERÊNCIAS

ALVES Ana *et al.* **BIM-FM na manutenção do parque de habitação social.** Porto: COPEC, 2015. p. 19 - 22

ANTONIOLI, Paulo Eduardo. **Estudo Crítico sobre subsídios conceituais para suporte do planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas.** Orientador: Graca, Moacyr Eduardo Alves da. 2003. 256 páginas. f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ATTAR, Ramtin *et al.* **Sensor-enabled Cubicles for Occupant-centric Capture of Building Performance Data.** 2011. Disponível em: <[www https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/research/publications-assets/pdf/sensoreenabled-cubicles-for-occupantcentric.pdf](https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/research/publications-assets/pdf/sensoreenabled-cubicles-for-occupantcentric.pdf)> Acesso em: 21 Nov 2021.

BHARGAV DAVE, ANDREA BUDAM ANTTI NURMINEN, KARY FRÄMLING. **A framework for integrating BIM and IoT through open standards.** 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580517305964>>. Acesso em: 21 Nov 2021.

BRACKERTZ, Nicola. **Relating physical and service performance in local government community facilities.** 2006. Disponível em: <[www.researchgate.net/publication/243460269\\_Relating\\_physical\\_and\\_service\\_performance\\_in\\_local\\_government\\_community\\_facilities](http://www.researchgate.net/publication/243460269_Relating_physical_and_service_performance_in_local_government_community_facilities)> Acesso em: 21 Nov 2021.

BECERIK-GERBER, Burcin. **Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management.** 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/233897927\\_Application\\_Areas\\_and\\_Data\\_Requirements\\_for\\_BIM-Enabled\\_Facilities\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/233897927_Application_Areas_and_Data_Requirements_for_BIM-Enabled_Facilities_Management)>. Acesso: 21 Nov 2021.

BUILDING COMMISSIONING ASSOCIATION. **Brasil chapter, boas práticas de comissionamento predial de nova construção.** 2018. Disponível em: <<http://bcxa.com.br/assets/bcxa-boas-pr%C3%A1ticas-novas-constru%C3%A7%C3%B5es-2018.pdf>> Acesso em: 21 Nov 2021.

DODGE DATA & ANALYTICS. Smart Market Report – **Measuring the Impact of BIM on Complex Buildings.** DODGE DATA & ANALYTICS, p.39-40. Bedford-MA, 2015.

EuroFM - EUROPEAN FACILITY MANAGEMENT NETWORK. **What is FM.** Disponível em: <[www.eurofm.org/about-us/what-is-fm/](http://www.eurofm.org/about-us/what-is-fm/)> Acesso em: 21 Nov 2021.

EUROPEAN STANDARD. **EN 15221-1: Facility Management – Part 1: Terms and definitions.** Bruxelas, 2006. Disponível em: <[www.en-standard.eu/csn-en-15221-1-facility-management-part-1-terms-and-definitions/](http://www.en-standard.eu/csn-en-15221-1-facility-management-part-1-terms-and-definitions/)> Acesso em: 21 Nov 2021.

WORAWAN Natephra and ALI Motamedl, 2019. **BIM-BASED LIVE SENSOR DATA VISUALIZATION USING VIRTUAL REALTY FOR MONITORING INDOOR CONDITIONS.** Disponível em: <[http://cumincad.scix.net/data/works/att/caadria2019\\_365.pdf](http://cumincad.scix.net/data/works/att/caadria2019_365.pdf)>. Acesso em: 21 Nov 2021.

FARONI, Marianne Cortes Cavalcante. **BIM nos processos de gestão de facilidades em uma universidade: estudo de caso e diretrizes preliminares.** Orientador: Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama. 2017. 216 f. Monografia (Grau em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, Brasil, 2017. Disponível em: <[www.repositorio.ufes.br/handle/10/9501](http://www.repositorio.ufes.br/handle/10/9501)>. Acesso em: 21 Nov 2021.

FENGA, C. W.; WUB, P. C. **Constructing a MEP BIM Model Under Different Maintenance Scenarios - A Case Study of Air Conditioning.** Taipei, Taiwan. ISARC 2017

FMA. **ISO 18480-1; ISO 18480-2 - Projetos.** Disponível em: <[www.fma.com.au/resources/iso-18480-1-iso-18480-2-drafts&gt](http://www.fma.com.au/resources/iso-18480-1-iso-18480-2-drafts&gt)>. Acesso em: 21 Nov 2021.

GHONEIM Ahmed, **The Integration of BIM in Facility Management using AR/VR.** Orientador: Prof. Dr. Ing. Markus Krämer. 2021. 91 f. Monografia (Grau de mestre Engenharia Civil) – University of Applied Sciences - Hochschule für Technik und Wirtschaft.

GMINSIGHTS. **Supportive government initiatives are driving the Brazil market revenue.** 2019. Disponível em: [www.gminsights.com/industry-analysis/facilities-management-market](http://www.gminsights.com/industry-analysis/facilities-management-market). Acesso em: 21 Nov 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO/DIS 41001 Facility management - Management systems - Requirements with guidance for use.** Disponível em: [www.iso.org/standard/68021.html](http://www.iso.org/standard/68021.html) &gt;. Acesso em: 20 abr. 2019.

ISHIDA, Christianne dos Santos Figueiredo. **Modelo conceitual para comissionamento de sistema prediais.** Orientador: Oliveira, Lúcia Helena de. 2015. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2015.

JING, Y. **Development of BIM-sensor integrated platform for MEP piping maintenance.** 2009. Disponível em: <[www.icevirtuallibrary.com/doi/full/10.1680/icsic.64669.055](http://www.icevirtuallibrary.com/doi/full/10.1680/icsic.64669.055)>. Acesso em: 21 Nov 2021.

KENLEY, Nicola; BRACKERTZ, Russell. **Evaluating community facilities in local government: Managing for service Enablement.** Journal of Facilities Management, Jul. 2002. Disponível em: <[www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14725960310807971/full/html](http://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14725960310807971/full/html)>. Acesso em: 21 Nov 2021.

KINCAID, D. **Integrated Facility Management**. Facilities. Vol. 12, no. 8, p.20-23, 1994.

KURDIA, M. K. *et al.* **Outsourcing in Facilities Management - A Literature Review**. 2011. Disponível em: <[www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811029961#:~:text=Outsourcing%20in%20facilities%20management%20involves,competitive%20advantages%20in%20the%20marketplace.](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811029961#:~:text=Outsourcing%20in%20facilities%20management%20involves,competitive%20advantages%20in%20the%20marketplace.)> Acesso em: 21 Nov 2021.

MACHADO, Fernanda. **BIM no Brasil: uma visão técnica e jurídica**. 2020. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/bim-no-brasil-uma-visao-tecnica-e-juridica/>

MARIOTTI, M. A. **ISO 41000 será a nova Norma Internacional de sistemas de Gestão de Instalações**. 2016. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/iso-41000-ser%C3%A1-nova-norma-internacional-de-sistemas-gest%C3%A3o-mariotti>> Acesso em: 21 Nov 2021.

MOHAMMED, Abdul Hakim. *et al.* **Facility Management History and Evolution**. International Journal of Facilities Management, Nov 2014. Universidade de Tecnologia da Malásia, 2014.

MOREIRA, Lorena Claudia de Souza; Ruschel, Regina Coeli. **Impacto da adoção de bim em facility management: uma classificação**. 2018. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <[https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634982.](https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634982)> Acesso em: 21 Nov 2021.

MOREIRA, Lorena Claudia de Souza; Ruschel, Regina Coeli. **Soluções integrando BIM e internet das coisas no ciclo de vida da edificação: uma revisão crítica**. 2016. Disponível em: <[www.researchgate.net/publication/327944453\\_Solucoes\\_integrando\\_BIM\\_e\\_Internet\\_das\\_Coisas\\_no\\_ciclo\\_de\\_vida\\_da\\_edificacao\\_uma\\_revisao\\_critica.](http://www.researchgate.net/publication/327944453_Solucoes_integrando_BIM_e_Internet_das_Coisas_no_ciclo_de_vida_da_edificacao_uma_revisao_critica)> Acesso em: 21 Nov 2021.

MOREIRA, Pedro Miguel Bessa. **Integração do BIM na Gestão de Projetos de Edifícios**. Orientador: Rodrigues, Maria Fernanda da Silva Ramos, António Jorge Bauleth Marques Rodrigues, Hugo Filipe Pinheiro. 2018. 202 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil, Portugal, 2018.

NIST, Engineering Laboratory / System Integration Division. **Life Cycle Engineering Group**. 2004. Disponível em: <[www.nist.gov/el/systems-integration-division-73400/life-cycle-engineering-group.](http://www.nist.gov/el/systems-integration-division-73400/life-cycle-engineering-group)> Acesso em: 21 Nov 2021.

NUTT, Bev. **Four Competing Futures for Facilities Management**. Facilities. 2000. Disponível em: [www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02632770010315670/full/html](http://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02632770010315670/full/html) Acesso em: 21 Nov 2021.

PINHEIRO, Ivanilson dos Santos. **Aplicação da tecnologia BIM na gestão de facilidades**. Orientador: Prof. Dr. Emerson de Andrade Marques Ferreira. 2016. 142 f. Monografia (Grau em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Bahia, Bahia, Brasil, 2016. Disponível em: <[www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/BIM%20Gestão%20de%20Facilidades.pdf](http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/BIM%20Gestão%20de%20Facilidades.pdf).> Acesso em: 21 Nov 2021.

Pishdad-Bozorgi, P., Gao, X., Eastman, C., & Self, A. P. (2018). **Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM). Automation in Construction**. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.004>>. Acesso em: 21 Nov 2021.

PRISMA, Jack Crutzen. **Facilities management professional development: A New Zealand case study**. Disponível em: <<http://crie.org.nz/journal/vol1no1/Facilities%20management%20professional%20development.pdf>.> Acesso em: **21 Nov 2021**.

RAMOS, J. N. M. **Gestão de Instalações**. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2012.

SANTANA, Leonardo. **BIM no mundo: a revolução mundial da construção inteligente**. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/bim-no-mundo/#:~:text=O%20Reino%20Unido%20investiu%20na,metodologia%20em%20toda%20obra%20p%C3%ABlica>. Acesso em: 15 Jan 2022

SANTOS, Karine de Paula Bastos. **Gestão da manutenção de edificações com o BIM - Enfoque nas manifestações patológicas de elementos de construção**. Orientador: Gama, João Luiz Calmon Nogueira. 2017. 203 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, Brasil, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufes.br/handle/10/9503>.> Acesso em: 21 Nov 2021.

SAPP, D. **Facilities Operations & Maintenance**. National Institute of Building Sciences, 2013. Disponível em: <http://www.wbdg.org/facilities-operations-maintenance>. Acesso em: 21 Nov 2021.

SHALABI, Firas Adnan Al Iowa. **BIM Framework for Energy and Maintenance Performance Assessment for Facility Management**. Orientador: Yelda Turkan. State University, 2016. 140 f. Disponível em: <<https://lib.dr.iastate.edu/etd/15809/>.> Acessado em: 21 Nov 2021.

SOARES, Sandro R. **Maximizando os Benefícios Operacionais através da Excelência em Projetos de Automação e HVAC alinhados as mais recentes Tecnologias de Connected Buildings**. 2018. Disponível em: <[www.abrava.com.br/palestradnpc18/b3honeywellsandro.pdf](http://www.abrava.com.br/palestradnpc18/b3honeywellsandro.pdf).> Acesso em: 21 Nov 2021.

SOUSA, Adriana Luísa Rodrigues. **Aplicação da Metodologia BIM-FM a um caso prático**. Orientadores: Eng.º José Carlos Basto Lino Eng.º José Carlos Castro Pinto de Faria 2016. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de gestão da Construção) - Instituto Superior de Engenharia de Engenharia do Porto, Porto, Portugal. 2016. Disponível em: <[https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4715/1/DM\\_JoelSoares\\_2013\\_MEC.pdf](https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4715/1/DM_JoelSoares_2013_MEC.pdf)> Acesso em: 21 Nov 2021.

SOUZA FILHO, Salon da Costa. **Desafios e soluções para a implantação de BIM-FM: O Caso da sede do Crea-RS e seu Sistema de Climatização**. Orientadores: Prof. Dr. Luciani Somensi Lorenzi e Prof. Dr. Luís Carlos Bonin. 2018. 78 f. Monografia (Grau em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, 2018. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/188399>> Acesso em: 21 Nov 2021.

TALEBI, Saeed et al. **Exploring advantages and challenges of adaptation and implementation of BIM in project life cycle**. In: 2nd BIM International Conference on Challenges to Overcome. BIMForum Portugal, 2014. Disponível em: <[http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/32275/3/S\\_Talebi\\_\\_Exploring\\_Advantages\\_and\\_Challenges\\_of\\_Adaptation\\_and\\_Implementation\\_of\\_BIM\\_in\\_Project\\_Life\\_Cycle\\_\(1\).pdf](http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/32275/3/S_Talebi__Exploring_Advantages_and_Challenges_of_Adaptation_and_Implementation_of_BIM_in_Project_Life_Cycle_(1).pdf)> . Acesso em: 21 Nov 2021.

TEICHOLZ, Paul. **BIM for facility managers**. New Jersey. IFMA, 2013.

TELES, Roberta Pinto. **Sistema de alocação de espaços para a FAUFBA: uma aplicação de Facilities Management**. Orientador: Arivaldo Leão de Amorim. 2016. 253 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil. 2016. Disponível em: <[www.researchgate.net/publication/315113477\\_SISTEMA\\_DE\\_ALOCACAO\\_DE\\_E\\_SPACOS\\_PARA\\_A\\_FAUFBA\\_uma\\_aplicacao\\_de\\_Facilities\\_Management](http://www.researchgate.net/publication/315113477_SISTEMA_DE_ALOCACAO_DE_E_SPACOS_PARA_A_FAUFBA_uma_aplicacao_de_Facilities_Management)> Acesso em: 21 Nov 2021.

TEIXEIRA, Alessandra e SCHEER, Sergio, **Benefícios e soluções da integração de BIM-FM e gestão de espaços**. Orientador: - 2021. 10 f. Monografia (Especialista em Engenharia Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 2021. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/download/579/830>>. Acesso em: 21 Nov 2021.

TÖRMÄ, Seppo. **Connecting IoT Data to BIM**. 2018. Disponível em: <<https://aec-business.com/connecting-iot-data-to-bim/>>. Acesso em: 21 Nov 2021.

YASUOKA, Diego Nakahira. **O padrão COBie na coleta de informações para o gerenciamento de facilidades: Um estudo de caso em data center**. Orientador: Prof. Dr. Eduardo Toledo Santos. 2019. 68 f. Monografia (Especialista em Gerenciamento de Facilidades). Universidade de São Paulo. São Paulo, São Paulo, Brasil, 2019. Disponível em: <<http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/25207bc200536f69b97e5927557c0659.pdf>> Acesso em: 21 Nov 2021.

AUTODESK. **Facilities Management Software**. 2021. Disponível em: <[www.autodesk.com/bim-360/facilities-management-software/](http://www.autodesk.com/bim-360/facilities-management-software/)> Acesso em: 21 Nov 2021.

LARA, Alexandre. **Operação e Manutenção Sustentável**. 2017. Disponível em: <<https://alexandremflara.com/2017/03/02/cuidando-de-nossos-edificios-e-sistemas/>> Acesso em: 21 Nov 2021.

ICLASS. **Manutenção Preditiva, Preventiva e Corretiva**. 2021. Disponível em: <<https://www.iclass.com.br/blog/manutencao-preditiva-preventiva-e-corretiva/>> Acesso em: 21 Nov 2021.

EB ARCONDICIONADO. **Ar-Condicionado irá triplicar o Consumo de Energia até 2050**. 2018. Disponível em: <[www.webarcondicionado.com.br/ar-condicionado-ira-triplicar-o-consumo-de-energia-ate-2050](http://www.webarcondicionado.com.br/ar-condicionado-ira-triplicar-o-consumo-de-energia-ate-2050)> Acesso em: 21 Nov 2021.

PRODUTTIVO. **Como Funciona o Produttivo**. 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qDUpVVpK2NA>> Acesso em: 21 Nov 2021.

PRODUTTIVO. **Dicas para aumentar a produtividade da sua empresa e gerenciar suas equipes em campo**. 2021. Disponível em: <[www.produttivo.com.br/blog/operacional/2019/09/03/pmoc-tudo-que-voce-precisa-saber.html](http://www.produttivo.com.br/blog/operacional/2019/09/03/pmoc-tudo-que-voce-precisa-saber.html)> Acesso em: 21 Nov 2021.

ECOLOGY. **Entenda o contexto da lei**. 2021. Disponível em: <<http://www.ecology.eco.br/lei-pmoc/>> Acesso em: 21 Nov 2021.

SFRIAR. **O que é PMOC**. 2018. Disponível em: <[www.sfriarcondicionado.com.br/empresa-ar-condicionado-pmoc-goiania/](http://www.sfriarcondicionado.com.br/empresa-ar-condicionado-pmoc-goiania/)> Acesso em: 21 Nov 2021.