

ROGERIO TSUYOSHI SUZUKI

Versão corrigida

Gestão da informação em Modelos da Informação da Construção (BIM)
para uso em *Facilities Management* (FM) suportado por Sistema Integrado
de Gerenciamento de Ambiente de Trabalho (IWMS)

SÃO PAULO
2020

ROGERIO TSUYOSHI SUZUKI

Versão corrigida

Gestão da informação em Modelos da Informação da Construção (BIM)
para uso em *Facilities Management* (FM) suportado por Sistema Integrado
de Gerenciamento de Ambiente de Trabalho (IWMS)

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências

SÃO PAULO
2020

ROGERIO TSUYOSHI SUZUKI

Versão corrigida

Gestão da informação em Modelos da Informação da Construção (BIM)
para uso em *Facilities Management* (FM) suportado por Sistema Integrado
de Gerenciamento de Ambiente de Trabalho (IWMS)

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências

Área de Concentração:
Inovação na Construção Civil

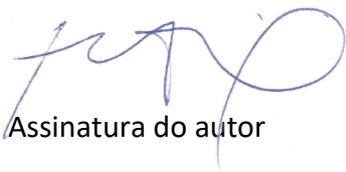
Orientador:
Prof. Dr. Eduardo Toledo Santos

SÃO PAULO
2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 23 de julho de 2020.



Assinatura do autor



Assinatura do orientador

Catlogação-na-publicação

SUZUKI, Rogerio Tsuyoshi

Gestão da informação em Modelos da Informação da Construção (BIM) para uso em Facilities Management (FM) suportado por Sistema Integrado de Gerenciamento de Ambiente de Trabalho (IWMS) – versão corrigida – São Paulo, 2020. 201p.

Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.BIM 2.FM 3.IWMS. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

Nome: SUZUKI, Rogerio Tsuyoshi

Título: Gestão da informação em Modelos da Informação da Construção (BIM) para uso em Facilities Management (FM) suportado por Sistema Integrado de Gerenciamento de Ambiente de Trabalho (IWMS)

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em Ciências

Aprovado em: 14/05/2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. EDUARDO TOLEDO SANTOS

Instituição: Escola Politecnica - USP

Julgamento: APROVADO

Prof. Dr. SÉRGIO SCHEER

Instituição: Universidade Federal do PR - Externo

Julgamento APROVADO

Prof.Dr.RICARDO CODINHOTO

Instituição: IAU

Julgamento: APROVADO

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo Toledo Santos, que ao longo de toda a caminhada de construção da pesquisa, sempre foi dono de postura de inquietação, questionamento e paciência infinitas, a despeito das minhas limitações como pesquisador. Agradeço ainda seu companheirismo na defesa da “causa BIM”, ao longo de todos esses anos.

À minha esposa Andrea Rucker e filhos Yumi e Jun, pelo suporte e apoio durante toda a vida, especialmente neste episódio e nos momentos de dificuldade e distância, compreendendo e se privando de muitas horas de convívio e lazer em prol do desenvolvimento deste trabalho e dos afazeres profissionais.

Aos meus companheiros de trabalho, representados na pessoa da Eng. Marcia Codecco, por me apoiarem em diversas situações do dia a dia e me suportarem nas questões profissionais e dias de humor controversos.

À Arq. Claudia Campos, pelos eternos ensinamentos de Revit e apoio nesses muitos anos de trabalho em parceria.

Aos companheiros Diego Manjarres, Mario Correia e Cesar Martinez da ARCHIBUS, Inc. por serem grandes parceiros no desenvolvimento da plataforma no mundo inteiro.

Aos meus colegas, professores e funcionários do Construinova, pela inspiração e conhecimento construídos em parceria.

Aos colegas e clientes da construtora, que mesmo que de forma anônima, me permitiram desenvolver, aprender juntos e divulgar as informações deste estudo de caso.

Aos meus irmãos, especialmente a Katia Noriko Suzuki, por sempre me inspirar e incentivar a concluir esta pesquisa a despeito das dificuldades de seu desenvolvimento.

E por fim aos meus pais, Unzo (*in memoriam*) e Keiko Suzuki, pelos valores ensinados, pela educação e investimento realizados para que eu pudesse ser um profissional de valor, na esperança de que alguma forma esta conquista os reconheça e valorize.

RESUMO

Este trabalho desenvolve uma análise estruturada das informações de valor agregado em Modelos da Informação da Construção (BIM) com foco no *Facilities Management* (FM) suportado por solução de *Integrated Workplace Management Systems* (IWMS). No presente estudo, são analisadas as necessidades de informações para permitir a gestão integrada de *facilities* fazendo-se uso de plataformas do tipo IWMS, alternativas para inclusão de parâmetros nos componentes dos modelos BIM, troca de informações entre as plataformas, além de identificar boas práticas de modelagem e organização das informações visando otimizar o processo. Com o intuito de tornar a análise mais objetiva e próxima da realidade, utilizou-se como estudo de caso as informações existentes de uma obra de construção denominada “aeroporto”, que se encontra em execução à época desta pesquisa – e que permitiu avaliar tais possibilidades de integração e com isso validar os processos de troca. Concluiu-se que a estruturação e definição preliminar de normas e padrões das informações é de fundamental importância para garantir o fluxo otimizado e principalmente a usabilidade da informação da modelagem BIM em um sistema IWMS.

Palavras Chave: Construção Civil, FM, *Facilities Management*, *Facility Management*, BIM, Modelagem da Informação da Construção, Modelo da Informação da Construção, CAFM, IWMS, COBie, IFC.

ABSTRACT

This work develops a structured analysis about value-added information in Building Information Modeling/Models (BIM) focused on Facilities Management (FM) using Integrated Workplace Management Systems (IWMS) solutions. The information requirements to allow the integrated management of facilities using IWMS platforms will be analyzed, alternatives for the inclusion of parameters in the BIM model components, exchange of information between platforms, as well as to define good practices for modeling and organization of information to optimize the process. In order to make the analysis more objective and closer to reality, a case study was used to obtain information about a construction project called "airport", which was in execution at the time of this research - and allowed to evaluate such possibilities and validate the processes studied. It was concluded that the preliminary information structuration and standards definition have fundamental importance in order to guarantee an optimized flow and mostly the BIM information usability in an IWMS system.

Key Words: Building, FM, Facilities Management, Facility Management, BIM, Building Information Modeling, Building Information Model, CAFM, IWMS, COBie, IFC.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABL	Área Bruta Locável
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BAS	Sistemas de Automação Predial (<i>Building Automation Systems</i>)
BD	Banco de Dados
BEP	Plano de Execução BIM (<i>BIM Execution Plan</i>)
BIM	Modelo/Modelagem da Informação da Construção (<i>Building Information Modeling</i>)
BOMA	<i>Building Owners Management Association</i>
bSA	buildingSMART Alliance
bSI	buildingSMART International
CAD	Projeto Assistido por Computador (<i>Computer-Aided Design</i>)
CAFM	Facilities Management Assistido por Computador (<i>Computer-Aided Facilities Management</i>)
CSC	<i>Construction Specifications Canada</i>
CMMS	Sistema Computadorizado de Gerenciamento de Manutenção (<i>Computerized Maintenance Management System</i>)
COBie	<i>Construction Operations Building Information Exchange</i>
CSI	<i>Construction Specifications Institute</i>
DCM	<i>Direct Connection Methodology</i>
DWG	Arquivo AutoCAD
EAM	<i>Enterprise Asset Management</i>
ELie	<i>Equipment Layout Information Exchange</i>
ERP	Software de Gestão Empresarial (<i>Enterprise Resource Planning</i>)
FEMP	<i>Federal Energy Management Program</i>
FIC	<i>Facility Information Council</i>
FM	<i>Facilities Management</i> ou <i>Facility Management</i>
FMS	<i>Facilities Management Systems</i>
GSA	<i>General Services Administration</i>
IAI	<i>International Alliance for Interoperability</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>

IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IFMA	<i>International Facility Management Association</i>
IFMA-CFM®	IFMA - Gerente de Facilities Certificado (<i>IFMA-Certified Facility Manager</i>)
IWMS	Sistema Integrado de Gerenciamento do Ambiente de Trabalho (<i>Integrated Workplace Management Systems</i>)
LCCA	<i>Lifecycle Cost Analysis</i>
MHS	<i>Department of Defense's Medical Health Service</i>
MVD	<i>Model View Definition</i>
NBIMS	<i>National BIM Standard</i>
NIBS	<i>National Institute for Building Sciences</i>
NBR	<i>Norma Brasileira aprovada pela ABNT</i>
NBS	<i>National Building Standards</i>
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
PMOC	Plano de Manutenção, Operação e Controle
O&M	Operação & Manutenção
OCSS	<i>OmniClass™ Construction Classification System</i>
RE	Mercado Imobiliário (<i>Real Estate</i>)
RICS	<i>Royal Institute of Chartered Surveyors</i>
ROI	Retorno sobre Investimento (<i>Return on Investment</i>)
RVT	Arquivo Autodesk Revit
SFP	<i>Strategic Facility Planning</i>
SGBDR	Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados Relacionais
SPie	<i>Specifier's Properties Information Exchange</i>
TCO	Custo Total de Propriedade (<i>Total Cost of Ownership</i>)
TI	Tecnologia da Informação
VUP	Vida Útil Projetada

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo de processos desenvolvidos pelos diversos intervenientes durante as fases do ciclo de vida de um empreendimento.....	30
Figura 2- Soluções Autodesk utilizadas durante o ciclo de vida dos ativos.....	31
Figura 3- Soluções Nemetschek utilizadas durante o ciclo de vida dos ativos.....	31
Figura 4- Soluções Trimble utilizadas durante o ciclo de vida dos ativos.....	32
Figura 5 - Comparação por área de funcionalidade das diversas plataformas de FM	32
Figura 6 – Metodologia de trabalho:	37
Figura 7 – Escopo de Facilities Management:	40
Figura 8 – Relação entre Pessoas, Locais, Processos e Tecnologias através do FM em uma organização:	41
Figura 9 – Quadrantes de conhecimento e habilidades requeridas do Facility Manager para exercer sua prática.	42
Figura 10 – Ciclo de vida do Facilities Management:	43
Figura 11 - Planos de gestão de FM de acordo com EN 15221-1:	44
Figura 12 - Processo de construção do FM Estratégico versus valor agregado	47
Figura 13 - Padrões BOMA de Mensuração de Espaços	49
Figura 14 - Método de mensuração do espaço BOMA-A	50
Figura 15 - Método de cálculo de desempenho do espaço por BOMA-A	51
Figura 16 – Comparação de BOMA-A com BOMA-B:	51
Figura 17 - Diagrama de área de componentes dos espaços pela <i>IPMS - Office Buildings</i>	54
Figura 18 - Definição de Ocupação versus Utilização do espaço.....	56
Figura 19 - Fases do Planejamento Estratégico de Espaços	56
Figura 20 - Normas para gestão de ativos	58
Figura 21 – Exemplo de armazenamento típico de informações técnicas dos ambientes construídos.....	61
Figura 22 - Sugestão de fluxo de informações.....	62
Figura 23 - Utilização de inventário pelos diversos setores de uma empresa	62
Figura 24 – NBR 5674:2012 – Fluxo da Documentação:.....	66
Figura 25 – PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle:	69
Figura 26 – Procedimento para Condicionador de Ar - PMOC:.....	70
Figura 27 - Tela de aplicativo para coleta de dados em campo BIM 360 Field	74
Figura 28 - Visualização equipamento inventariado para posterior consulta/edição de dados.....	75
Figura 29 – Abordagem proposta de Comissionamento utilizando BIM.....	75
Figura 30 - Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação	77
Figura 31 - Tela de importação de arquivo COBie no ARCHIBUS	83
Figura 32 - Visões diversas da plataforma FM:Systems	84

Figura 33 - Módulos componentes do IBM Tririga Facilities Management	85
Figura 34 - Tela ilustrando a integração Autodesk Revit com IBM Tririga	86
Figura 35 - IBM Tririga integrado ao Autodesk BIM 360 Docs.....	86
Figura 36 - Visão do módulo Planon Connect for BIM.....	87
Figura 37 - Navegação 3D na plataforma Ecodomus.....	89
Figura 38 - Navegação 3D na solução YouBIM	90
Figura 39 - Conotações comuns dos múltiplos termos de definição de BIM	91
Figura 40 - BIM no Ciclo de vida da Edificação	91
Figura 41 – “Roadmap” da Estratégia BIM BR.....	95
Figura 42 - ROI em BIM para distintas tipologias de empreendimentos	97
Figura 43 - Dimensões do BIM de acordo com UNI 11.337-1:2017	99
Figura 44 - Dimensões do BIM, de acordo com RICS.....	100
Figura 45 - Benefícios da integração das informações de BIM em processos de FM: ...	105
Figura 46 – Mapa conceitual correlacionando as informações BIM com FM:	105
Figura 47 – Benefícios da integração de BIM e FM :	107
Figura 48 - Artigos BIM-FM no mundo	111
Figura 49 - Exemplo de fluxo de informação durante o ciclo de vida:	113
Figura 50 – Exemplo do fluxo de modelagem durante o ciclo de vida:.....	114
Figura 51 - Padrões abertos para OpenBIM desenvolvidos pela buildingSMART	116
Figura 52 – Diagrama do MVD Handover to FM:.....	119
Figura 53 – Visão do fluxo de informações utilizando-se COBie:	120
Figura 54 - Resumo de Informações a serem inseridas utilizando COBie nas diversas fases da vida de um edifício:.....	121
Figura 55 – COBie - Organização de dados:	121
Figura 56 - COBie - Organização do Espaço e Equipamentos/Sistemas:	122
Figura 57 – Arquivo COBie no formato de planilha:	123
Figura 58 - Imagem do Modelo Revit com interface do Plugin COBie – configuração contatos:	126
Figura 59 - Imagem de inserção de informação em componente BIM ao utilizar Revit com interface do Plugin COBie:	127
Figura 60 - Diagrama de Direct Connection Methodology (DCM):	130
Figura 61 – Detalhe do Plugin ARCHIBUS SmartClient no Autodesk Revit:.....	131
Figura 62 –Mapa conceitual de fluxo possível das informações entre BIM e IWMS:	131
Figura 63 - Diagrama de Informações software IWMS ARCHIBUS:	133
Figura 64 – Estrutura de dados dos requerimentos de dados não-geométricos:	134
Figura 65 – Requisitos de dados e intervenientes responsáveis pelo fornecimento:....	135
Figura 66 – Paralelo entre os “mundos” físico e virtual	136
Figura 67 - Sugestão de Fluxo de informações durante o ciclo de vida:	136
Figura 68 - Estrutura para modelagem BIM-FM.....	138
Figura 69 – Tabelas OmniClass e sua relação com FM:	140

Figura 70 – Relação das tabelas OmniClass™ com os diversos stakeholders da indústria:	141
Figura 71 - Evolução dos Padrões de Especificações (PAS) para ISO 19.650.....	144
Figura 72 – Níveis de maturidade versus benefícios de acordo com ISO 19.650.....	145
Figura 73 – Relação da ISO 19.650-1:2018 com demais normas de organização da informação.....	146
Figura 74 - Fluxo de requisitos de informação para definir os entregáveis de informação BIM.....	146
Figura 75 – Fluxo de informações e responsabilidades.....	148
Figura 76 - Nível de informação do modelo BIM.....	149
Figura 77 - Representação esquemática de um CDE.....	150
Figura 78 - Proposta de Fluxo de processos para desenvolvimento de empreendimentos imobiliários.....	156
Figura 79 - Usos BIM praticados no empreendimento.....	157
Figura 80 - Uso de BIM para Visualização 3D	159
Figura 81 - Uso de BIM para Visualização 3D através de Realidade Virtual (RV)	160
Figura 82 - Uso de BIM para Planejamento 4D.....	160
Figura 83 - Uso de BIM para Integração com Fabricação e Logística usando metodologia de “Lean Construction”	161
Figura 84 - Uso de BIM para Controle de Qualidade usando FVS integrado ao modelo BIM	161
Figura 85 – Visualização 3D parcial do Modelo BIM do Empreendimento em Autodesk Revit:	162
Figura 86 - Visualização 2D do Modelo BIM – Pavimento Térreo em Autodesk Revit:..	162
Figura 87 – Visualização 3D do Modelo BIM – Disciplina AVAC em Autodesk Revit:.....	163
Figura 88 - Visualização 3D do Modelo BIM – Disciplina AVAC em ambiente IWMS: ...	163
Figura 89 - Visualização 3D do Modelo BIM – Disciplina AVAC em ambiente IWMS: ...	164
Figura 90 - Fluxo simplificado da troca de informações entre os participantes do empreendimento	164
Figura 91 - Visualização da Extranet/CDE denominada “AutoDOC”:	165
Figura 92 - Comparação entre o fluxo simplificado da ISO 19.650 e a obra estudo de caso:	167
Figura 93 - Exemplo de Categorias e Tipos de Áreas baseado na OSCRE Space Classifications (SPCL V1.0)	168
Figura 94 - Padrões de Equipamentos no IWMS	171
Figura 95 - Menu do Plugin SmartClient for AutoCAD and Revit	175
Figura 96 - Modelo de dados para integração Autodesk Revit & ARCHIBUS	175
Figura 97 - Processo de vinculação de dados entre Revit e ARCHIBUS via Plugin de integração:	176
Figura 98 - Mapeamento dos parâmetros do Revit para base de dados ARCHIBUS.....	177
Figura 99 – Visão parcial do Dicionário de dados ARCHIBUS	177

Figura 100 - Tela de alerta durante processo de vinculação de dados entre Revit e ARCHIBUS via Plugin:	178
Figura 101 - Vistas de Projeto/Construção em um modelo BIM.....	179
Figura 102 - Vistas adequadas para Operação & Manutenção em um modelo BIM	179
Figura 103 - "Checklist" para integração de dados entre Autodesk Revit e ARCHIBUS .	180
Figura 104 - Publicação de modelo em Revit para utilização no IWMS através de Plugin:	181
Figura 105 - Publicação 3D a partir do Autodesk Revit	182
Figura 106 - Exemplo de visualização 2D da categorização de espaços:.....	183
Figura 107 - Exemplo de “ <i>Stack plan</i> ” de espaços:.....	183
Figura 108 - Exemplo de atribuição de Contrato de Locação nos espaços importados:	184
Figura 109 - Exemplo de visualização 2D dos equipamentos do empreendimento constantes em um pavimento:	184
Figura 110 - Informações dos equipamentos cadastrados no IWMS.....	185
Figura 111 - Informações (manuais, nota fiscal) dos equipamentos cadastrados no IWMS	185
Figura 112 - Informações dos equipamentos cadastrados no IWMS.....	186
Figura 113 – Abertura de chamado de manutenção em equipamento cadastrado no IWMS	186
Figura 114 - Exemplo de utilização da informação importada em dispositivo móvel: ..	187
Figura 115 - Exemplo de utilização – solicitação de serviço de manutenção em dispositivo móvel	187
Figura 116 - Exemplo de utilização – visualização do projeto em dispositivo móvel.....	188
Figura 117 - Exemplo de utilização – desenho de “red-line” do projeto em dispositivo móvel	188

LISTA DE GRÁFICOS:

Gráfico 1 - Visão geral do aumento da produtividade da construção ao longo do tempo	28
Gráfico 2 - Incremento de custo e prazo médios em megaprojetos.....	29
Gráfico 3 - Ciclo de Vida Típico de um Edifício Comercial (em anos):.....	30
Gráfico 4 - Diagrama explicativo da estrutura de um IWMS.....	33
Gráfico 5 – Mercado global de serviços terceirizados de facilities por região (em USD\$ Bilhões):	39
Gráfico 6 - Porcentagem de ocupação em espaços corporativos no mundo.....	48
Gráfico 7 - Vida útil dos ativos e Manutenção.....	66
Gráfico 8 - Razões para Comissionamento em empreendimentos novos ou existentes .	73
Gráfico 9 - Mercado mundial de IWMS, em bilhões de dólares.....	80
Gráfico 10 - Green Quadrant Integrated Workplace Management Systems 2019:.....	80
Gráfico 11 - Diagrama do <i>Enterprise Information Modeling (EIM)</i>	82
Gráfico 12 - Módulos da solução IWMS ARCHIBUS.....	82
Gráfico 13 - Adoção de BIM ao longo do tempo	92
Gráfico 14 - Barreiras para se adotar BIM	96
Gráfico 15 - Usos do BIM no ciclo de vida	98
Gráfico 16 - Percentual de adoção das dimensões do BIM em países da Europa.....	100
Gráfico 17 – Fluxo de informações comparativo entre processo tradicional e BIM	103
Gráfico 18 - Modelo Linear das trocas de informações nas diversas Fases do Ciclo de Vida de um empreendimento:.....	104
Gráfico 19 - Principais usos potenciais de modelos BIM em processos de FM:.....	106
Gráfico 20 – Percebe benefícios tangíveis no uso das informações BIM no FM?	108
Gráfico 21 - Atitudes em relação ao BIM.....	109
Gráfico 22 - Número acumulado de publicações sobre BIM em cada atividade de O&M ano a ano.....	110
Gráfico 23 - Adoção do IFC no Reino Unido	117
Gráfico 24 - Porcentual de usuários que utilizam COBie no Reino Unido.....	125
Gráfico 25 - Percepção de utilidade na emissão de arquivos COBie.....	126
Gráfico 26 - Requisitos solicitados em licitações BIM no Brasil	129
Gráfico 27 - Resumo da evolução do BIM / FM / Normas e padrões:.....	142
Gráfico 28 - Principais plataformas Extranet utilizadas como CDE	151
Gráfico 29 - Plataformas orientadas a Construção utilizadas como CDE	152
Gráfico 30 – Adoção de padrões e publicações pelo mercado do Reino Unido	153
Gráfico 31 - Roadmap orientativo integração BIM & IWMS	192

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1 – Custos de Interoperabilidade inadequada por grupo (em Milhões de USD\$):	34
Tabela 2 - Correlação entre elementos previstos da Pesquisa Construtiva e as realizadas pelo pesquisador:.....	35
Tabela 3 - Planos de Gestão de Facilities, de acordo com NBR ISO 41.012:2019:	45
Tabela 4 - Planos de Gestão de FM:.....	46
Tabela 5 - Sistema de Classificação de Espaços SPCL V1.0.....	52
Tabela 6 - Classificação dos espaços de acordo com IPMS - Office Buildings.....	55
Tabela 7 – Tipos de Inventários de Ativos	63
Tabela 8 - Custos (em US\$) estimados de levantamento de ativos:	63
Tabela 9 - Estimativa de “payback” de investimento para inventário de ativos:.....	64
Tabela 10 - NBR 5674:2012 - Anexo A – Sugestão das Inspeções e Verificações para edifício hipotético:.....	68
Tabela 11 - Denominações de Comissionamento	72
Tabela 12 - Cinco áreas de competência indispensáveis em uma solução IWMS:	79
Tabela 13 - Quadro resumo das aplicações IWMS e sua integração com BIM	88
Tabela 14 - Obrigatoriedade do uso de BIM pelos diversos países em 2017.....	93
Tabela 15 - Participação, em %, das empresas que utilizam o BIM	94
Tabela 16 - Retorno sobre Investimento (ROI) na aplicação de BIM	97
Tabela 17 - Dimensões do BIM	99
Tabela 18 - Informações sobre os diversos Níveis de Desenvolvimento de componentes BIM:.....	102
Tabela 19 - Estimativa de economia comparando método tradicional de FM versus usando BIM:.....	107
Tabela 20 - Áreas de aplicação identificadas em estudos de casos reais.....	109
Tabela 21 - Porcentagem de Proprietários que utilizam BIM para Processos de O&M e FM:	111
Tabela 22 - Formatos de IFC	116
Tabela 23 - Países que possuem <i>BIM Mandate</i> e respectivos formatos exigidos.....	117
Tabela 24 - Softwares certificados IFC para FM:	118
Tabela 25 – Descrição dos dados de um arquivo COBie em suas diversas partes:	124
Tabela 26 - levantamento de tempo economizado através de processo melhorado BIM/COBie/AiM:	129
Tabela 27 - Plataformas e Propriedades de informações para FM	132
Tabela 28 - Categorias e descrições do BPEP:	154
Tabela 29 - Matriz de Responsabilidades da Informação dos ativos e espaços.....	166
Tabela 30 - Informações a serem inseridas e transferidas para a plataforma IWMS	169
Tabela 31 - Informações dos Padrões de Equipamentos	171

Tabela 32 – Exemplo parcial de tabela de equipamentos carregados no sistema IWMS 174

SUMÁRIO:

1.INTRODUÇÃO.....	26
1.1 Objetivos.....	27
1.2 Justificativa	27
2 MÉTODO DE PESQUISA.....	34
2.1 Definição de problema relevante	36
2.2 Criação de artefato	36
2.3 Avaliação do artefato.....	36
2.4 Generalização / aplicação do problema	36
2.5 Documentação das etapas do método.....	37
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	38
3.1 Facilities Management (FM).....	38
3.1.1 Planos de gestão do Facilities Management (FM).....	44
3.1.2 Gestão de Espaços	47
3.1.3 <i>Building Owners and Managers Association International (BOMA)</i>	49
3.1.4 Open Standards Consortium for Real Estate (OSCRE)	52
3.1.5 International Property Measurement Standards (IPMS).....	53
3.2 Gestão de Ativos.....	57
3.2.1 Inventário de Ativos.....	59
3.3 Gestão da Manutenção	65
3.4 Comissionamento	71
3.5 Cadastro como construído (“as built”)	76
3.6 Suporte de Tecnologia da Informação (TI) para Gestão de Ativos & FM	77
3.6.1 CMMS.....	78
3.6.2 CAFM.....	78
3.6.3 IWMS.....	78
3.6.4 ARCHIBUS.....	81
3.6.5 FM:Systems.....	83
3.6.6 IBM Tririga.....	85
3.6.7 Planon Software.....	87
3.6.8 Ecodomus.....	88
3.6.9 YouBIM.....	90

3.7	Modelagem da Informação da Construção (BIM)	91
3.7.1	Usos e “dimensões” do BIM	98
3.7.2	Nível de Desenvolvimento (LOD)	101
3.8	Interoperabilidade	114
3.8.1	buildingSMART	115
3.8.2	IFC	116
3.8.3	MVD	118
3.8.4	COBie	119
3.8.5	COBieLite:	128
3.8.6	Direct Connection Methodology (DCM)	130
3.8.7	Plugin ARCHIBUS SmartClient for Revit and AutoCAD	131
3.9	Fluxo de informações BIM – FM	132
3.10	Sistemas de Classificação	139
3.10.1	Masterformat™	139
3.10.2	OmniClass™	140
3.10.3	ABNT NBR-15.965:1	141
3.11	Padronização e Normalização para o intercâmbio de informação	143
3.12	ISO 19.650	144
3.13	Ambiente Comum de Dados (CDE)	149
3.14	PLANO DE EXECUÇÃO BIM (PEB)	153
4	ESTUDO DE CASO	157
4.1	Caracterização do estudo de caso utilizado	157
4.2	Fluxo de trabalho/Ambiente Comum de dados - CDE	164
4.3	Padronização da informação dos Espaços	167
4.3.1	Padrão de Classificação dos Espaços	168
4.3.2	Planilhas de informações	169
4.4	Padronização das informações dos Equipamentos	170
4.4.1	Padrões de Equipamentos	170
4.4.2	Planilhas de informações dos Equipamentos	172
4.5	Inserção dos parâmetros no Autodesk Revit	175
4.6	Tratamento da informação no modelo BIM	178
4.7	Publicação no IWMS ARCHIBUS a partir do Autodesk Revit	181
4.8	Evidências finais da informação em ambiente IWMS	182
4.8.1	Espaços carregados no ARCHIBUS:	183
4.8.2	Equipamentos carregados no ARCHIBUS:	184

4.8.3	Gestão de manutenção no ARCHIBUS:	186
4.8.4	Informações carregadas na plataforma Mobile ARCHIBUS:.....	187
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	189
5.1	Limitações do estudo desenvolvido	189
5.2	Conclusões.....	189
5.3	Oportunidades de desenvolvimento futuro.....	193

1. INTRODUÇÃO

Estatísticas de mercado apontam que a adoção da Modelagem da Informação da Construção¹ (BIM) vem crescendo paulatinamente no mercado internacional e no Brasil. No mundo inteiro, os setores público e privado vêm se empenhando nos últimos anos para implantar essa inovação, que traz como alguns dos benefícios, o aumento da produtividade, a integração das informações e melhoria do ambiente de colaboração entre os diversos intervenientes² durante todo o ciclo de vida de um ativo³.

Por outro lado, é crescente a incorporação do conceito do *Facilities Management* ou *Facility Management*⁴ (FM) pelo mercado pois permite reduzir custos de operação e melhorar a disponibilidade dos recursos existentes através de reestruturação do modelo de gestão patrimonial da organização. O FM pode ainda ter sua dinâmica melhorada através da aplicação de tecnologias específicas para essa atividade – os *Sistemas Integrados de Gerenciamento do Ambiente de Trabalho*⁵ (IWMS). Essas plataformas são caracterizadas por fornecer aos Gerentes de *Facilities*⁶ ferramentas para gestão “holística” dos principais aspectos da gestão de Propriedades e *Facilities*.

Dados apontam que os benefícios de se integrar tais processos e tecnologias são significativos, melhorando o desempenho, reduzindo o tempo de resposta nas intervenções corretivas e/ou preventivas ou ainda proporcionando visibilidade da gestão através da aplicação de ferramentas integradas e tecnologias especializadas.

Entretanto, a integração estruturada de tais inovações ainda se encontra longe de ser realidade, seja por motivo da baixa maturidade verificada na aplicação de BIM nas empresas, falta de conhecimento de FM ou IWMS (ou da possibilidade de se explorar em conjunto tais metodologias) pela grande maioria do mercado, o que resulta em pouco interesse por parte das corporações em explorar tal caminho.

Existe, portanto, uma oportunidade significativa de buscar a melhoria na comunicação entre os intervenientes, processos e tecnologias, para que se reduzam riscos e custos operacionais e se incremente o desempenho operacional e financeiro a todos os envolvidos da cadeia produtiva. A organização e integração das informações dentro de tecnologias adequadas e trabalhadas de forma colaborativa é peça fundamental neste cenário para que todos possam se beneficiar de tal conceito. O presente estudo busca

¹ Tradução do termo original “Building Information Modeling” de acordo com NBR 15.965-1:2011

² Tradução livre do termo “Stakeholder” que, de acordo com *Project Management Institute (PMI)*, é uma pessoa ou grupo que possui participação ou interesse em uma determinada empresa ou negócio.

³ Ativo, de acordo com NBR ISO 41.011:2019, é todo item, coisa ou entidade que tem valor real ou potencial para uma organização;

⁴ Os termos podem ser utilizados de forma independente de acordo com a NBR ISO 41.011:2019

⁵ Tradução livre de *Integrated Workplace Management Systems (IWMS)*

⁶ Tradução livre de *Facility Managers*

trazer uma contribuição efetiva e de real valor para mudar tal cenário e apoiar esta quebra de paradigma.

1.1 Objetivos

Objetivo geral:

O trabalho tem como objetivo geral identificar informações em modelos BIM que agregam valor para o uso em FM utilizando soluções do tipo IWMS, bem como analisar o processo de intercâmbio de dados entre essas plataformas.

Objetivos específicos:

- Levantar as necessidades de dados básicos para permitir o *Facilities Management* (FM) suportado por plataforma do tipo IWMS, tendo como foco principal a Gestão de Espaços, Ativos e Manutenção;
- Avaliar as alternativas de intercâmbio de dados de FM entre soluções BIM e IWMS, analisando quais os protocolos existentes, suas características e limitações;
- Analisar o processo de organização e normalização da informação para preparar os modelos BIM de maneira a garantir uma transmissão otimizada de informações para sistemas IWMS;
- Avaliar processo de inclusão das informações e parâmetros de FM em componentes e espaços de modelos BIM;
- Validar os procedimentos anteriormente citados em empreendimento real (projeto de aeroporto) desenvolvido em ferramenta BIM e sua integração com software de IWMS.

1.2 Justificativa

A indústria da Construção possui grande importância e participação na economia mundial, com receita anual em torno de US\$ 10 trilhões de dólares – o equivalente a 6% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial – mas é caracterizada pela baixa adoção de tecnologia, fragmentação da cadeia produtiva e com processos construtivos de pouco nível de industrialização, baseados no uso de mão de obra intensiva (WORLD ECONOMIC FORUM, 2018). Segundo seus autores, este setor é caracterizado por:

- Falta de inovação e adoção tardia de tecnologias;

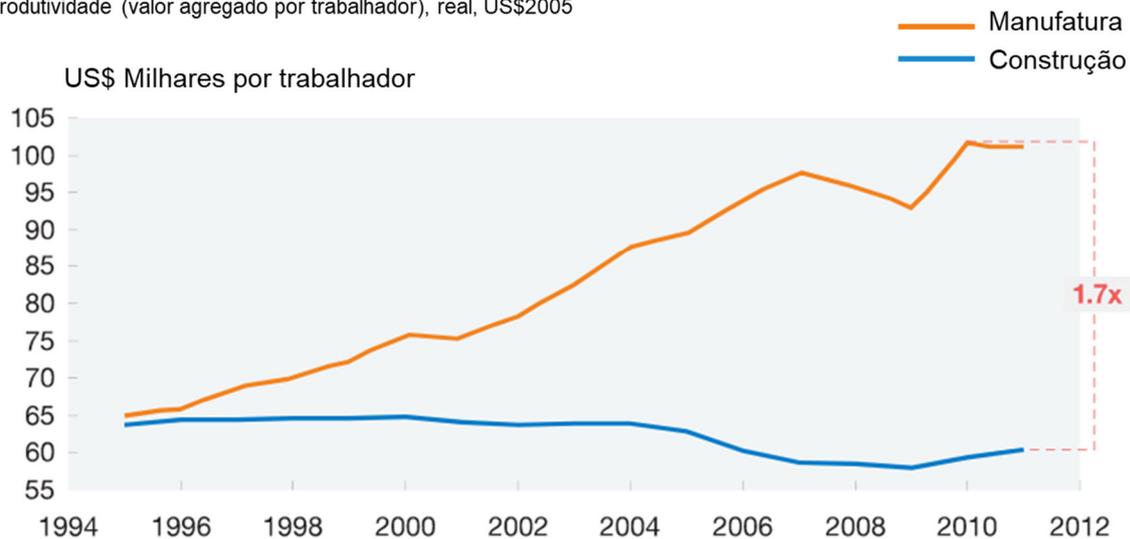
- Processos informais ou rigor insuficiente e consistência na execução dos processos;
- Transferência de conhecimento insuficiente de projeto a projeto;
- Baixo nível de acompanhamento de projeto;
- Cooperação “horizontal”⁷ pequena;
- Pouca colaboração com fornecedores;
- Cultura conservadora das empresas;
- Falta de interesse e baixo desenvolvimento de jovens talentos. (World Economic Forum, 2018, p.22).

A somatória de tais fatores resulta em um setor de baixa produtividade comparado com outras indústrias – como exemplo de tal afirmativa a indústria da Manufatura produz 1,7 vezes mais – como demonstrado no **GRÁFICO 1** (MCKINSEY, 2015):

Gráfico 1 - Visão geral do aumento da produtividade da construção ao longo do tempo

Visão geral do aumento da produtividade ao longo do tempo

Produtividade (valor agregado por trabalhador), real, US\$2005



Fonte: Adaptado de Mckinsey, 2015.

Segundo os autores, é certo que existem diversas diferenças que favorecem o trabalho em ambiente de manufatura, como a possibilidade de repetição, trabalho em ambiente controlado ou possuir cadeia de fornecedores e logística integradas, mas o grande fato é que a Construção ainda necessita melhorar muito os seus processos e as tecnologias empregadas. A baixa eficiência também se reflete em atrasos de prazos e “estouros” de custo em relação ao originalmente planejado, fato que ocorreu em 98% dos “megaprojetos” pesquisados. Seguramente, são dados que provocam grande impacto financeiro e social na cadeia produtiva, em importantes segmentos de mercado, sendo

⁷ Tradução livre do termo original “Cross-functional”, que se refere no texto à cooperação entre as diversas partes que executam processos sequenciais e de troca de informações de baixo valor agregado.

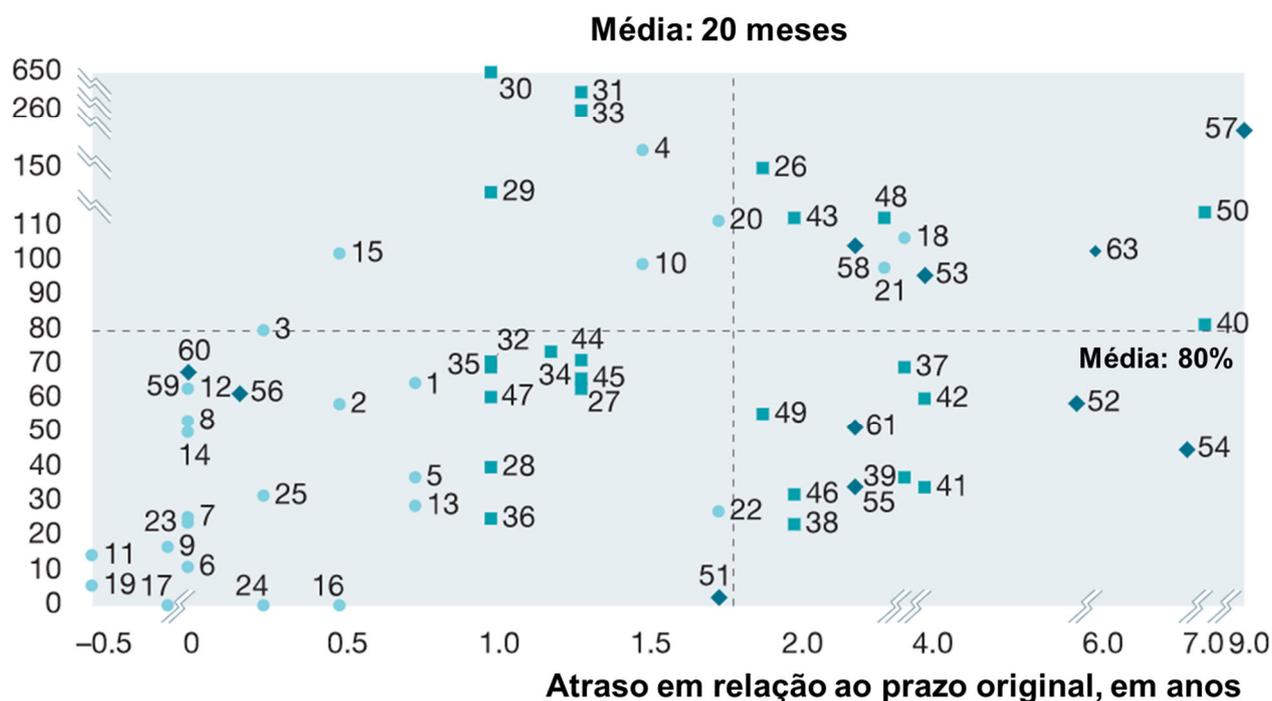
que, em relação aos prazos, foi constatado o atraso médio de 20 (vinte) meses e o incremento médio de 80% (oitenta por cento) de custo em relação ao previsto, como se pode constatar abaixo no **GRÁFICO 2**:

Gráfico 2 - Incremento de custo e prazo médios em megaprojetos

Despesas e investimentos de capital

(% da despesa original orçada)

● Mineração ■ Óleo & Gás ◆ Infraestrutura



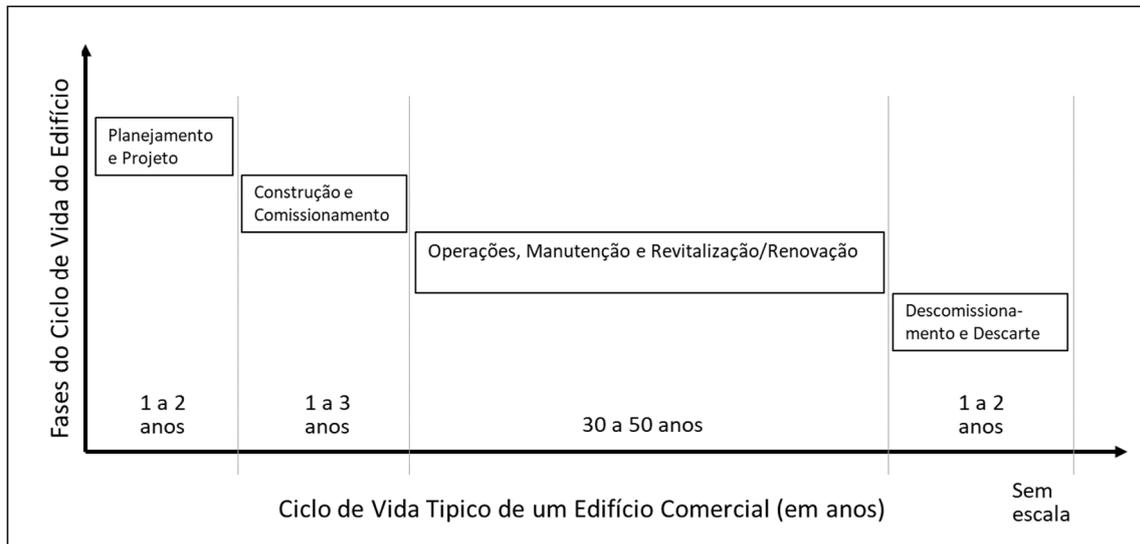
Fonte: Adaptado de McKinsey, 2015.

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) é uma das principais alternativas para melhorar o desempenho deste setor da economia, sendo considerado por alguns autores como “um dos mais promissores desenvolvimentos nas indústrias de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Através do BIM, um modelo virtual do edifício é criado, desenvolvido e utilizado durante todo o ciclo de vida da edificação” (EASTMAN et al., 2011, p. 1). E, quando bem implementado, BIM facilita um projeto mais integrado e um processo de construção que resulta em edifícios de melhor qualidade a um custo mais baixo e com redução do tempo de projeto.

O desenvolvimento de empreendimentos de construção ou infraestrutura é caracterizado pela participação de vários intervenientes, cada um atuando com foco de atingir objetivos ou atender a interesses e necessidades de negócio diferentes (GALLAHER, et al., 2004).

Esta interação ocorre durante um longo período, de forma e intensidade variada, dependendo da fase do ciclo de vida do empreendimento (GRÁFICO 3).

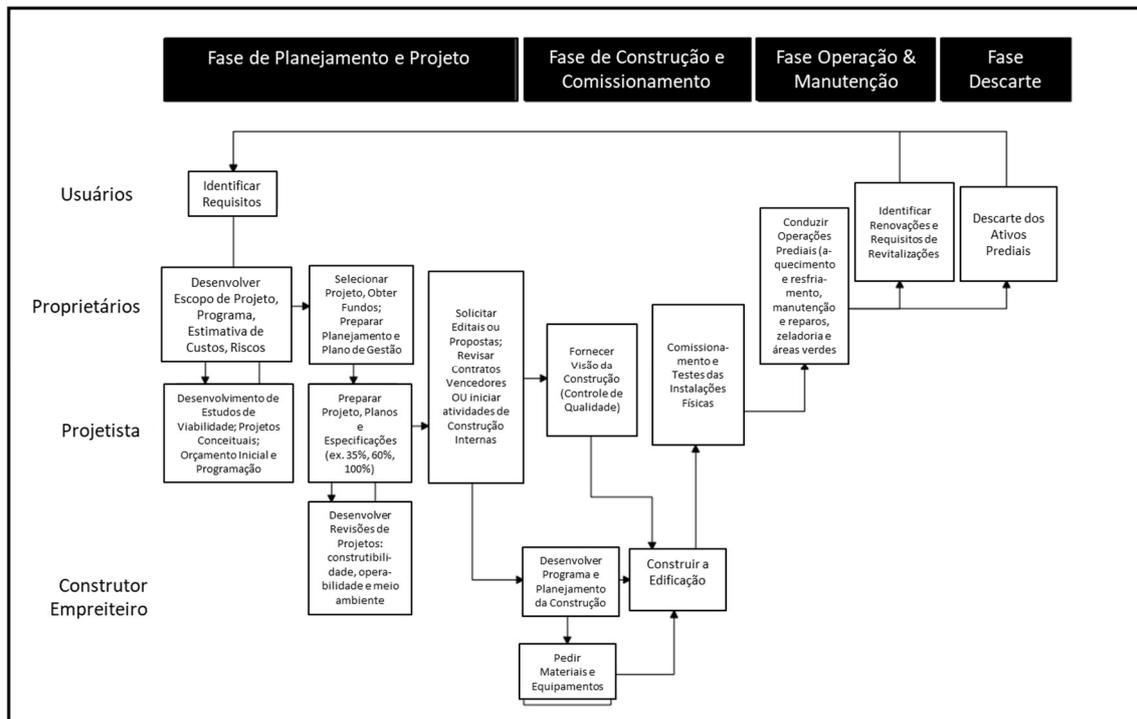
Gráfico 3 - Ciclo de Vida Típico de um Edifício Comercial (em anos):



Fonte: Adaptado de Gallaher, et al. (2004).

Um exemplo da interação entre os diversos agentes durante esse desenvolvimento está representado no diagrama dos mesmos autores representado na FIGURA 1:

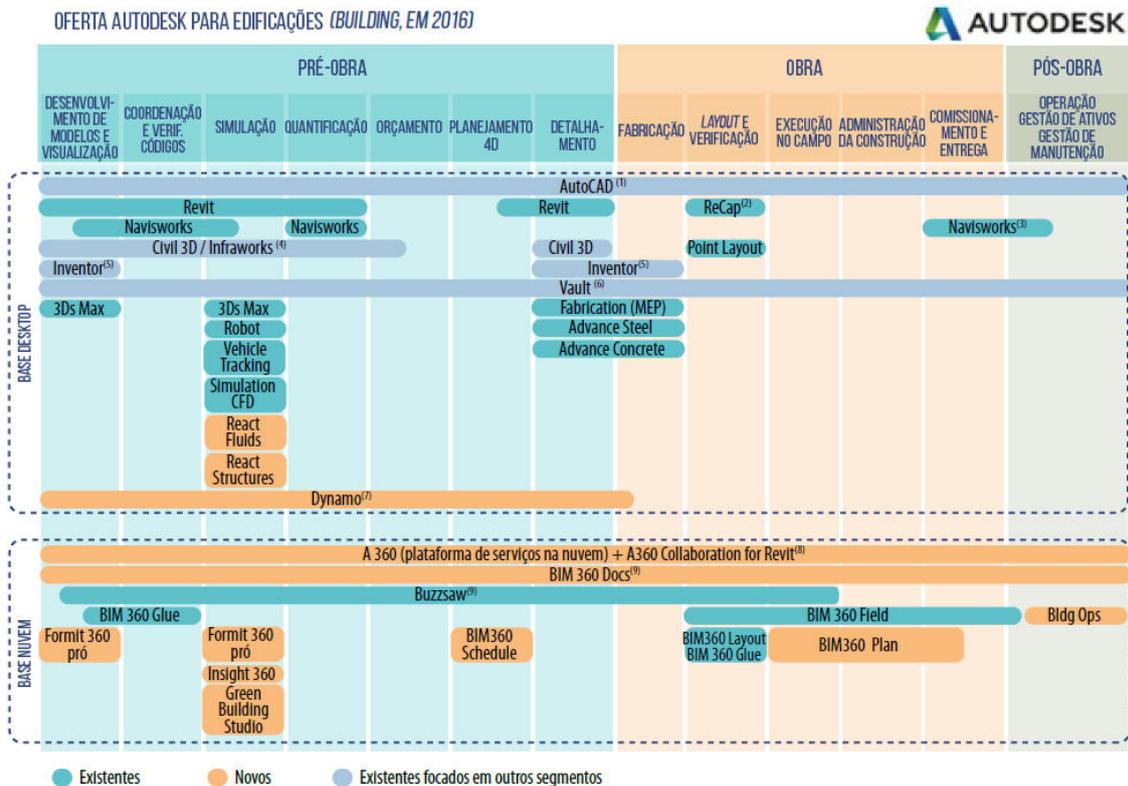
Figura 1 – Exemplo de processos desenvolvidos pelos diversos intervenientes durante as fases do ciclo de vida de um empreendimento



Fonte: Adaptado de Gallaher, et al. (2004).

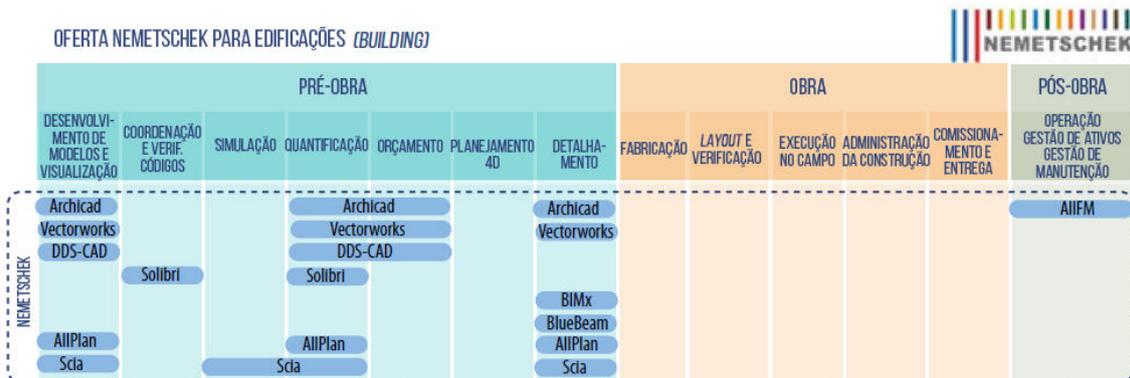
A cada etapa, cada interveniente desenvolve processos específicos e para isso faz uso de diversas ferramentas tecnológicas que visam auxiliar no desempenho de suas atividades com o objetivo de proporcionar rapidez, precisão e produtividade. As Figuras 2 a 4, de CBIC (2019), exemplificam algumas dessas soluções do mercado da construção:

Figura 2- Soluções Autodesk utilizadas durante o ciclo de vida dos ativos



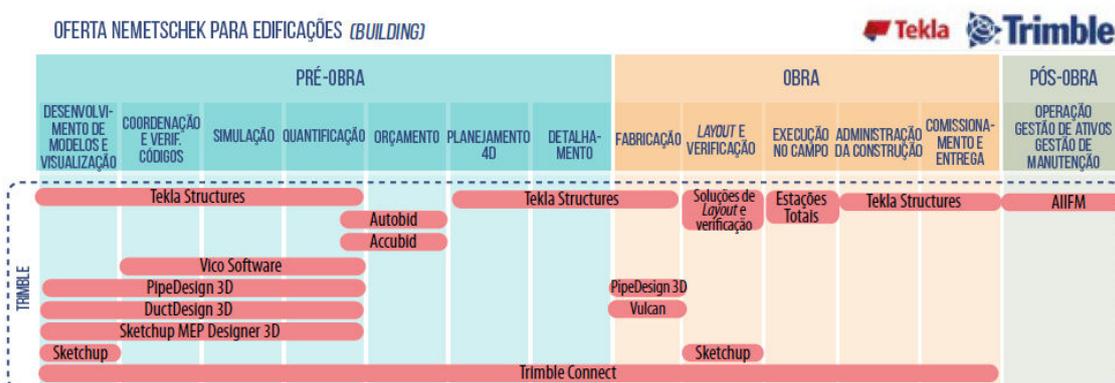
Fonte: CBIC, 2019.

Figura 3- Soluções Nemetschek utilizadas durante o ciclo de vida dos ativos



Fonte: CBIC, 2019.

Figura 4- Soluções Trimble utilizadas durante o ciclo de vida dos ativos



Fonte: CBIC, 2019.

Tal diversidade de soluções e plataformas com distintas orientações e características, faz com que sua definição e escolha tenha que ser precedida de um processo bastante criterioso, pois muitas vezes não se aplicam diretrizes racionais na escolha e, uma vez adotada uma solução inadequada, o resultado termina em frustrações, expectativas não cumpridas, perda de recursos financeiros e de tempo (COTTS, ROPPER e PAYANY, 2010).

Na área de FM, existe igualmente uma grande variedade de plataformas e soluções, com distintos objetivos e funcionalidades. Planon (2020), fornece na Figura 5 uma matriz de comparação das funcionalidades entre as distintas categorias de sistemas:

Figura 5 - Comparação por área de funcionalidade das diversas plataformas de FM

FUNCIONALIDADE	CAD	CMMS	CAFM	IWMS
Gestão de Imóveis	✗	✗	●	✓
Gestão de Espaços	✓	✗	✓	✓
Gestão de Workplace	✗	✗	✓	✓
Gestão de Manutenção	✗	✓	●	✓
Gestão de Serviços	✗	✗	●	✓
Gestão de Sustentabilidade	✗	✗	✗	✓

Fonte: Adaptado de Planon, 2020.

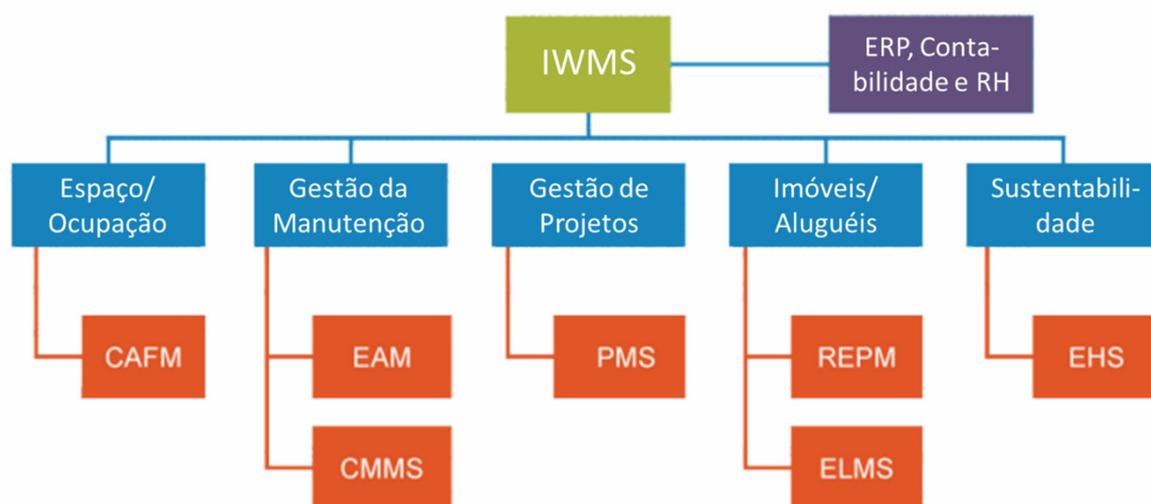
A plataforma que oferece o maior conjunto de funcionalidades para a gestão dos ativos de uma empresa são os denominados Sistemas Integrados de Gestão do Ambiente de

Trabalho⁸, ou simplesmente IWMS. Para Planon (2020), uma plataforma IWMS traz benefícios tangíveis ao integrar o FM à Gestão de Imóveis Corporativos⁹ (CRE) de forma holística, ao trazer clareza aos processos através de todas as disciplinas e atividades. Enumera como benefícios:

- Eficiência de Processos: análise da eficiência dos processos (custo e tempo investidos) e identificação dos serviços “chave” onde a entrega e o valor deveriam ser aperfeiçoados;
- Eficiência do Espaço de Trabalho: o monitoramento da ocupação e uso efetivo do espaço e das estações de trabalho através de todo o portfólio elimina desperdícios do uso dos espaços;
- Transparência do portfólio: relatórios financeiros sobre o portfólio dentro das normas, perfis de propriedades abrangentes, e análise do custo de ciclo de vida por local, função e capacidade disponível;
- Satisfação dos usuários finais: ao verificar e monitorar os resultados dos processos e a qualidade das mudanças;
- Análise de fornecedores/vendedores: ao permitir o acompanhamento regular do desempenho dos prestadores de serviços, incorporando retroalimentação dos usuários para melhorar a estratégia de serviços. (PLANON, 2020, p.15)

FM:Systems (2020), apresenta uma organização demonstrando a interdependência entre os diversos sistemas de maneira clara, como podemos ver a seguir no Gráfico 4. abaixo:

Gráfico 4 - Diagrama explicativo da estrutura de um IWMS



Fonte: Adaptado de FM:Systems, 2020.

⁸ Tradução livre de “Integrated Workplace Management Systems – IWMS”

⁹ Tradução livre de “Corporate Real Estate – CRE”;

Pesquisa realizada junto ao mercado americano estimou que a interoperabilidade inadequada entre as diversas indústrias/intervenientes que compõem a Cadeia Produtiva gera um custo de aproximadamente USD\$ 15,8 bilhões ao ano, sendo que a maior parte desse custo é absorvido pelos Proprietários e Operadores dos ativos, na fase de Operação & Manutenção (O&M), representando aproximadamente 57,5% (cinquenta e sete e meio por cento) do total (GALLAHER, et al., 2004) – como pode-se compreender a partir da TABELA 1.

Tabela 1 – Custos de Interoperabilidade inadequada por grupo (em Milhões de USD\$):

Grupo	Fase de Planejamento, Projeto e Engenharia	Fase de Construção	Fase de Operação e Manutenção	TOTAL
Arquitetos e Engenheiros	1.007,2	147,0	15,7	1.169,8
Construtores	485,9	1.265,3	50,4	1.801,6
Fabricantes de Especialidades e Fornecedores	442,4	1.762,2		2.204,6
Proprietários e Operadores	722,8	898,0	9.027,2	10.648,0
TOTAL	2.658,3	4.072,4	9.093,3	15.824,0

Fonte: Adaptado de Gallaher et al., 2004.

Pela diversidade e complexidade do cenário apresentado, além da oportunidade de se incrementar a utilização do BIM integrado a FM, entende-se ser de vital importância discutir e levantar informações que auxiliem e orientem os agentes da cadeia produtiva, de forma a melhorar o mercado na busca do estabelecimento de processos que possam otimizar tal integração e reduzir as perdas conhecidas.

2 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa adotado no trabalho é baseado na “Pesquisa Construtiva” (*Constructive Research* ou *Design Science Research*). Uma das bases da Pesquisa Construtiva é a Design Science descrita por Van Aken¹⁰ (2011 apud Dresch et al., 2015) como uma ciência que tem por objetivo a prescrição de uma solução que pode ajudar a encurtar a distância entre a teoria e a prática. A Pesquisa Construtiva, de acordo com o descrito por Dresch et al. (2015), é o “método que fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa quando o objetivo a ser alcançado é um artefato ou prescrição”. Ela busca, a partir do entendimento de um problema, construir e avaliar artefatos que permitam melhorar ou resolver tais problemas de uma forma estruturada.

Os autores sugerem que alguns elementos sejam considerados com o objetivo de

¹⁰ VAN AKEN, J.E. The research design for design Science research in management. Eindhoven: [s.n.], 2011.

assegurar a qualidade da pesquisa. A Tabela 1 representa quais são os elementos e sua correlação com os problemas, processos e métodos utilizados na pesquisa visando a criação de um artefato que gere contribuição efetiva ao mercado:

Tabela 2 - Correlação entre elementos previstos da Pesquisa Construtiva e as realizadas pelo pesquisador:

AVALIAÇÃO DO ARTEFATO	ABORDAGEM DA PESQUISA
<ul style="list-style-type: none"> • O problema deve ser relevante • O problema deve contribuir para a diminuição da lacuna entre teoria e prática • O problema deve contribuir para o avanço do conhecimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade na passagem de informações de valor agregado da fase de Projeto e Construção para fase de Operação & Manutenção
<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser criado um artefato • Devem ser desenvolvidas e projetadas soluções para problemas reais • As soluções devem ser satisfatórias para o problema em estudo 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de dados e desenvolvimento proposta de processo de troca de informações entre BIM e IWMS para a Gestão de Espaços, Ativos e Manutenção
<ul style="list-style-type: none"> • O artefato deve ser avaliado por meio de técnicas e ferramentas adequadas • A utilidade do artefato deve ser rigorosamente demonstrada por meio da avaliação 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir um conjunto de dados de espaços, ativos e manutenção que preencham os requisitos de informação • Exportar o conjunto de dados para IWMS • Avaliar os dados recebidos no software de IWMS
<ul style="list-style-type: none"> • As soluções propostas para o problema devem ser generalizáveis para uma classe de problemas • As heurísticas de construção e contingenciais referentes ao artefato devem ser generalizáveis para uma classe de problemas 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisados diversas plataformas (abertas e proprietárias) para a transmissão da informação • Plataformas abertas são comuns a diversas soluções de Modelagem da Informação da Construção (BIM) e portanto possibilita estender o entendimento do problema a todo o mercado
<ul style="list-style-type: none"> • Todas as etapas do método devem ser percorridas • Todas as atividades previstas e realizada pelo pesquisador devem ser documentadas em um protocolo de pesquisa 	<ul style="list-style-type: none"> • Levantar as necessidades de dados básicos para permitir o Gerenciamento de Facilidades a partir de ferramentas do tipo IWMS • Pesquisar o processo de normalização da informação para preparar os modelos BIM de maneira a garantir uma transmissão ótima de informações para sistemas IWMS; • Entender processo de inclusão das informações e parâmetros de FM em componentes e espaços de modelos BIM; • Avaliar algumas alternativas de intercâmbio de dados de FM entre soluções BIM e IWMS, analisando quais os protocolos existentes, suas características e limitações; • Validar os procedimentos anteriormente citados em modelo BIM e IWMS

Fonte: Autor, adaptado de Dresch et al., 2015.

2.1 Definição de problema relevante

Para a definição do problema relevante para investigação na pesquisa, foi realizado levantamento bibliográfico no meio acadêmico/científico e consulta em materiais disponíveis em portais de informação dos fabricantes dos softwares e associações de classes ou profissionais de FM. Investigou-se a temática da Modelagem da Informação da Construção (BIM), Facilities Management (FM) e estudos que relacionassem as duas áreas, como estudos de casos aplicados etc. Além disso, investigou-se quais as principais tecnologias utilizadas durante as fases de Projeto, Construção, Comissionamento e Gestão & Operação compatíveis com BIM.

Como resultado, entendeu-se haver oportunidade no estudo da definição das informações de valor agregado para FM e como as mesmas seriam “transportadas” dos modelos BIM para as plataformas IWMS.

2.2 Criação de artefato

A criação do artefato demandou pesquisa acerca da necessidade de informação de valor agregado para FM (com foco em Gestão de Espaços, Ativos e Manutenção), das possibilidades de integração e interoperabilidade entre as diversas tecnologias, assim como da maneira como os dados podem ser incluídos nos componentes dos modelos BIM.

2.3 Avaliação do artefato

A estruturação da avaliação do artefato foi criada através do estabelecimento de alternativas práticas de inclusão das informações levantadas na etapa anterior e estruturar uma massa de dados para a realização de experimento prático. Para aproximar o problema da realidade, buscou-se utilizar dados de um empreendimento que estava sendo construído à época da pesquisa e na qual uma das expectativas de seu uso era a criação de um “*databook*¹¹” de informações estruturado e integrado ao modelo BIM/plataforma IWMS.

2.4 Generalização / aplicação do problema

A solução para o problema identificado prevê e estimula a organização e estruturação da informação na passagem das fases de Projeto & Construção para Gestão & Operação. Além disso, identifica os principais riscos na falta de estruturação da informação, de forma a permitir a sua adaptação para os demais casos de uso.

¹¹ Conjunto de informações de valor agregado para Operação & Manutenção (O&M) tais como manuais, notas fiscais, informações de garantias, etc.

2.5 Documentação das etapas do método

As informações e evidências coletadas estão registradas na presente pesquisa e servirão de orientação futura a quaisquer interessados na integração de informação BIM a outro processo/conceito/ferramenta. Em resumo, o trabalho foi desenvolvido seguindo as etapas mostradas na Figura 6:

Figura 6 – Metodologia de trabalho:



Fonte: AUTOR, 2019.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- Revisão da bibliografia sobre BIM e FM;
- Revisão dos padrões de trocas de dados BIM e tecnologia IWMS;
- Revisão das alternativas de exportação existentes nas plataformas existentes (COBie, plug-ins, etc.).

DEFINIÇÃO DAS INFORMAÇÕES DE FM

- Definição das informações para permitir o Gerenciamento de Facilidades com foco na Gestão de Espaços, Ativos e Manutenção. Basicamente foi desenvolvido o seguinte processo:
 - a. Revisão das normas existentes para a passagem de informações da fase de Projeto e Construção para a fase de O&M.
 - b. Revisão de documentação da solução de IWMS ARCHIBUS de cada módulo;
 - c. Estudo dos padrões de informações e campos disponíveis;
 - d. Criação de dados de exemplos para validar os parâmetros de exportação.

PROCEDIMENTO DE INPUT DE DADOS NO MODELO BIM

- Desenvolvimento do processo de inclusão de dados de FM nos modelos BIM. Uma vez definido o passo anterior, desenvolveu-se o seguinte processo:
 - a. Verificação das propriedades existentes dos componentes BIM no modelo existente (Autodesk Revit);
 - b. Instalação de Plug-in ARCHIBUS na ferramenta Autodesk Revit;
 - c. Instalação de Plug-in COBie Add-in na ferramenta Autodesk Revit;
 - d. Inclusão das informações de teste no modelo BIM.

PROCESSO / TECNOLOGIA INTERCÂMBIO PARA IWMS

- Desenvolvimento de testes de exportação de BIM para IWMS;
- Avaliação das alternativas de intercâmbio, como COBie, plug-ins, etc. Esta etapa foi realizada através de:
 - a. Testes diversos de exportação/importação entre as ferramentas BIM e IWMS;
 - b. Documentação dos resultados obtidos com as distintas abordagens

VALIDAÇÃO

- Verificação da carga de dados existente no BIM dentro do ambiente IWMS.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

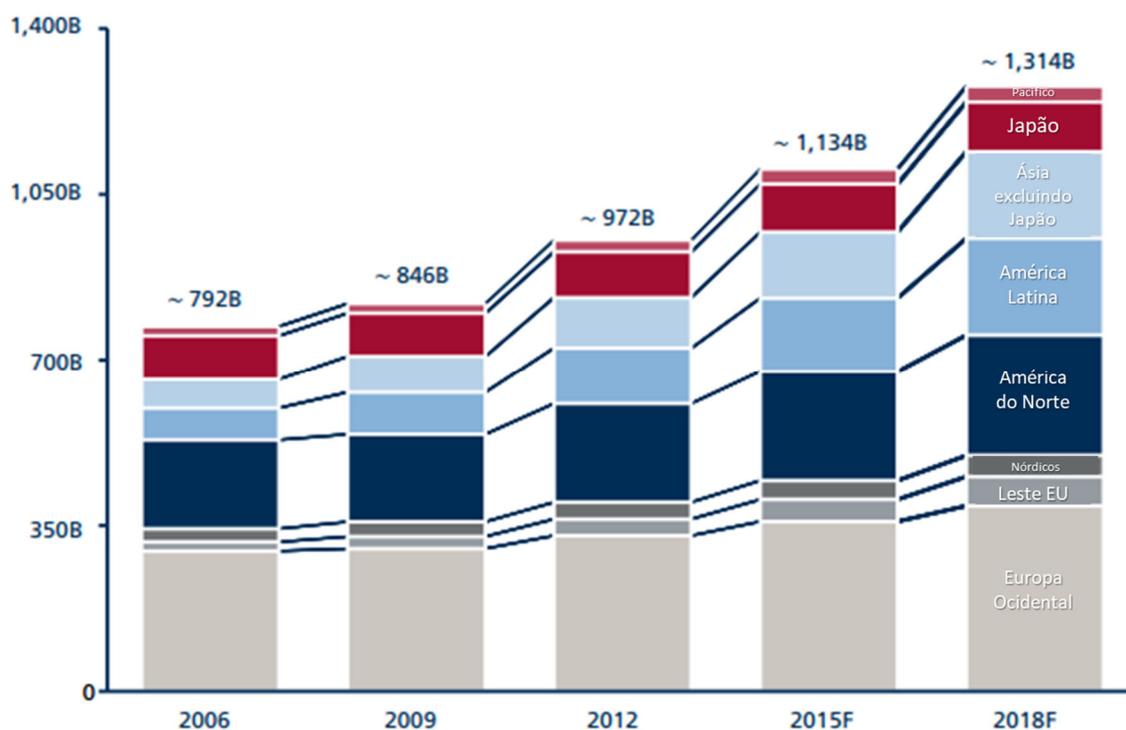
3.1 Facilities Management (FM)

O *Facilities Management*, ou *Facility Management* (FM), de acordo com a NBR ISO 41.011:2019, é “uma função organizacional que integra pessoas, propriedade e processo dentro do ambiente construído com o objetivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas e a produtividade do negócio principal”.

Mais que somente melhorar a qualidade da vida das pessoas e a “produtividade das empresas”, trata-se de atividade de vital importância no cotidiano das corporações e com grande relevância na economia e mercado globais, sendo que uma pesquisa de mercado que analisou as tendências da evolução da terceirização¹² no mercado de FM, projetou crescimento significativo e distribuído globalmente como mostrado no **GRÁFICO 5** (ISS, 2014) – a despeito dos cenários de retração ou crise econômicas verificados em diversos países nos últimos anos.

¹² Terceirização (de acordo com NBR ISO 41.011:2019) é o termo que define a realização de um arranjo onde uma organização externa realiza parte de uma função ou processo de uma organização.

Gráfico 5 – Mercado global de serviços terceirizados de facilities por região (em USD\$ Bilhões):



Fonte: Adaptado de ISS (2014).

Tal função organizacional deveria ser desenvolvida sobre uma grande diversidade de ativos (conjuntos de edifícios de toda natureza, tipologia e escala, obras de arte, infraestrutura, etc.), que têm ciclo de vida com duração considerável – variando entre 30 a 60 anos – partindo do planejamento, estudos iniciais de viabilidade, construção, comissionamento, entrega, uso e operação até chegar ao seu descarte ou demolição, conforme retratado por Gallaher et al. (2004) (GRÁFICO 3).

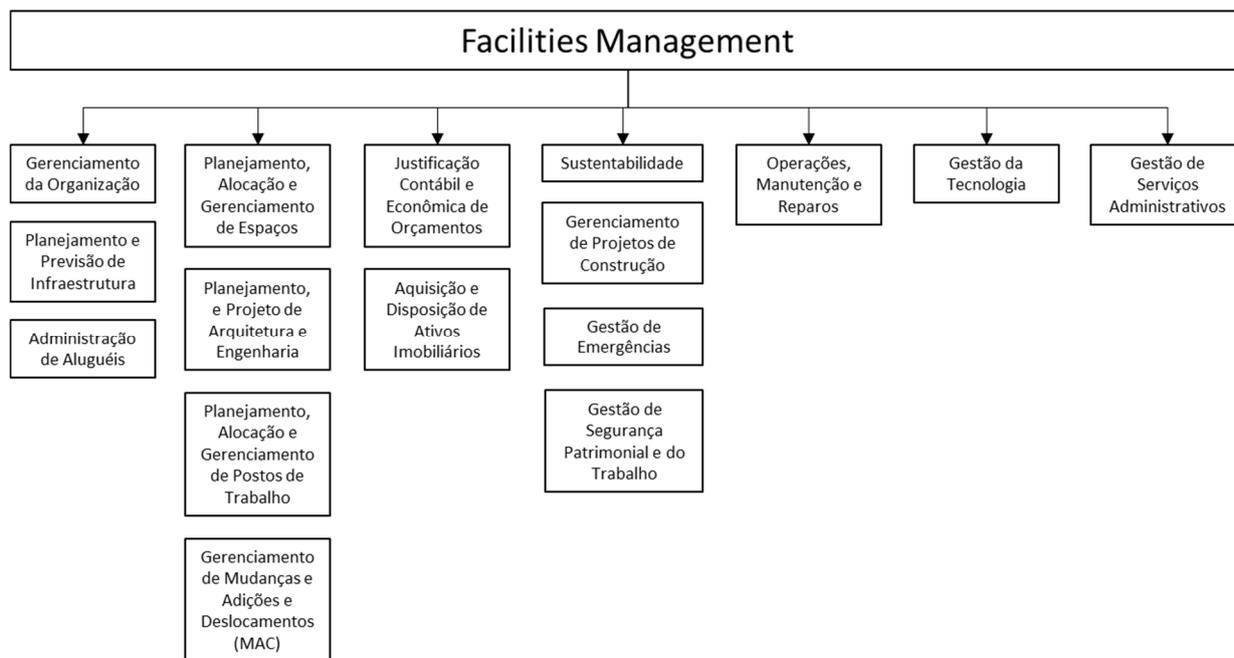
Existem diversas pesquisas reportando a importância e potencial de redução de custos a ser explorado com a adoção e prática do *Facility Management* (FM). A NBR ISO 41.011:2019 aponta que consistem em

práticas comuns que podem ser aplicadas em uma grande variedade de setores do mercado, tipos de organização, atividades de processo e geografias e a implementação das mesmas auxiliará a:

- melhorar a qualidade, produtividade e desempenho financeiro;
- aumentar a sustentabilidade e reduzir o impacto ambiental negativo;
- desenvolver ambientes de trabalho funcionais e motivadores;
- manter a conformidade regulatória e prover locais de trabalho seguros;
- otimizar o desempenho e os custos do ciclo de vida;
- melhorar a resiliência e a relevância;
- transmitir a identidade e a imagem da organização com maior sucesso. (NBR ISO 41.011:2019, p. 11).

O escopo de gestão de FM é bastante vasto e complexo, indo desde a gestão dos ativos, passando pelo gerenciamento de todos os processos de operação como manutenção, custos, ocupação, etc., assim como gerenciamento de riscos e segurança – como pode-se ver na FIGURA 7, de Cotts, Ropper e Payany (2010):

Figura 7 – Escopo de Facilities Management:



Fonte: Adaptado de Cotts, Ropper e Payany 2010.

Com uma visão relacionando os processos com os ativos, a NBR ABNT ISO/TR 41013:2019 define que os serviços de *facility* incluem os seguintes componentes ou processos:

- **gestão de bens imóveis ou locais que fornecem espaço** (por exemplo, fábricas, escritórios, laboratórios, salas de aula, hospitais, lojas, armazéns, centros de dados, aeroportos, instalações militares, hotéis, museus, parques infantis, presídio, estradas internas, estacionamento, áreas verdes, parques);
- **gestão de infraestrutura** (por exemplo, estradas, pontes, barragens, canais, diques, ferrovias e sistemas de trânsito);
- **gestão de equipamentos e sistemas** (por exemplo, componentes estruturais, mobiliário e equipamentos no local de trabalho, tecnologia da informação e comunicação, iluminação, sanitários, aquecimento, ventilação e ar-condicionado, elevadores, segurança e vigilância, automação de edificações e gestão de informações, FM auxiliado por computador, frota de veículos, sistemas específicos do negócio principal);
- **gestão de utilidades** (por exemplo, eletricidade, gás, óleo, energia solar, energia geotérmica, ar pressurizado, gases técnicos, tratamento de água);
- **gestão de segurança do trabalho**, gestão de segurança patrimonial, restaurantes, controle de acesso, gestão de frotas, serviços de recepção e

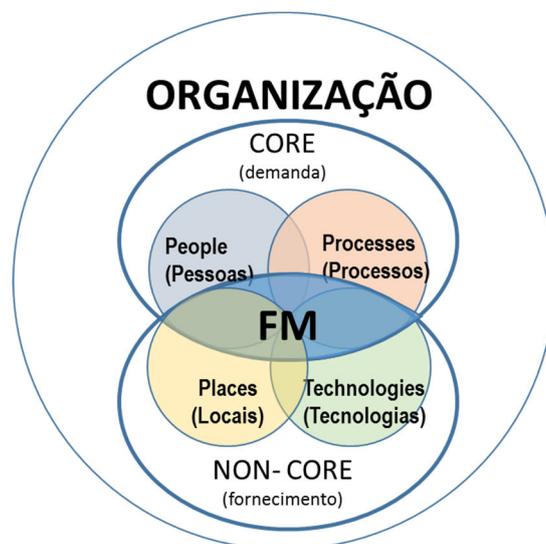
visitantes, serviços de impressão, serviços de áreas verdes, gestão de eventos etc.;

— **serviços específicos para usuários e visitantes**, que tornam todos estes recursos produtivos para eles e para a organização e que mantêm a sua funcionalidade. (NBR ABNT ISO/TR 41013, 2019, p.3)

A prática da gestão integrada desse escopo com amplo espectro é justificada e necessária, uma vez que “depois dos salários e benefícios, despesas realizadas com imóveis e sua operação representam o maior fator de despesas operacionais de uma empresa, e qualquer melhoria na eficiência nos custos resulta em uma significativa economia nos custos totais” - de acordo com Finlay¹³ (1998, p. 25 apud MADRITSCH e MAY, 2009, p.430).

Alguns autores, como Kincaid (1994), interpretam FM como uma função de suporte ou serviço, que faz parte do “NON-CORE BUSINESS” (parte que NÃO é o “negócio principal” da empresa - fornecimento) e presta serviço para a parte “CORE-BUSINESS” (“negócio principal” - demanda). Adaptando-se ao modelo representativo de Kincaid a quarta “dimensão” (Tecnologia) adicionada pela *International Facility Management Association* (IFMA) em 2016 ao conceito de FM, pode-se ter a representação de tal conjunto na Figura 8:

Figura 8 – Relação entre Pessoas, Locais, Processos e Tecnologias através do FM em uma organização:



Fonte: Adaptado de Kincaid, 1994 e IFMA, 2014.

Trata-se de atividade de alta complexidade e que abrange diversas áreas de conhecimento, uma vez que, no controle e operação das instalações prediais e propriedades, é necessário o desempenho de distintos papéis (técnicos e processuais), o que requer habilidades distintas e conhecimento multidisciplinar do profissional de FM para poder desempenhar as atividades relacionadas, assim como informações confiáveis

¹³ FINLAY, D. A commercial approach. **Premises & Facilities Management**, v. 4 n. 1, p. 25, 1998.

para a tomada de decisões, como explicita Kincaid (2014) na FIGURA 9:

Figura 9 – Quadrantes de conhecimento e habilidades requeridas do Facility Manager para exercer sua prática.



Fonte: Adaptado de Kincaid (1994).

Com o objetivo de padronizar o conhecimento e de uma maneira prática avaliar as competências principais do profissional de FM, diversos quesitos são verificados para obtenção de certificação IFMA-CFM¹⁴, segundo IFMA (2017):

- *Comunicação;*
- *Preparo para Emergências e Continuidade de Negócio;*
- *Manejo e Sustentabilidade Ambiental;*
- *Finanças e Negócios;*
- *Fatores Humanos;*
- *Liderança e Estratégia;*
- *Operações & Manutenção (O&M);*
- *Gerenciamento de Projetos;*
- *Qualidade;*
- *Gerenciamento de Carteira e Portfólio Imobiliário;*
- *Tecnologia.*

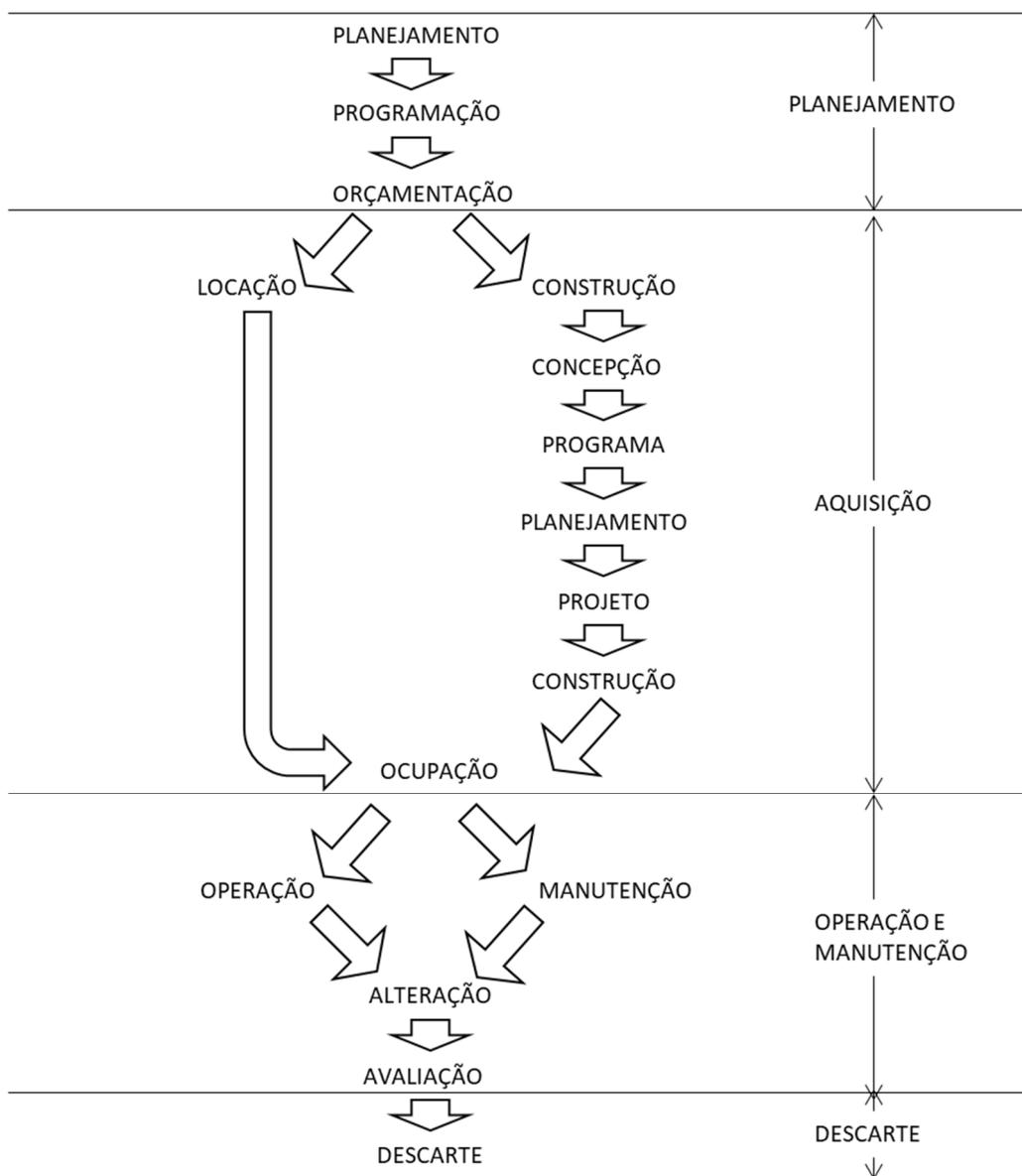
Esse conjunto de habilidades deve ser aplicado para dar suporte aos processos de gestão, com o objetivo de gerar valor à corporação, conforme Teichholz (2013, p.6):

¹⁴ IFMA-CFM® é a sigla de “IFMA-Certified Facility Manager” (ou Gerente de *Facilities* Certificado)

O valor do FM para a organização normalmente pode ser avaliado por uma variedade de métricas como atração e retenção de funcionários, aumento da produtividade, mitigação dos riscos, iniciativas sustentáveis e suporte ao planejamento estratégico de negócios.

Adicionalmente à complexidade e multidisciplinaridade, os processos necessários à FM são desenvolvidos durante todo o ciclo de vida da edificação – iniciando desde a fase inicial de Planejamento do empreendimento - a partir de programas de espaços e necessidades, percorrendo todo ciclo de vida até chegar ao descarte do ativo imobiliário, conforme Cotts, Roper e Payany (2010) demonstra na **FIGURA 10**:

Figura 10 – Ciclo de vida do Facilities Management:



Fonte: Adaptado de Cotts, Roper e Payany, 2010.

Este ciclo é caracterizado pela ineficiência na passagem de informação entre as suas diversas fases e sendo “a informação frequentemente reintroduzida ou produzida entre as entregas entre as fases”, segundo Eastman et al. (2011).

3.1.1 Planos de gestão do Facilities Management (FM)

A Norma europeia de FM EN 15221-1: Facility Management – Part 1: Terms and Definitions (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARTIZATION, 2006) define termos e definições relevantes na área de FM, assim como esclarece sobre a estrutura dos serviços de facilities. No plano de gestão, recomenda ações distintas em cada plano, saindo do Operacional, passando para o Tático até chegar a um Nível Estratégico da gestão de maneira a garantir a eficácia na gestão (Figura 11):

Figura 11 - Planos de gestão de FM de acordo com EN 15221-1:



Fonte: Adaptado de European Committee of Standartization, 2006.

Mais recente, a ABNT NBR ISO 41.012:2019 define por sua vez planos de mesma denominação, mas detalhados e organizados de acordo com a Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Planos de Gestão de Facilities, de acordo com NBR ISO 41.012:2019:

Nível	Propósito	Meios
ESTRATÉGICO	<i>Alcançar os objetivos no longo prazo</i>	<ul style="list-style-type: none"> — definição da estratégia de FM de acordo com a estratégia da organização; — diretrizes de elaboração de políticas para espaço, ativos, processos e serviços; — proatividade e responsividade ; — iniciação da análise e atenuação de risco e fornecendo a direção para se adaptar às mudanças na organização; — definição de políticas da gestão de desempenho e seus resultados; — avaliação do impacto da edificação sobre as atividades primárias, ambiente externo e comunidade; — manutenção de relações com as autoridades e outras partes interessadas; — aprovação dos casos de negócios e orçamentos; — prestação de serviços de assessoria à organização demandante; — definição de critérios de recompras; — tomada de decisões de compras.
TÁTICO	<i>Implementar os objetivos estratégicos na organização no médio prazo</i>	<ul style="list-style-type: none"> — administração; — relatórios (configuração e execução); — registros (status e eventos); — implementação e monitoramento de diretrizes para estratégias; — desenvolvimento de caso de negócios e orçamentos; — tradução dos objetivos de FM em requisitos de nível operacional; — definição de acordos de nível de serviço (SLA); — definição de indicadores-chave de desempenho (KPI); — administração de projetos, processos e acordos; — administração das equipes de FM; — administração da equipe de serviços; — otimização do uso de recursos; — adaptação e da elaboração de relatórios sobre mudanças e status; — comunicação com prestadores internos de serviços ou também externos em um nível tático.
OPERACIONAL	<i>Criar o ambiente requerido aos usuários finais no dia a dia</i>	<ul style="list-style-type: none"> — entrega de serviços de acordo com o SLA ; — monitoramento e verificação dos processos de entrega de serviços; — monitoramento dos prestadores de serviços; — recebimento de solicitações de serviço (por exemplo, por meio de uma central de atendimento ou outro canal disponibilizado); — coleta de dados para avaliações de desempenho, resposta e demandas dos usuários finais; — elaboração de relatórios para o nível tático; — comunicação com prestadores internos de serviços ou também externos em um nível operacional.

Fonte: ABNT, 2019.

Já IFMA (2009) entende que na gestão de FM é fundamental planejar e executar considerando também por planos (ou níveis), sendo o Plano Estratégico de Facility¹⁵ (SFP), Plano Mestre¹⁶ e Plano Tático¹⁷, conforme Tabela 4:

Tabela 4 - Planos de Gestão de FM:

PLANO ESTRATÉGICO DE FACILITY	PLANO MESTRE	PLANO TÁTICO
Análise de Condições Existentes	Planejamento específico de edifícios de um site	Programação/Planos de Manutenção
Estabelecimento de Necessidades organizacionais (ligando FM a estratégia)	Infraestrutura e sistemas dentro de um site	Planos Operacionais
Análise de GAP	Aparência dos edifícios e pavimentações	Planos para ocupação/"stacking plans"
Recomendações para novos espaços/edifícios	Planejamento de fases para edifício	Configurações/projetos arquitetônicos
Projeções de custos de facilities / análise de custo do ciclo de vida	Estimativas de custos	Orçamento Operacional
Análise de capacidade e recomendações de uso	Levantamento de Engenharia	Plantas de pavimento ou gráficos de ocupação

Fonte: Adaptado de IFMA, 2009.

Na definição do IFMA (2009), o "SFP é um plano de dois a cinco anos de Facilities abrangendo o portfólio inteiro do espaço próprio/alugado de uma empresa que define estrategicamente objetivos de FM baseados nos objetivos estratégicos (de negócios) da empresa".

O SFP tem foco em ações de longo prazo, nas necessidades de alto nível, assim como alinhada à Visão da empresa. O SFP deve ser implementado a partir da estratégia da empresa, considerando fatores como a Missão, Visão, Cultura e Valores da companhia; deve ser orientada sempre para atender aos objetivos do negócio e determinar metas e objetivos tangíveis.

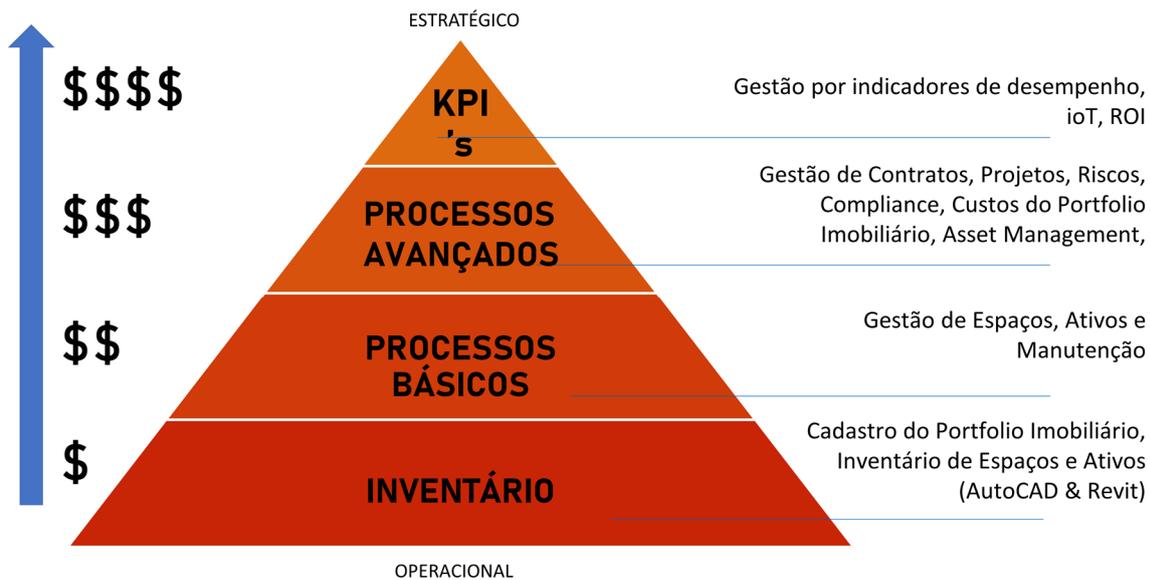
Em qualquer um dos planos, algumas atividades-chave e processos devem seguir a uma lógica, que torna crescente o valor agregado e o resultado para o negócio do cliente. Abaixo Archibus (2017) apresenta sua visão para uma estruturação gradual do FM estratégico:

¹⁵ Tradução livre de "Strategic Facility Plan (SFP)"

¹⁶ Tradução livre de "Master Plan"

¹⁷ Tradução livre de "Tactical Plan"

Figura 12 - Processo de construção do FM Estratégico versus valor agregado



Fonte: Adaptado de ARCHIBUS, 2017.

3.1.2 Gestão de Espaços

Os espaços físicos são considerados recursos de vital importância para o desempenho das empresas, pois viabilizam o desenvolvimento e execução das atividades produtivas ou de retaguarda¹⁸, além de constituir em grande gerador de custos quando se trata de gerenciar o equilíbrio financeiro da empresa através da análise e controle do Custo Total de Propriedade¹⁹ (TCO) – que é a soma de despesas como depreciação, manutenção, iluminação, refrigeração, etc. - ou ainda de locação de todo o portfólio de propriedades de uma empresa.

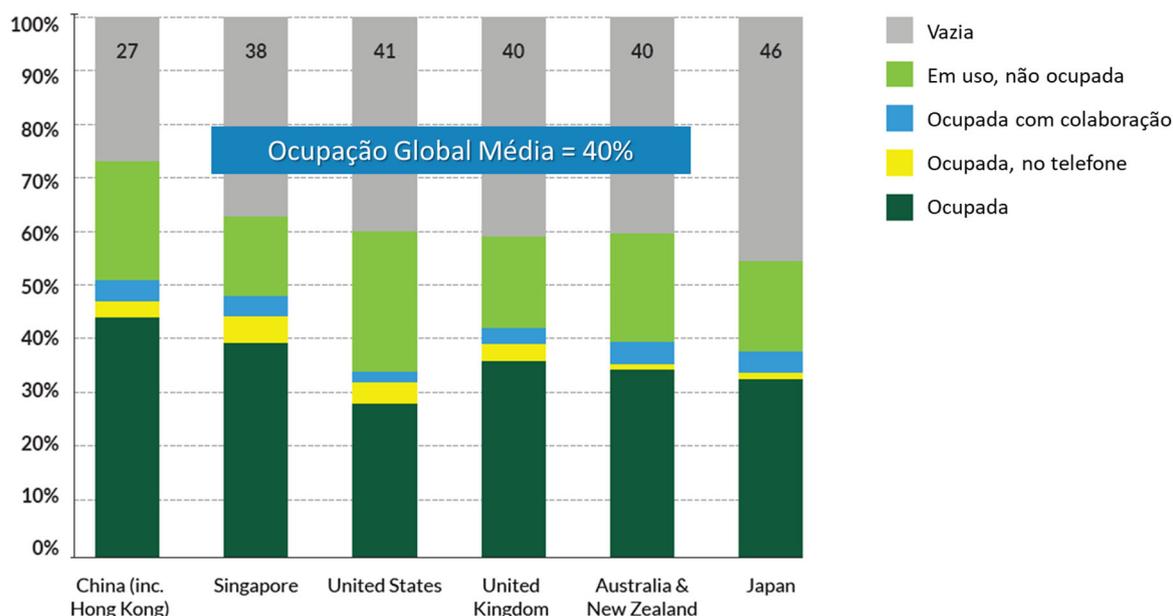
Apenas como referência, para que se tenha noção do significado econômico do custo do espaço, dados publicados por JLL (2018 e 2019) levantaram o custo médio de locação mensal por m2 para o Estado do Rio de Janeiro ao final de 2018 como sendo R\$ 84,00/m2 e ao final de 2019 para a cidade de São Paulo o valor de R\$88,00/m2 – para imóveis corporativos de alto padrão. A este custo, devemos acrescentar todos os custos de energia, segurança etc. O importante é entender que esse é um valor a ser dispendido ao longo de anos, independentemente do nível de receita da empresa.

Entretanto, a grande maioria das empresas não desempenha uma gestão de sua ocupação e uso de forma sistêmica, causando um grande desperdício e perdas financeiras, conforme demonstra CBRE (2015) no GRÁFICO 6 abaixo:

¹⁸ Tradução livre de "backoffice"

¹⁹ Tradução livre de *Total Cost of Ownership (TCO)*

Gráfico 6 - Porcentagem de ocupação em espaços corporativos no mundo



Fonte: Adaptado de CBRE, 2015.

Fatores relacionados com os planos de expansão ou redução dos negócios estão diretamente relacionados à contratação ou demissão de contingente de funcionários, além da disponibilização de toda a infraestrutura para o seu entorno de trabalho (mobiliário, suporte de comunicação e informática etc.) o que faz com que o Facility Manager continuamente tenha que levantar e monitorar a sua disponibilidade de “estoque” de salas ou estações de trabalho em seu portfólio de edifícios. É considerado uma das atividades chave de sua função, pois de sua habilidade de prover a infraestrutura resulta na continuidade dos negócios das empresas.

O desenvolvimento da Gestão de Espaços requer que se possua um inventário dos espaços, com suas características (tipologia/classificação, dimensões, ocupação/capacidade etc.) constantemente atualizado, pois a dinâmica do cotidiano gera alterações constantes nas mesmas em função de obras, reformas, alterações e/ou mudanças de layout.

A criação e manutenção de tal inventário prescinde da definição de critérios claros e uniformes de classificação, assim como da padronização na delimitação de suas fronteiras, de forma a se permitir a leitura e interpretação únicas em relação às distintas culturas e práticas de negócios, permitindo a realização de “*benchmarking*”²⁰ entre empresas de distintas localidades ou mesmo países. A seguir apresenta-se alguns dos principais padrões de classificação e mensuração do espaço praticados pelo mercado mundial:

²⁰ Processo usual de comparação de valores de desempenho entre distintas empresas.

3.1.3 Building Owners and Managers Association International (BOMA)

A *BOMA Foundation* é uma instituição sem fins lucrativos cuja missão é “servir à indústria do mercado imobiliário através da busca de visão futura, pesquisa avançada, pensamento inovador e melhores práticas globais.” Fundada em 1907, a entidade norte-americana que possui filiados em todo o mundo, representa os proprietários, gerentes, provedores de serviços e profissionais relacionados com este mercado.

A entidade ao longo dos anos desenvolveu vários padrões para mensuração do espaço (disponíveis a partir de <https://www.boma.org/BOMA/BOMA-Standards/BOMA/BOMA-Standards/Home.aspx?hkey=42aaf0c2-2842-40b4-8a8a-1b42e1c9c93d>):

- *Office (ANSI/BOMA Z65.1)*
- *Industrial (ANSI/BOMA Z65.2)*
- *Gross Areas (ANSI/BOMA Z65.3)*
- *Multi-Unit Residential (ANSI/BOMA Z65.4)*
- *Retail (ANSI/BOMA Z65.5)*
- *Mixed-Use (ANSI/BOMA Z65.6)*

Figura 13 - Padrões BOMA de Mensuração de Espaços



Fonte: BOMA, 2016.

De acordo com BOMA (2010), a norma original *BOMA Office Buildings* foi desenvolvida em 1980, sofrendo evoluções em 1996 – com a incorporação de áreas comuns sendo distribuída por todos os ocupantes - e adotada até 2010. Tinha como conceito a divisão a seguir descrita – e ficou conhecida como “BOMA-A” após esta última revisão:

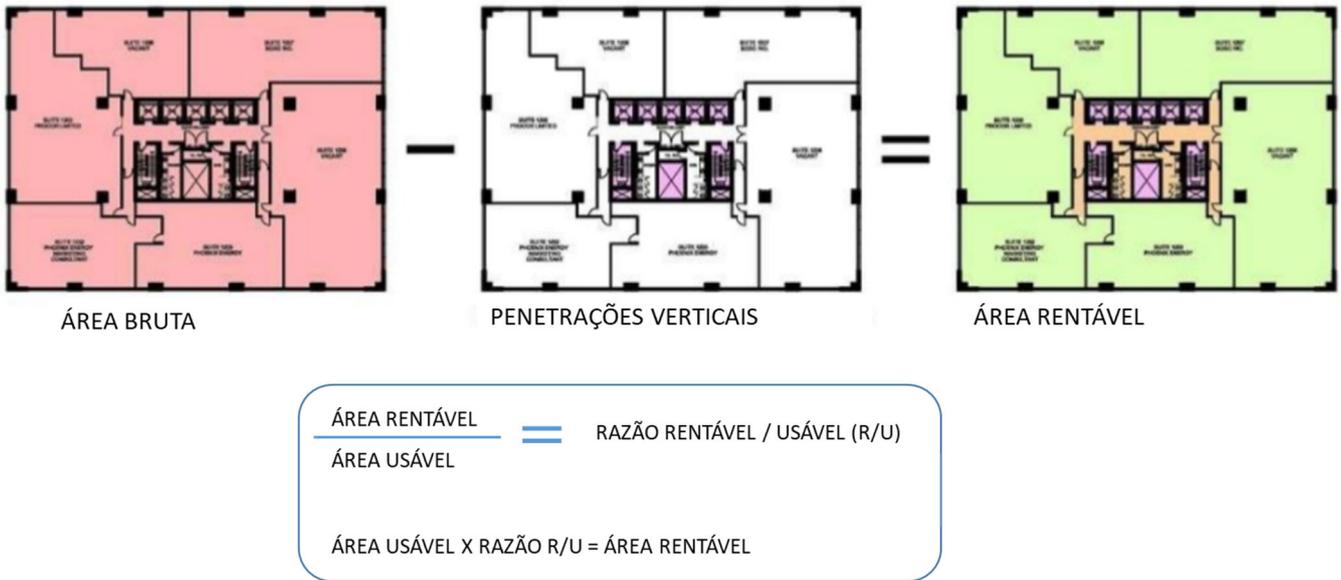
Figura 14 - Método de mensuração do espaço BOMA-A



Fonte: Adaptado de BOMA, 2010.

Este padrão utiliza as fórmulas abaixo descritas para definir o “desempenho” do espaço, ou seja, tem-se parâmetros precisos para comparar distintas disposições e layouts dos espaços, permitindo a gestão otimizada dos mesmos e a tomada de decisões de projeto (ou compra/venda dos ativos).

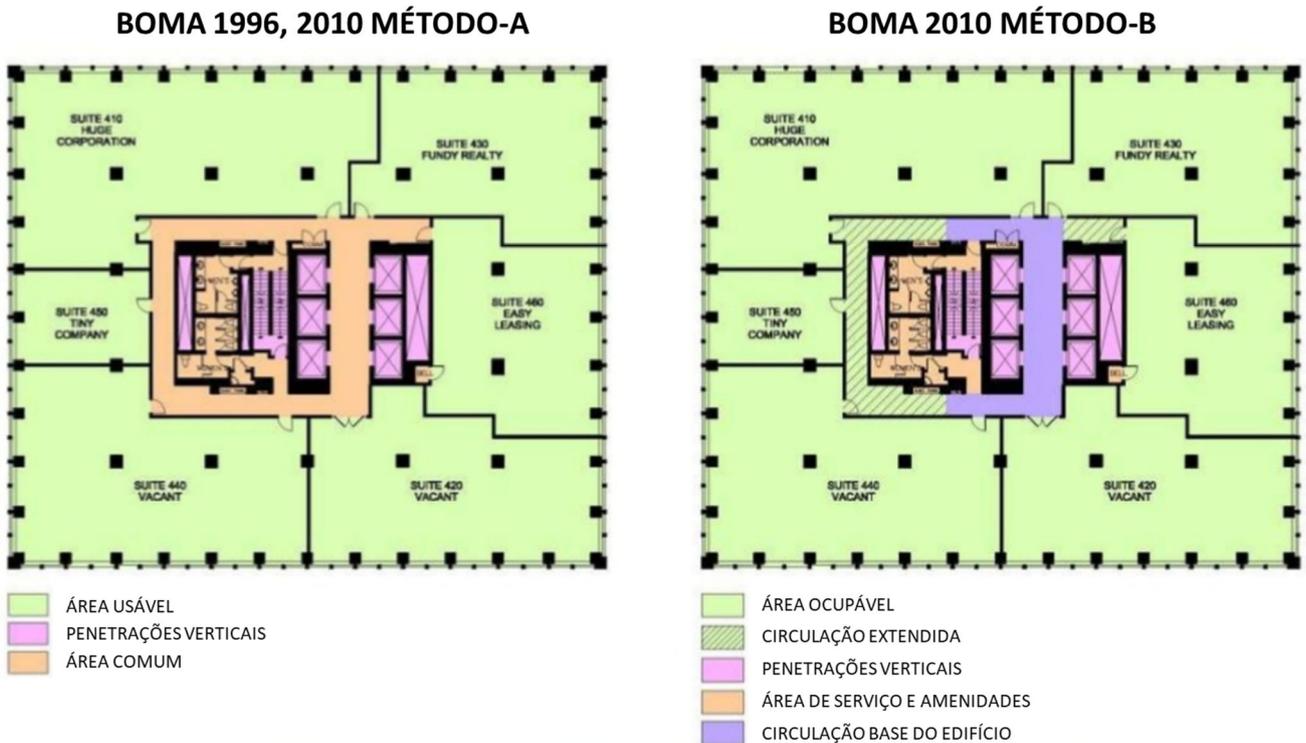
Figura 15 - Método de cálculo de desempenho do espaço por BOMA-A



Fonte: Adaptado de BOMA, 2010.

A revisão da Norma BOMA 1996 incorporou novos elementos de consideração, como por exemplo a “Circulação Base do Edifício” e atribuindo-os a todos os pavimentos, independente do layout. Além disso, o método de cálculo foi alterado, com a incorporação do “Fator de Carga B”, que consiste na divisão da Área Preliminar pela Área Total Ocupável.

Figura 16 – Comparação de BOMA-A com BOMA-B:



Fonte: Adaptado de BOMA, 2010.

3.1.4 Open Standards Consortium for Real Estate (OSCRE)

A *OSCRE International* é uma instituição sem fins lucrativos que visa através da colaboração de empresas e indivíduos, criar padrões para o mercado Imobiliário. Entre seus membros, temos:

- *Ocupantes de edifícios comerciais*
- *Provedores de Serviços*
- *Governos*
- *Empresas de Software e Consultoria*
- *Associações*
- *Fundos de Pensão, etc.*

Esta instituição desenvolveu um padrão denominado “*Space Classifications (SPCL V1.0)*” com três níveis para classificar os espaços em distintos níveis de gestão (*OSCRE Level 1, 2 e 3*). Um dos grandes usuários deste sistema é o *U.S. Department of Defense (DoD)* – o Departamento de Defesa dos EUA.

Tabela 5 - Sistema de Classificação de Espaços SPCL V1.0

IFMA BOMA Measured Areas						CODE	Level 1	CODE	Level 2	CODE	Level 3 Examples	
Exterior Gross	Interior Gross	Memo: Building Rentable (per lease contract)	Building Rentable (measurable)	Usable Area	Interior Planning Area	Assignable Area	11	Exterior Wall	1110	Exterior Wall		
							12	Excluded Area	1210	Interstitial Areas		
									1220	Restricted Area		
									1230	Unimproved Shell		
									1290	Other Excluded Area		
									1310	Ramps and Circulation		
									1320	Access Control point		
									1330	Stall		
									1340	Storage		
									1410	Elevators & escalators (Mechanical Circulation)		
									1420	Stairways		
									1430	Service shaft		Return Air, Flue, Electrical Chase, Mechanical, Laundry Chute
									1510	Void Area		
									2010	Reconcile to Lease		
									21	Core Building Services	2110	Utility Equipment Room
					2120	Control Room	Security Station, Network Operations Center, Crisis Mgmt Center					
					2130	Common Storage						
					2140	Waste / recycling						
					2150	Restroom	Men's, Women's, Unisex					
					2160	Docks [Shipping Receiving]						
					2190	Other Building Service Area						
				2210	Corridors	Mail, Concourse, Moving walkway, open atrium floor, by fire ratings.						
				2220	Transitional Circulation	Lobbies, Vestibule, landing, anteroom,						
				2230	Inter-building Connector	Breezeway, jetway, skyways						
				3110	Interior Encroachment	Window sills						
				3120	Perimeter Encroachment	HVAC elements						
				3210	Expansion Area							
				3310	Secondary Circulation							
				3320	Restricted Area							
				3330	Refuge Area							
				4110	Meeting Rooms	Large Conf, Small Conf, Video Conf						
				4115	Auditorium							
				4120	Mail	Mail Operation Center, Remote Mailstop						
				4130	Print Shop							
				4140	Lobby, other than circulation							

Fonte: Adaptado de OSORE, 2010.

3.1.5 International Property Measurement Standards (IPMS)

A *International Property Measurement Standards Coalizion (IPMSC)* é uma entidade independente, fundada em 30 de maio de 2013 e é formada por uma coalisão de 56 organizações que se uniram por entender que a prática de medições ser desenvolvida através de critérios distintos é “inaceitável”.

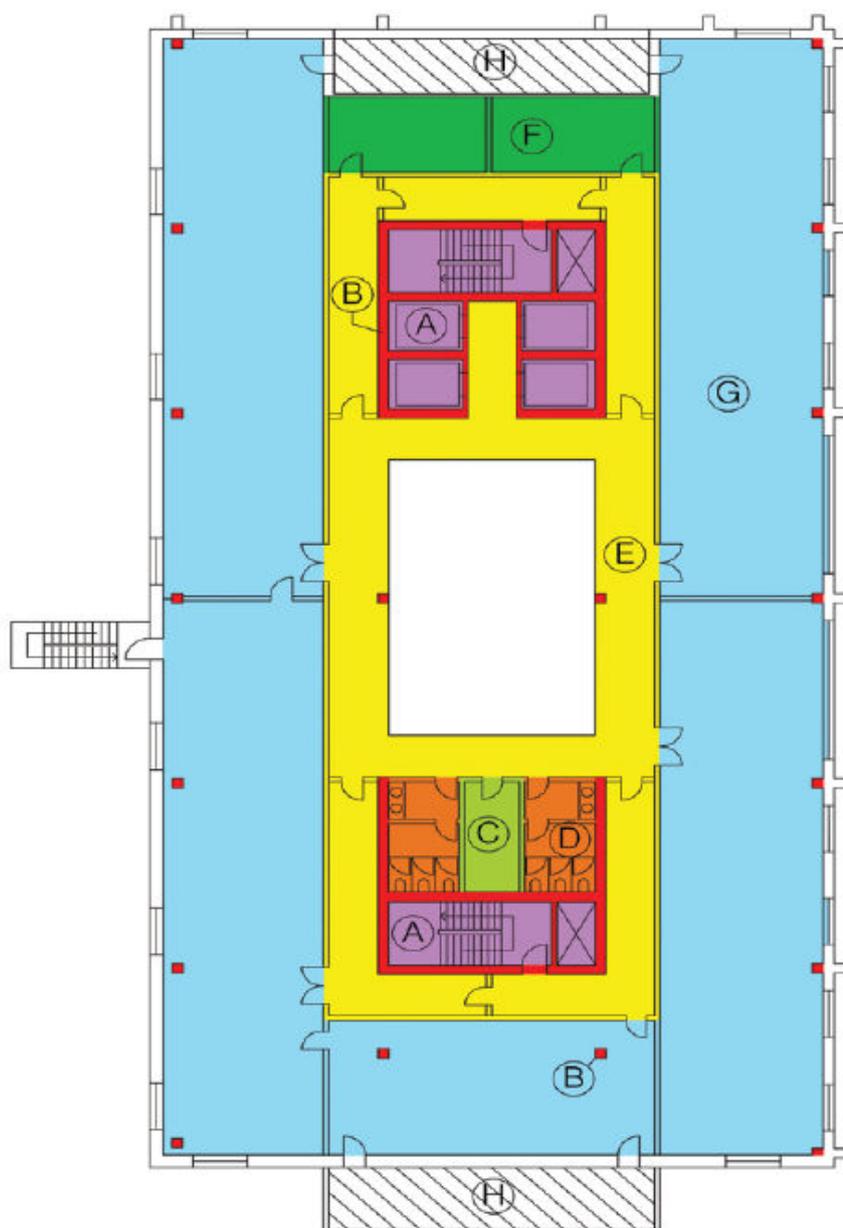
A união das entidades se intitula estar “*comprometidos em promover a implementação destes padrões para incentivar mercados mundiais a aceitar e adotar o IPMS como o principal método para a medição de propriedades*”.

Por entender que as características intrínsecas de algumas tipologias e setores de empreendimentos impediu a criação de um padrão “único” de medição do espaço e com isso desenvolveu até o momento os seguintes padrões (disponíveis para download a partir de <https://ipmsc.org/standards/>):

- *IPMS – Office Buildings*
- *IPMS – Residential Buildings*
- *IPMS – Industrial Buildings*
- *IPMS – Retail Buildings*

Para exemplificar, tem-se abaixo algumas definições do *IPMS- Office Buildings*, onde se estabelecem a seguinte estrutura para classificar os espaços:

Figura 17 - Diagrama de área de componentes dos espaços pela IPMS - Office Buildings



Fonte: IPMS, 2014.

É importante notar que algumas entidades de grande presença e significado no mercado imobiliário como BOMA, CoreNET, IFMA, RIBA ou ainda RICS, atualmente já apoiam a iniciativa da IPMS e existe uma tendência de se unificar todos os sistemas de medição em prol de somente um padrão – sendo que no Brasil, a SECOVI-SP também faz parte da coalizão e, portanto, apoia a iniciativa. Isso seria certamente bastante salutar para o mercado, facilitando o desenvolvimento da gestão de espaços ou ainda a criação de sistemas/plataformas informáticas permitindo a comparação de desempenho interna ou externamente pelas empresas de forma homogênea e seguindo os mesmos critérios.

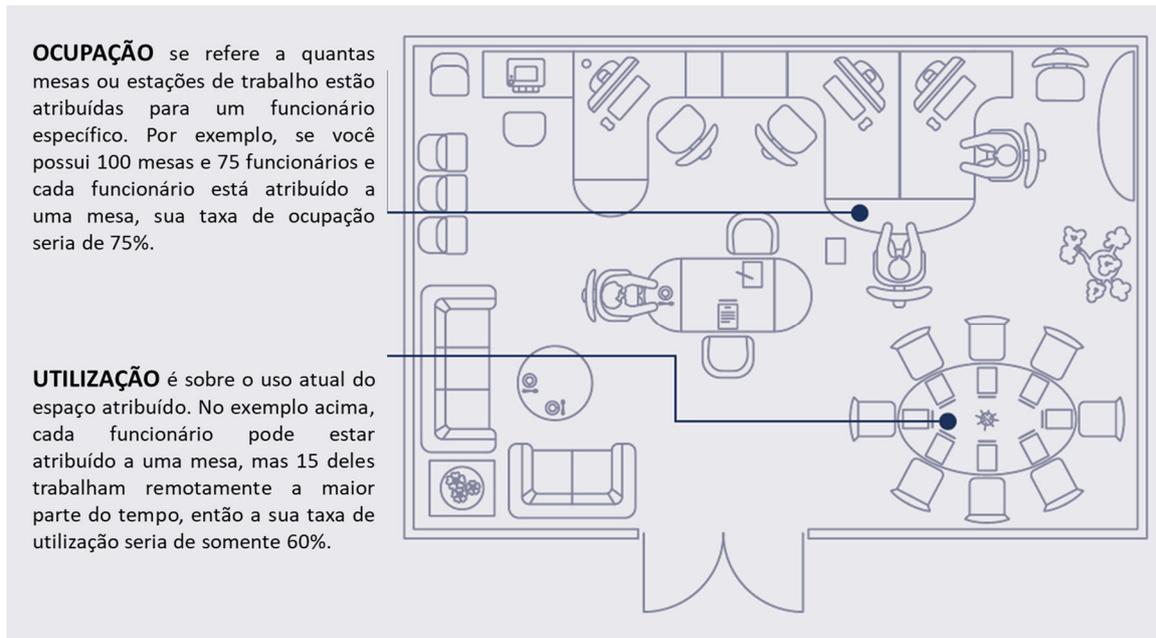
Tabela 6 - Classificação dos espaços de acordo com IPMS - Office Buildings

Andar	-2	-1	0	1	2	3	4	Total
Área Componente A – Penetrações Verticais								
Exemplo – escadas, poço do elevador e dutos	0	0	0	0	0	0	0	0
Área Componente B – Elementos Estruturais								
Exemplo – paredes estruturais, colunas	0	0	0	0	0	0	0	0
* Áreas de uso restrito	0	0	0	0	0	0	0	0
Total do IPMS	0	0	0	0	0	0	0	0
Área Componente C – Serviços Técnicos								
Exemplo – casa de máquinas do elevador e salas de manutenção	0	0	0	0	0	0	0	0
* Áreas de uso restrito	0	0	0	0	0	0	0	0
Total do IPMS	0	0	0	0	0	0	0	0
Área Componente D – Áreas Higiênicas								
Exemplo – banheiros, armários dos faxineiros, salas com chuveiros e vestiários	0	0	0	0	0	0	0	0
* Áreas de uso restrito	0	0	0	0	0	0	0	0
Total do IPMS	0	0	0	0	0	0	0	0
Área Componente E – Áreas de Circulação								
Exemplo – todas as áreas de circulação	0	0	0	0	0	0	0	0
* Áreas de uso restrito	0	0	0	0	0	0	0	0
Total do IPMS	0	0	0	0	0	0	0	0
Área Componente F – Comodidades								
Exemplo – refeitórios, instalações de creche, ginásios e salas para orações.	0	0	0	0	0	0	0	0
* Áreas de uso restrito	0	0	0	0	0	0	0	0
Total do IPMS	0	0	0	0	0	0	0	0
Área Componente G – Local de trabalho								
Local de trabalho	0	0	0	0	0	0	0	0
* Áreas de uso restrito	0	0	0	0	0	0	0	0
Total do IPMS	0	0	0	0	0	0	0	0
Área Componente H – Demais Áreas								
Exemplo – sacadas, galerias cobertas, estacionamentos internos e depósitos **	0	0	0	0	0	0	0	0
* Áreas de uso restrito	0	0	0	0	0	0	0	0
Total do IPMS	0	0	0	0	0	0	0	0
Total do IPMS 2 – Edifícios Comerciais								
Soma das Áreas Componentes de uso não restrito	0	0	0	0	0	0	0	0
* Áreas de uso restrito	0	0	0	0	0	0	0	0
Total do IPMS 2 – Edifícios Comerciais	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: IPMS, 2014.

Segundo Serraview (2020), é importante ainda que se tenha a diferenciação do conceito de Ocupação e Utilização, pois são utilizados de forma desigual e em alguns casos incorreta, gerando discrepâncias no entendimento e inviabilizando a comparação de desempenho entre as propriedades de uma empresa ou ainda em relação ao mercado em geral.

Figura 18 - Definição de Ocupação versus Utilização do espaço



Fonte: Adaptado de Serraview, 2020.

A gestão de espaços estratégica, por sua vez, une o planejamento estratégico e plano de negócios das empresas no seu escopo e compreende o desenvolvimento de ações de curto, médio e longo prazos, conforme Archibus (2020) apresenta na **FIGURA 19** a seguir:

Figura 19 - Fases do Planejamento Estratégico de Espaços



Fonte: Adaptado de Archibus, 2020.

Outro aspecto a ser considerado é a nomenclatura dos espaços e/ou a sua codificação. A unicidade e uniformidade dessa informação é crítica quando aplicamos estes dados em plataformas informáticas, pois em alguns casos, a geolocalização ou mesmo sua identificação está atrelada ao que se denomina “chave primária”, ou seja, para uma mesma entidade, não se pode ter a mesma denominação.

3.2 Gestão de Ativos

Em 2002, o “*Institute of Asset Management*” (IAM), do Reino Unido, em seminário com vários gestores, concluiu que era de extrema importância a necessidade de estabelecer-se uma linguagem comum para a Gestão de Ativos - de acordo com João, S. (2018).

O mesmo autor afirma que em 2004, surge a “*Publicly Available Specification*” PAS 55:2004, que é uma especificação para Gestão Otimizada de Ativos Físicos, publicada pelo “*British Standards Institution*” (BSI), em colaboração com o “*Institute of Asset Management*” (IAM), que fornece orientações e boas práticas, com a finalidade de aprimorar a gestão de todos os ativos da organização. A PAS 55:2008 encontra-se dividida nas seguintes duas partes:

- **PAS 55-1 (2008)** – *Identifica os requisitos e especificações que têm de ser cumpridas de modo a otimizar a gestão de ativos físicos ao longo do seu ciclo de vida;*
- **PAS 55-2 (2008)** – *Guia de orientações que possibilitam a aplicação dos requisitos presentes na PAS 55-1 (2008).*

Atendendo à grande adesão e popularidade, foi proposto um projeto de transformação das especificações em normas, pela “*International Organization for Standardization*” (ISO), tendo surgido uma nova Norma ISO para a Gestão de Ativos, a ISO 55.000 em 2014.

De acordo com a *International Copper Association Latin America* (2015) a série de normas brasileiras, publicadas em 2014 é resultado do trabalho executado no âmbito da comissão especial de estudos, a ABNT CEE 251, que representa o país no comitê internacional da ISO, TC 251.

A série de normas é composta por 3 normas distintas: ABNT NBR ISO 55000, ABNT NBR ISO 55001 e ABNT NBR ISO 55002.

A norma ABNT NBR ISO 55001 possui exatamente o mesmo conteúdo da ISO 55001 adequada à realidade brasileira através das notas brasileiras inseridas no texto e apresenta os requisitos de um sistema de gestão para a gestão de ativos. Esta norma está relacionada com a norma ABNT NBR ISO 55000 que apresenta a terminologia e com a

norma ABNT NBR ISO 55002 que apresenta a orientação sobre como interpretar a ABNT NBR ISO 55001 dentro de um ambiente específico ou em determinados tipos de ativos.

Figura 20 - Normas para gestão de ativos



Fonte: *International Copper Association Latin America*, 2015.

Segundo a ISO 55.000 (2016), a gestão de ativos é a “*atividade coordenada de uma organização para produzir o valor dos ativos, que equilibra os benefícios de custos, riscos, oportunidades e desempenhos. Procura coordenar e otimizar os recursos e procedimentos a diversos níveis, garantindo a qualidade do serviço prestado, permitindo assim gerar valor. Do mesmo modo que a gestão de ativos tem como objetivo a realização dos benefícios do próprio ativo, deve ter igualmente em conta os custos dessa realização, como por exemplo os custos de substituição, que estão relacionados com a localização e proximidade com a cadeia de valor.*” E ainda, a gestão de ativos quando realizada de forma correta pode trazer os seguintes benefícios:

- **Melhoria do desempenho financeiro:** melhorando o retorno dos investimentos e reduzindo custos, enquanto se conserva o valor dos ativos sem comprometer o cumprimento dos objetivos organizacionais de curto ou de longo prazo;
- **Decisões fundamentadas de investimento em ativos:** permitindo à organização melhorar a tomada de decisão e a atingir de modo eficaz um equilíbrio entre custo, risco, oportunidade e desempenho;
- **Gestão de risco:** reduzindo perdas financeiras, melhorando a saúde e segurança, a reputação e imagem, minimizando o impacto ambiental e social, podendo resultar numa redução de responsabilidades como prémios de seguros, multas e penalizações;
- **Melhoria dos serviços e dos resultados:** assegurando o desempenho dos ativos, podendo conduzir à melhoria dos serviços ou dos produtos que, de forma

consistente, correspondam ou excedam as expectativas dos clientes e das partes interessadas;

- ***Demonstração de responsabilidade social:*** *melhorando a capacidade da organização para, por exemplo, reduzir emissões, preservar recursos e adaptar-se às alterações climáticas, permite-lhe demonstrar responsabilidade social e condução ética dos seus negócios e gestão;*
- ***Demonstração da conformidade:*** *a transparência da conformidade para com os requisitos legais, estatutários e regulamentares, e o respeito pelas normas, políticas e processos de gestão de ativos, podem permitir uma demonstração da mesma conformidade;*
- ***Melhoria da reputação:*** *através da melhoria da satisfação dos clientes e da consciencialização e confiança das partes interessadas;*
- ***Melhoria da sustentabilidade da organização:*** *gerindo eficazmente os resultados, gastos e desempenho a curto e a longo prazo, pode-se melhorar a sustentabilidade operacional e da organização;*
- ***Melhoria da eficiência e da eficácia:*** *revendo e melhorando processos, procedimentos e desempenho dos ativos pode-se melhorar a eficiência e a eficácia, bem como o cumprimento dos objetivos da organização.*

3.2.1 Inventário de Ativos

Keady Jr. (2013) afirma que o FM deve ser desenvolvido sobre uma base de informações (inventário) atualizada e confiável, sob pena de se obter relatórios e indicadores que não refletem necessariamente a verdade ou ainda podem gerar, por exemplo, discrepâncias relevantes em uma tomada de preços para contratação de serviços (diferença de metragem quadrada que impactará diretamente na quantidade de operadores ou mantenedores), criando oportunidade para que um dos envolvidos (contratante ou contratado) seja prejudicado – justificando assim a renegociação dos contratos logo no início de sua execução.

Por que os inventários de equipamentos são críticos? Em resumo: eles são o requisito básico para cada aspecto do FM. Inventários de equipamentos afetam a segurança do empreendimento assim como o mesmo será operado, mantido e previsto. Eles possuem impacto direto sobre os custos das instalações. Se o inventário de equipamentos não é preciso, a infraestrutura predial e sua organização não será efetiva. Uma máxima é: você não consegue gerenciar o que não conhece. Se um inventário não é preciso, está lhe custando tempo, horas-homem e dinheiro (KEADY JR., 2013, p.156).

Considerando tais cenários, profissionais de FM enfrentam cotidianamente o desafio de manter e operar as edificações da forma mais eficiente e produtiva possível, maximizando

a usabilidade do espaço construído ao mesmo tempo que são obrigados a reduzir os custos de ocupação.

Além do inventário de equipamentos citado anteriormente, faz-se necessário ter em mãos informações dos espaços a serem gerenciados devidamente “carregados” em sistemas informáticos que permitam ao gestor consultar e atualizar tais informações em tempo real.

Uma das formas mais eficientes de se organizar tais informações é encontrada em soluções computacionais denominados *Computer Maintenance Management Systems* (CMMS), *Computer Aided Facilities Management* (CAFM) ou ainda *Integrated Workplace Management Systems* (IWMS)²¹.

Em todo empreendimento, as informações e características do ambiente construído, assim como as especificações técnicas dos diversos sistemas que compõem a edificação (AVAC, incêndio, iluminação etc.) são definidos durante a fase de Projeto. Uma vez que se inicia a fase de construção, por ocasião da instalação de equipamentos, informações como números de série, lote de fabricação, data de instalação ou nota fiscal são coletadas para posterior consulta. Mais adiante, ao se planejar/executar/monitorar o escopo do FM, uma série de eventos e processos de monitoramento tem início, tais como controles de vencimentos de prazos de garantias, acompanhamento do custo de depreciação, programação de manutenção programada, estabelecimentos de rotinas de limpeza e conservação ou acompanhamento periódico de estado físico para se verificar o surgimento de problemas como vazamentos e/ou rachaduras. Essas atividades permanecem sendo executadas até o final do ciclo de vida dos ativos – que dura vários anos.

Entretanto, a falta de conhecimento e de normativas sobre um processo estruturado e padronizado de comissionamento e gestão resulta em omissões nos contratos, manuais de diretrizes ou ainda Planos de Execução BIM (PEB)²² que fazem com que, ao término da construção de um empreendimento, a documentação recebida²³ pelo proprietário seja bastante heterogênea, tanto em conteúdo como em qualidade. Projetos das diversas disciplinas em CAD, esquemas e diagramas técnicos dos equipamentos, memoriais descritivos, catálogos e especificações de peças e procedimentos de manutenção são entregues em mídias digitais ou físicas, de forma desorganizada e desconexa, ou seja, sem ligação lógica ou estrutura padronizada para a troca de informações, como pode ser visto na FIGURA 21:

²¹ As tecnologias citadas serão detalhadas adiante no item Suporte de Tecnologia da Informação (TI) para Gestão de Ativos & FM

²² Tradução livre do termo “BIM Execution Plan (BEP)”

²³ Ao conjunto de informações recebidas na passagem é denominado o termo “*databook*”

Figura 21 – Exemplo de armazenamento típico de informações técnicas dos ambientes construídos



Fonte: AUTOR, 2019

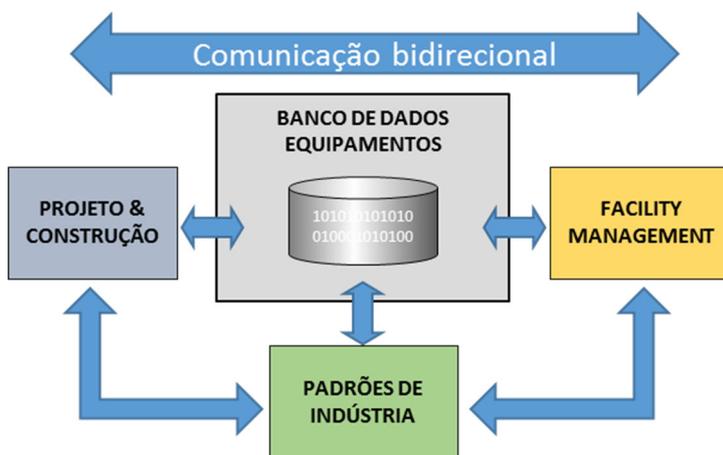
A mesma afirmativa é registrada por Teicholz (2013), ao discorrer sobre a necessidade de informações acerca dos ativos a serem gerenciados:

Portanto, um dos desafios iniciais para viabilizar a implantação desses sistemas é criar o INVENTÁRIO INICIAL de informações que permita desenvolver a atividade em sua plenitude, e deve-se encontrar maneiras eficientes de coletar, acessar e atualizar estas informações. (TEICHOLZ, 2013, p.34).

E como ainda não se aplica na prática a integração das informações dos sistemas utilizados em Projetos e Construção, com os utilizados na Operação & Manutenção, é demandado esforço enorme para construção da BASE DE DADOS INICIAL DE GESTÃO - dados iniciais contemplando a estrutura de espaços, equipamentos e sistemas, procedimentos de manutenção, etc. nos quais desenvolver-se-ão os processos de controle e gestão. A falta de integração prejudica enormemente o “início das operações” e estabelecimento de um ciclo ótimo de gestão e operação, segundo o autor.

Atualmente, as soluções encontradas no para o processo de inventariar ativos são tipicamente específicas da corporação ou empresa, não respeitando padrões e normas técnicas. O grande problema da falta de padronização na organização e catalogação das informações é a falta de consistência e dificuldade na integração com sistemas de gestão, de acordo com Keady Jr. (2013). A solução, ainda segundo o autor, é a definição da informação essencial do equipamento e dos repositórios de dados, usando padrões de indústria para inserir a informação nos mesmos (quando disponíveis), conforme ilustrado na Figura 22 abaixo:

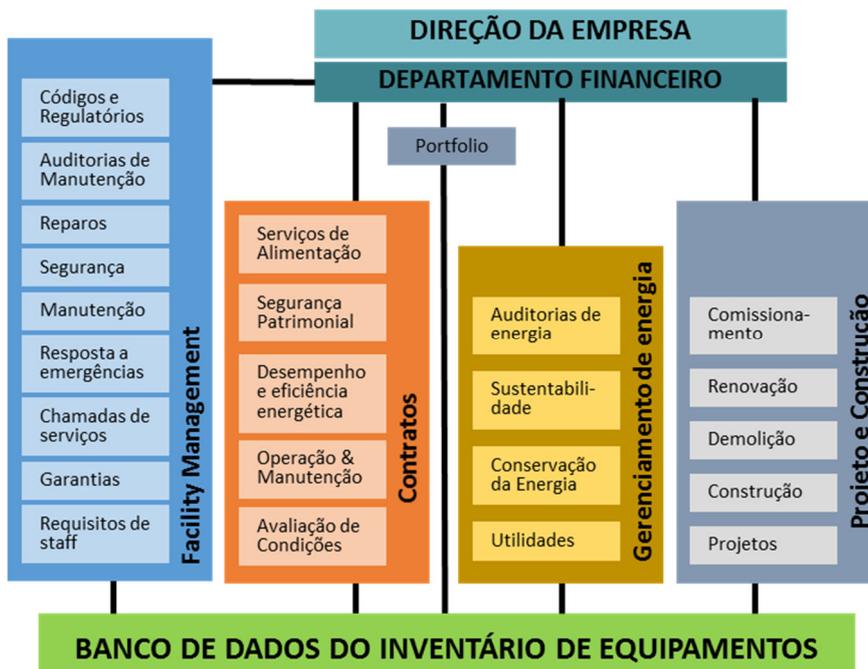
Figura 22 - Sugestão de fluxo de informações



Fonte: Adaptado de Keady Jr., 2013

O banco de dados que compõe o inventário de ativos possui grande importância para uma empresa, uma vez que é utilizado por diversos setores para atender diferentes necessidades e processos necessários à Operação e Gestão, como mostrado na FIGURA 23, adaptado do mesmo autor.

Figura 23 - Utilização de inventário pelos diversos setores de uma empresa



Fonte: Adaptado de Keady Jr., 2013

Keady Jr. (2013) propõe a existência de diversos níveis de inventário de equipamentos possíveis para um empreendimento, cada um com seu alcance e nível de informações, conforme figura abaixo:

Tabela 7 – Tipos de Inventários de Ativos

Tipo	Características
Inventário Parcial	É uma lista de equipamentos que não está atrelado a nenhum padrão específico, programação de manutenção ou processo de controle. São similares a listagens feitas em papel ou digitais sem organização. Não contemplam a localização do ativo.
Inventário de Manutenção Preventiva (MP)	É um inventário de todo o equipamento, até o nível de componente, que fica com o Facility Manager na entrega do empreendimento. Tais equipamentos são rastreados, mantidos e reparados - e requerem manutenção preventiva. Não se encontra inclusos peças de reposição ou consumíveis. Equipamentos que não requerem manutenção não fazem parte deste tipo de inventário.
Inventário de Manutenção Não-Preventiva (NPM)	É um inventário de todo o equipamento, até o nível de componente, que fica com o Facility Manager na entrega do empreendimento. Tais equipamentos são rastreados, mantidos e reparados - e não requerem manutenção preventiva. Não se encontra inclusos peças de reposição ou consumíveis. Equipamentos que requerem manutenção preventiva não fazem parte deste tipo de inventário.
Inventário de Nível de Componente	É um inventário que inclui o de MP assim como NPM. São tão detalhados quanto possível, mas não inclui testes destrutivos para determinar o que está atrás das paredes ou pisos. Inventário de suprimentos ou peças de reposição são normalmente armazenados em tabelas separadas.
Inventário Completo	É o inventário que inclui TODOS os equipamentos dentro do envelope de um edifício e limites do terreno.

Fonte: Adaptado de Keady Jr., 2013.

Em seus levantamentos, cada nível difere em complexidade na busca, organização e registro das informações – o que resulta em um custo proporcional ao esforço dispendido para desenvolvê-lo. Através da análise de vários casos obtidos a partir de uma empresa especializada, aquele autor estimou o custo médio para execução de levantamento de dados para inventário por metro quadrado de área bruta, conforme Tabela 8 de Keady Jr. (2010):

Tabela 8 - Custos (em US\$) estimados de levantamento de ativos:

Tipo	Escritório (US\$/m ²)		Nível
	Min	Max	
Inventário Parcial	0,54	1,08	1
Inventário de Manutenção Preventiva (MP)	1,08	1,61	2
Monitoramento de Condições para Manutenção Preventiva	2,15	2,69	3
Identificação nível de componente para modelagem BIM	2,69	3,23	4
Inventário nível de componente para <i>walk-through</i>	4,84	5,38	5
Inventário Completo	N/A	N/A	6

Fonte: Adaptado de Keady Jr., 2010.

Mesmo em seu nível mais básico de levantamento, Keady Jr. (2010) antecipa um Retorno sobre Investimento²⁴ (ROI) de pouco mais de sete anos – na pior projeção de ganho – para um projeto com somente redução de gasto energético (baseado nos dados do FEMP) conforme demonstrado abaixo na Tabela 9:

Tabela 9 - Estimativa de “payback” de investimento para inventário de ativos:

Inventário Manual de Equipamento do Edifício						
Metragem quadrada bruta	Custo inventário/ m2	Custo total do Inventário	Custo Total de Energia Anual	% de economia	Economias anuais estimadas	Estimativa de payback simples (anos)
46.451,50	\$ 5,38	\$ 250.000,00	\$ 1.134.,00	3,0 %	\$ 34.020,00	7,35
				5,0 %	\$ 56.700,00	4,41
				15,0 %	\$ 170.100,00	1,47

Fonte: Adaptado de Keady Jr., 2010.

Mais de 80% do tempo das equipes de Operação e Manutenção são dispendidos buscando informações dos ativos (BECERIK-GERBER et al., 2012) e tendo-se em mente que dois terços de todos os custos do ciclo total de vida de um edifício são consumidos nas fases de Operação e Manutenção, o custo adicional gerado pela falta de interoperabilidade representa cerca de 12,4% do custo total anual, que é significativa, pois ocorre durante todo o ciclo de vida de um edifício (TEICHOLZ, 2013). O mesmo autor em estudo de 2011 aponta que 8,7% do orçamento anual de manutenção poderia ser economizado ao se consultar dados em formatos padronizados e abertos antes da execução de Ordens de Serviços complexas.

Dados do *Federal Energy Management Program*²⁵ (FEMP) (2010, apud KEADY JR., 2013) aponta que “programas focando em eficiência energética podem economizar entre 5 a 20% do custo de energia sem um significativo investimento de capital”. O problema é que tais programas só são viáveis uma vez conhecido o parque instalado e suas características como quantidade, potência instalada, características funcionais etc. - que são informações que deveriam estar disponíveis aos gestores para as tomadas de decisão.

Conclui-se, portanto, que o investimento necessário para se construir um inventário dos ativos com informações de valor agregado é facilmente retornado pelos estudos apresentados até o momento – e uma vez que se compreende que sua criação poderia ser iniciada durante os processos de projeto e construção, tem-se uma grande oportunidade de promover economias durante todo o ciclo de vida dos ativos.

²⁴ Tradução livre do termo “Return on Investment”

²⁵ Operations & Maintenance, Energy Efficiency and Renewable Energy, FM: disponível a partir de: <https://www.energy.gov/eere/femp/federal-energy-management-program>

3.3 Gestão da Manutenção

A Manutenção pode ser definida de acordo com a NBR-15.575-1:2013 - Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais (ABNT, 2013) como sendo o *“conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários”*.

De acordo com a norma NBR 5674:2012 Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção (ABNT, 2012), a Manutenção deve ser organizada prevendo infraestrutura material, técnica, financeira e de recursos humanos, capaz de atender aos diferentes tipos de Manutenção, a saber:

- **Manutenção rotineira** – caracterizada por um fluxo contínuo de serviços, padronizados e cíclicos como limpeza, lavagem de áreas comuns etc.;
- **Manutenção corretiva** – caracterizada por ações que demanda ação ou intervenção imediata a fim de permitir a continuidade dos serviços;
- **Manutenção preventiva** – caracterizada por serviços realizados dentro de uma programação antecipada, de maneira a garantir o funcionamento pleno dos equipamentos e a VUP – Vida Útil Projetada de sistemas e diversos componentes da edificação;

Dentro da mesma Norma está definido que o Proprietário de qualquer empreendimento deve criar e manter um Fluxo de Informações respeitando as fases abaixo durante toda a vida útil da edificação:

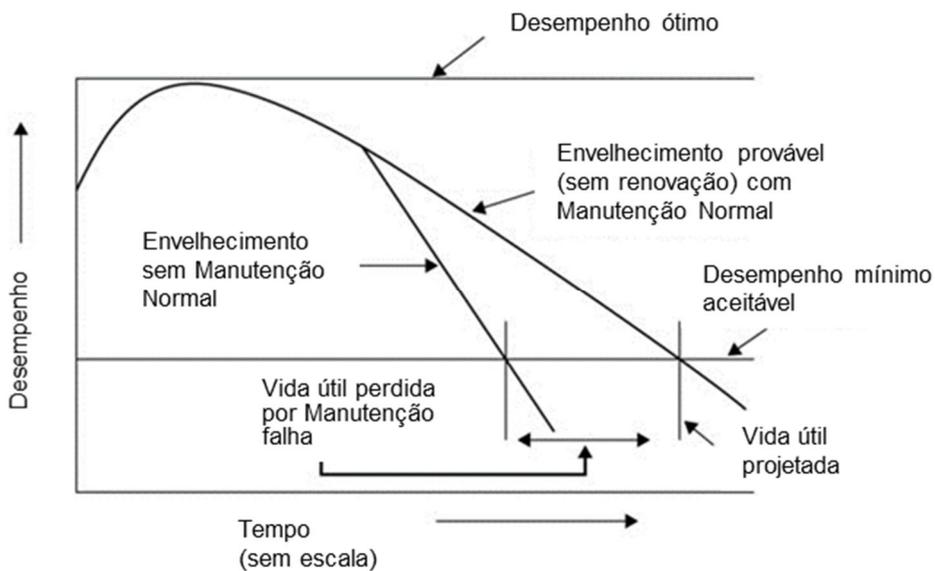
Figura 24 – NBR 5674:2012 – Fluxo da Documentação:



Fonte: ABNT, 2012.

De acordo com Gallaher, et al. (2004), o correto planejamento e aplicação dos diversos tipos de manutenção nos ativos influencia diretamente na capacidade da edificação e seus componentes para atender - ou deixar de atender - aos requisitos do negócio ao sofrer queda acentuada de desempenho, como mostrado no Gráfico 7:

Gráfico 7 - Vida útil dos ativos e Manutenção



Fonte: Adaptado de Gallaher, et al. (2004).

A vida útil perdida representa a necessidade de antecipar a substituição dos componentes, equipamentos e sistemas, incorrendo em custos de projetos, pequenas obras e interrupções de serviços, resultando em aumentos desnecessários de despesas e investimentos – o que poderia ser evitado caso houvesse o trabalho preventivo organizado e bem executado.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR-14.037:2014, enfatiza na introdução dessa norma a importância de aprimorarmos o processo de interface e troca de informações entre as fases de Projeto/Construção e a de Operação & Manutenção (O&M).

Cada vez mais a sociedade civil tem reconhecido e assumido a elevada importância das atividades de uso, operação e manutenção dos edifícios como forma de assegurar a durabilidade e a preservação das condições de utilização das edificações durante a sua vida útil de projeto.

Por um lado, em relação às atividades de uso, operação e manutenção dos edifícios, dadas suas características afins, existe uma razoável integração entre as etapas posteriores à execução da edificação. Por outro lado, existe já uma crescente integração entre as etapas de projeto e execução.

A questão centra-se então no desenvolvimento de uma interface eficiente entre projeto e edificação constituída, e programas de manutenção. (ABNT, 2014, p.vi).

O Manual de Uso, Operação e Manutenção tem suas características regidas por norma específica, a NBR-14.037:2014 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações (ABNT, 2013) —Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Na mesma, se define de forma bastante generalista em sua seção 5.7.2.2 - *“...em edificações condominiais devem ser entregues, no ato da entrega de chaves”*:

a) Aos primeiros proprietários, um exemplar do manual com informações sobre cada área de uso privativo, incluindo também informações julgadas necessárias sobre sistemas, elementos e componentes, instalações e equipamentos de áreas comuns;

b) Ao primeiro representante legal do condomínio, um exemplar do manual específico às áreas comuns e seus equipamentos, incluindo o conjunto completo de projetos atualizados “como construídos” e especificações técnicas, indicados no Anexo A.” (ABNT NBR-14.037:2014, p.11).

O item a) entretanto não especifica a forma nem o grau de detalhe que tais informações devem ser entregues, apenas especifica o meio de distribuição. Outro aspecto a ser considerado é a implementação de rotinas de registro de atividades, de maneira a permitir a rastreabilidade dos serviços que por sua vez permitem mensurar e avaliar a qualidade da execução dos mesmos, de maneira a garantir a disponibilidade dos ativos ao uso. A Tabela 10 abaixo demonstra uma sugestão de rotinas de manutenção programada e periódica a ser desenvolvida na edificação a ser entregue:

Tabela 10 - NBR 5674:2012 - Anexo A – Sugestão das Inspeções e Verificações para edifício hipotético:

Periodicidade	Sistema	Elemento/ Componente	Atividade	Responsável
A cada semana	Equipamentos industrializados	Sauna Úmida	Fazer a drenagem de água no equipamento	Equipe de Manutenção Local
		Grupo Gerador	Verificar após o uso do equipamento o nível de óleo combustível e se há obstrução nas entradas e saídas de ventilação	Equipe de Manutenção Local
	Sistemas Hidro Sanitários	Reservatórios de água potável	Verificar nível dos reservatórios e funcionamento das bóias	Equipe de Manutenção Local
		Sistema de Irrigação	Verificar funcionamento dos dispositivos	Equipe de Manutenção Local
A cada 15 dias	Sistemas Hidro Sanitários	Bombas de água potável, água servida e piscinas	Verificar funcionamento e alternar a chave no painel elétrico para utilizá-las em sistema rodízio, quando aplicável	Equipe de Manutenção Local
	Equipamentos industrializados	Iluminação de emergência	Efetuar teste de funcionamento dos sistemas conforme instruções do fornecedor	Equipe de Manutenção Local
		Grupo Gerador	Efetuar teste de funcionamento do sistema de ventilação conforme instruções do fornecedor	Equipe de Manutenção Local

Fonte: ABNT, 2012.

Tomando-se ainda como exemplo o regulamento técnico para manutenção de sistemas de Ar Condicionado - Portaria Nº 3523 do Ministério da Saúde do Brasil (2013), que especifica que a “em todas as instalações e sistemas de climatização com capacidade acima de 5TR (Toneladas de Refrigeração = 15.000 cal/h = 60.000 BTU/h)” deverão manter um responsável técnico habilitado, responsável por implantar e manter disponível no imóvel um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) – parte do qual reproduzido abaixo nas *Figura 25* e *Figura 26* :

Figura 25 – PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle:

ANEXO I

PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE - PMOC

1 - Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes:

Nome (Edifício/Entidade)			
Endereço completo			Nº
Complemento	Bairro	Cidade	UF
Telefone		Fax	

2 - Identificação do () Proprietário, () Locatário ou () Preposto:

Nome/Razão Social	CIC/CGC
Endereço completo	Tel./Fax/Endereço Eletrônico

3 - Identificação do Responsável Técnico:

Nome/Razão Social	CIC/CGC
Endereço completo	Tel./Fax/Endereço Eletrônico
Registro no Conselho de Classe	ART*

*ART = Anotação de Responsabilidade Técnica

4 - Relação dos Ambientes Climatizados:

Tipo de Atividade	Nº de Ocupantes		Identificação do Ambiente ou Conjunto de Ambientes	Área Climatizada Total	Carga Térmica
	Fixos	Flutuantes			
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

NOTA: anexar Projeto de instalação do sistema de climatização.

Fonte: Ministério da Saúde, 1998.

Figura 26 – Procedimento para Condicionador de Ar - PMOC:

5 - Plano de Manutenção e Controle				
Descrição da atividade	Periodicidade	Data de execução	Executado por	Aprovado por
a) Condicionador de Ar (do tipo "expansão direta" e "água gelada")				
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja;	-	-	-	-
limpar as serpentinas e bandejas	-	-	-	-
verificar a operação dos controles de vazão;	-	-	-	-
verificar a operação de drenagem de água da bandeja;	-	-	-	-
verificar o estado de conservação do isolamento termo-acústico;	-	-	-	-
verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete;	-	-	-	-
verificar a tensão das correias para evitar o escorregamento;	-	-	-	-
lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos;	-	-	-	-
limpar o gabinete do condicionador e ventiladores (carcaça e rotor).	-	-	-	-
verificar os filtros de ar:	-	-	-	-
- filtros de ar (secos)	-	-	-	-

Fonte: Ministério da Saúde, 1998.

O conjunto de dados necessários para alimentar os formulários que servirão de base para se construir os processos de gestão devem ser definidos de forma que possam ser utilizados nos sistemas de TI, mas para tanto deveriam ser padronizados para evitar perdas durante as trocas de dados entre os diversos sistemas.

De acordo com CBIC, Sinduscon-SP e Secovi-SP (2016), a entrega de um empreendimento é um dos principais momentos no relacionamento de um cliente (investidor/proprietário) com incorporadores/construtores/projetistas e, de acordo com os autores, no mercado brasileiro as principais normas vigentes relacionadas à entrega de um empreendimento, as quais incluem orientações acerca da Operação e Manutenção prediais, seriam:

- *ABNT NBR 14037:2011 Versão Corrigida:2014, Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos;*
- *ABNT NBR 5674:2012, Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção;*
- *ABNT NBR 15575-1:2013, Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais;*
- *ABNT NBR 15575-2:2013, Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;*
- *ABNT NBR 15575-3:2013, Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos*
- *ABNT NBR 15575-4:2013, Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas*
- *ABNT NBR 15575-5:2013, Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas*
- *ABNT NBR 15575-6:2013, Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 6: Sistemas hidrossanitários*

Entretanto, tais normas não especificam um padrão nem um conjunto ou formato de dados — definem apenas parâmetros genéricos no que diz respeito à informação técnica a ser entregue ao proprietário do imóvel a ser operado e mantido — o que pode contribuir na redução da eficiência na passagem de informações das fases de Projeto/Construção para a fase de Manutenção & Operação.

3.4 Comissionamento

A *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE, 2013, p.23), define Comissionamento como sendo:

“um processo focado em qualidade para melhorar a entrega de um empreendimento. O processo objetiva acima de tudo em verificar e documentar como que os sistemas e montagens comissionados estão planejados, projetados, instalados, testados, operados e mantidos para atender aos Requerimentos de Projeto do Proprietário²⁶ (OPR)”.

²⁶ Tradução livre de “*Owners Project Requirements*”.

Podendo ser desempenhado em diversas fases do ciclo de vida de um edifício, o Comissionamento tem as seguintes denominações, de acordo com Baechler e Farley (2011):

Tabela 11 - Denominações de Comissionamento

Tipo	Descrição
Comissionamento	Utilizado em edifícios em construção ou que serão construídos ou ainda sofrerão grande intervenção em suas instalações
Recomissionamento	É utilizado em edifícios que já desenvolveram o processo anteriormente e possui aplicação periódica
Retrocomissionamento	É quando é aplicado em edifícios já existentes que ainda não foram comissionados anteriormente

Fonte: Adaptado de Baechler e Farley, 2011.

O objetivo principal de comissionar qualquer projeto é assegurar que através do atendimento ao estabelecido no OPR, o edifício esteja completamente apto a completar sua missão. Ainda segundo ASHRAE (2013), os objetivos são:

- *Fornecer projetos de construção e edifícios que atendam aos OPR;*
- *Prevenir ou eliminar problemas com recursos financeiros através de técnicas de qualidade qualitativas;*
- *Verificar se os sistemas estão instalados e funcionando corretamente e medir comparativamente a operação;*
- *Reduzir custos iniciais e custos de ciclo de vida para o Proprietário;*
- *Prover documentação e registros nas fases de projeto, construção e testes para facilitar a Manutenção & Operação (O&M) de um edifício;*
- *Implementar registros de tendências, ferramentas automáticas ou semiautomáticas de Comissionamento e habilitar o pessoal de FM para Comissionamento;*
- *Manter o ótimo desempenho das instalações prediais durante todo o ciclo de vida.*

Outros autores afirmam que enquanto em edifícios novos, o objetivo é garantir que os novos sistemas estejam corretamente integrados, testados e operados e nos existentes a busca é por identificar possíveis deficiências de sistemas e equipamentos atualmente instalados e recomendar iniciativas para melhorar o desempenho e assegurar uma operação mais eficiente.

Os benefícios do Comissionamento, para a *National Institute of Building Sciences* (NIBS, 2017), consistem em possibilitar o recebimento (por parte dos proprietários) de edifícios

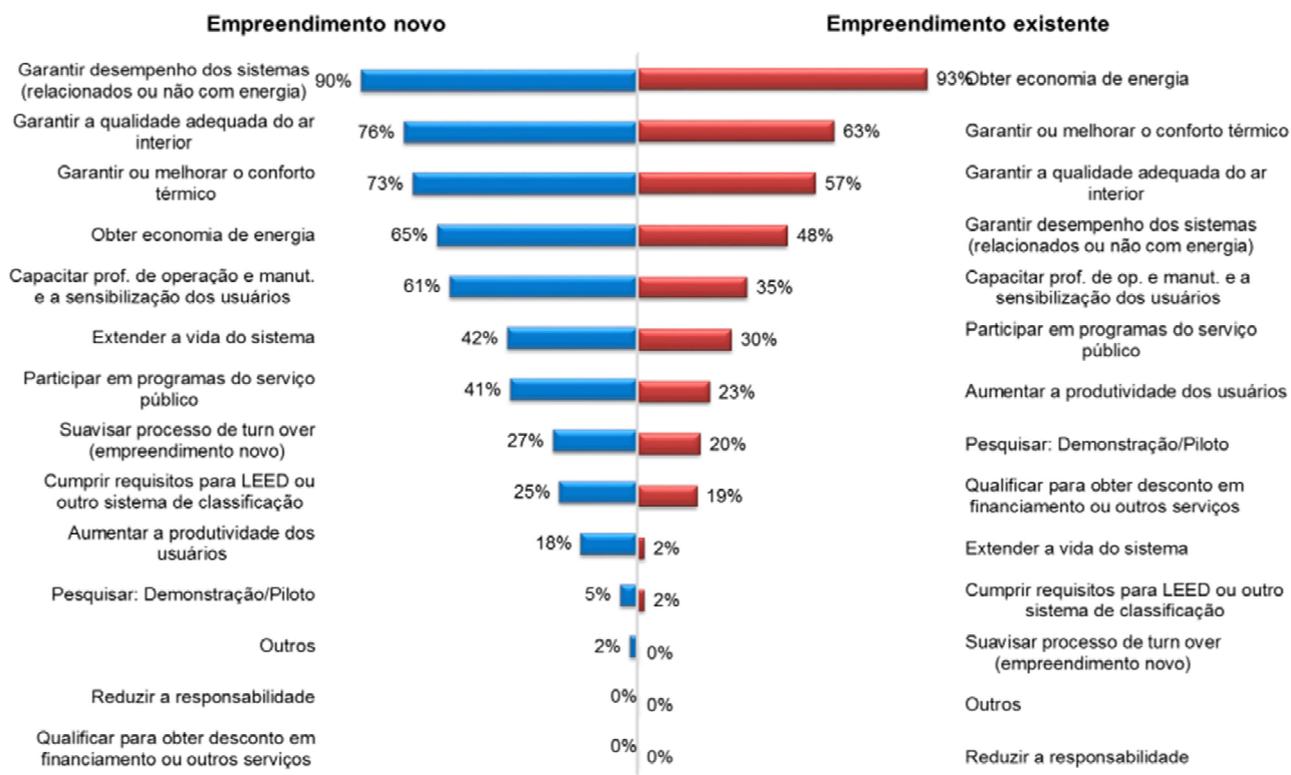
mais eficientes energeticamente e mais econômicos.

Pesquisas de *Building Owners Management Association* (BOMA, 2010), indicam ainda que investimentos em projetos de sustentabilidade geram lucros superiores a mais de 10 vezes do valor investido, em um estudo preparado para mais de 40 agências governamentais da Califórnia, EUA e comissionar um edifício recém construído pode reduzir custos de manutenção preventiva em um intervalo que varia entre 15-35%.

Segundo Bickman (2014), estudos do *Lawrence Berkely National Laboratories* em um grupo de edifícios levantou que o retrocomissionamento tipicamente custa três dólares por metro quadrado e resulta em média na redução de 16% dos custos de energia - tendo retorno do investimento tipicamente entre um a dois anos.

Além de questões puramente econômicas, em empreendimentos novos ou existentes, existem ainda diversas outras necessidades que afetam o cotidiano das empresas, como melhorar a qualidade e usabilidade do espaço, ou ainda, contribuir para aumentar a retenção de talentos dentro da empresa através de um ambiente de trabalho adequado e motivador. Mills (2009), defende que as principais razões para que se executam o Comissionamento, seriam:

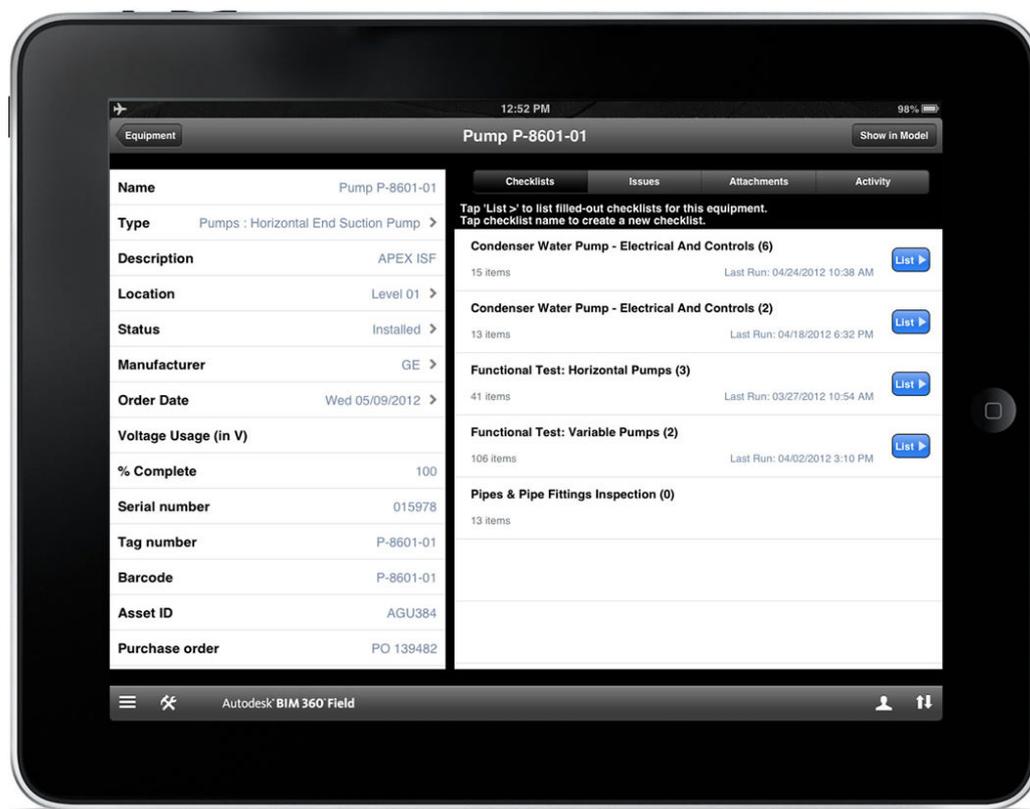
Gráfico 8 - Razões para Comissionamento em empreendimentos novos ou existentes



Fonte: Adaptado de Mills, 2009.

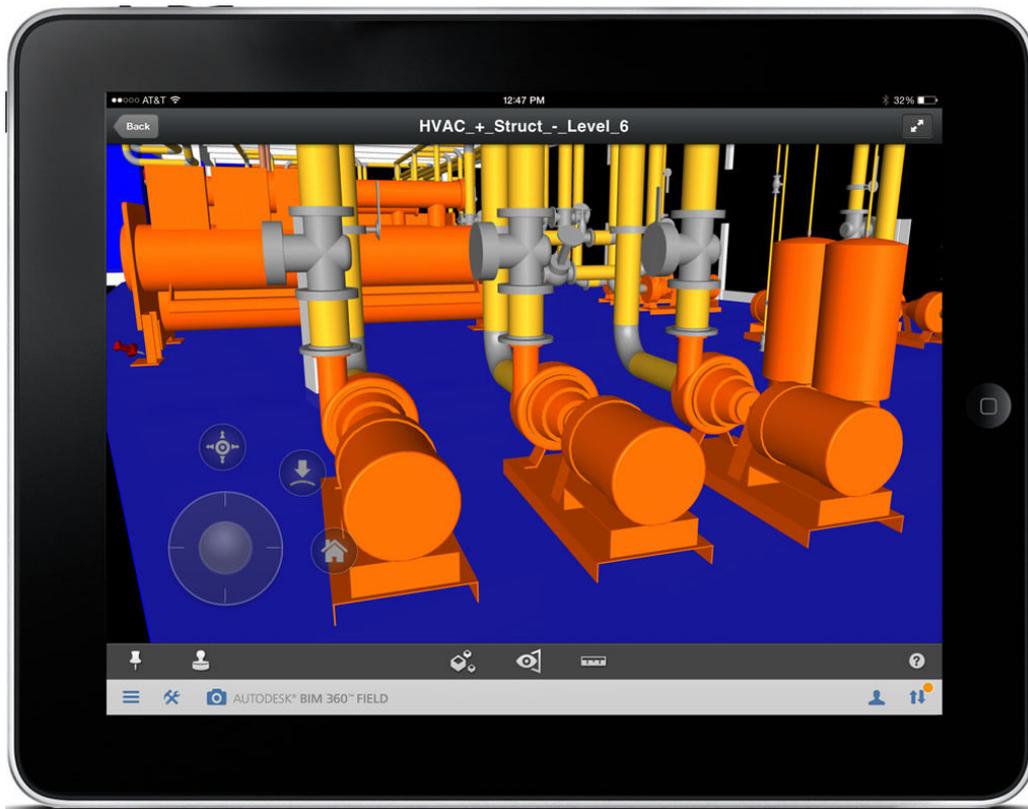
O Comissionamento vem sendo desenvolvido com ferramentas tradicionais, sem a aplicação de BIM, mas por este se tratar de um processo integrador que utiliza um repositório de informações de valor agregado para a tomada de decisões, tem-se uma grande oportunidade de ganho – tomando-se como exemplo a adoção de plataformas móveis para a captura da informação “em campo”. Um exemplo destas plataformas é a solução da Autodesk (2019), denominada “BIM 360 Field”, orientada a capturar os dados técnicos e funcionais dos ativos durante o processo de Comissionamento para posterior uso na Operação e Manutenção (O&M) - (FIGURA 27):

Figura 27 - Tela de aplicativo para coleta de dados em campo BIM 360 Field



Fonte: Autodesk, 2019.

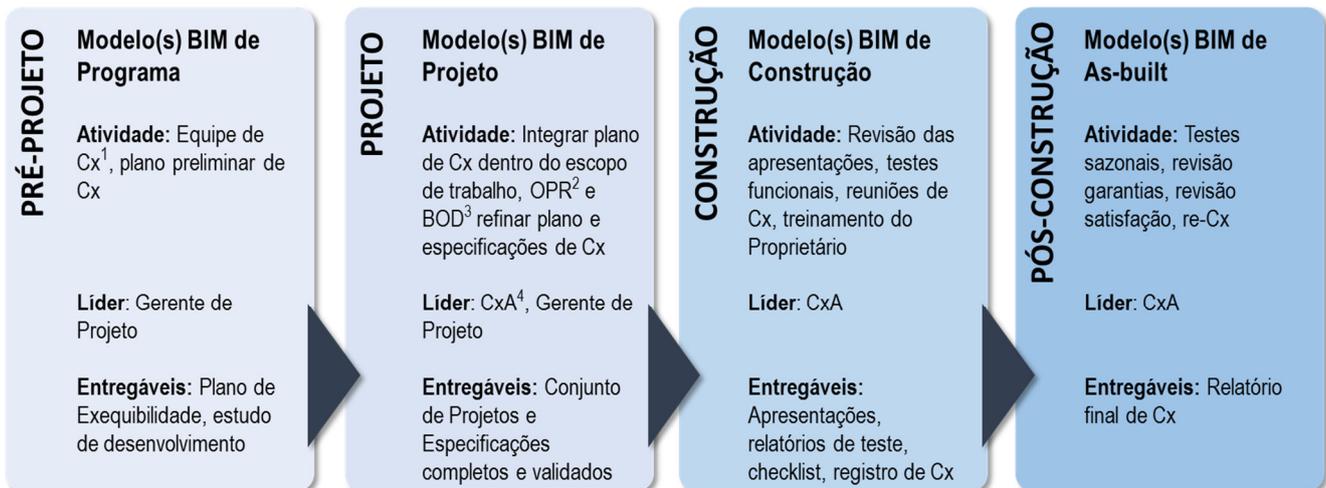
Figura 28 - Visualização equipamento inventariado para posterior consulta/edição de dados



Fonte: Autodesk, 2019.

Wu e Issa (2012) sugerem uma abordagem específica para o processo de Comissionamento integrado ao fluxo BIM, como representado a seguir na Figura 29:

Figura 29 – Abordagem proposta de Comissionamento utilizando BIM



¹ Comissionamento (Cx)

² Requerimentos de Projeto do Proprietário (OPR)

³ Premissas do Projeto (BOD)

⁴ Agente de Comissionamento (CxA)

Fonte: Wu e Issa, 2012.

3.5 Cadastro como construído (“as built”)

De acordo com ABNT NBR 16.636-1:2017, o “cadastro como construído” (ou “as built”) é a “*etapa destinada a documentar tecnicamente e de forma fiel os resultados da obra executada a partir dos projetos e eventuais alterações realizadas*”. Isto é necessário pois durante uma construção, são tomadas decisões de execução muitas vezes divergentes do projeto executivo, em função de facilitar sua execução, erros de interpretação dos projetos, ou ainda impossibilidade de se executar tal qual especificado (diferença entre as informações de projeto e a realidade executada de outros componentes da construção). E de acordo com a Parte 2 da mesma norma:

Após a realização das obras, a documentação do projeto completo deve receber a atualização para a documentação conforme construído – (“as built”), com anuência dos autores, construtor e cliente.

Essa documentação deve ser guardada pelos responsáveis, para uso, manutenção e operação da edificação no local edificado.

Todas as alterações de projeto realizadas durante as obras devem ser aprovadas em comum acordo entre cliente, construtores e projetistas, antes de sua execução em campo. Todos os desenhos “conforme construído/ (“as-built”) devem ser firmados por todos, independentemente do responsável técnico pelos levantamentos e desenhos “conforme construído (ver ABNT NBR 14645-1, ABNT NBR 14645-2, ABNT NBR 14645-3). (ABNT NBR 16.636-2:2017, p.11)

Segundo Klein e Becerik-Gerber (2011), as mudanças que ocorrem durante as construções são frequentemente retratadas como “balões de revisão²⁷” ou desenhos parciais que não são transferidas para a documentação de entrega²⁸ para os proprietários durante a fase final de construção ou de uma reforma de maior escala em um empreendimento.

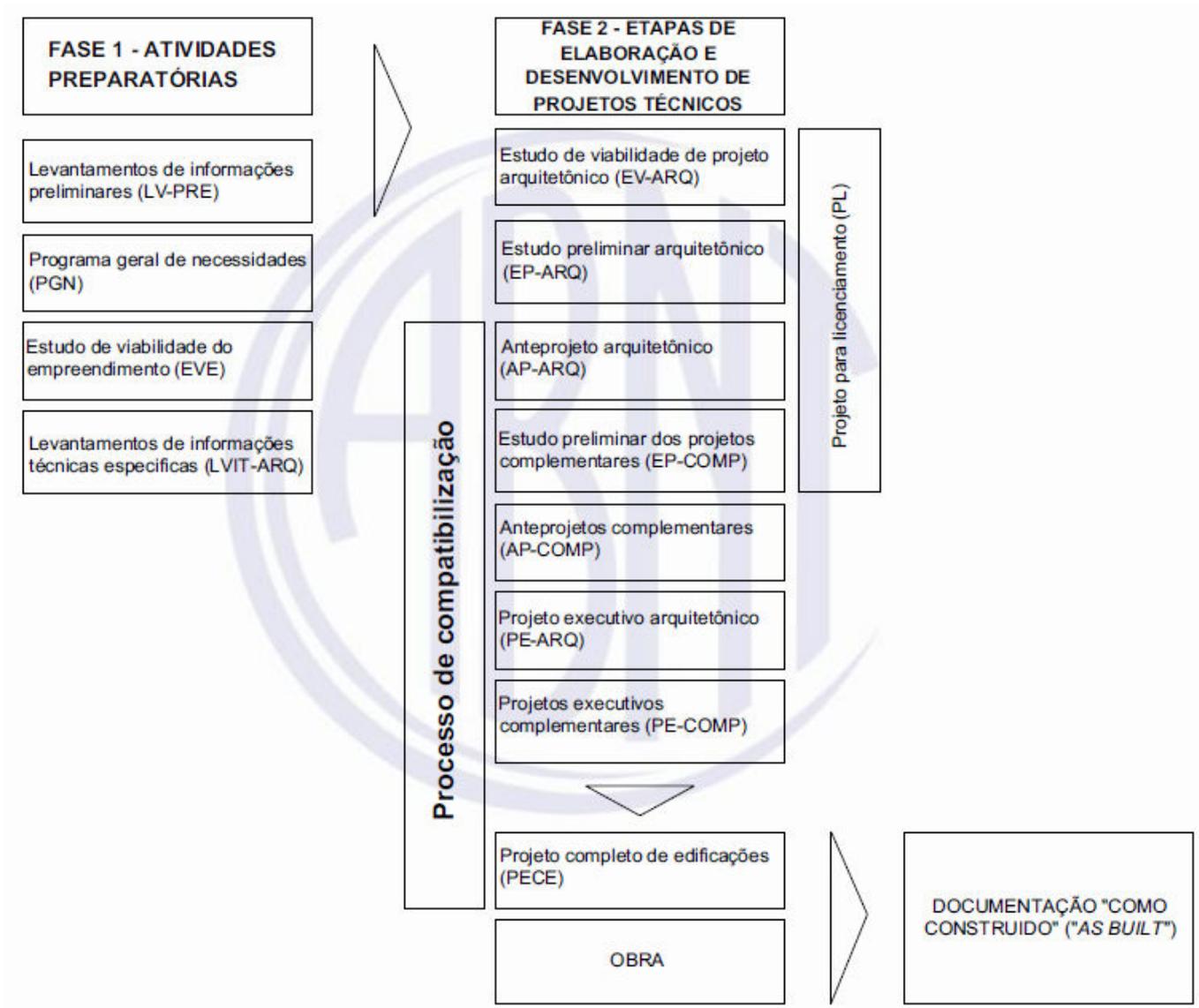
E de acordo com os autores, os modelos e desenhos de cadastro como construído são documentos essenciais utilizados durante a Operação & Manutenção (O&M) das edificações para o gerenciamento dos espaços, equipamentos, equipamentos e sistemas de energia.

A ausência ou a desorganização de tais informações gera um gasto anual excedente de aproximadamente US\$ 4,8 bilhões na execução dos serviços relacionados a FM pelos Proprietários e Gestores de *Facilities*, de acordo com Gallaher et al. (2004).

²⁷ Tradução livre de “*redline markups*”

²⁸ Documentação de “*handover*”- conjunto de dados e informações também conhecido como “*databook*”

Figura 30 - Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação



Fonte: ABNT NBR 16.636-1. 2017.

3.6 Suporte de Tecnologia da Informação (TI) para Gestão de Ativos & FM

Para dar suporte aos processos de gestão, ao longo dos anos surgiram diversas tecnologias de apoio ao Gerenciamento de Ativos e *Facilities*, iniciando-se com Sistemas Computadorizados de Gerenciamento da Manutenção²⁹ (CMMS), que organizam todos as ordens de serviços de manutenção corretiva e preventiva, passando por softwares do tipo Facilities Management Auxiliado por Computador (CAFM)³⁰, onde se adiciona às

²⁹ Tradução livre de "Computerized Maintenance Management Systems – CMMS";

³⁰ Tradução livre de "Computer Aided Facilities Management – CAFM";

capacidades de um CMMS desenhos em CAD e ferramentas de relatórios, até chegarmos finalmente às soluções de Sistema Integrado de Gestão do Ambiente de Trabalho (IWMS)³¹ – soluções que agregam funções de gestão mais abrangentes e complexas aumentando a escala e envolvendo processos de gestão de portfólio imobiliário e ainda Sustentabilidade Ambiental.

3.6.1 CMMS

De acordo com IFMA e Teicholz (2013, p.7), “*sistemas CAFM/IWMS são ferramentas de automação que facilitam os processos para entregar os processos departamentais do FM no suporte da missão da organização*”.

CMMS é um software utilizado para programar e registrar atividades de manutenção planejadas/preventivas associadas com um equipamento do edifício. O CMMS pode gerar e priorizar ordens de serviços e programação para equipes para suportar “chamadas para resolução de problemas” e realizar manutenções programadas. Uma vez completada uma ordem de serviço, informações de desempenho como data que o serviço foi executado, inventário de peças de reposição, homens-hora dispendidos, são tipicamente armazenados em um banco de dados para monitorar e planejar futuras intervenções”³² (SAPP, 2016).

3.6.2 CAFM

CAFM é todo software que “*fornece ao Facilities Manager (FM) ferramentas administrativas e habilidade para rastrear, gerenciar, relatar e planejar operações de facilities. Inclui a criação e utilização de sistemas de TI baseados no ambiente construído*” (JAMES; WATSON, 2011).

De acordo com Sapp (2016), não se deveria confundir CMMS com CAFM, por se tratar de conceitos bastante distintos de sistemas e ao mesmo tempo o autor afirma que eles estão se mesclando em um *Integrated Work Order Management Systems (IWOMS)*.

3.6.3 IWMS

De acordo com Archibus (2020), IWMS é o acrônimo de *Integrated Workplace Managements System*, ou seja, um Sistema Integrado de Gestão do Ambiente de Trabalho, uma plataforma de software que otimiza a gestão de propriedades e Facilities

³¹ Tradução livre de “Integrated Workplace Management Systems – IWMS”;

³² SAPP, D. Computerized Maintenance Management Systems (CMMS). Disponível em <<http://www.wbdg.org/facilities-operations-maintenance/computerized-maintenance-management-systems-cmms>>. Acessado em 27/02/2017.

acerca de um propósito, seja ele relacionado a custos, sustentabilidade, bem-estar, Compliance, produtividade ou todas as anteriores.

Existe no mercado uma diversidade de soluções desta categoria e Gartner (2016) recomenda a profissionais de CRE e FM que “antes de escolherem seu sistema de IWMS certifiquem-se que a solução contempla as cinco áreas que são organizacionalmente e operacionalmente independentes, ao mesmo tempo que demonstrem integração e sinergia interdisciplinares” – apresentados na Tabela 12 a seguir:

Tabela 12 - Cinco áreas de competência indispensáveis em uma solução IWMS:

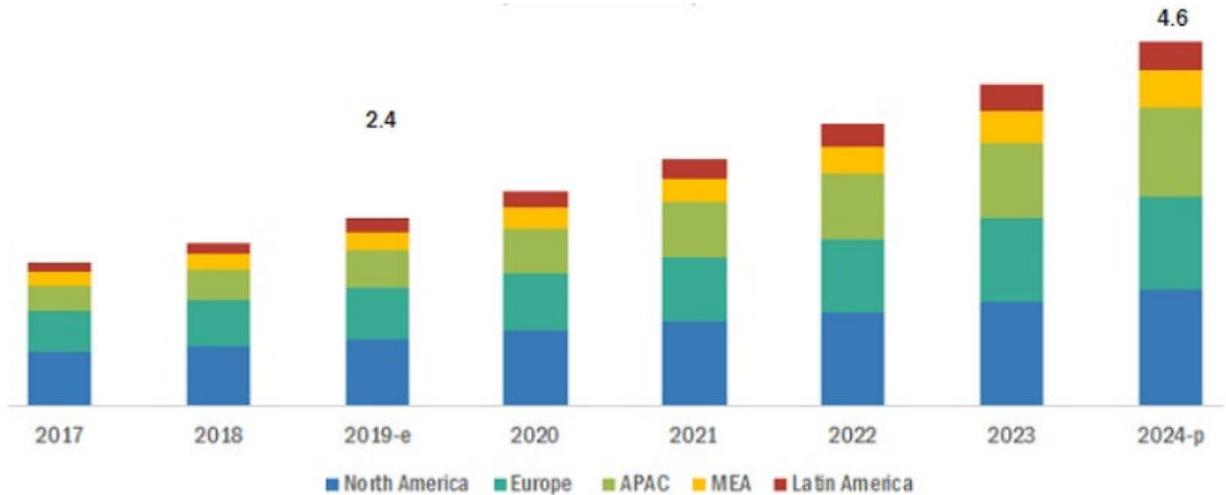
Área	Requisitos
Gerenciamento de Projetos de Investimentos	Construção e/ou melhoria nas edificações inclui planejamento de investimentos, projeto, “funding”, adjudicações, aquisições, gerenciamento de custos e recursos, fluxo de trabalho, construção, documentação de projetos e desenhos, programação, e análise de caminho crítico;
Gerenciamento de Propriedades, Portfolio Imobiliário e Aluguéis	Inclui planejamento estratégico e de investimentos, RFP, análise de aluguéis e administração, portfolio imobiliário e gerenciamento financeiro e análises, gerenciamento transacional e suporte para novos padrões de mercado;
Gerenciamento de Facilities e Espaços	Funções relacionadas a operação e otimização das instalações prediais; planejamento da edificação, gerenciamento de espaços, programação de recursos, segurança física, ambiental, saúde e segurança, mudanças adições e readequações, utilização de cenários "e se?" e análise de edifícios e espaços;
Gerenciamento da Manutenção	Inclui recursos de CMMS e Gerenciamento de Ativos ³³ (EAM), manutenção preventiva e corretiva/reativa e garantias; Gerenciamento de ordens de serviço, gerenciamento de peças e estoques, Gerenciamento de fornecedores a avaliação de condições físicas da construção.
Gerenciamento de Energia e Sustentabilidade Ambiental	Área de rápido crescimento, focada no gerenciamento e geração de relatórios de gestão de resíduos, reciclagem, cálculo de créditos de carbono, fontes renováveis de água subterrânea, poluição, absorção e certificação e conformidade à normativas.

Fonte: Gartner, 2016.

Trata-se segundo Markets and Markets (2019) de um mercado de valor significativo, que em atingiu em 2019 o valor aproximado de US\$ 2,4 bilhões de dólares devendo chegar a US\$ 4,6 bilhões em 2024, conforme se pode verificar no **GRÁFICO 9** de sua autoria:

³³ Tradução livre de “Enterprise Asset Management – EAM”;

Gráfico 9 - Mercado mundial de IWMS, em bilhões de dólares



Fonte: Adaptado de Markets and Markets, 2019.

Algumas empresas desenvolvem pesquisa aplicada de forma a orientar os potenciais consumidores de tais soluções unindo informações relativas à sua filosofia, presença de mercado e perspectivas futuras, com o objetivo de reduzir o risco da adoção de uma solução que não esteja orientada às suas necessidades e valores. Uma das empresas apresentou o seguinte resultado e distribuição para essas plataformas (VERDANTIX 2019):

Gráfico 10 - Green Quadrant Integrated Workplace Management Systems 2019:



Fonte: Adaptado de Vendantix, 2019.

O processo de escolha da plataforma IWMS deve adicionalmente contemplar a aderência às premissas de gestão ao mesmo tempo compreender que são caracterizadas por prestar distintos suportes às informações de modelos e componentes BIM; sendo assim, a sua definição influenciará (ou definirá em muitos casos), as possibilidades de trocas de informação, além de recursos como visualização tridimensional, integração direta com modelos BIM, etc.

Uma vez compreendidas as áreas de negócio envolvidas na gestão de ativos através de um sistema IWMS torna-se claro que tais áreas possuem (ou deveriam possuir) ligação direta e estreita com as premissas e estratégias de governança da corporação.

Apresenta-se a seguir algumas das principais plataformas presentes no mercado local e que possuam tal interface de forma a se viabilizar a presente pesquisa:

3.6.4 ARCHIBUS

É uma das plataformas IWMS do fabricante ARCHIBUS, Inc. empresa com sede em Boston/MA (USA) e que segundo informações de sua autoria, possui mais de 35 anos de excelência e liderança no mercado de *Facilities*, *Infraestrutura* e *Real Estate*. A empresa afirma ainda ter lançado o 1º software CAFM em 1982, introduzido o primeiro CAFM integrado com AutoCAD em 1987 e ter lançado o 1º software IWMS do mercado mundial em 1995.

De acordo com a empresa, através do *Enterprise Information Modeling (EIM)* consegue conectar os locais de trabalho com as missões das empresas, principais fontes de TI, processos de gestão e “melhores práticas³⁴”, conforme pode-se obter a partir do **GRÁFICO 11**, de sua autoria:

³⁴ Tradução livre do termo “*Best Practices*”

Gráfico 11 - Diagrama do Enterprise Information Modeling (EIM)



Fonte: Adaptado de Archibus, 2019.

Possui uma robusta solução que compreende todas as áreas da gestão de Propriedades e Facilities, estando organizada em módulos que são possíveis de se implementar de forma gradativa e compreendem uma solução de gestão organizada da seguinte forma:

Gráfico 12 - Módulos da solução IWMS ARCHIBUS

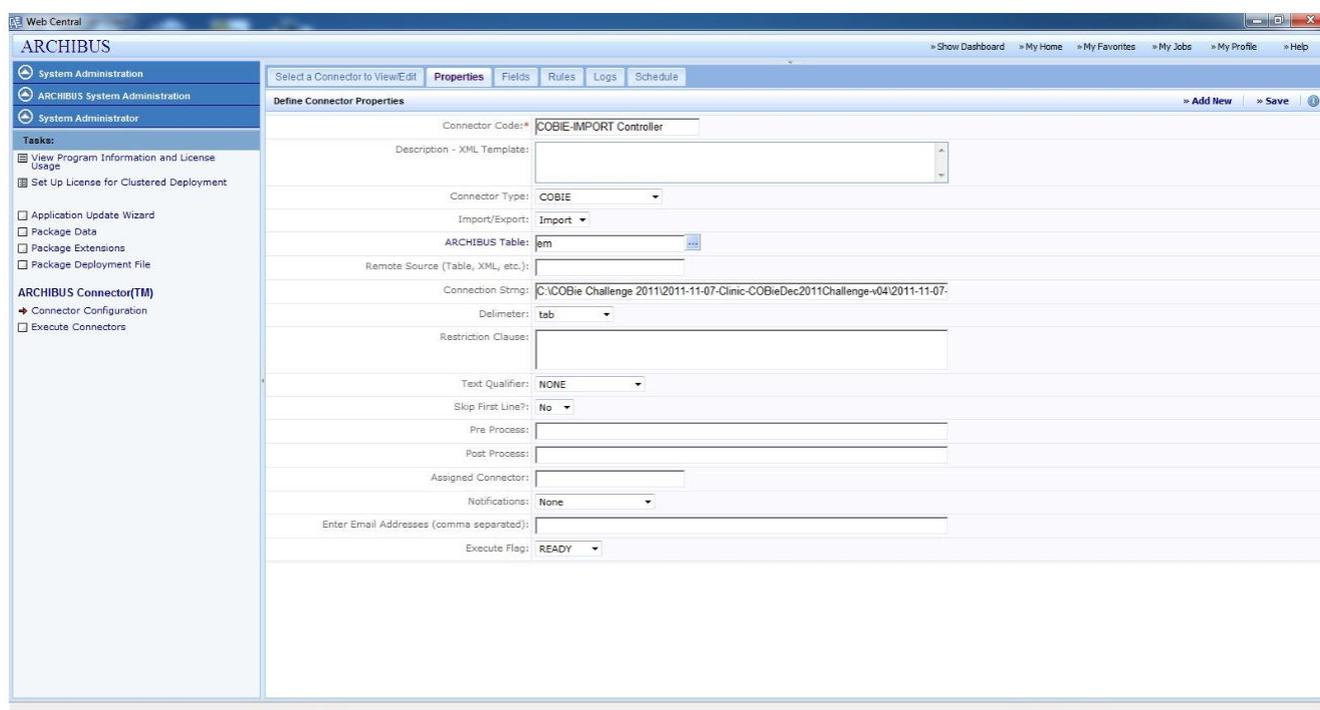


Fonte: Adaptado de Archibus, 2019.

A solução possui um módulo específico para a conexão com dados oriundos de modelos BIM, através da integração bidirecional via “*Webservices*” usando a extensão “*Smart Client for Revit*”, que habilita uma troca segura entre a solução BIM da Autodesk e a plataforma IWMS.

ARCHIBUS possui ainda uma ferramenta denominada “*Connector*”, que entre outras funções serve para importar arquivos de dados COBie na forma de planilhas Excel. Eles podem empregar interfaces do tipo “*Web Services*” e usam “*rule sets*” para mapeamento dos campos. É possível então executar operações “*ETL*” (extração, carga e transferência de dados em tempo real, baseado em eventos ou ainda na forma de processamento em lote³⁵).

Figura 31 - Tela de importação de arquivo COBie no ARCHIBUS



Fonte: Archibus, 2019.

3.6.5 FM:Systems

A empresa FM:Systems (2020) se autodenomina como sendo “um fornecedor líder de Sistemas Integrados de Gestão do Ambiente de Trabalho (IWMS) e o melhor competidor em software de gerenciamento de espaço e serviços no ambiente de trabalho. Nossa ampla solução, especializada em espaço e ocupação, ativos e manutenção, planejamento imobiliário e estratégico, bem como projetos e sustentabilidade, capacita nossos clientes

³⁵ Tradução livre do termo “*batch processing*”

a obter uma visão de como seu espaço de instalação é utilizado, como eles melhoram eficiência e criar um local de trabalho centrado no funcionário.”

A empresa, baseada nos Estados Unidos, possui integração com BIM através da solução *Autodesk Revit*, além de poder receber dados COBie diretamente em seu módulo “*FM:Interact*”, que recebe layouts bidimensionais publicados a partir da plataforma Revit. Possui ainda, suporte ao *Autodesk A360 Model Viewer*, que permite a distribuição da informação 2D ou 3D em plataformas “*desktop*” e dispositivos móveis compatíveis com *Apple iOS* ou *Android*.

Figura 32 - Visões diversas da plataforma FM:Systems



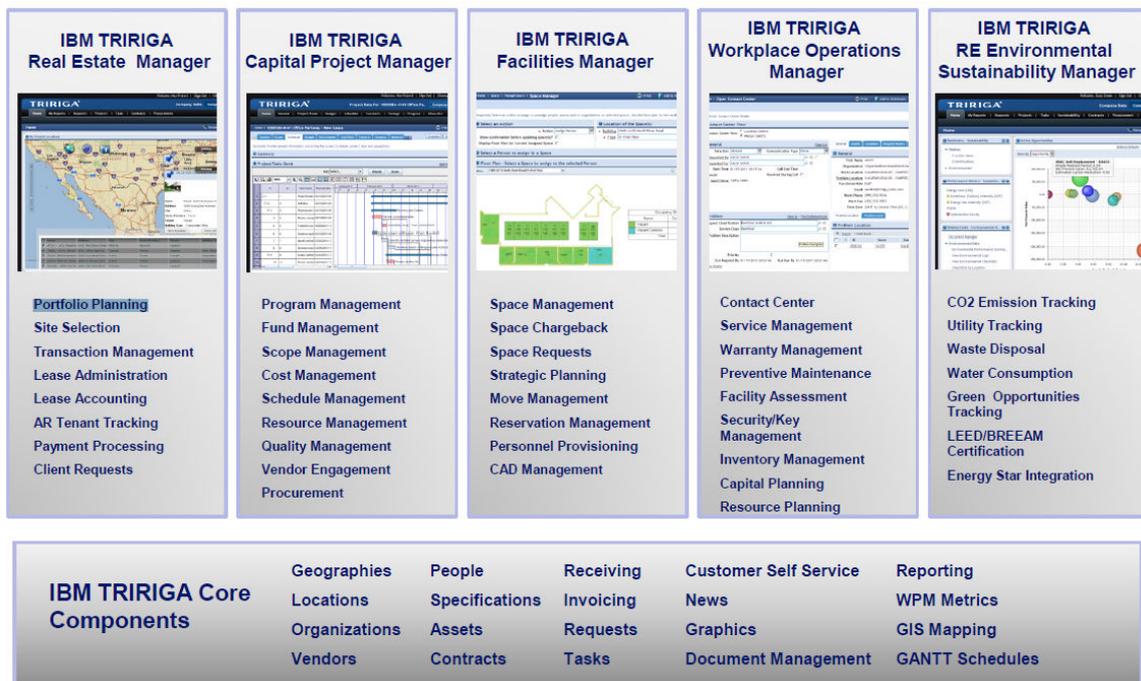
Fonte: FM:Systems, 2020.

3.6.6 IBM Tririga

A solução IWMS do desenvolvedor de soluções global IBM é denominada “*IBM Tririga Facilities Management*” que a define como sendo “uma solução IWMS que pode aumentar o desempenho operacional, financeiro e ambiental de suas instalações e de seus imóveis”.

Assim como os demais IWMS compreende um ambiente de gestão multidisciplinar que integra os principais processos e áreas de gestão em um pacote que promove a colaboração e o armazenamento dos dados importantes relativos à gestão de Propriedades e *Facilities* em um só local. Na **FIGURA 33** abaixo, podemos ver os seus principais módulos e atividades:

Figura 33 - Módulos componentes do IBM Tririga Facilities Management

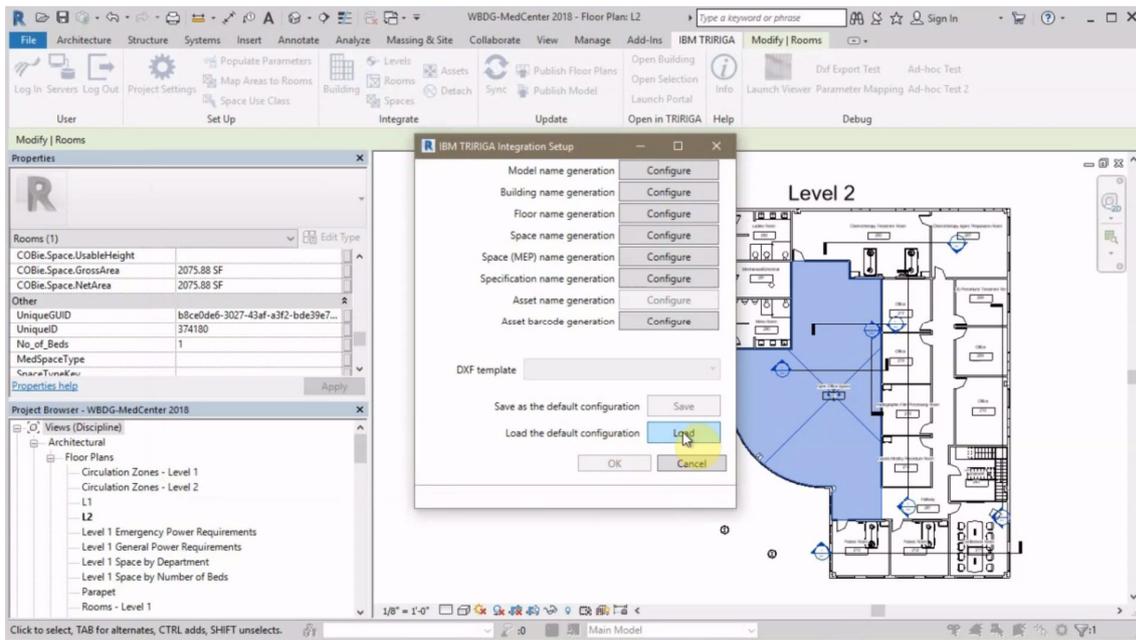


Fonte: IBM, 2019.

Esta solução, que pertence a uma das maiores empresas de Tecnologia da Informação (TI) em nível mundial, possui capacidades de conexão com BIM através de plugin denominado “*Tririga Connector for BIM*” que usa a solução Autodesk Revit para criar as ligações entre as informações das duas plataformas.

De acordo com IBM (2020), é possível ainda exportar as informações através de “plantas baixas” no formato “DXF” para que possam ser visualizadas nas aplicações Tririga.

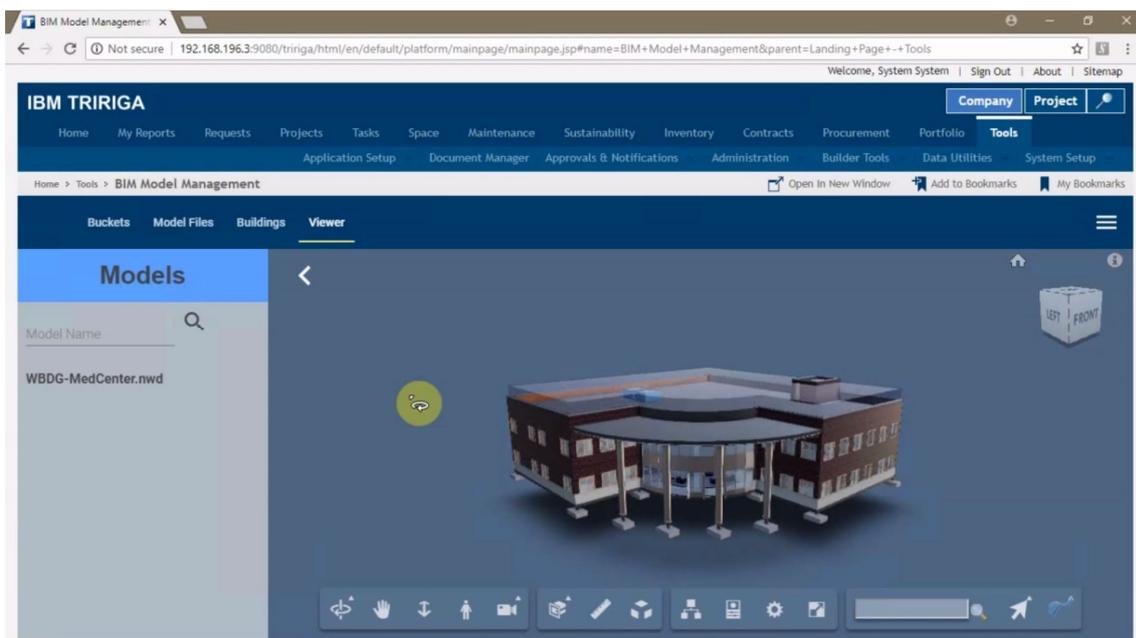
Figura 34 - Tela ilustrando a integração Autodesk Revit com IBM Tririga



Fonte: IBM, 2019.

Além da integração com o sistema Revit, a plataforma permite ainda a integração com o repositório de informações e colaboração em BIM da Autodesk denominado *BIM 360 Docs*. Tal integração permite as funcionalidades de visualização, manipulação de informações e navegação presentes nesta última dentro do ambiente de gestão do IWMS.

Figura 35 - IBM Tririga integrado ao Autodesk BIM 360 Docs



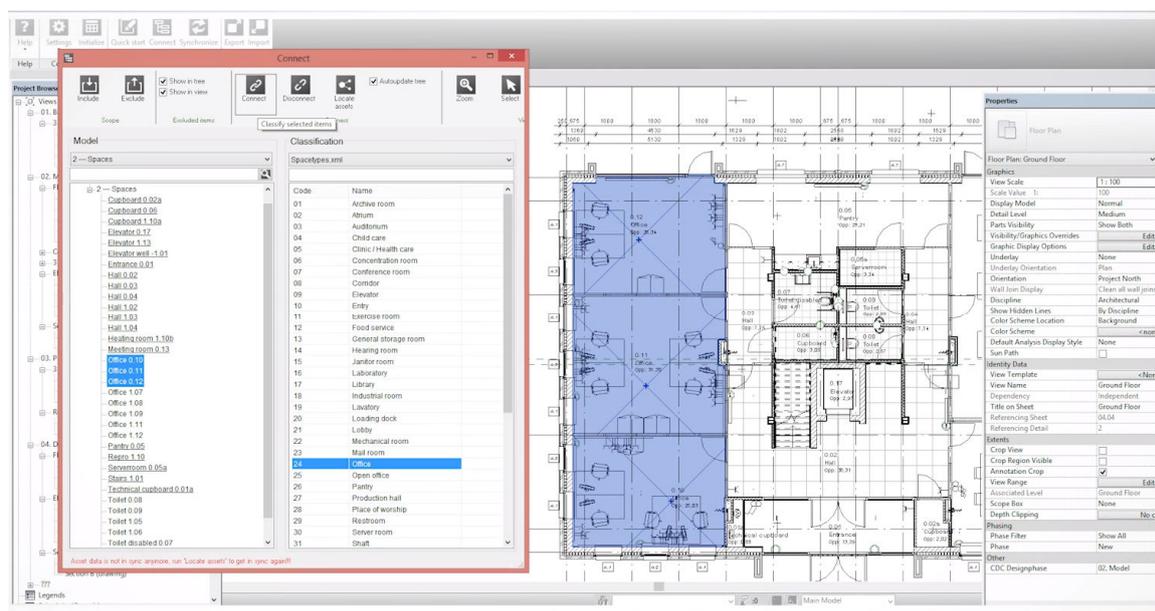
Fonte: IBM, 2019.

3.6.7 Planon Software

A Planon Software é um fornecedor global que “ajuda as organizações a aperfeiçoar os processos de negócios para edifícios, pessoas e espaços de trabalho” – segundo a própria empresa. Fundada em 1982, a empresa sediada em Seattle/WA (USA) afirma possuir mais de 2500 usuários em 40 países e empregar mais de 750 funcionários.

Para conexão com BIM, a empresa possui o módulo denominado “Planon Connect for BIM”, que permite uma troca de dados bidirecional baseada em “COBieLite” – um arquivo XML estruturado destinado a promover a troca de informações de FM entre aplicações distintas. Este módulo é instalado no Autodesk Revit.

Figura 36 - Visão do módulo Planon Connect for BIM



Fonte: Planon, 2019.

É sabido a existência de mais soluções IWMS no mercado mundial, mas para delimitação do escopo de pesquisa, restringiu-se à busca das principais aplicações que possuem integração ao BIM, além de maior participação no “market-share³⁶” e de preferência com presença no mercado nacional, embora nem todas as soluções apresentadas anteriormente possuam representação local, ou mesmo o software no idioma português (à época da realização desta pesquisa).

³⁶ Mercado

Abaixo, para efeito comparativo, desenvolveu-se um quadro resumo das soluções (TABELA 13), identificando suas principais alternativas de trocas de dados, assim como integração com sistemas de modelagem autoral BIM.

Tabela 13 - Quadro resumo das aplicações IWMS e sua integração com BIM

Solução IWMS	Método de integração				Plugins/integrações		
	COBie	COBieLite	IFC	DCM	Autodesk Revit	BIM360	A360
ARCHIBUS	Sim	Não	Não	Sim	Sim, bidirecional via DCM ³⁷	Não	Não
FM:Systems	Sim	Não	Não	Sim	Sim, bidirecional via DCM	Não	Sim
IBM Tririga	Sim	Não	Não	Sim	Sim, bidirecional via DCM	Sim, via API	Não
Planon	Sim	Sim	Não	Sim	Sim, bidirecional via DCM	Não	Não

Fonte: Autor, 2020.

O detalhamento dos métodos de integração BIM e IWMS anteriormente apresentados serão apresentados mais detalhadamente adiante – e certamente consistem em um dos mais importantes critérios para a definição da solução a ser adotada por uma empresa (por ocasião da implantação da modelagem BIM com foco em FM).

As soluções acima descritas não foram desenvolvidas especificamente para trabalhar integradas à modelagem BIM, até porque foram desenvolvidas antes do surgimento de tal conceito.

Apresenta-se a seguir, para fins de conhecimento e consideração, algumas plataformas que surgiram especificamente orientadas a dar suporte ao FM, mas que não substituem o papel e o escopo de gestão das soluções IWMS e muitas vezes são implantadas de forma a se integrem às mesmas.

3.6.8 Ecodomus

EcoDomus é uma solução norte-americana “baseada da nuvem” que fornece habilidade de visualização 3D de todos os ativos em uma instalação com dados conectados. Este software fornece informações para facilitar o Gerenciamento de Projetos³⁸ (GP) e Gerenciamento de *Facilities* (FM).

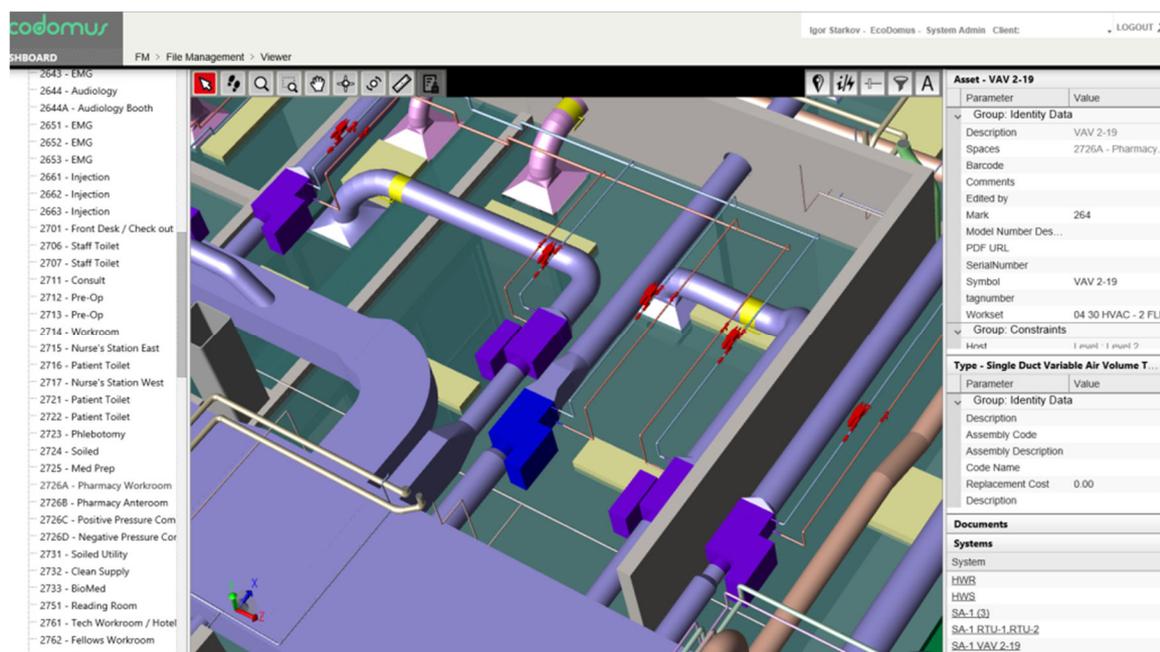
³⁷ Acrônimo de “Direct Connection Methodology” (DCM), a ser apresentada em capítulo próprio

³⁸ Tradução livre de “Project Management” (PM)

Segundo o fabricante, o software EcoDomus “fornece um “Ambiente de Dados Comum³⁹” (CDE) para todos os tipos relevantes de informações. Ele dá uma visão 3D das instalações em um formato fácil de usar para gerentes de instalações que vinculam o Modelo de Informações de Ativos (no BIM) com dados de operações de instalações em tempo real adquiridos por medidores e sensores dos Sistemas de Gerenciamento de Edifícios⁴⁰(BMS) e gerenciamento de instalações (FM) Software. Isso permite uma análise inteligente do desempenho de um edifício e suporta melhores práticas de manutenção, resultando em reduções significativas nas horas de trabalho e no uso de energia”. O EcoDomus fornece:

- Tecnologia altamente flexível que reúne software, dados e sistemas operacionais, integrando-se com sistemas de gerenciamento de dados de instalações.
- Um banco de dados integrado 'Fonte Única da Verdade' com uma interface 3D visual para coleta de dados, análise e manutenção de dados de ativos durante todo o ciclo de vida da instalação.
- Acesso seguro ao ambiente de dados comum e boa prática de gestão incorporada.
- Suporte para padrões de informações abertas, por exemplo, COBie.
- Escalabilidade para suportar aplicativos de Internet das Coisas⁴¹ (IoT) e Big Data.
- Interfaces móveis e web para suportar o funcionamento baseado em sites.
- Implantação na Nuvem ou atrás de firewalls privados.

Figura 37 - Navegação 3D na plataforma Ecodomus



Fonte: Ecodomus, 2020.

³⁹ Tradução livre de “Common Data Environment” (CDE), a ser apresentado em capítulo próprio

⁴⁰ Tradução livre do termo “Building Management Systems” (BMS)

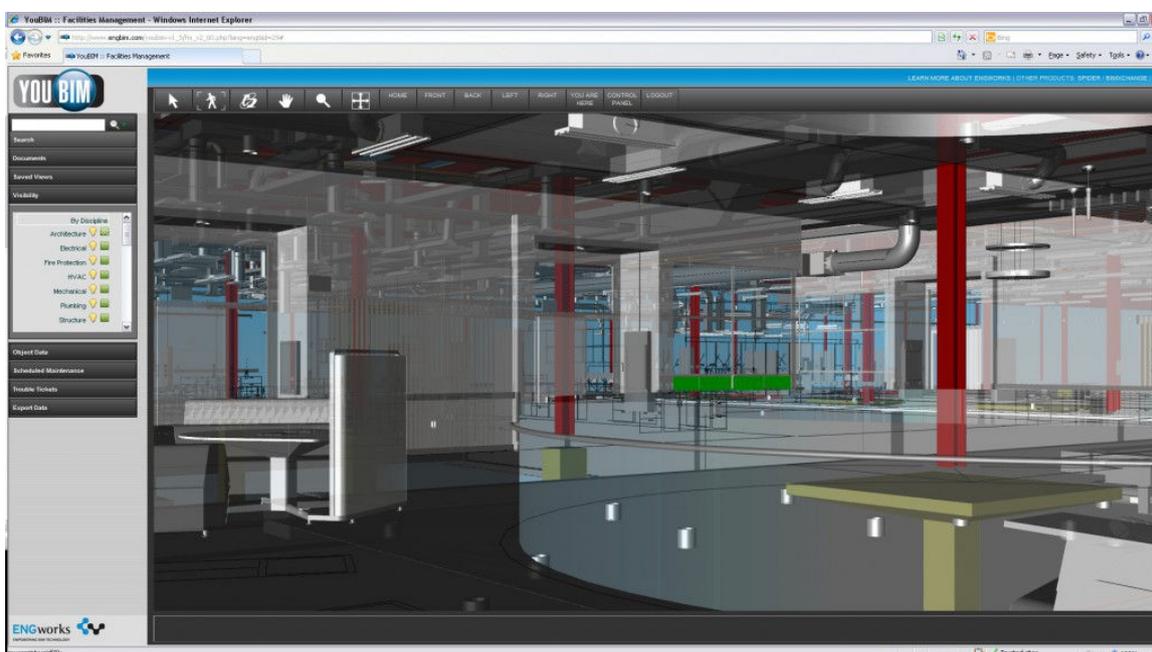
⁴¹ Tradução livre do termo “Internet of Things” (IoT)

3.6.9 YouBIM

Segundo o próprio fabricante, “o YouBIM é um software baseado na nuvem, que estende o valor do BIM através do ciclo de vida dos edifícios, através de um banco de dados integrado e acesso instantâneo a informação do ativo e espaço através de uma interface 2D/3D fácil de navegar.”

A solução promete enriquecer “objetos inteligentes⁴²” com dados e documentos (PDF’s, JPG’s, planilhas MS-Excel, etc.) dentro de um banco de dados “online”. YouBIM pode ser integrado com IoT⁴³, BAS⁴⁴ e BMS⁴⁵ trazendo dados dinâmicos ao ambiente de dados do sistema.

Figura 38 - Navegação 3D na solução YouBIM



Fonte: YouBIM, 2020.

⁴² Tradução livre de “smart objects”

⁴³ Acrônimo de “Internet of Things” – ou Internet das Coisas

⁴⁴ Acrônimo de “Building Automation Systems” – ou Sistemas de Automação Predial

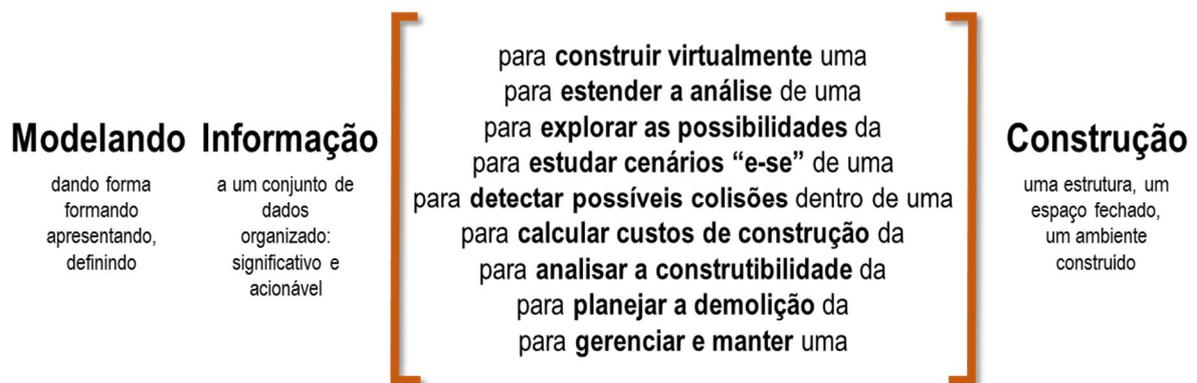
⁴⁵ Acrônimo de “Building Management Systems” – ou Sistemas de Gerenciamento de Sistemas Prediais

3.7 Modelagem da Informação da Construção (BIM)

Na tentativa de melhorar a criação e integração de tais informações e atividades executadas em cada fase, desenvolveram-se processos e tecnologias de Modelagem da Informação da Construção (BIM) cuja adoção vem avançando gradativamente no mercado brasileiro e internacional.

Succar (2009) define que *“BIM é um conjunto interativo de políticas, processos e tecnologias gerando uma metodologia para gerenciar dados essenciais de projeto em formato digital durante todo o ciclo de vida de uma edificação”*. O autor compilou distintas conotações do sistema e as representou através da representação gráfica para permitir o entendimento claro do conceito, mostrado a seguir:

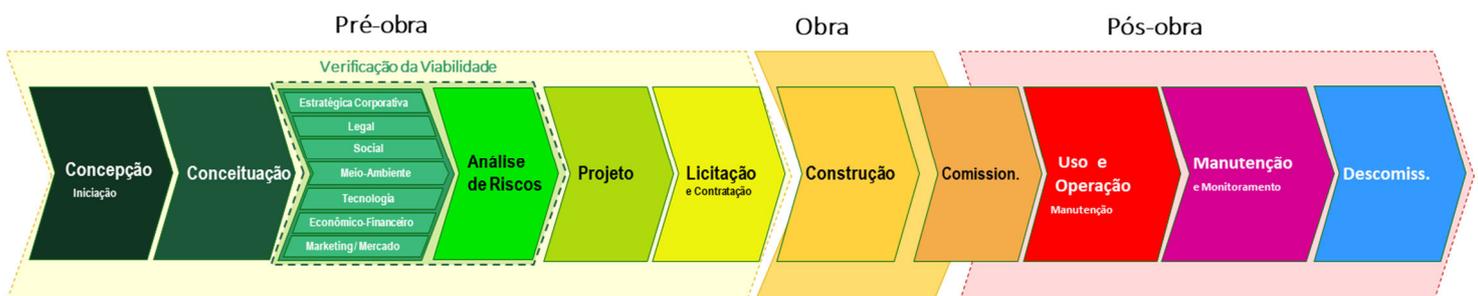
Figura 39 - Conotações comuns dos múltiplos termos de definição de BIM



Fonte: Adaptado de Succar, 2009

A modelagem BIM é baseada na construção de modelos contendo objetos paramétricos que constituem em verdadeira revolução para a indústria, pois altera um processo baseado em desenhos para outra baseada em informações que podem ser intercambiadas com outras soluções (EASTMAN, et al., 2011) e tal conceito pode ser aplicado durante todo o ciclo de vida da edificação, como representado na Figura 40 (CBIC 2017):

Figura 40 - BIM no Ciclo de vida da Edificação

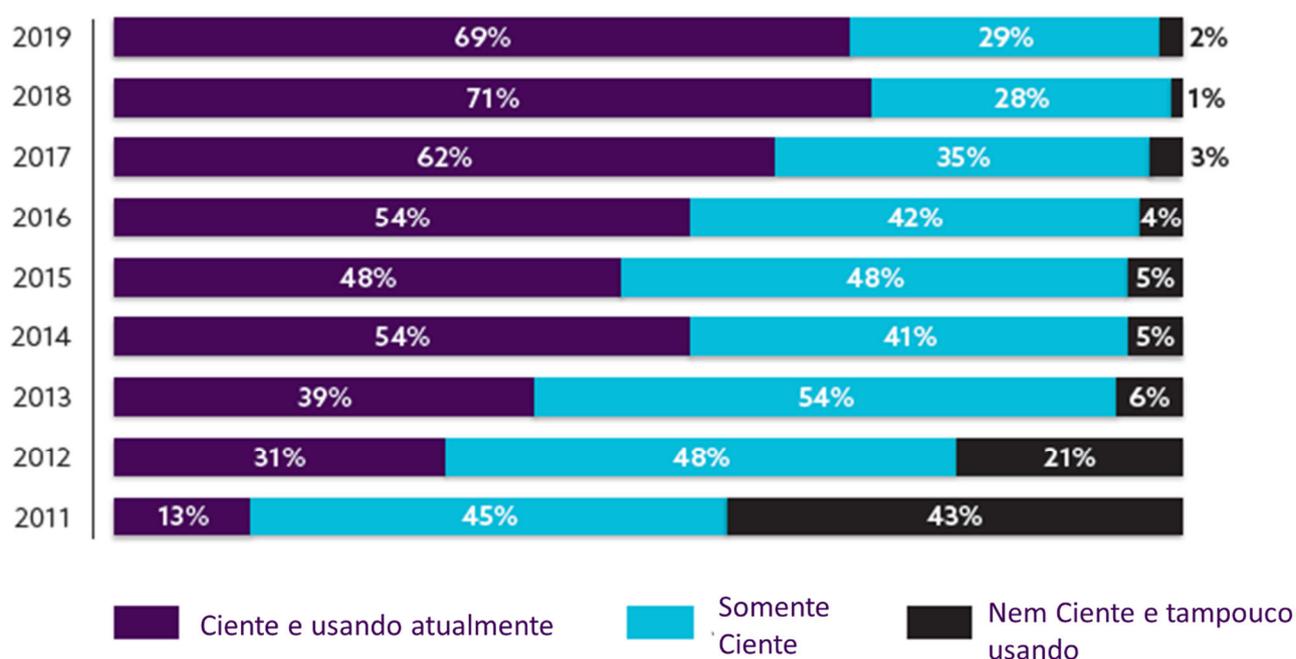


Fonte: CBIC, 2017

Uma vez que se utiliza distintas tecnologias em cada fase do ciclo da vida, o conceito da “interoperabilidade” torna-se fator crítico para o sucesso da integração entre os processos e diversas tecnologias aplicadas para suportar tais processos. A interoperabilidade pode ser definida como sendo “a habilidade de dois ou mais sistemas trocarem informação (necessária e disponível) e usá-la” (SANTOS, 2009).

Dados obtidos em pesquisa de NBS (2019), confirmam a escalada de seu uso nos países do Reino Unido, como pode-se verificar no **GRÁFICO 13** abaixo:

Gráfico 13 - Adoção de BIM ao longo do tempo



Fonte: Adaptado de NBS, 2019.

A adoção vem ocorrendo em vários países, sendo que os governos (em todos os seus níveis de organização/hierarquia) são um dos grandes estimuladores dessa mudança tendo CITA (2017) realizado estudo relevando os diversos níveis de adoção em diversas regiões do mundo (Tabela 14):

Tabela 14 - Obrigatoriedade do uso de BIM pelos diversos países em 2017

País	Obrigatoriedade BIM
Áustria	Provavelmente a partir de 2018
Bélgica	Não há regulamentação até o momento
Brasil	Roadmap sob revisão/consideração
Canadá	Não há regulamentação até o momento
Chile	BIM exigido para 2020
China	BIM demandado através do 12th Five-Year Plan
República Checa	Não há regulamentação até o momento
Dinamarca	Mandatário desde 2007 (adoção estendida em 2011)
Dubai	Obrigatório desde 2013
Finlândia	Senate Properties 2007- Finish Transport Agency – Inframodel 3 (LandXML) (2014)
França	Obrigatório desde 2017
Alemanha	Obrigatório a partir de 2020
Hong Kong	Obrigatório desde 2014
Irlanda	Roadmap para Transição Digital para 2018 a 2021
Itália	Obrigatório a partir de 2019
Holanda	Sem Mandato
Nova Zelândia	Não há regulamentação até o momento
Noruega	Obrigatório desde 2016
Portugal	Nenhum requisito BIM planejado
Qatar	Não há regulamentação até o momento
Escócia	Obrigatório a partir de 2017
Cingapura	Obrigatório desde 2015
Espanha	Obrigatório a partir de 2018
Suécia	Obrigatório para Swedish Transportation Administration
Suíça	Não há regulamentação até o momento
Reino Unido	Obrigatório desde 2016
USA	Múltiplos mandatos através de diferentes estados

Fonte: Adaptado de CITA, 2017.

Os dados disponíveis no mercado apontam que no Brasil a adoção do BIM ainda é realidade por uma minoria do mercado (FGV, 2018) e a retrato do ocorrido nos outros países, os principais usos são relacionados às fases iniciais do empreendimento (Projeto e Construção).

Tabela 15 - Participação, em %, das empresas que utilizam o BIM

Segmentos	Sua empresa utiliza a ferramenta Building Information Modeling (BIM)		
	Sim	Não	Não sei dizer
CONSTRUÇÃO	9,2	73,2	17,6
PREPARAÇÃO DE TERRENO	9,4	70,0	20,6
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS E OBRAS DE ENGENHARIA	10,0	72,4	17,6
<i>Edificações</i>	11,2	73,4	15,4
<i>Residenciais</i>	13,9	70,5	15,6
<i>Não Residenciais</i>	8,5	76,5	15,0
<i>Obras Viárias</i>	8,2	73,5	18,3
<i>Obras de montagem</i>	10,8	62,9	26,3
<i>Obras de arte especiais + Obras de outros tipos</i>	7,6	71,2	21,2
OBRAS DE INFRAESTRUTURA PARA ENGENHARIA ELÉTRICA E PARA TELECOMUNICAÇÕES	7,9	78,5	13,6
OBRAS DE INSTALAÇÕES	5,9	76,8	17,3
<i>Instalações elétricas</i>	5,5	70,9	23,6
<i>Instalações de sistemas de ar condicionado, de ventilação e refrigeração + Instalações hidráulicas, sanitárias, de gás e de sistema de prevenção contra incêndio</i>	6,5	83,2	10,3
OBRAS DE ACABAMENTO	0,0	91,0	9,0
INCORPORAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS + OUTROS	10,7	65,9	23,4
SERVIÇOS ESPECIALIZADOS PARA CONSTRUÇÃO	8,5	71,5	20,0
OBRAS DE INFRAESTRUTURA	8,5	71,5	20,0
SERVIÇOS ESPECIALIZADOS	6,4	76,1	17,5

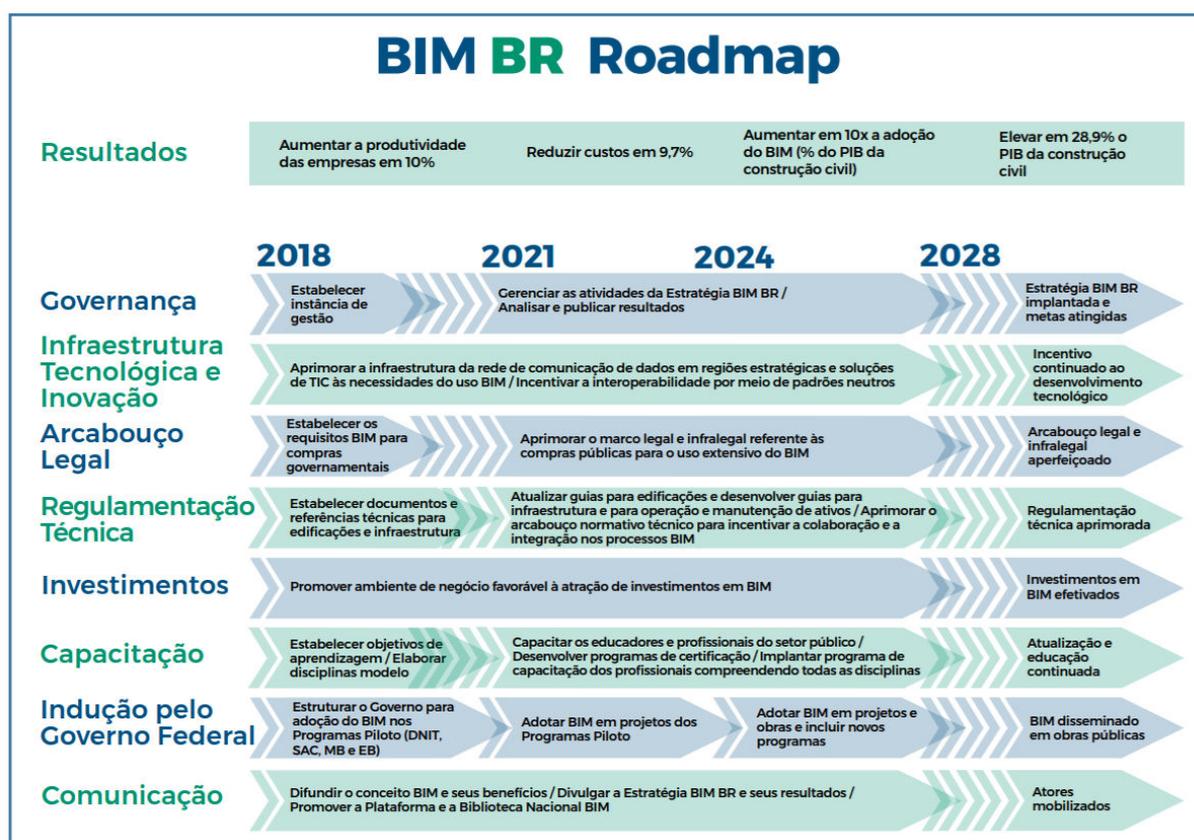
Fonte: FGV, 2018.

No Brasil em 2018, o Governo Federal por iniciativa do extinto Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDIC - (atualmente Ministério da Economia) desenvolveu e promulgou a Estratégia BIM BR – Estratégia de Disseminação do BIM com o objetivo principal promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país. Outros objetivos da estratégia, de acordo com os seus idealizadores são:

- Difundir o BIM e seus benefícios;
- Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- Estimular capacitação em BIM;
- Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com uso do BIM;
- Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM;
- Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;
- Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM. (MDIC, 2018, p.25)

A Estratégia definiu um “*Roadmap*”, estabelecendo ações diversas para viabilizar a contratação de projetos e obras em BIM, de acordo com a seguinte cronologia:

Figura 41 – “Roadmap” da Estratégia BIM BR



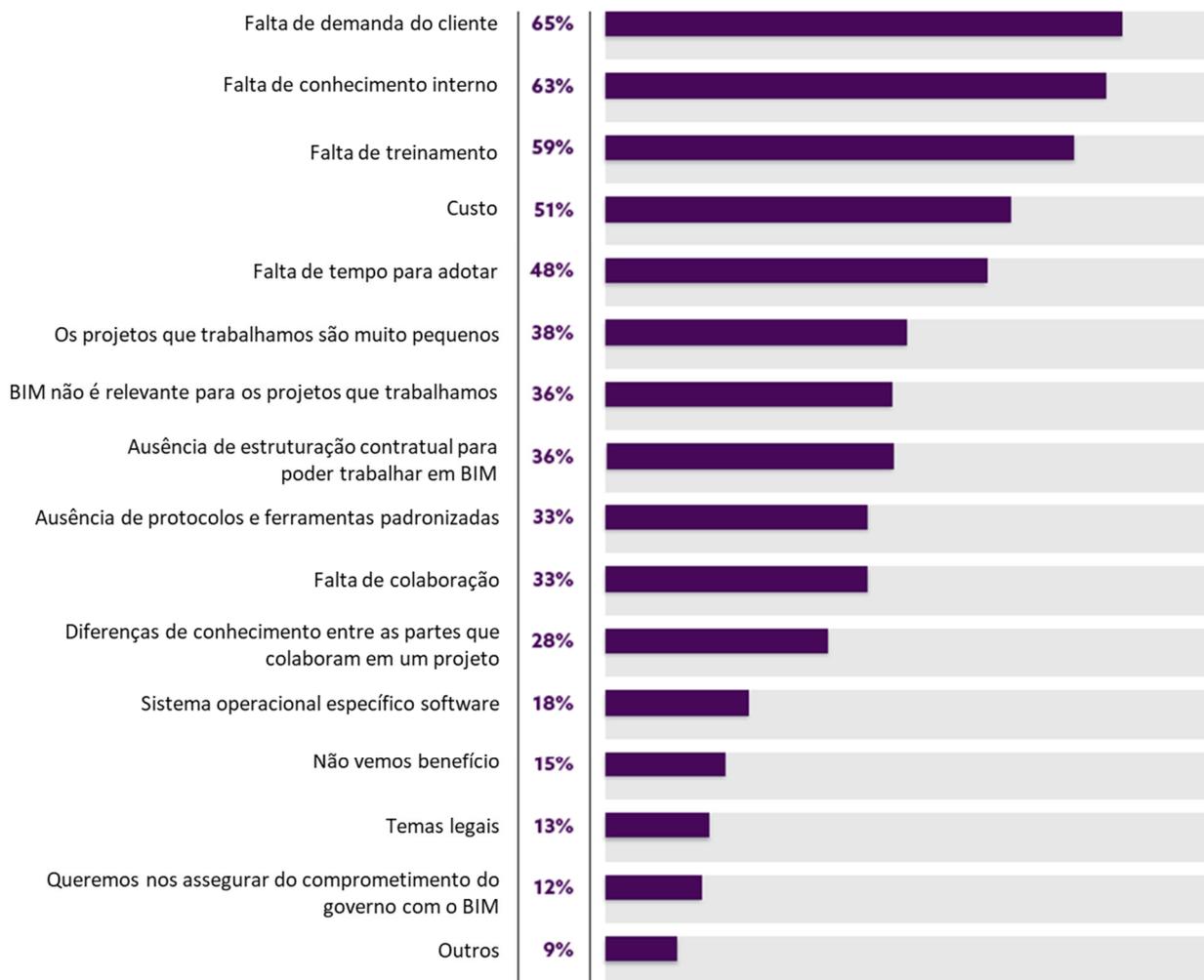
Fonte: MDIC, 2018.

O Plano tem metas ambiciosas, com expectativa de promover uma significativa melhoria na eficiência de suas operações, assim como trazendo modernização à Cadeia Produtiva da Construção local:

- Aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM);
- Reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM);
- Aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção Civil adote o BIM);
- Elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor, ao invés de se elevar 2,0% ao ano, patamar estimado sem alterações no status quo, elevar-se-á em 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito). (MDIC, 2018, p.25)

Por outro lado, foram levantadas diversas barreiras que impedem (ou dificultam) sua adoção na mesma pesquisa, tais como a falta de demanda do contratante, falta de conhecimento da equipe interna, assim como questões conhecidas como o próprio investimento a ser realizado em toda a empresa (consultorias, treinamentos, investimentos em software e hardware etc.), por NBS (2019), conforme relatado no **GRÁFICO 14**.

Gráfico 14 - Barreiras para se adotar BIM



Fonte: Adaptado de NBS, 2019.

Existe, portanto, grande necessidade de se desenvolver ações de disseminação do conceito, assim como estudos e pesquisas que venham aumentar o grau de entendimento sobre o assunto. Estudos comprovam ainda o retorno de investimento que seu uso proporciona àqueles que o utilizam de forma correta e sistêmica, especialmente na fase de Gestão & Operação (STOWE et al., 2014).

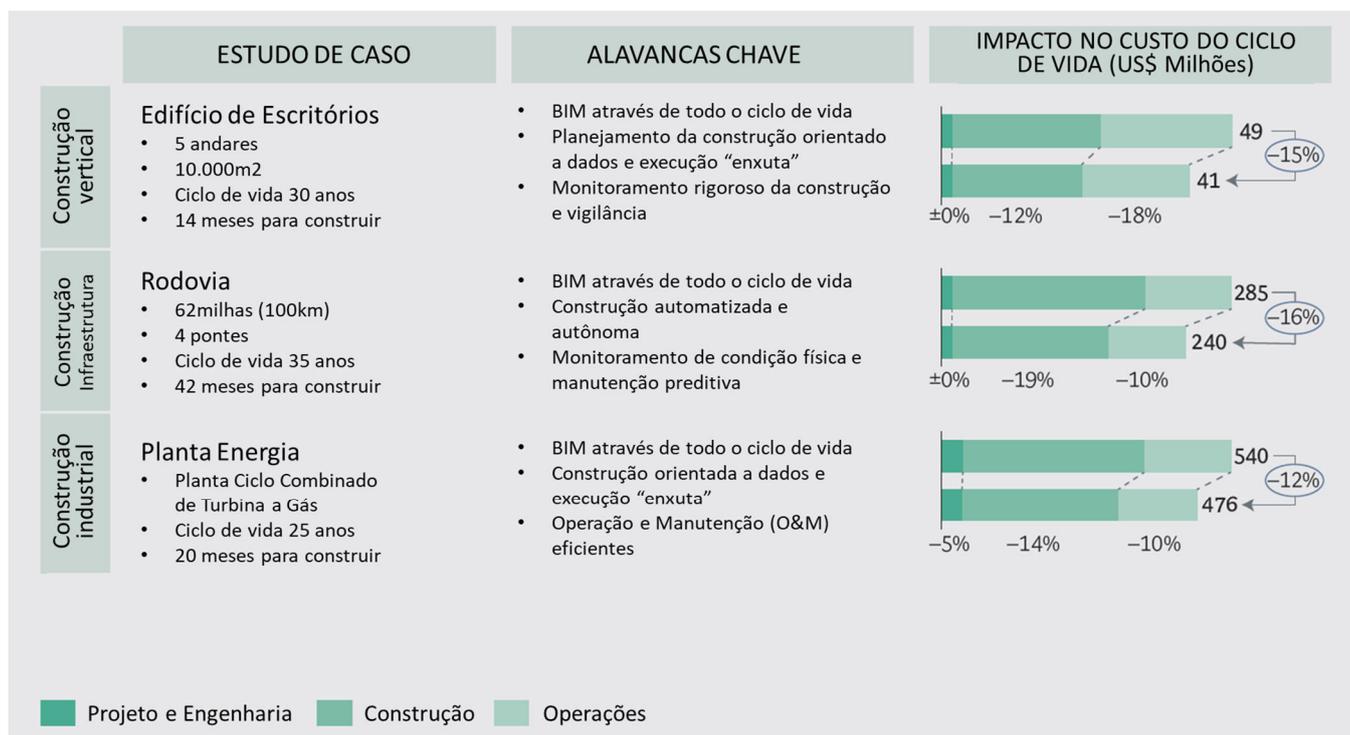
Tabela 16 - Retorno sobre Investimento (ROI) na aplicação de BIM

Tipo de Edificação	Proprietário	Economia sobre Investimento (em milhões de dólares)		Retorno sobre Investimento (ROI) %
		Economia	Investimento	
Edifício Administrativo	U.S. General Services	\$ 6.00	\$ 142.00	4.26%
Edifício Administrativo	New York State Office of General Services	\$ 2.30	\$ 57.00	4.00%
Sala de Aula de Universidade	N/A	\$ 2.10	\$ 70.00	4.34%
Grande cadeia de supermercados	N/A	\$ 0.31	\$ 17.00	1.80%
Novo Hospital	N/A	\$ 6.77	\$ 70.00	9.70%
Edifício Médico	N/A	\$ 21.00	\$ 200.00	10.50%

Fonte: Adaptado de Stowe, K. et. al, 2014.

Ao fazer uma análise mais abrangente considerando o Custo do Ciclo de Vida⁴⁶ (LCC), BCG (2016) demonstram números ainda mais impactantes, considerando inclusive distintas tipologias de construções:

Figura 42 - ROI em BIM para distintas tipologias de empreendimentos



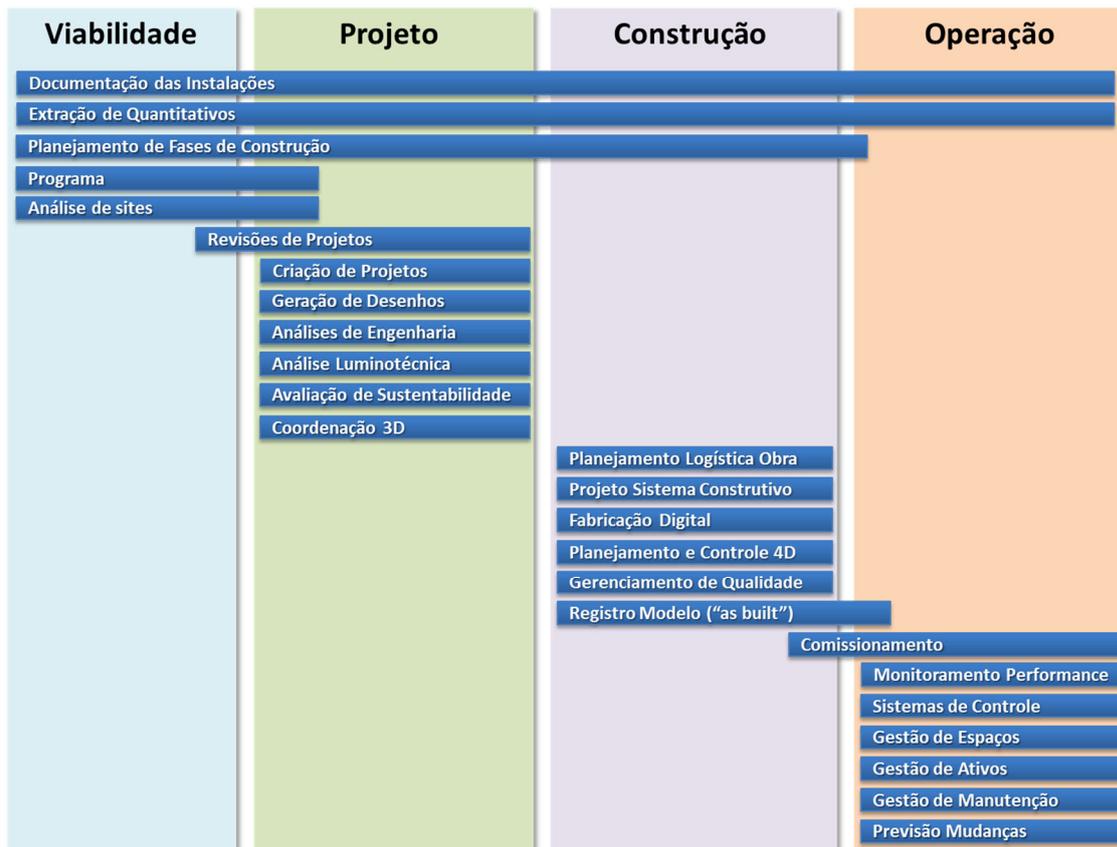
Fonte: Adaptado de BCG, 2016.

⁴⁶ Tradução livre de "Life Cycle Cost" (LCC)

3.7.1 Usos e “dimensões” do BIM

O projeto denominado *Computer Integrated Construction Research Program* (CIC, 2012), criado através do projeto “*BIM for Owners*” da bSa⁴⁷ determinou que um modelo BIM pode ter mais de vinte e cinco usos, distribuídos ao longo de quatro etapas do ciclo de vida, sendo representados na ordem cronológica através do Gráfico 15 abaixo:

Gráfico 15 - Usos do BIM no ciclo de vida



Fonte: Adaptado de CIC, 2012.

É possível utilizar BIM durante todo o ciclo de vida de um empreendimento, sendo que a “dimensão” do FM é caracterizada, de acordo com Lee, et al. (2005), como sendo BIM 6D, como mostrado na Tabela 17:

⁴⁷ bSa é o acrônimo da “buildingSMART Alliance™”

Tabela 17 - Dimensões do BIM

Dimensão do desenvolvimento	Descrições	Impacto no stakeholder
3D	Consiste dos dados bi ou tridimensionais dos projetos das edificações. BIM 3D pode ser definido como “apresentação geométrica, descrições paramétricas e normativas legais associadas com a construção de um edifício”	Equipe de Projeto, Fornecedor
4D (3D + Tempo)	Conecta a informação relacionada à programação/tempo aos elementos do modelo 3D de forma a sequenciar o processo da construção ao longo do tempo	Construtor, Sub-empregado
5D (3D + Custo)	Adiciona informação relacionada a custo aos elementos do modelo 3D. Isto permite agilizar a extração de quantidades e orçamentação diretamente do modelo 3D	Levantador de Quantidades
6D (3D + FM)	Integra a informação de FM e ciclo de vida. 6D está relacionada com a informação do ativo útil para os processos de FM, mas após 5D não existe consenso nas dimensões alcançadas na literatura	Facility Manager, Proprietário
nD (3D + ...nD)	Outras dimensões possíveis associadas com o modelo BIM	Pode ser relacionado a qualquer stakeholder citado

Fonte: Adaptado de Lee et al., 2005.

Outra fonte pesquisada – norma italiana UNI 11.377-1:2017 - aponta a mesma categorização das “dimensões” do BIM, adicionando ainda as dimensões “1D” como sendo a “Organização” e “2D” como “Camada” para simbolizar o desenho bidimensional.

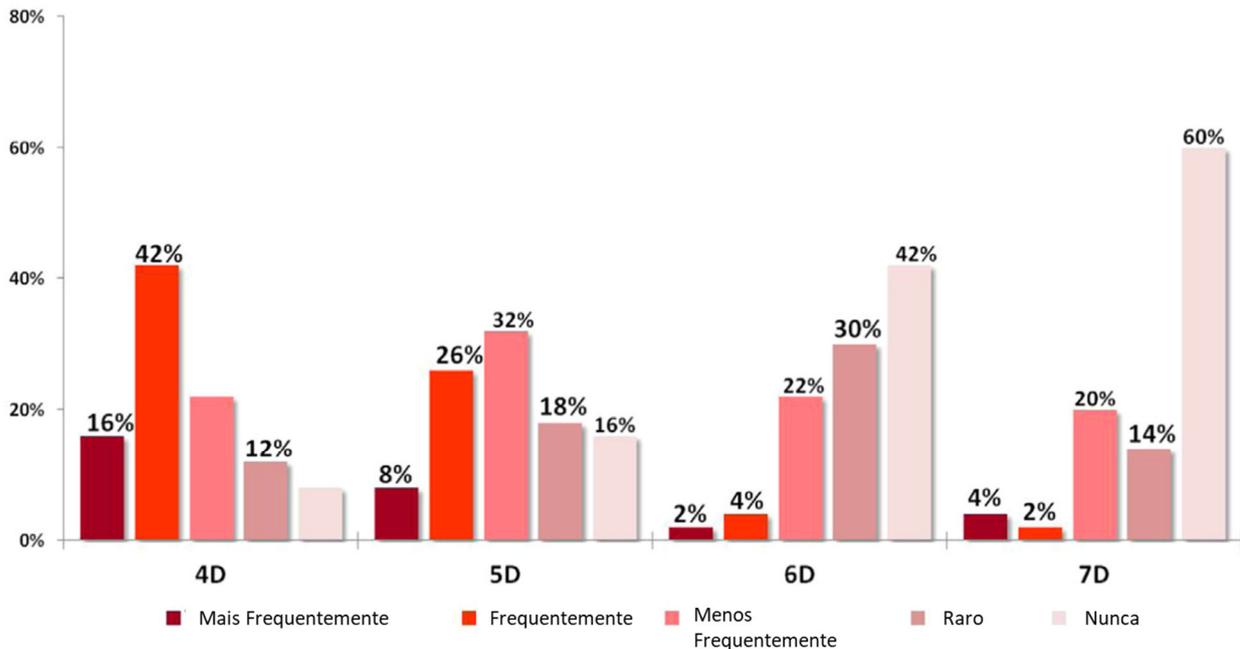
Figura 43 - Dimensões do BIM de acordo com UNI 11.337-1:2017



Fonte: Adaptado de UNI 11.337-1:2017

Charef, Alaka e Emmitt (2018), apontam após revisão sistemática da literatura e pesquisa “online” entre profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção de 28 países da Europa que 86% dos entrevistados utilizam o 6D para indicar o uso de Sustentabilidade e que 85% o termo 7D para Facility Management. De acordo com os autores, a distribuição do uso do termo também é desigual, como demonstrado em gráfico de sua autoria:

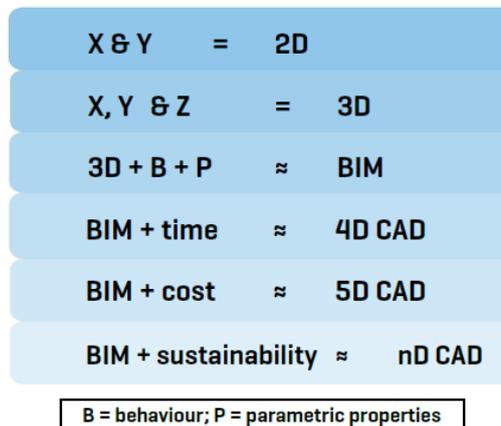
Gráfico 16 - Percentual de adoção das dimensões do BIM em países da Europa



Fonte: Adaptado de Charef, Alaka e Emmitt (2018).

RICS (2015) por sua vez, define a “sexta” dimensão como sendo a informação de Sustentabilidade, sem considerar o uso de FM.

Figura 44 - Dimensões do BIM, de acordo com RICS



Fonte: RICS, 2015.

Tais evidências reforçam a tese de que enquanto não se tenha definido tais usos de forma clara e inequívoca em normas, essa denominação não deva ser utilizada para não gerar incorreções nas especificações de trocas de informações, além de falsas expectativas e/ou resultados durante o ciclo de desenvolvimento e operação dos ativos.

3.7.2 Nível de Desenvolvimento⁴⁸ (LOD)

Para dar suporte aos diversos usos do BIM, seus objetos componentes devem incorporar características de modelagem e um conjunto de informações como citado por Talamo e Bonanomi (2016):

Um modelo BIM pode fornecer modelos 3D detalhados e enriquecidos de dados de acordo com as distintas Fases do Ciclo de Vida de Empreendimentos⁴⁹ (PLPs) e focados em diferentes áreas de trabalho do processo de construção. Por exemplo, um modelo BIM pode ser pensado com um nível de informação adequado para um estudo preliminar, ou sendo detalhado para servir de “as-built” digital para suportar atividades de O&M. (Talamo e Bonanomi, 2016, p.247).

Cada uso tem seu requerimento de informações, sendo necessário o estabelecimento de um fluxo organizado das mesmas no desempenho de cada uso, ou seja, o entendimento claro de como cada interveniente participa e colabora do processo é de fundamental importância para definir o grau de eficiência nessa nova forma de trabalhar.

A Especificação de Nível de Desenvolvimento (LOD) foi criada para definir “com alto grau de clareza o conteúdo e a confiabilidade dos modelos BIM nos vários estágios de projeto e construção”. De acordo com BIM Forum (2018), a especificação é uma interpretação detalhada do esquema LOD desenvolvido pelo Instituto Americano de Arquitetos⁵⁰ (AIA) no documento denominado “*AIA E202-2009 BIM and Digital Data*”, atualizado para o “*G202-2013 Project BIM Protocol Form*”⁵¹.

No documento inicial descreveu-se o termo Nível de Detalhe⁵² (LOD) que mais tarde teve evolução para o termo Nível de Desenvolvimento (LOD) de forma a permitir que todos os envolvidos padronizem o entendimento da informação contida em seu modelo de informações da construção. O LOD determina a maturidade das informações dos entregáveis de um projeto que por sua vez autoriza o desenvolvimento de alguns usos, sendo uma referência utilizada em contratos e/ou manuais de modelagem. A especificação define os níveis de desenvolvimento de acordo com a Tabela 18 abaixo:

⁴⁸ Tradução livre de “*Level of Development*”

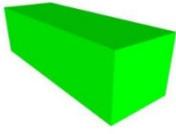
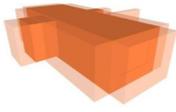
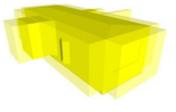
⁴⁹ Tradução livre de “*Project Lifecycle Phases*”

⁵⁰ Tradução livre do termo “*American Institute of Architects*” (AIA)

⁵¹ Documento que é parte de uma série de documentos de práticas digitais datados de Junho de 2013.

⁵² Tradução livre do termo “*Level of Detail*” (LOD)

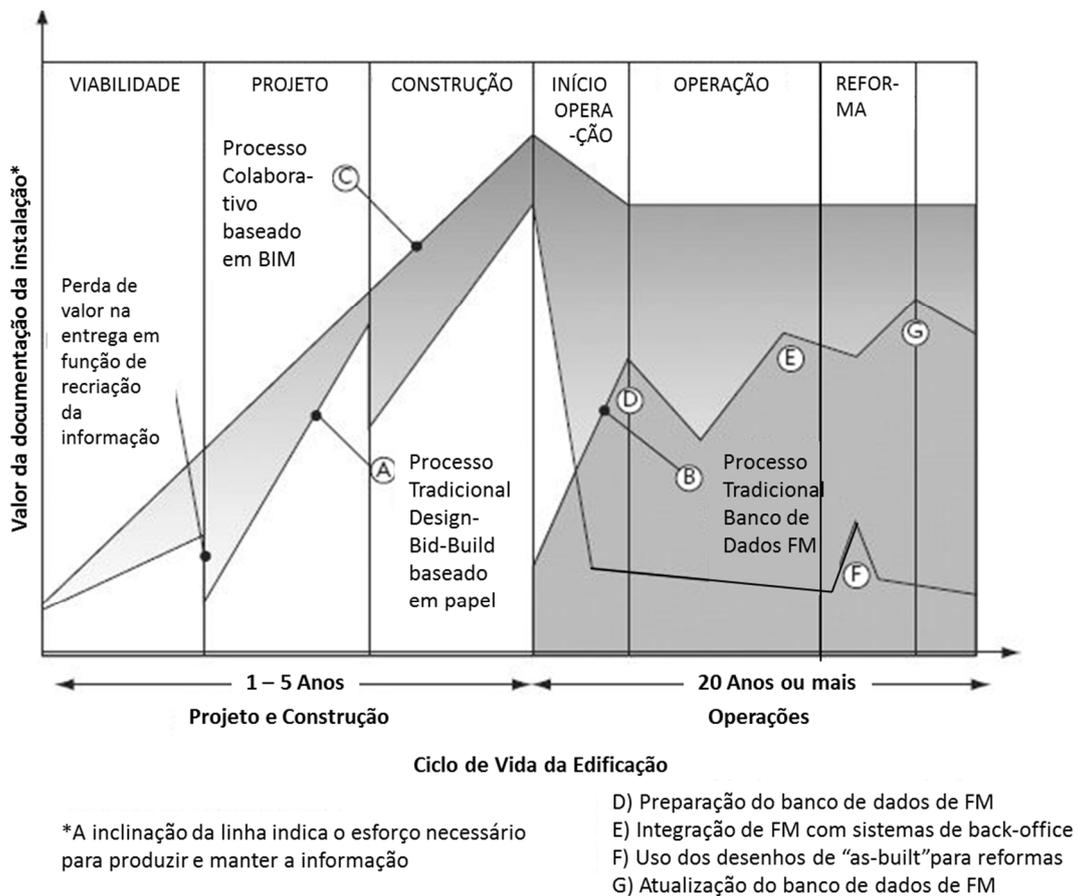
Tabela 18 - Informações sobre os diversos Níveis de Desenvolvimento de componentes BIM:

	Requisitos de conteúdo	Usos Autorizados	Exemplo para equipamento D3030.10 - Central Cooling	Informações requeridas para o nível de desenvolvimento
LOD 100	O elemento do modelo pode ser graficamente representado dentro do modelo com um símbolo ou outra representação genérica que não satisfaz os requerimentos do LOD 200. Informações relacionadas ao Elemento do Modelo (por ex. custo por m ² , toneladas de refrigeração do AVAC, etc.) podem ser derivadas de outros Elementos do Modelo.	Análise, Estimativa de Custos, Programação		Elementos do modelo esquemáticos ou na forma de diagramas;
LOD 200	O elemento do modelo é graficamente representado dentro do modelo como um sistema, objeto, ou montagem genéricos com quantidade, tamanho, forma, localização e orientação aproximados. Informações não-gráficas também podem ser adicionadas ao elemento do modelo.	Análise, Estimativa de Custos, Programação, Coordenação		Layout esquemático com dimensões, forma e localização dos elementos; requerimentos de "shafts" modelados;
LOD 300	O elemento do modelo é graficamente representado dentro do modelo como um sistema, objeto, ou montagem específicos em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. Informações não-gráficas também podem ser adicionadas ao elemento do modelo.	Análise, Estimativa de Custos, Programação, Coordenação		Modelado como especificado para projeto com dimensões, forma, espaço e localização do equipamento; Estimativas aproximadas de espaçamento e folgas necessárias para todas as ancoragens, suportes e controles sísmico e de vibrações que são utilizados no layout do equipamento; Requerimentos de acesso e legislação modeladas.
LOD 350	O elemento do modelo é graficamente representado dentro do modelo como um sistema, objeto, ou montagem específicos em termos de quantidade, tamanho, forma, localização, orientação e interfaces com outros sistemas do edifício. Informações não-gráficas também podem ser adicionadas ao elemento do modelo.			Modelado com dimensões, forma, espaço e localização do equipamento reais; Medidas reais de espaçamento e folgas necessárias para todas as ancoragens, suportes e controles sísmico e de vibrações que são utilizados no layout do equipamento; Requerimentos reais de acessos e legislação modeladas.
LOD 400	O elemento do modelo é graficamente representado dentro do modelo como um sistema, objeto, ou montagem específicos em termos de quantidade, tamanho, forma, localização, orientação com informação de detalhamento, fabricação, montagem e instalação. Informações não-gráficas também podem ser adicionadas ao elemento do modelo.	Análise, Estimativa de Custos, Programação, Coordenação		Componentes complementares adicionados ao modelo para fabricação e instalação em campo.
LOD 500	O elemento do modelo é a representação verificada em campo em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não-gráficas também podem ser adicionadas ao elemento do modelo.			

Fonte: Adaptado de BIM Forum (2018).

Conforme ilustrado no Gráfico 17, processos colaborativos baseados em BIM reduzem a dificuldade inicial nas fases de “Início da Operação” e “Operação” quando se utiliza abordagem integrada e inteligente nas fases de projetos e construção (EASTMAN et al., 2011).

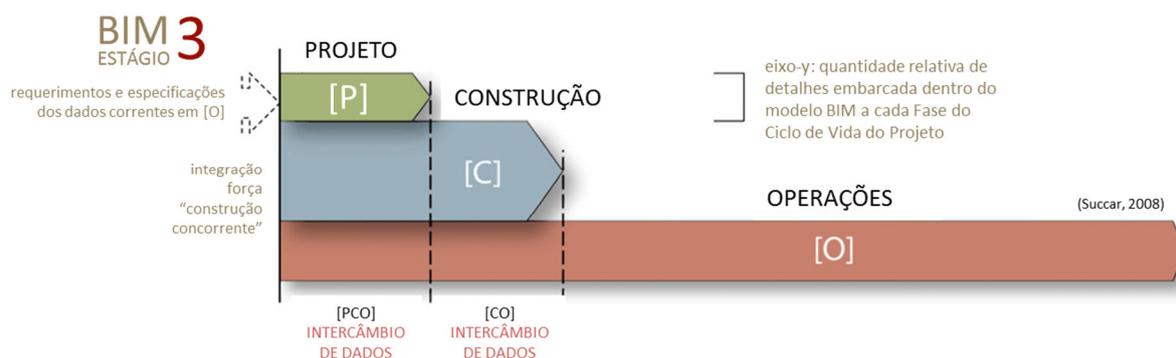
Gráfico 17 – Fluxo de informações comparativo entre processo tradicional e BIM



Fonte: Adaptado de EASTMAN et al., 2011.

A adoção de BIM requer um processo de mudança cuja maturidade pode ser na medida em níveis ou estágios e na proposta de Succar (2009), o Estágio 3 compreende a troca de informações e a interação entre as fases de Projeto, Construção e Operação ocorrendo de forma concorrente (síncrona) – processo suportado por tecnologias de comunicação e alterações na forma de conceber e desenvolver o projeto - de acordo com o Gráfico 18:

Gráfico 18 - Modelo Linear das trocas de informações nas diversas Fases do Ciclo de Vida de um empreendimento:



Fonte: Adaptado de Succar, 2009

Ou seja, nesse grau de maturidade partimos de uma prática de intercâmbio de informações de projeto, construção e operação onde as trocas ocorrem de forma “seriada” (assíncrona) para evoluir para a prática do desenvolvimento simultâneo de empreendimentos, com maior interação dos agentes durante todo o tempo.

Do ponto de vista dos proprietários, o uso do BIM pode gerar os seguintes benefícios (relacionados a FM) (EASTMAN et al. 2011):

- **Aumentar o desempenho dos edifícios** – através de análises energéticas e luminotécnicas;
- **Assegurar programa de conformidade a normas**⁵³ - fazendo-se uso de análises do modelo contra os requisitos normativos de mercado e do proprietário;
- **Otimizar FM e manutenção** – pela exportação de informação relevante do edifício (dados de “as-built” e equipamentos) para inicializar sistemas que serão utilizados durante a fase de O&M.

Adicionalmente Talamo e Bonanomi (2016), afirmam que a “possibilidade de se ter um modelo tridimensional único e coerente de informações de um edifício, coletando todas as informações provenientes diretamente das fases de Projeto e Construção, cria uma nova maneira de integrar informações de gestão nos modelos de autoria e, por outro lado, procedimentos que viabilizam a integração entre sistemas FM e modelos BIM”.

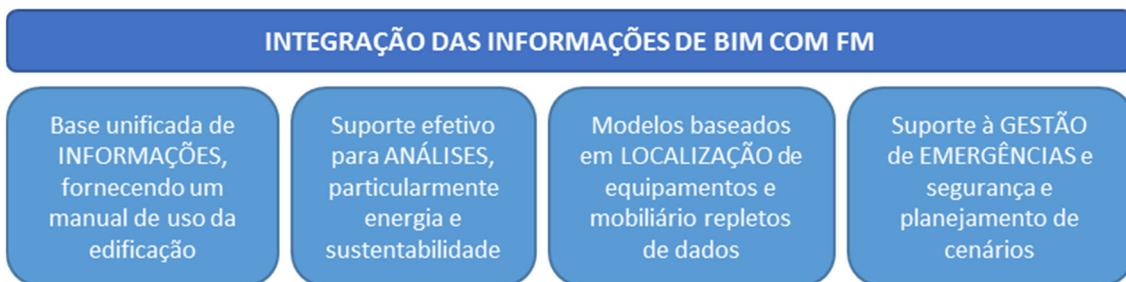
É sabido que a utilização correta de BIM pode gerar modelos de informações contendo espaços, sistemas e equipamentos criados nas fases de projeto e construção, e que poderiam posteriormente ser transmitidos através de protocolos de troca de informações aos sistemas de Gestão e Operação, comumente denominados de Gerenciamento de

⁵³ Tradução livre do termo “Compliance”

Facilities Assistido por Computador⁵⁴ (CAFM) ou ainda, mais recentemente, de Sistemas de Gerenciamento Integrado do Ambiente de Trabalho⁵⁵ (IWMS).

Um benefício chave da integração entre BIM com FM é que os dados chave relativos aos espaços, tipos de equipamentos, sistemas, zonas, etc. podem ser capturados a partir do BIM e não necessita ter seus dados informados novamente no sistema de FM (TEICHOLZ, 2013) – além de proporcionar ganhos para outros processos de gestão – como mostrado na Figura 45:

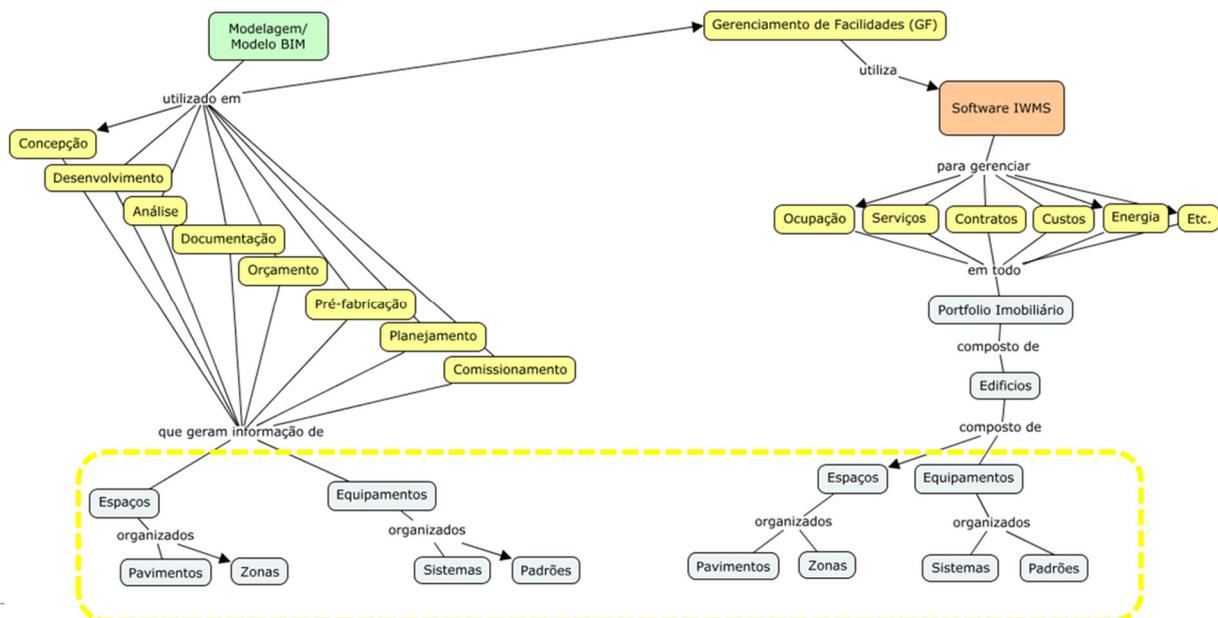
Figura 45 - Benefícios da integração das informações de BIM em processos de FM:



Fonte: Adaptado de Teicholz, 2013.

Na Figura 46, tem-se a visualização de como parte das informações encontradas entre BIM e IWMS são as mesmas, criando a oportunidade de migração dos dados através de interfaces e integrações:

Figura 46 – Mapa conceitual correlacionando as informações BIM com FM:



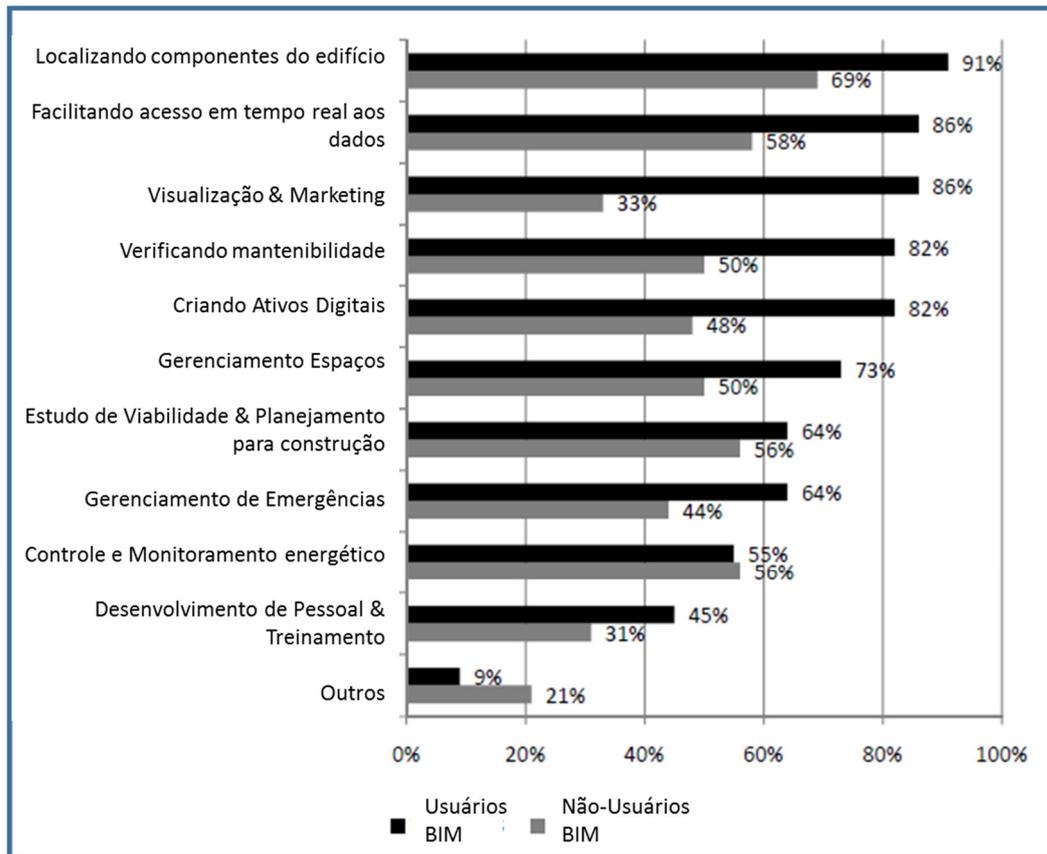
Fonte: Autor, 2019.

⁵⁴ Tradução livre do termo "Computer Aided Facilities Management"

⁵⁵ Tradução livre do termo "Integrated Workplace Management Systems"

Uma vez integrado, o modelo BIM pode ser utilizado, principalmente, para dar suporte às atividades operacionais de FM, estando os processos relacionados à facilidade de visualização dos ativos dentre os mais reportados usos apontados em pesquisa, conforme Gráfico 19 (BECERIK-GERBER et al., 2012).

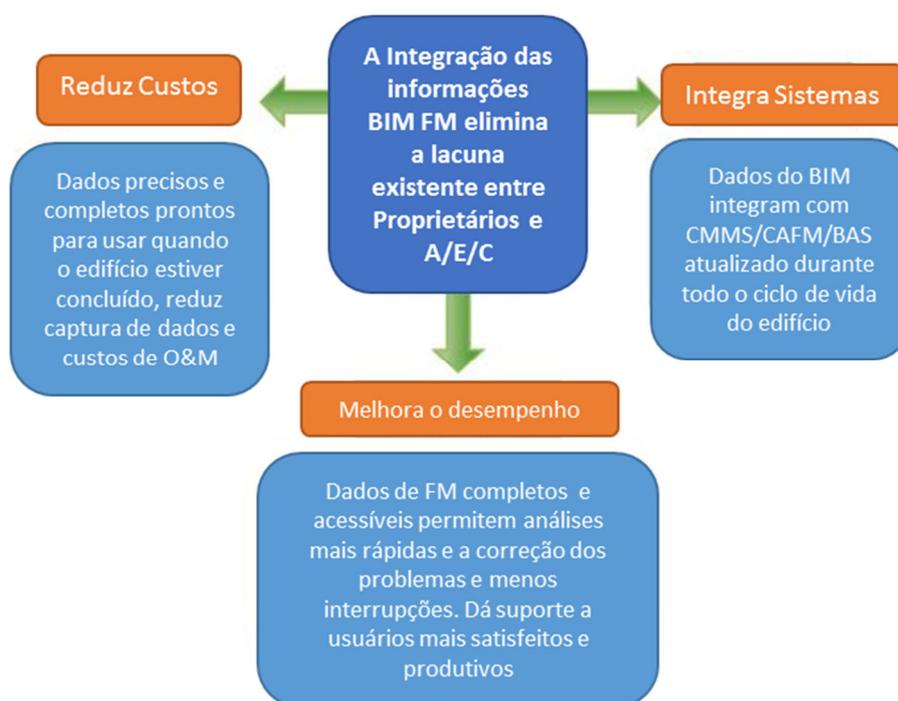
Gráfico 19 - Principais usos potenciais de modelos BIM em processos de FM:



Fonte: Adaptado de Becerik-Gerber, et al. 2012.

Ao explorar as possibilidades de integração procura-se contribuir com o objetivo de garantir a ligação entre BIM & FM, que permite reduzir custos, integrar sistemas e melhorar o desempenho, conforme FIGURA 47, de Teicholz (2013):

Figura 47 – Benefícios da integração de BIM e FM :



Fonte: Adaptado de Teicholz, 2013.

Um estudo (KVINIEMI e CODINHOTO, 2014) relacionando BIM & FM levantou os ganhos da integração das informações no tempo de resolução de problemas cotidianos como substituição de componente de motor ou vazamento e os tempos de reparo com o auxílio do BIM são muito reduzidos comparando-se à utilização de métodos convencionais de O&M, conforme resumido na Tabela 19:

Tabela 19 - Estimativa de economia comparando método tradicional de FM versus usando BIM:

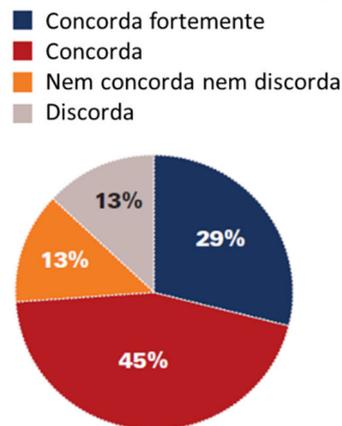
Cenário	Tradicional		Utilizando BIM			Economia	
	Tempo	Horas/Homem	Tempo	Horas/Homem	Tempo	Horas/Homem	Reais ⁵⁶
Substituição de motor de ventilador	4 semanas	14	1 dia	3	27 dias	11	R\$ 1.118,26
Substituição de lâmpada de aposento	6 semanas	10	1 dia	2	40 dias	8	R\$ 422,28
Extração de duto - acúmulo desconhecido de água	12 semanas	23	1 dia	10	92 dias	13	R\$ 3.276,58
Reparo elevador público	5 semanas	16	2 dias	6	32 dias	10	R\$ 1.016,60
Vazamento de forro na propriedade	3 dias	14	1 dia	3	1 dia	11	R\$ 1.118,26

Fonte: Adaptado de Kviniemi e Codinhoto, 2014.

⁵⁶ Valores de Libras Esterlinas convertidos pela cotação de 01/02/2020.

Outra pesquisa de Dodge Data & Analytics (2015) com foco em empreendimentos complexos aponta que a utilização de BIM é de aproximadamente 17% (dezessete por cento) entre os proprietários que recebem modelos BIM ao menos ocasionalmente dos construtores contratados para a obra. Na mesma pesquisa, afirmou-se que em 74% (setenta e quatro por cento) dos proprietários que utilizaram dados originados dos modelos BIM para FM reportaram que tal processo ofereceu benefícios e valores tangíveis na gestão, conforme Gráfico 20:

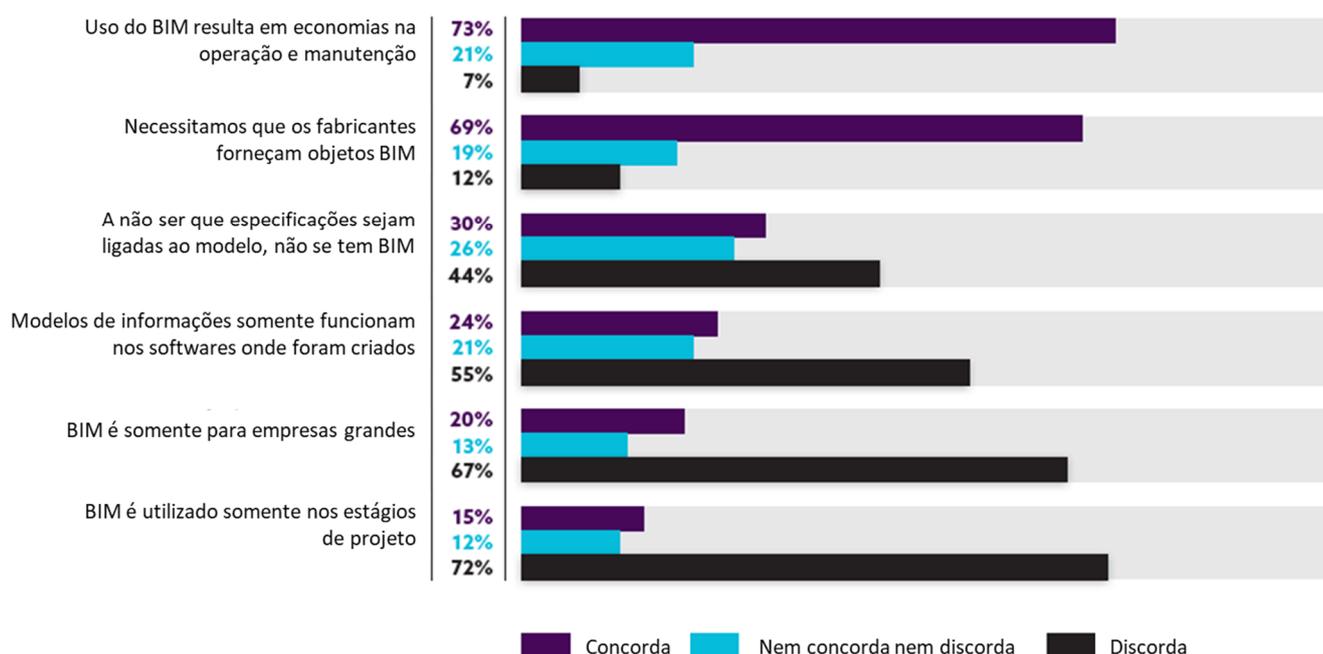
Gráfico 20 – Percebe benefícios tangíveis no uso das informações BIM no FM?



Fonte: Adaptado de Dodge Data and Analytics, 2015.

Segundo NBS (2019), o BIM quando empregado durante a fase de Operação & Manutenção (O&M) gera valor agregado significativo e trazendo economias segundo 73% dos entrevistados em pesquisa realizada no Reino Unido pela entidade, conforme apresentado no gráfico a seguir:

Gráfico 21 - Atitudes em relação ao BIM



Fonte: Adaptado de NBS, 2019.

Dentro do universo de possibilidades de alternativas para se melhorar o processo, estudos diversos analisam através de casos reais a possibilidade (e vantagens) de se integrar BIM com FM, conforme pode-se constatar na Tabela 20 abaixo, de Nical e Wodynski (2016):

Tabela 20 - Áreas de aplicação identificadas em estudos de casos reais

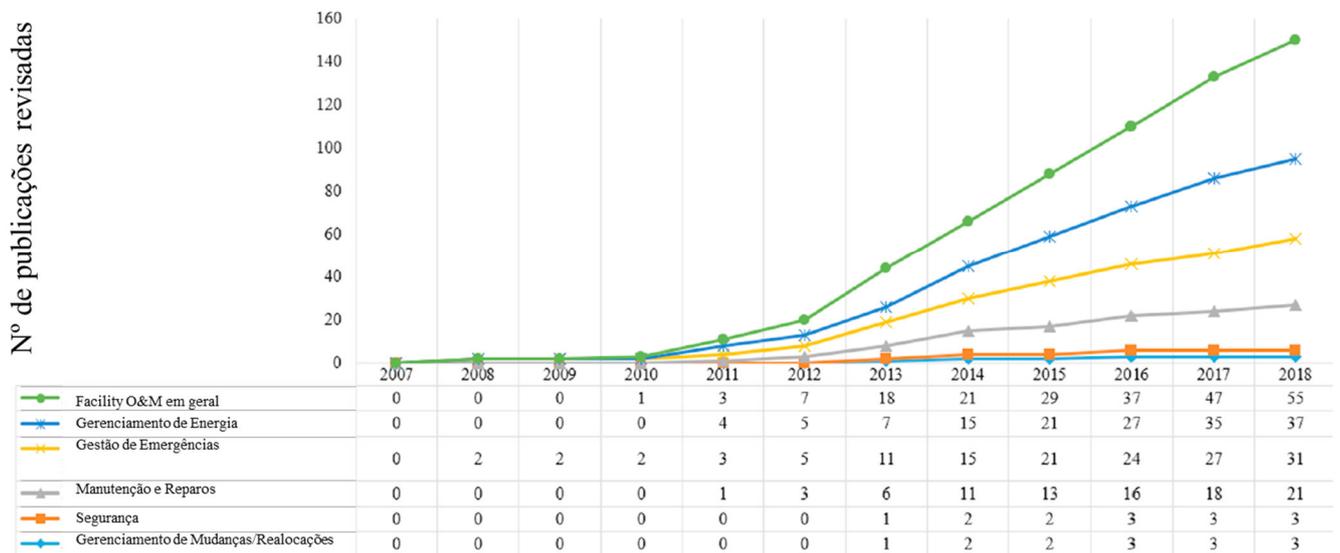
Área de aplicação / Estudo de Caso (ID nº)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Localização Móvel de Recursos dos Edifícios							■		■	■
Acesso digital aos dados dos ativos em tempo real	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gerenciamento de Espaços		■	■							■
Planejamento de reformas/retrofit e estudos de viabilidade	■	■								■
Estudos de Manutenibilidade	■	■	■							■
Análise e Controle Energético		■	■							
Gerenciamento de Segurança/Emergências		■			■					

Legenda: (1) Sabol [26]; (2) Aryaici, Onyenobi and Egbu [2]; (3) Neelapala and Lockheed [21]; (4) Codinhoto and Kiviniemi [5]; (5) Wang et al. [31]; (6) Orr et al. [22]; (7) Lin, Su and Chen [12]; (8) Su, Lee and Lin [27]; (9) Costin et al. [6]; (10) Fillingham, Malone and Gulliver [10].

Fonte: Adaptado de Nical e Wodynski, 2016.

Mais recentemente, Gao e Bozorgi (2019), realizaram levantamento reportando o crescimento gradual e constante do interesse pelo tema - como apresentado no Gráfico 22:

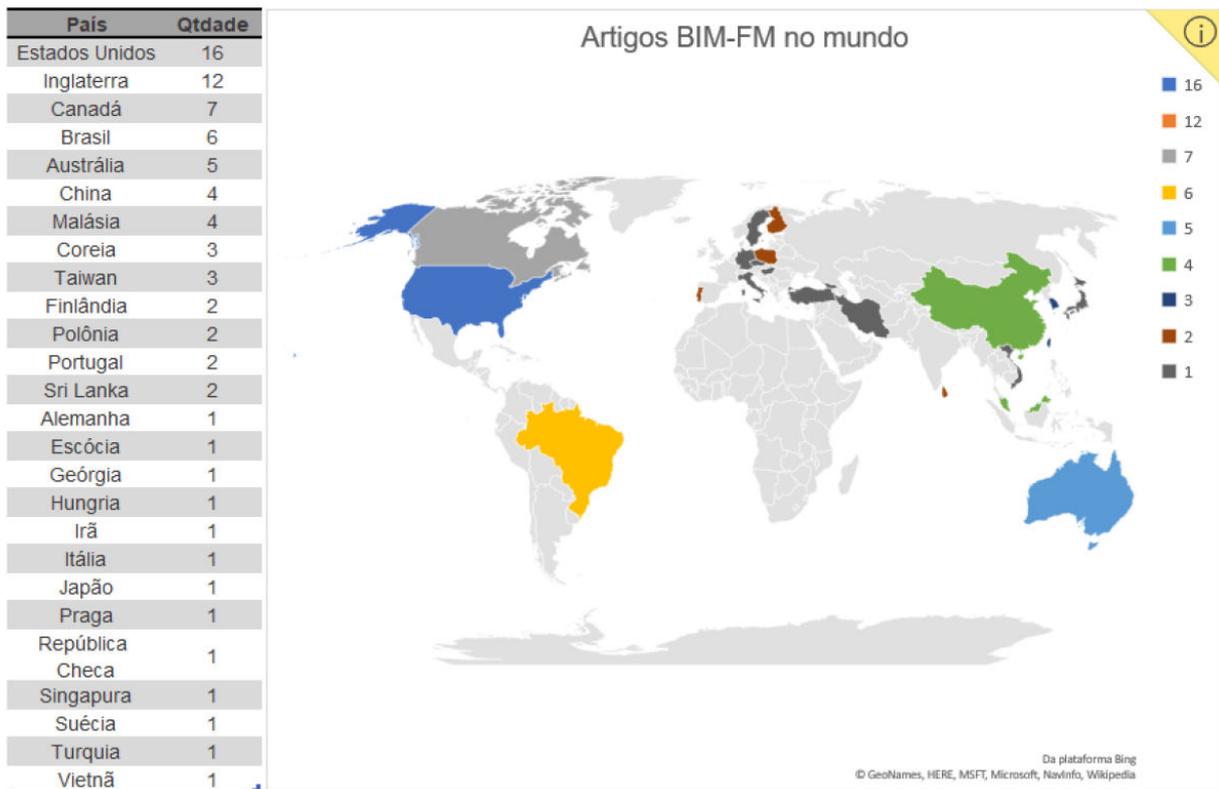
Gráfico 22 - Número acumulado de publicações sobre BIM em cada atividade de O&M ano a ano.



Fonte: Adaptado de Gao e Bozorgi, 2019.

Tal interesse é distribuído geograficamente de forma generalizada, de acordo com Borrelli e Scheer (2019) - Figura 48 a seguir:

Figura 48 - Artigos BIM-FM no mundo



Fonte: Borrelli e Scheer, 2019.

Por outro lado, outras pesquisas apontam que ainda somente uma minoria do mercado utiliza BIM para desenvolver processos de FM – como pode ser visto na Tabela 21 abaixo de McGraw-Hill (2012):

Tabela 21 - Porcentagem de Proprietários que utilizam BIM para Processos de O&M e FM:

	Desempenho do Edifício contra Projeto Especificado	Programação de Manutenção	Gerenciamento de Ativos	Gerenciamento e Monitoramento de Espaços	Análise de Sistema de Operações Prediais
Proprietário	18%	24%	24%	24%	32%

Fonte: Adaptado de McGraw-Hill, 2012.

Alguns fatores que dificultam a implantação de Tecnologia e Processos BIM pelos Profissionais de FM (BECERIK-GERBER et al., 2012):

- A ausência de definições claras de funções e responsabilidades sobre quem deve carregar os dados no modelo ou bancos de dados e manter o modelo;
- A grande diversidade de ferramentas BIM e FM – e, com isso, problemas de interoperabilidade;
- Falta de colaboração efetiva entre os diversos “stakeholders” para modelagem e utilização do modelo;
- Falta de cases reais comprovando o Retorno sobre o Investimento (ROI) de iniciativas de integração entre BIM & FM.

Gnanaredhman e Jayasena (2013) também afirmam que os desafios para integrar CAFM com BIM seriam, entre outros:

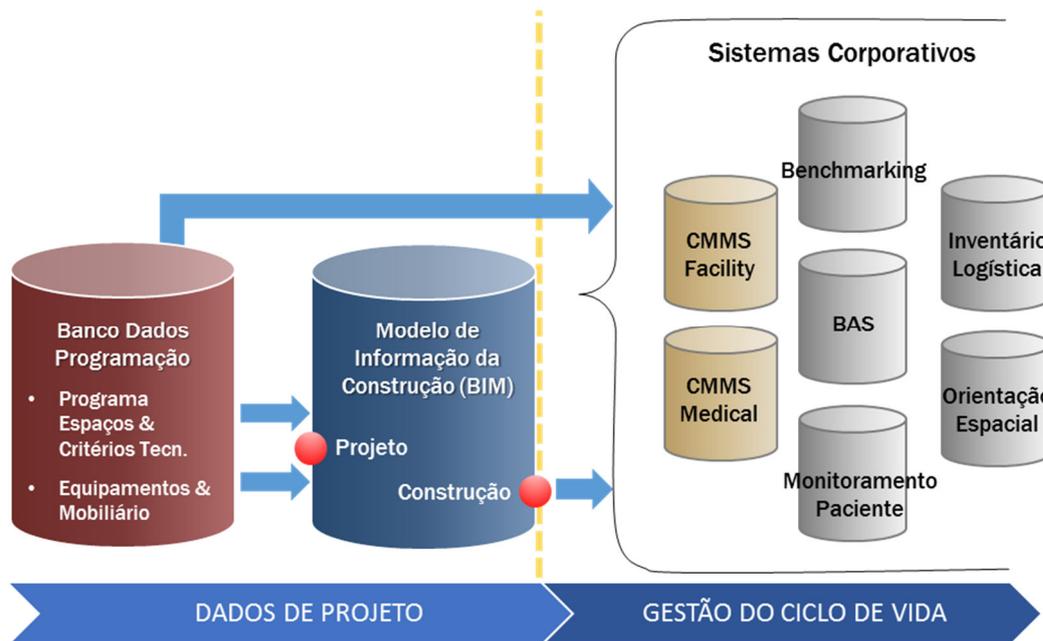
- *Desafios com colaboração e trabalho em equipe com o Departamento de FM;*
- *Marcos legais necessários para propriedade e produção da documentação;*
- *Mudanças na teoria e prática da informação;*
- *Problemas na implementação;*
- *Interface com usuário;*
- *Problemas de interoperabilidade;*

Segundo Teichholz (2013) “novos desenvolvimentos para integração de FM e BIM poderiam incluir o desenvolvimento de conjuntos de regras para melhorar e validação da informação na passagem de um sistema para outro”.

Segundo o mesmo autor, dada a importância da temática da integração, entidades estão sendo criadas com o objetivo “encontrar e desenvolver soluções para interoperabilidade de maneira a dar total suporte ao Gerenciamento do Ciclo de Vida da Instalação⁵⁷ (FLCM)”. Uma delas é a *Healthcare BIM Constortium (HBC)* que exemplifica o fluxo das informações e pontos de controle, mostrados na Figura 49.

⁵⁷ Tradução livre de Facility Life-Cycle Management.

Figura 49 - Exemplo de fluxo de informação durante o ciclo de vida:



Fonte: adaptado de Teichholz, 2013.

Grilo et al. (2010) reforçam que “é necessário tratar as questões de interoperabilidade para que o BIM alcance valor mais alto como processo, navegando das estratégias tradicionais como eficiência e diferenciação, passando a ser um real valor de inovação e, para cumprir isso, tipos de canais de colaboração e interação devem ser desenvolvidos e fortalecidos no setor de AEC (Arquitetura Engenharia e Construção) e BIM”.

Teicholz (2013) por sua vez afirma que a adoção de BIM para FM é um problema complexo e “menos direto” do que para a indústria de AEC e que não existe uma “melhor prática” para utilizar BIM no setor de FM. E que o uso de qualquer tecnologia para FM, incluindo BIM, varia de acordo com os requisitos de FM que deveriam dar suporte à missão da organização – que são extremamente distintas entre si.

Segundo Kviniemi e Codinhoto (2014) um dos principais desafios enfrentados pelos Facility Managers é a falta de informações atualizadas e a integração e transparência entre as diversas funções da FM. Segundo os autores, a Integração e interoperabilidade parecem ser o caminho para o setor e BIM tem sido considerado como um facilitador desse processo. Embora existam alguns softwares FM capazes de usar o BIM, a fragmentação e a falta de interoperabilidade dos sistemas FM existentes é um grande obstáculo.

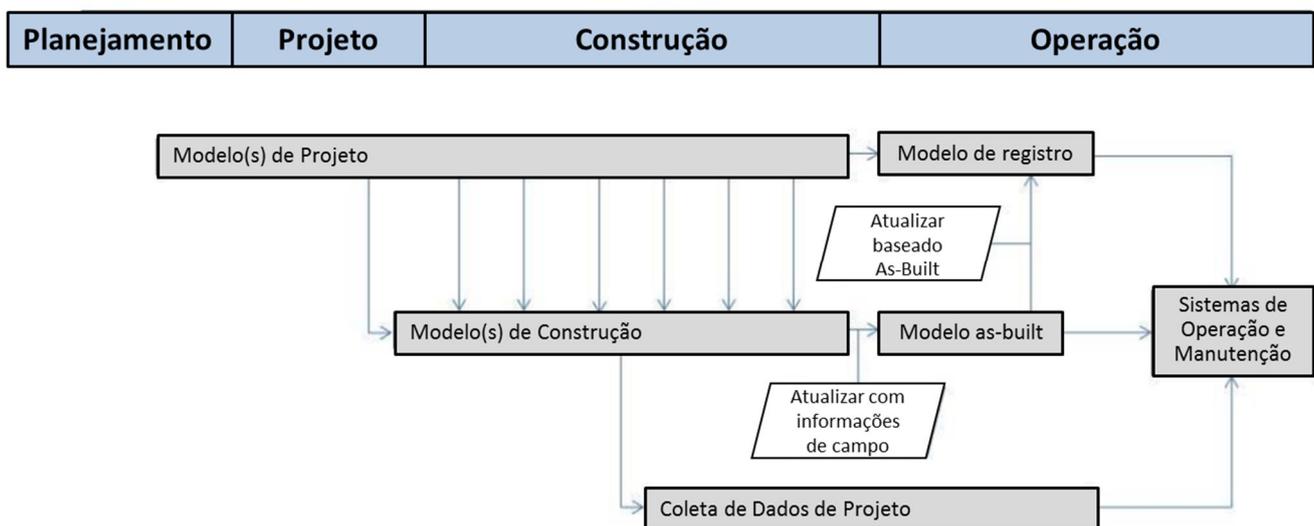
Tem-se, portanto, enorme oportunidade (e necessidade) de buscar soluções para melhorar o processo como um todo, incentivando a pesquisa, trazendo o assunto à discussão, fomentando e disseminando maneiras de agilizar a integração das

informações, o que trará significativa economia aos proprietários durante todo o ciclo de vida das edificações e dos empreendimentos.

3.8 Interoperabilidade

A disponibilização de informação confiável para a equipe de O&M é fundamental, sendo necessária contínuas remessas de dados, pois as definições e implementações ocorrem durante todo o ciclo de vida do empreendimento, de acordo com NIBS (2017) (Figura 50):

Figura 50 – Exemplo do fluxo de modelagem durante o ciclo de vida:



Fonte: Adaptado de NIBS, 2017.

De acordo com o *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, 1990, a Interoperabilidade pode ser definida como a “habilidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocar informações e utilizar as mesmas dentro das respectivas soluções”. A interoperabilidade é alcançada mapeando partes da estrutura de dados de uma solução para um modelo universal de dados e vice-versa. Entretanto, a realidade aponta uma grande dificuldade prática na troca de informações entre sistemas, assim como nos processos utilizados na indústria da Construção.

Teichholz (2013) exemplifica a importância da padronização da informação de classificação dos ativos através de um caso da GSA onde se realizou uma comparação de uma extração de dados do software CMMS IBM Maximo em formato Excel (.xls) de um edifício em St. Louis, Missouri com os registros existentes em um modelo BIM em Revit⁵⁸. Apesar de revisão da documentação existente e levantamentos em campo, somente 176 dos 1018 registros do Maximo (17%) foram possíveis de obter coincidência – o que reforça

⁵⁸ Revit é um software de autoria BIM da Autodesk, Inc.

a importância na qualidade e uniformidade durante a nomenclatura, reforçada ainda pela necessidade de utilizar vários repositórios de informação (e os manter atualizados durante todo o ciclo de vida).

Existem, de acordo com Eastman et al. (2011) diferentes maneiras de se realizar intercâmbio de dados entre diferentes aplicações:

1. Ligações diretas e proprietárias entre ferramentas BIM específicas;
2. Formatos de arquivos de intercâmbio proprietários, principalmente lidando com geometria;
3. Formatos públicos de intercâmbio de modelos de dados de produtos;
4. Formatos de intercâmbio baseados em XML⁵⁹ (EASTMAN et al., 2011, p. 67)

E acordo com os mesmos autores:

A interoperabilidade identifica a necessidade de passar dados entre aplicações, e para múltiplas aplicações contribuírem em conjunto com o trabalho a fazer. A interoperabilidade elimina a necessidade de replicar a entrada de dados que já foram gerados e facilita fluxos de trabalhos suaves e automação. Da mesma forma que arquitetura e construção são atividades colaborativas, as ferramentas que as apoiam também são. (EASTMAN et al., 2011, p. 100)

Reforçando o citado anteriormente, revisões bibliográficas de diversos autores (LUITEN e TOLMAN, 1997 apud GALLAHER, 2009⁶⁰) apontam que é possível reduzir entre 20 a 50% do tempo de entrega de informações entre os diversos intervenientes utilizando tecnologias adequadas que melhorem a comunicação entre todos.

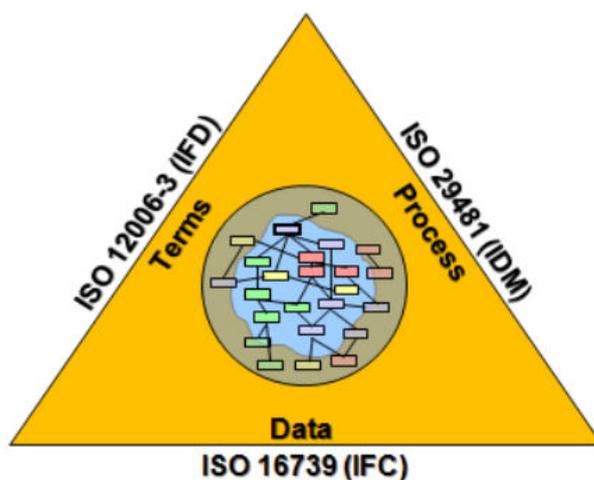
3.8.1 buildingSMART

A buildingSMART é uma comunidade global de “*chapters*”, membros, parceiros e patrocinadores liderados por uma entidade “mãe”, denominada *buildingSMART International*. A sua função é criar e desenvolver padrões abertos digitais para o ambiente construído, de acordo com a própria entidade.

⁵⁹ XML é o acrônimo de Extensible Markup Language

⁶⁰ LUITEN, G.T.; TOLMAN, F.P. Automating Communication in Civil Engineering. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 123, n.2, p. 113-120, 1997.

Figura 51 - Padrões abertos para OpenBIM desenvolvidos pela buildingSMART



Fonte: buildingSMART, 2020.

3.8.2 IFC

De acordo com buildingSMART (2016), o *Industry Foundation Classes (IFC)* é um esquema de dados aberto e neutro que busca melhorar o processo de troca de informações entre as diversas aplicações BIM. Iniciativa da indústria de software com apoio da buildingSMART, o IFC é a norma ISO 16739-1:2018 e pode ser codificado em arquivos nos seguintes formatos (Tabela 22):

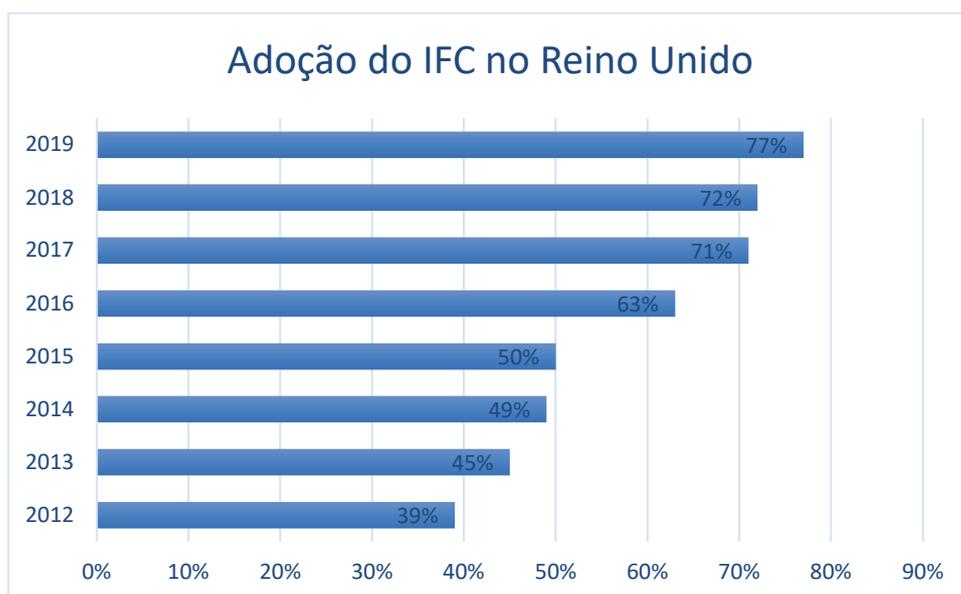
Tabela 22 - Formatos de IFC

Tipo	Descrição	
.ifc	Arquivo de dado IFC usando a estrutura física do STEP de acordo com ISO 10303-21. O arquivo *.ifc deve ser validado de acordo com a especificação IFC_EXPRESS	
ifcXML	Arquivo de dado IFC usando a estrutura física do XML (Extend Markup Language). Pode ser gerado diretamente a partir da aplicação ou de um arquivo de dados IFC utilizando a conversão seguindo a ISO 10303-28, dos esquemas de representação e dados XML do EXPRESS	
.ifcZIP	Dados IFC usando algoritmo de compressão PKZip 2.04g. Requer que possua um arquivo simples *.ifc ou *.ifcXML no diretório raiz do arquivo zip.	

Fonte: Adaptado de buildingSMART, 2016.

Tal como ocorre com COBie, a adoção do IFC pelo mercado vem crescendo ano a ano, sendo seu crescimento verificado nos dados levantados pela NBS, no Reino Unido (Gráfico 23):

Gráfico 23 - Adoção do IFC no Reino Unido



Fonte: Adaptado de NBS, 2015 a 2019.

De acordo com McGraw-Hill Construction (2015), a adoção do IFC como padrão de troca pelos governos de vários países é igualmente crescente, sendo as principais iniciativas traduzidas na forma de “*BIM Mandates*”⁶¹ expressas a seguir:

Tabela 23 - Países que possuem *BIM Mandate* e respectivos formatos exigidos

País	Data	Nativo	IFC	3D PDF	3D DWF
Coréia do Sul	2010	Sim	Sim		
Dinamarca	2007	Sim	Sim		
Finlândia	2007	Sim	Sim		
Estados Unidos	2006	Sim	Sim		
Noruega	2005	Sim	Sim		
Singapura	2012	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de McGraw-Hill Construction, 2015.

É importante frisar que, apesar da potencialidade de tal plataforma, de acordo com buildingSMART (2016) ainda são poucas as opções que podem utilizar o arquivo IFC em seus processos, como mostrado na Tabela 24:

⁶¹ BIM Mandate é a determinação por parte do poder público de exigir o uso de BIM para projetos, construção e O&M de seus empreendimentos. Mas também é usualmente utilizado para definir a documentação que rege os termos de modelagem BIM em empreendimentos que o adotam.

Tabela 24 - Softwares certificados IFC para FM:

FaMe	Import	http://www.fame-online.de/fame/index.php?language=US
MORADA		http://www.smbag.de/gf/software.htm
ArtrA	Import	http://www.amtech.co.uk/artra
ACTIVE3D Facility Server	Import Export	http://www.active3d.net/fr/
TRIRIGA Facilities	Import	http://www.tririga.com/products/products-iwms-facilities-features
EcoDomus FM	Import	http://www.ecodomus.com/
DaluxFM	Import	http://dalux.dudal.com/flx/dk/produkter/daluxfm/
Real Estate	Import	http://www.vizelia.com/en/modules.php?moduleDisplayed=6
openMAINT	Import	http://www.openmaint.org
performa Asset Management System	Import	http://www.quartzsys.com/#!peroforma-ams/f381l
Bentley Facilities V8i	Import	http://www.bentley.com/en-US/Products/Bentley+Facilities/

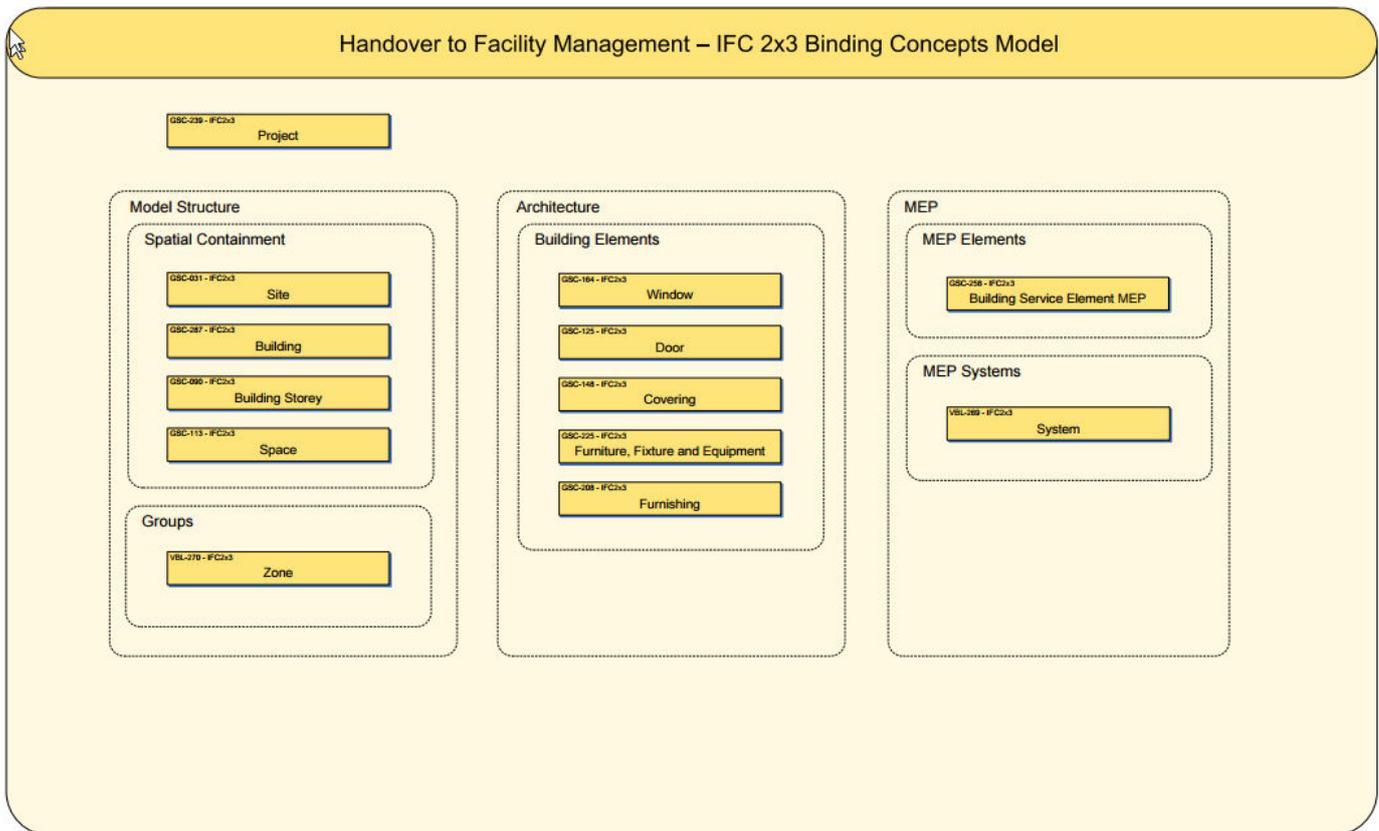
Fonte: buildingSMART, 2016

3.8.3 MVD

O *Model View Definition* (MVD) é um subconjunto do IFC com características para atender a determinados requisitos de trocas de informações pelos diversos agentes da cadeia da construção. Alguns exemplos de MVD's são, de acordo com buildingSMART (2016):

- IFC2X3 *Coordination View* – que objetiva apoiar o processo de Coordenação entre disciplinas de Arquitetura, Instalações e Estrutura durante a fase de projeto;
- IFC2X3 *Structural Analysis View* – com foco em permitir a troca de informações entre ferramentas de projeto e análise de estrutura;
- IFC2X3 *Basic FM Handover View* – desenvolvida com o objetivo de melhorar a interoperabilidade da informação durante todo o ciclo de vida da construção entre soluções de Modelagem da Informação da Construção (BIM) – programação, projeto, construção e comissionamento, com sistemas IWMS e CMMS. A Figura 52 mostra o resumo da estrutura do mesmo:

Figura 52 – Diagrama do MVD Handover to FM:



Fonte: buildingSMART, 2016.

3.8.4 COBie

O COBie (*Construction Operations Building Information Exchange*), é uma especificação para troca de informação baseada em desempenho, para entregar informação de ativos de um empreendimento. O COBie auxilia o time de projeto a organizar remessas eletrônicas de informações aprovadas durante o projeto e construção e com isso entregar um manual eletrônico de Operação e Manutenção (O&M) com pequeno esforço adicional (EAST, 2014).

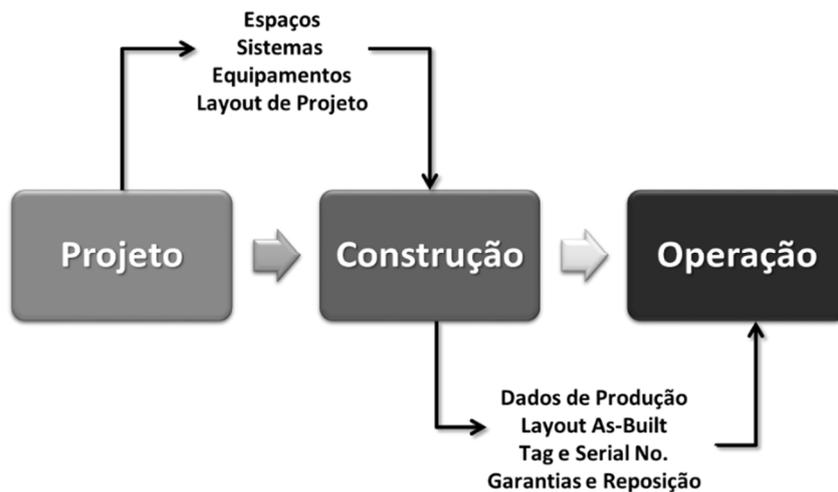
O COBie especifica as características dos entregáveis durante todo o ciclo de vida de uma edificação, a saber (EAST, 2014):

- *Fase de Programa de Arquitetura;*
- *Fase de Projeto de Arquitetura;*
- *Fase de Documentos de Construção;*
- *Fase de Mobilização de Construção;*
- *Fase de 60% da Construção Executada;*
- *Fase de Ocupação;*

- *Fechamento Fiscal;*
- *Manutenção Corretiva.*

O fluxo das principais informações utilizando-se COBie pode ser resumida dentro do conceito demonstrado na Figura 53 abaixo, de autoria de East (2014):

Figura 53 – Visão do fluxo de informações utilizando-se COBie:



Fonte: Adaptado de East, 2014.

Os arquivos COBie podem ser criados e atualizados de quatro formas distintas (TEICHOLZ, 2013):

- Fazendo entrada de dados manualmente em uma planilha COBie;
- Extraindo dados de atributos do modelo BIM para um arquivo “COBie compatível”;
- Uso direto em um software “COBie-compatível”;
- Exportando um arquivo IFC com a estrutura correta de “Property sets”.

Os arquivos COBie podem ser gerados em cada fase supracitada, devendo respeitar as características de cada uma de maneira a permitir o ótimo desenvolvimento das atividades de gestão da ocupação e manutenção (presente ou futura). Rodas (2015) vincula as informações a serem alimentadas por cada interveniente nas principais fases de vida do empreendimento, conforme pode-se compreender da FIGURA 54 abaixo:

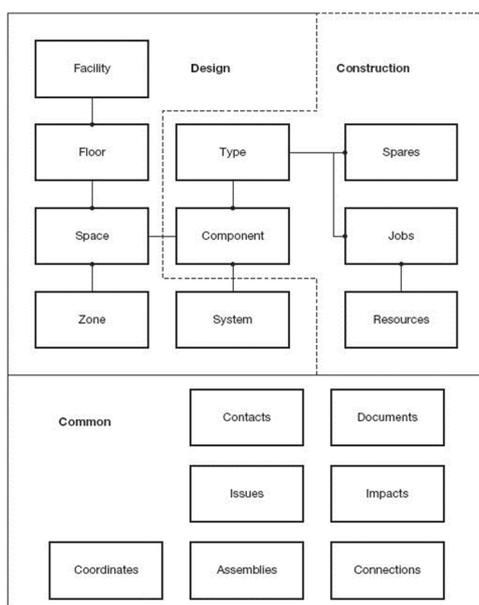
Figura 54 - Resumo de Informações a serem inseridas utilizando COBie nas diversas fases da vida de um edifício:



Fonte: Rodas, 2015.

A estrutura do conjunto de dados presentes em um arquivo COBie é mostrado na Figura 55, onde tem-se um grupo de informações entregues pelos projetistas, outro pelos responsáveis pela construção e um grupo comum, cuja responsabilidade cabe tanto a projetistas quanto aos agentes construtores.

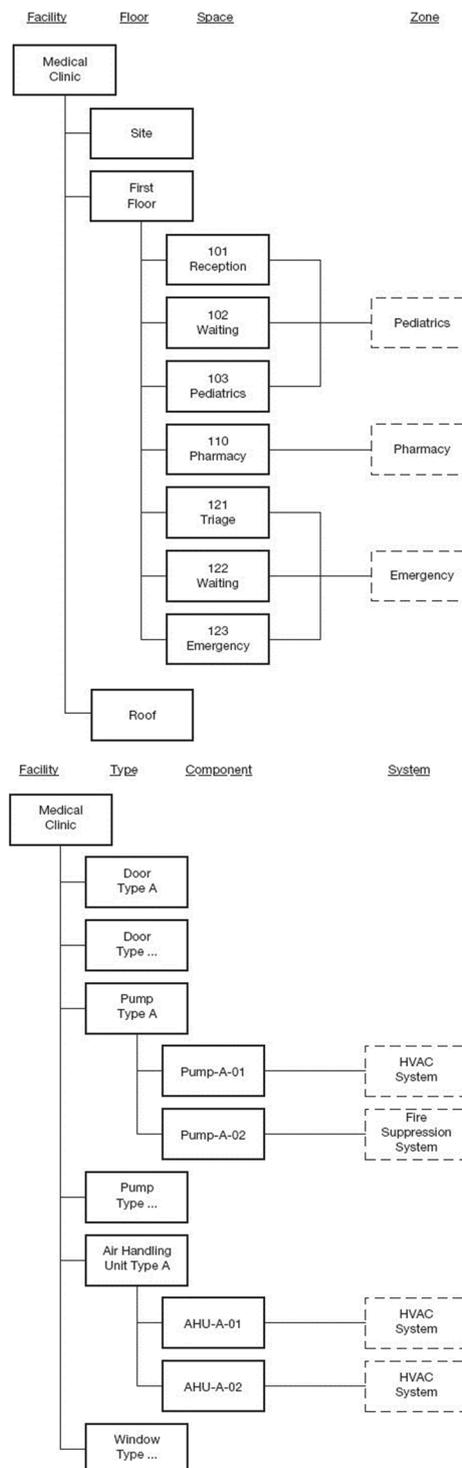
Figura 55 – COBie - Organização de dados:



Fonte: East, 2014.

As informações geradas pelos projetistas são compostas por duas categorias maiores de ativos: espaços e equipamentos. As informações dos espaços são organizadas por Edifício, Pavimentos e Espaços – que por sua vez pode ser agrupado em Zonas, conforme Figura 56 que toma como exemplo um edifício de clínica médica (EAST, 2014):

Figura 56 - COBie - Organização do Espaço e Equipamentos/Sistemas:



Fonte: East, 2014.

Já as informações dos equipamentos deveriam ser entregues pelos construtores/instaladores e sua informação estruturada em edifício, tipos e componentes. Tais equipamentos não são encontrados isolados, mas fazem partes de sistemas e subsistemas projetados para atender às necessidades dos usuários dos empreendimentos (AVAC, Incêndio, etc.).

Os dados acima citados podem ser distribuídos em arquivo COBie no formato de planilha (ilustrada na Figura 57), que permite a rápida e fácil compreensão de seu conteúdo, dividido para melhor organização em “abas” que contém informações de cada item componente do modelo de informações a ser transmitido.

Figura 57 – Arquivo COBie no formato de planilha:

Name	CreatedBy	CreatedOn	TypeName	Space	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	SerialNumber	InstallationDate	WarrantyStartDate	TagNumber	BarCode	AssetIdentifier	Area	Length
1	rogsuzuki@usp.br	2017-01-12	Torre d4	n/a	n/a	Autodesk Revit 2016	Bu	Autodesk Revit.DB Family	311401	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
AC002	Rogenio Suzuki	12-01-2017	Torre d4	3	Chiller	Autodesk Revit 2016	Bu	Autodesk Revit.DB Family	311520	0123456	12-01-2017	12-01-2017	CH30940	CH30940	n/a	n/a
n/a	rogsuzuki@usp.br	2017-01-12	Walls	39	n/a	Autodesk Revit 2016	Bu	Autodesk Revit.DB Wall	309883	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
n/a	rogsuzuki@usp.br	2017-01-12	Walls	39	n/a	Autodesk Revit 2016	Bu	Autodesk Revit.DB Wall	309884	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
n/a	rogsuzuki@usp.br	2017-01-12	Walls	39	n/a	Autodesk Revit 2016	Bu	Autodesk Revit.DB Wall	309885	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
n/a	rogsuzuki@usp.br	2017-01-12	Walls	39	n/a	Autodesk Revit 2016	Bu	Autodesk Revit.DB Wall	309886	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
n/a	rogsuzuki@usp.br	2017-01-12	Walls	39	n/a	Autodesk Revit 2016	Bu	Autodesk Revit.DB Wall	309941	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
n/a	rogsuzuki@usp.br	2017-01-12	Walls	39	n/a	Autodesk Revit 2016	Bu	Autodesk Revit.DB Wall	310000	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
n/a	rogsuzuki@usp.br	2017-01-12	Walls	39	n/a	Autodesk Revit 2016	Bu	Autodesk Revit.DB Wall	310086	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Fonte: Autor, 2017.

A descrição das informações constantes em cada aba da planilha supracitada, assim como algumas observações pertinentes de autoria de East (2014), encontram-se na TABELA 25 abaixo:

Tabela 25 – Descrição dos dados de um arquivo COBie em suas diversas partes:

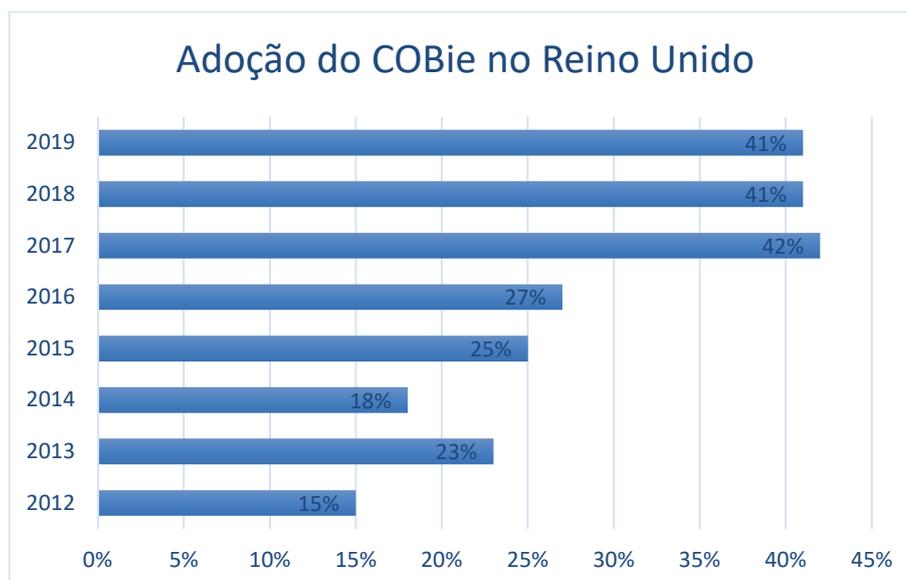
Item	Descrição	Observação
COBie.Instruction	Deve conter informação sobre a presente remessa de dados	Via regra contém informações acerca da versão utilizada para remessa, entre outras informações genéricas
COBie.Contact	Listagem de profissionais e empresas, responsáveis pelo preenchimento e remessa de dados	Importante para identificar os envolvidos e fornecedores durante as diversas fases de entrega das informações
COBie.Facility	Deve conter Informação sobre o edifício	Importante para identificar de forma precisa e inequívoca a edificação e seus dados
COBie.Floor	Deve conter informações sobre os níveis verticais do edifício	Em edificações térreas pode conter informações sobre regiões e espaços de áreas externas
COBie.Space	Deve conter informações sobre a organização horizontal do espaço dentro dos níveis verticais da edificação	Tipicamente, mas nem sempre, os espaços se referem aos ambientes físicos definidos pelos projetistas. Dependendo da complexidade/ dimensões, pode ser subdividido em outros espaços
COBie.Zone	Deve conter informações sobre os agrupamentos de espaços organizados em categorias relevantes para suportar funções de projeto ou operacionais da edificação.	Dependendo da complexidade da edificação, as zonas podem conter subzonas. O zoneamento não são somente grupos de espaços, mas podem ser funcionais ou referentes à ocupação de tais espaços
COBie.Type	Deve conter informações acerca das tipologias dos ativos gerenciados na edificação.	Durante a fase de projeto normalmente estão designados nas tabelas. Estes dados são organizados de forma a permitir a extração de listas de componentes, propriedades e informação necessária na fase de O&M.
COBie.Component	Deve conter informações sobre as instâncias específicas de cada ativo gerenciado.	A maioria da informação é identificada durante a fase de projeto, na forma de tabelas nos desenhos. Durante a construção, por sua vez, nºs de série, tags, data de instalação, etc. Durante a fase de O&M, códigos de barras por ex.
COBie.System	Deve conter informações de como os equipamentos estão organizados em grupos para entregar determinadas funcionalidades e serviços ao edifício.	COBie.Spaces estão para COBie.Zones assim como COBie.Components estão para COBie.Systems.
COBie.Assembly	Deve conter informações para descrever a maneira em que produtos - que são eles próprios compostos por outros produtos gerenciados - podem ter suas informações capturadas	Em alguns casos, a caracterização de montagens é crucial, uma vez que os componentes dessas montagens possuem distintos planos de manutenção.
COBie.Connection	Deve conter informações acerca das ligações lógicas entre os componentes.	Tais informações são importantes para determinar quais equipamentos são afetados durante uma intervenção em determinado ativo.
COBie.Spare	Deve conter informações que permitem que peças de reposição e consumíveis requeridos para O&M possam ser identificados de cada ativo gerenciado.	Informações de reposição podem ser fornecidos em uma linha, caso em que um registro também deve ser encontrado em COBie.Document.
COBie.Resource	Deve conter informação sobre material, equipamento ou treinamento necessários para atividades de manutenção.	Poucos softwares conseguem utilizar tais informações

COBie.Job	Deve conter informações sobre Manutenção Preventiva, segurança, testes, procedimentos operacionais e de emergências.	Pode conter a descrição de uma série de operações ou rotinas de manutenção.
COBie.Impact	Deve conter informações sobre os tipos de impactos que a edificação geram no meio ambiente e nos ocupantes dos edifícios	Poucos softwares conseguem utilizar tais informações
COBie.Document	Deve conter informações sobre tipos de documentos externos e como podem ser indexados.	
COBie.Attribute	Deve conter informações sobre tipos de atributos e como podem ser capturados.	Um exemplo mínimo de dados seria os dados do conjunto de atributos a ser incluído nos cabeçalhos de tabelas dos desenhos de projetos.
COBie.Coordinate	Deve conter informações mínimas de um conjunto de pontos, linhas e geometria do tipo caixa que podem ser especificados para os objetos referenciados.	
COBie.Issue	Deve conter informações na forma de textos com descrições de problemas ou decisões tomadas durante a fase relacionada com a entrega da informação	
COBie.PickList	Pode conter informações, para arquivos gerados manualmente, dos valores das colunas usados em categorias ou outras listas de seleção nas planilhas COBie.	

Fonte: Adaptado de East, 2014.

Pesquisa recente NBS (2019), relata que o número de usuários que utilizam COBie atingiu 41%, assim como a grande maioria utiliza o IFC como formato de troca de informações BIM no Reino Unido:

Gráfico 24 - Porcentual de usuários que utilizam COBie no Reino Unido



Fonte: Adaptado de NBS, 2015 a 2019.

Adicionalmente, em outra pesquisa dos mesmos autores, percebe-se que o entendimento que a geração de arquivos COBie é útil para a maioria dos respondentes, como demonstrado no Gráfico 25:

Gráfico 25 - Percepção de utilidade na emissão de arquivos COBie

Quão útil você acha que a entrega de informação COBie para a Gestão de Facilidades?

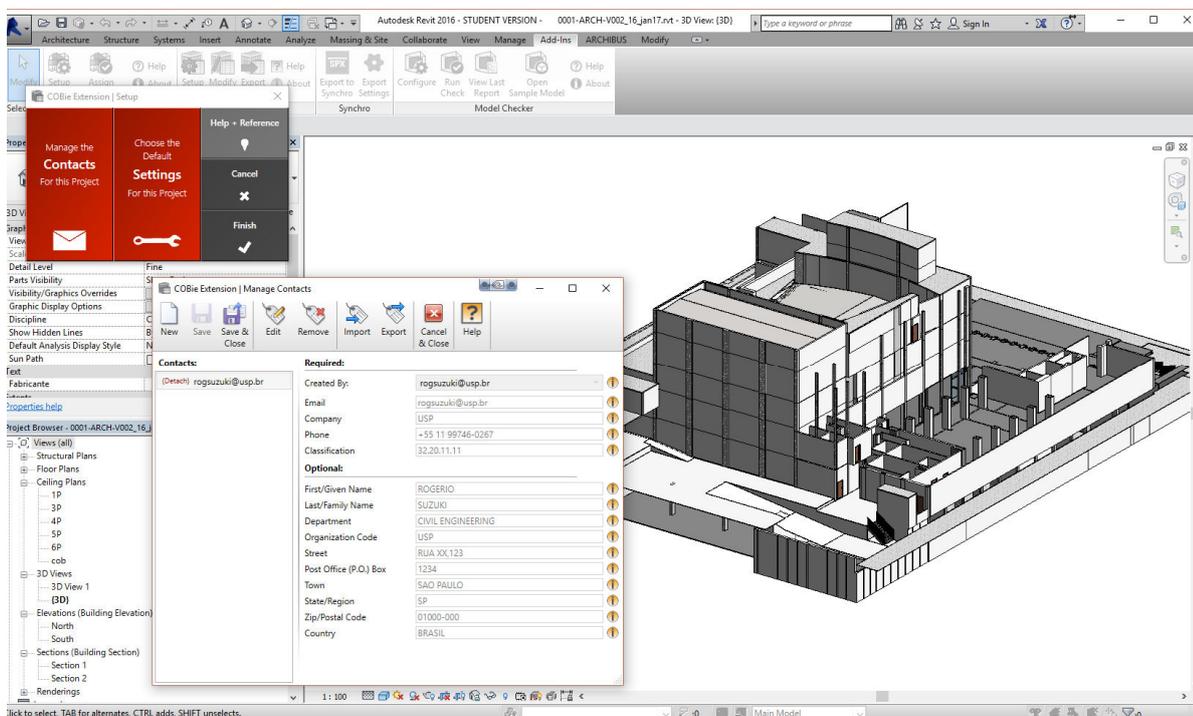


Fonte: Adaptado de NBS, 2018.

A adoção de COBie pelo mercado teve grande impulso inicialmente com o apoio das Forças Armadas dos EUA e, mais tarde, pela GSA (*General Services Administration*) - entidade que contrata e gerencia o maior portfólio imobiliário dos EUA.

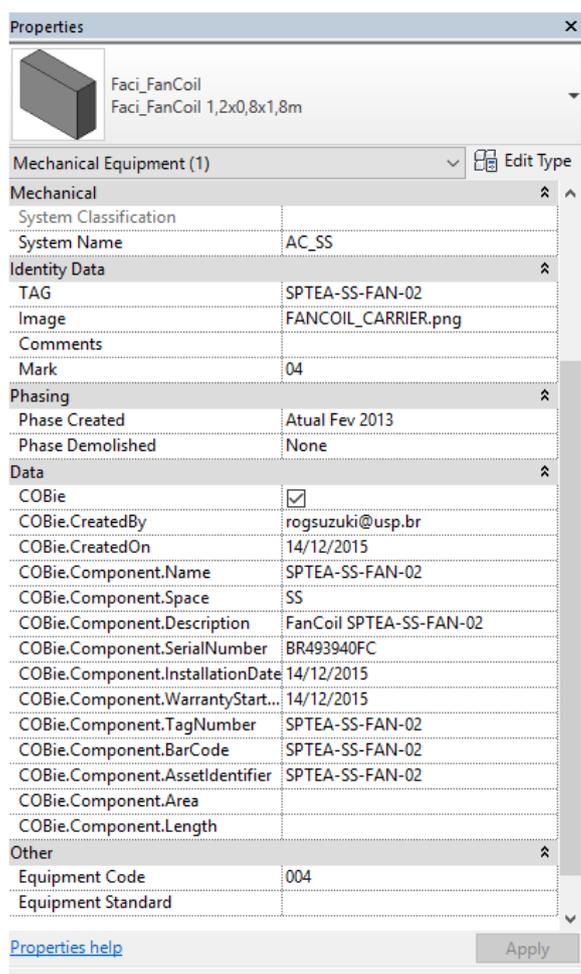
Do ponto de vista prático, boa parte das soluções de modelagem autoral para BIM possuem campos específicos para inserir as informações relacionadas ao COBie em um modelo BIM, permitindo sua exportação para as demais soluções da cadeia produtiva.

Figura 58 - Imagem do Modelo Revit com interface do Plugin COBie – configuração contatos:



Fonte: Autor, 2020.

Figura 59 - Imagem de inserção de informação em componente BIM ao utilizar Revit com interface do Plugin COBie:



Fonte: Autor, 2020.

Faz-se importante se considerar alguns fatores ao se adotar COBie como plataforma de troca de informações:

- Os dados trocados são restritos a dados alfanuméricos – portanto, caso a intenção seja visualizar os espaços através de plantas, ou mesmo de forma tridimensional, o formato não é adequado pois não foi concebido com essa finalidade;
- Arquivos COBie são adequados a atender dados de edificações – empreendimentos como obras de infraestrutura, transporte, obras de arte, etc. não se adequam ao formato dessa plataforma de trocas de dados pois requerem uma estrutura de informação que não está organizada dentro da concepção da plataforma;

3.8.5 COBieLite:

De acordo com Bogen e East (2017), o COBieLite foi projetado como um *National Information Exchange Model (NIEM)*, que consiste em uma especificação “XML compliant” para COBie que simplifica a entrega e uso da informação dos projetos e construções de empreendimentos para focar em aplicações de programadores – que não fazem parte dos usuários típicos do formato COBie em *IFC* ou *SpreadsheetML* (arquitetos, engenheiros, construtores, etc.).

O termo “Lite” é incluído no nome desde formato porque seu esquema possui como características:

- *Ser representado explicitamente em uma declaração XML Schema. Com isso, os programadores não necessitam de filtrar os dados através das várias páginas dos arquivos de projeto ou planilhas COBie;*
- *Estar livre de dados desnecessários contidos em pastas e planilhas de trabalho, estilos de texto etc.;*
- *Requerer menos esforço computacional para recompilar relações de decomposição da informação presentes no COBie (por ex. Edifício → Andar → Ambiente);*
- *Ser projetado para ser reutilizado no subschema do Life Cycle information exchange (LCie) que representa a aplicação de negócios COBie para transações de Create, Read, Update e Delete (CRUD).*

Adicionalmente, o COBieLite é suportado por diversas aplicações e bibliotecas de programação que processam XML schemas, como por ex. *Microsoft Visual Studio*, *Altova XML*, *SAXON XML Parser* e *Apache XML Beans for Java*.

Keady Jr. (2013) reporta, em estudo conduzido por Broaddus & Associates baseado em levantamentos e entrevistas, que detectou-se redução de 8,7% no tempo dispendido no processamento de ordens de serviços em uma instituição de Saúde no Texas utilizando um sistema integrado BIM/COBie/AiM⁶², conforme Tabela 26:

⁶² Software de Gerenciamento de Ativos desenvolvido por Assetworks.

Tabela 26 - levantamento de tempo economizado através de processo melhorado BIM/COBie/AiM:

	Dallas	Bryan	McAllen	Average	Details:
Total Time per WO (Min)	115.5	129.3	146.3	130.3	Average time before COBie (from interviews)
Total Time per WO (Min)	109.0	117.1	130.1	118.8	Average time after COBie (from interviews)
Total Time per WO (Min)	6.5	12.1	16.1	11.6	Average savings per WO realized by COBie data (from interviews)
SAVING per WO (MH)	0.11	0.20	0.27	0.19	Average hour savings per WO realized by use of COBie data (from interview)
TIME SAVINGS (%)	5.6%	9.4%	11.0%	8.7%	WO time savings divided by total time per WO
Technician Count	16.00	5.00	1.00	n/a	Amount of campus technicians available for WO's
Available Hours/Yr	24000	7500	1500	n/a	Technician count multiplied by actual FTE (1,500 MH)
Expected WO's/Yr	13210	3842	692	n/a	Available MH's divided by total time per WO
Expected MH Savings/Yr	1429	775	186	n/a	Expected WO's/Yr multiplied by MH savings per WO

Fonte: Keady Jr., 2013.

No Brasil, pesquisa recente desenvolvida por Carezzato (2018), que levantou o conjunto de licitações públicas lançadas no país no mesmo ano, indica que nenhum licitante exigiu a entrega de arquivos COBie como um dos entregáveis exigidos, o que faz crer que tem-se um grande caminho de conscientização para chegarmos à adoção de forma sistêmica em nosso mercado.

Gráfico 26 - Requisitos solicitados em licitações BIM no Brasil

CONTRATANTES REQUISITOS	FIOCRUZ 01	FIOCRUZ 02	FIOCRUZ 03	FIOCRUZ 04	SEC. JUSTIÇA PE	MOTRO SP	BNDES	BANCO BRASIL	CPOS	TRF	TRF	TRF	EXERCITO BRASILEIRO	TRIBUNAL DO TRABALHO
Escopo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Características das ferramentas BIM a serem utilizadas e versão de softwares	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
Nível de detalhamento dos projetos em BIM	X						X			X	X	X		
GED Gerenciamento Eletrônico de Documentos		X	X	X				X						
Caderno BIM		X	X	X										
Plano de Execução BIM	X	X	X	X				X		X	X	X		
Critérios de pontuação – Experiência da empresa e profissional	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Plano digital de trabalho														
Formatos de trocas	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	
Sistema de processo e gerenciamento de dados. (FUNÇÃO CONTROLE DE DADOS)	X	X	X	X			X							
Codificação de documentos								X					X	

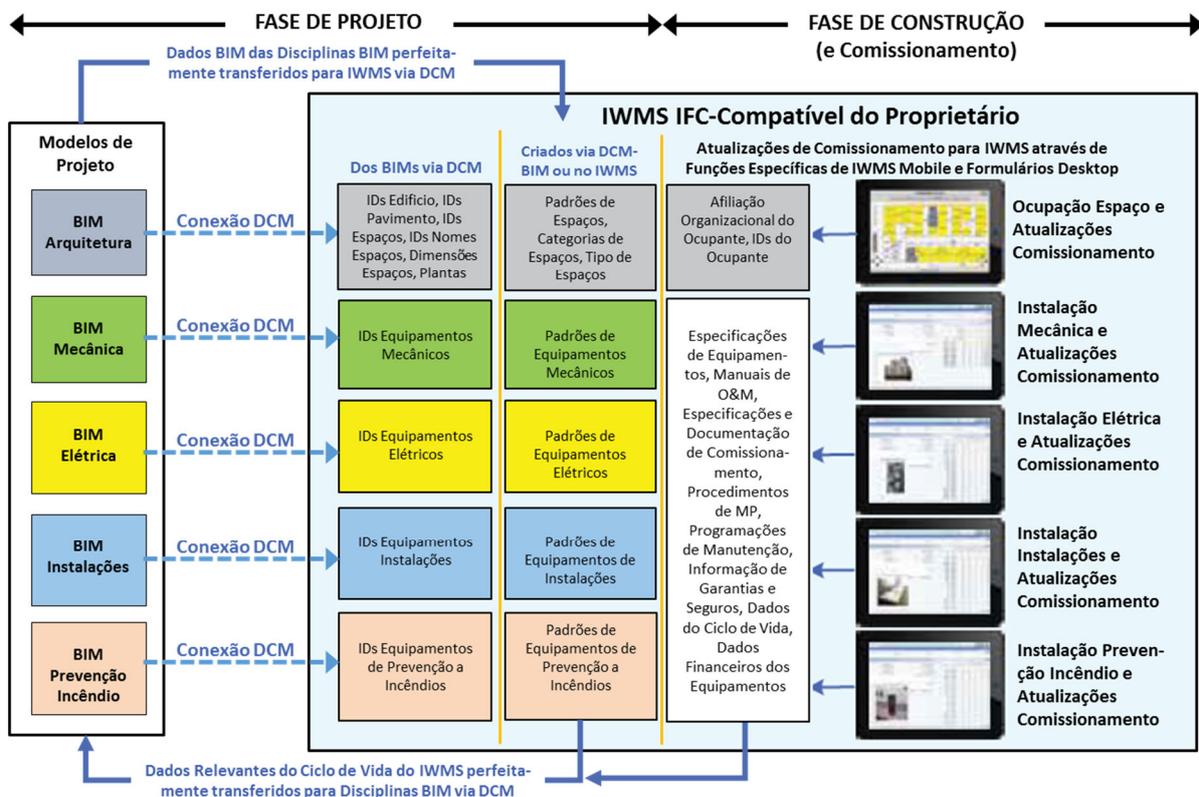
Fonte: Carezzato, 2018.

3.8.6 Direct Connection Methodology (DCM)

De acordo com D'Souza (2016), a metodologia denominada DCM (Direct Connect Methodology) permite a criação de uma conexão direta entre o software de autoria e um IWMS (IFC-compatível) que, em tese, acelera a preparação e carga de dados entre as plataformas de autoria e O&M (Figura 60). Seus principais benefícios são:

- Conectividade de nível corporativo – ligação direta, segura e bidirecional entre cada disciplina e a solução IWMS (muitos-para-um);
- Atualizações bidirecionais – atualizações feitas no modelo BIM são transferidas para o IWMS usando o DCM através da publicação de geometrias 3D e dados associados; o mesmo ocorrendo no sentido oposto;
- Templates de ativos configuráveis – sendo possível a criação de padrões de espaços e equipamentos com um nível de detalhe configurável dentro do software de modelagem ou IWMS. Os usuários podem aplicar cada padrão para um número ilimitado de ativos similares;
- Acesso rápido aos dados do ciclo de vida para FM. A metodologia DCM acelera sobremaneira a disponibilidade de dados para poder contratar serviços, dimensionar cargas elétricas ou consumo energético, uma vez que tais dados sejam adequadamente inseridos no modelo BIM; (D'Souza, C., 2016)

Figura 60 - Diagrama de Direct Connection Methodology (DCM):

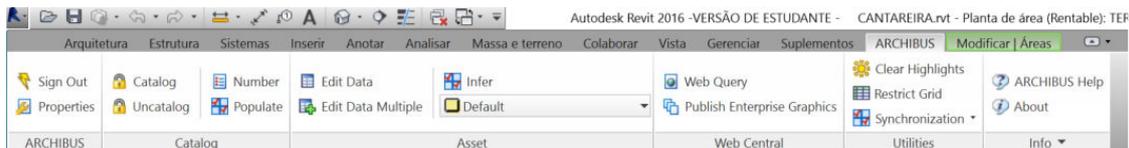


Fonte: Adaptado de D'Souza, 2016.

3.8.7 Plugin ARCHIBUS SmartClient for Revit and AutoCAD

Um exemplo de aplicativo do tipo DCM é o Plugin para Autodesk Revit e AutoCAD denominado “ARCHIBUS SmartClient for Revit and AutoCAD”. Trata-se de programa proprietário, do tipo “aplicativo”, que instalado junto às aplicações de projeto (FIGURA 61) permite, entre outras funcionalidades, a capacidade de integrar as propriedades e informações de objetos geométricos (quando utilizado no AutoCAD) ou componentes (quando utilizado no Revit) no IWMS ARCHIBUS, de maneira a fazer a ligação bidirecional direta entre os bancos de dados das duas plataformas.

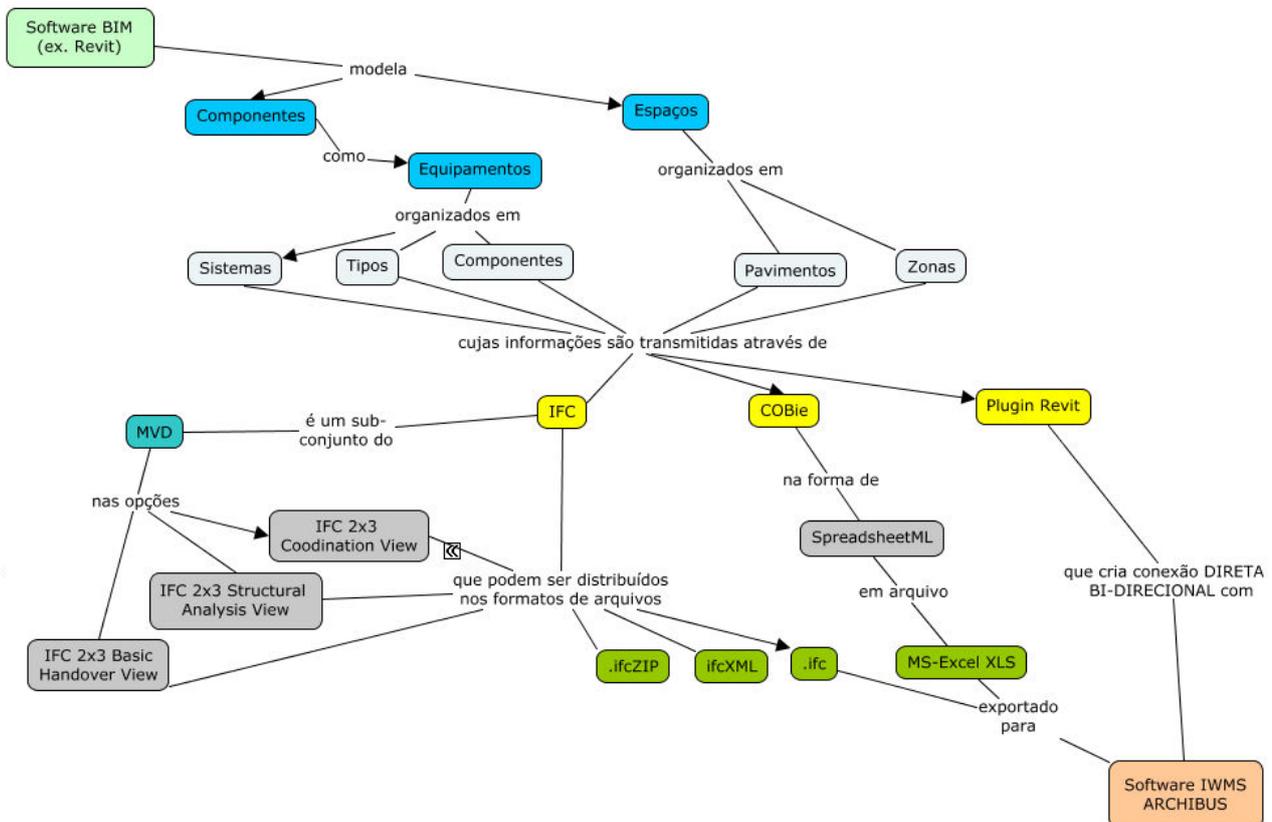
Figura 61 – Detalhe do Plugin ARCHIBUS SmartClient no Autodesk Revit:



Fonte: AUTOR, 2019.

Com o intuito de melhorar o entendimento das opções de integração de tais informações, o autor propõe um mapa conceitual demonstrando tal estrutura:

Figura 62 –Mapa conceitual de fluxo possível das informações entre BIM e IWMS:



Fonte: AUTOR, 2019.

A integração viabiliza o uso do BIM para desenvolver análises visuais de causa de falhas em FM, de acordo com Motamedi, Hammad e Asen (2014) que resumem após pesquisa bibliográfica as diversas opções com as propriedades e plataformas de informações utilizadas no ciclo de vida dos ativos:

Tabela 27 - Plataformas e Propriedades de informações para FM

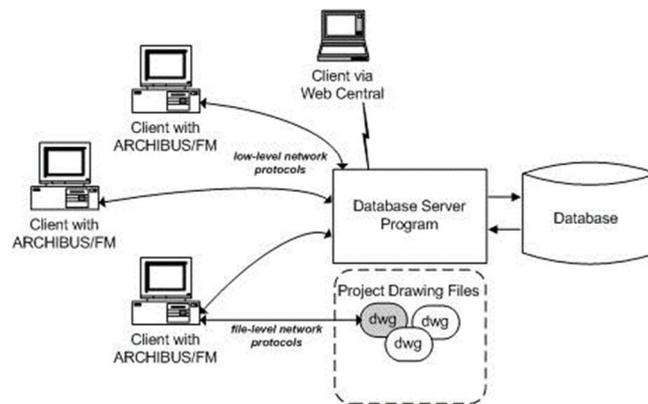
PROPRIEDADES	Sistemas de Gestão do Ciclo de Vida das Instalações				
	BIM	CMMS	COBie	CAFM	CAS
Geometria	✓				
Definições dos ativos	✓	✓	✓	✓	✓
Propriedades dos ativos	✓	✓		✓	
Definições e propriedades dos componentes da edificação	✓				✓
Condições dos ativos	✓	✓		✓	✓
Resultados de inspeções	✓	✓		✓	✓
Programação da manutenção		✓			✓
Hierarquia de ativos	✓	✓	✓	✓	✓
Relacionamento da distribuição dos sistemas	✓			✓	
Localizações	✓	✓	✓	✓	✓
Histórico dos ativos	✓	✓		✓	✓
Leituras e Medições de sensores de dados	✓	✓		✓	✓

Fonte: Adaptado de Motamedi, Hammad e Asen, 2014.

3.9 Fluxo de informações BIM – FM

A grande maioria dos sistemas corporativos de IWMS utiliza como repositório de dados Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados Relacionais (SGBDR), tais como Oracle, Microsoft-SQL Server etc. Tais sistemas são caracterizados por permitir acesso controlado a grandes volumes de dados, de forma instantânea e simultânea a grande quantidade de usuários. A Figura 63 ilustra como um SGBDR troca dados com o IWMS ARCHIBUS:

Figura 63 - Diagrama de Informações software IWMS ARCHIBUS:



Fonte: Archibus, 2016.

Becerik-Gerber et al. (2012) afirmam que uma vez completada a fase de Comissionamento do empreendimento, os ativos digitais são via de regra criados manualmente ou carregados em sistemas do tipo FMS – *Facilities Management Systems* – para dar suporte a funções de FM como gerenciamento de ordens de serviços de manutenção, gestão de reparos, etc. Os autores afirmam ainda ser crítico possuir ativos digitais em formatos eletrônicos com nomenclatura apropriada para simplificar o acesso e distribuição dos dados de forma que sejam facilmente recuperados e rastreados. No entanto, o maior desafio consiste na criação de tais informações, uma vez que o processo exige a alimentação de distintas tipologias de informações em diferentes bancos de dados manualmente – resultando em um processo longo e altamente suscetível a erros.

Os autores ainda afirmam que dentre alguns dos ativos digitais que poderiam (e deveriam) ser “capturados” no BIM durante as fases de Projeto e Construção, estariam:

- *Equipamentos e Sistemas*: AVAC, instalações, incêndio/proteção à vida, dispositivos de rede e automação, sensores, etc.;
- *Dados*: informação do fabricante/fornecedor (por ex. número de série, modelo e “part numbers”, informação de localização (por ex. edifício, pavimento, espaços e zona na qual tal produto está localizado), descrição (por ex. tipo, número de patrimônio, grupo de equipamento, criticidade e status) e atributos (por ex. peso, potência, consumo energético) e;
- *Documentos*: especificações, garantias, manuais de operação e manutenção, instruções dos fabricantes, certificados e relatórios de testes.

Os autores sugerem no estudo uma sequência na entrada de dados (do topo à base da pirâmide representada na Figura 64), assim como alertam acerca da quantidade de dados que é crescente no mesmo sentido.

Figura 64 – Estrutura de dados dos requerimentos de dados não-geométricos:



Fonte: Adaptado de Becerik-Gerber et al. 2012.

Os autores sintetizam as informações e responsabilidades dos distintos intervenientes da cadeia produtiva sugerindo o fluxo ilustrado na Figura 65:

Figura 65 – Requisitos de dados e intervenientes responsáveis pelo fornecimento:

Estágio do Ciclo de Vida	Requisitos de Dados	Responsabilidades
Projeto Conceitual	A/E: Dados do canteiro (dados GIS baseados em coordenadas), espaços do edifício (andares, zonas, espaços)	A/E: Carga de dados no modelo
	Proprietário: Planejamento do canteiro, linhas de utilidades, convenções de nomenclatura	Proprietário/Grupo de FM: Fornecer requerimentos do Proprietário, fornecer informações e equipamentos, controlar compatibilidade com os padrões organizacionais e requerimentos do proprietário
Desenvolvimento do Projeto	A/E: Dados detalhados dos espaços do edifício (andares, espaços, zonas), ID de Equipamentos e nome, Tipo/Categorias de Componentes, Tipo de Especificação, unidades e valores, Especificação de Peças de Reposição, Atributos de Equipamentos (peso, potência, consumo energético, etc.)	A/E: Carga de dados no modelo
	Construtor/Empreiteiro: Dados de Equipamentos e declaração de método (por especificação de projeto), Materiais Sugeridos, fabricante do componente, dados do fornecedor.	Construtor/Empreiteiro: Fornecer dados de processo de construção, Fornecer dados para A/E e Proprietário
	Proprietário: Requisitos de Nível de Desenvolvimento (LOD), Tolerâncias, Convenções de Cores para espaços, IDs de componentes, Atributos requeridos de equipamentos, dados de fornecedores/fabricantes preferenciais	Proprietário: Fornecer os Requisitos do Proprietário, Controlar a compatibilidade com os Padrões Organizacionais e requisitos do proprietário
Documentos de Construção	A/E: IDs finais, nomes de Espaços, nomes de Zonas de Serviços, Grupo e Tipos de Componentes, Especificações e atributos para Componentes.	A/E: Preparar e transferir o modelo central atualizado com os objetos e parâmetros nos objetos para ligação de dados geométricos e não-geométricos
	Construtor/Empreiteiro: N/A	Construtor/Empreiteiro: Colaborar com A/E para transferência de conhecimento BIM
	Proprietário: N/A	Proprietário/Grupo de FM: Controlar a compatibilidade do modelo central com os padrões organizacionais e requisitos do proprietário.
Fabricação, Instalação, Construção	A/E: Dados complementares de engenharia e custos	A/E: Colaborar com o Proprietário e Construtor/Empreiteiros para provisão e atualização de dados de forma apropriada
	Construtor/Empreiteiro: Dados do Fabricante e do Fornecedor dos componentes, Modelo, Nº Série, Dados de Garantia, Especificações detalhadas de Espaços (andares, espaços, zonas), Valores atualizados de especificações de operação, limites de “alta e baixa”, especificações de peças de reposição, atributos de componentes – dados são validados ou substituídos baseados nos componentes adquiridos e instalados	Construtor/Empreiteiro: Fornecer modelos de trabalho para Empreiteiros, integrar os modelos dos Empreiteiros com o modelo central, atualizar dados no modelo central
Comissionamento e Entrega	A/E: N/A	A/E: Contribuir no monitoramento de versões do modelo e atualização do modelo central
	Construtor/Empreiteiro: N/A	Construtor: Atualizar o modelo central “as-built” com o LOD desejado, transferir o modelo para o Proprietário, e Transferir Conhecimento
	Proprietário: N/A	Proprietário: Validar Zonas de Serviços, dados carregados e conectados, atualizar status dos componentes, criar banco de dados de ativos
Operação e Manutenção	A/E: N/A	A/E: N/A
	Construtor/Empreiteiro: N/A	Construtor: N/A
	Proprietário: Status de Atividades, Status de Manutenção, Histórico de Manutenção, atributos de peças substituídas, especificações, dados de fornecedor e especificações de peças de reposição	Proprietário: Atualizar banco de dados de ativos, atualizar modelo central BIM, realizar análises de eficiência energética

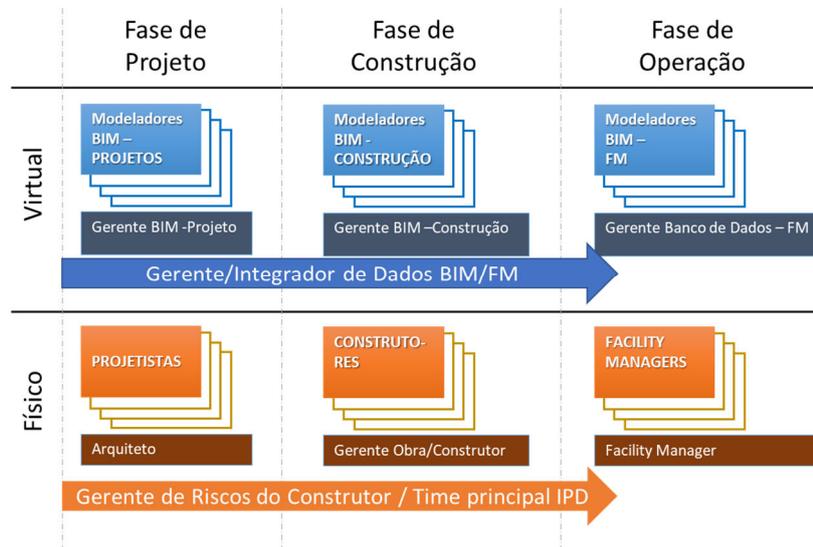
PROJETO
 CONSTRUÇÃO
 OPERAÇÃO

Fonte: Adaptado de Becerik-Gerber et al. 2012.

Alguns autores como Bozorgi, et. al (2018), traçam o paralelo entre os “mundos físico e virtual”, refletindo sobre a importância do entendimento das diferenças entre os mesmos

e reforçam a necessidade de haver uma mudança de comportamento entre os diversos agentes, como representado na figura abaixo:

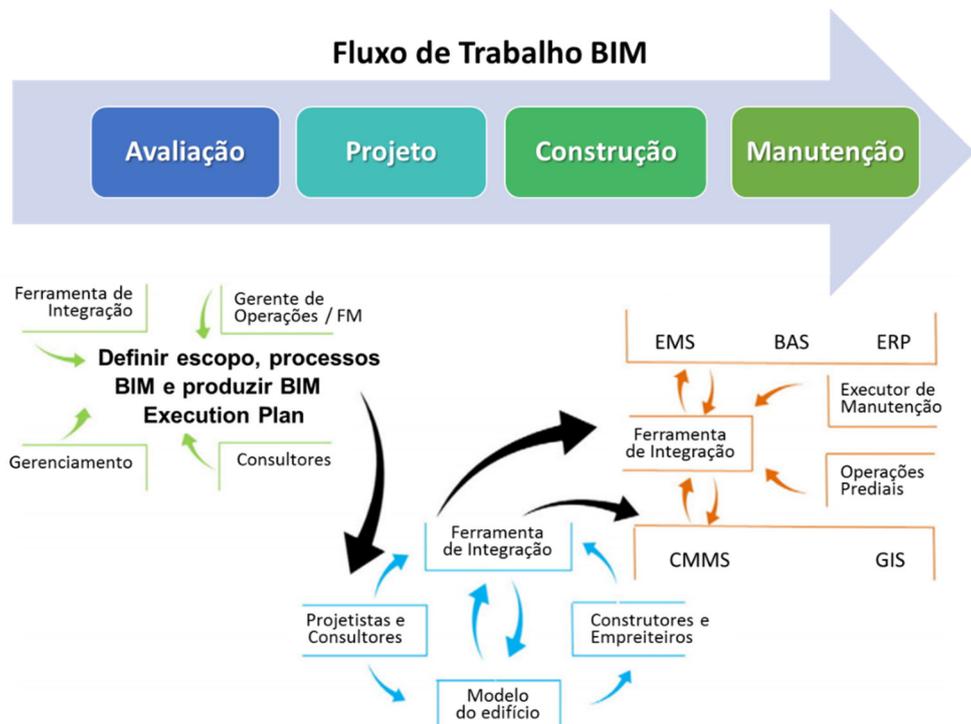
Figura 66 – Paralelo entre os “mundos” físico e virtual



Fonte: Adaptado de Bozorgi et. al (2018).

Love et al. 2014 por sua vez, reforçam a necessidade da interação harmônica entre os diversos intervenientes dos empreendimentos (Figura 67) e que investimentos nas plataformas de trocas serão cada vez mais constantes e necessárias.

Figura 67 - Sugestão de Fluxo de informações durante o ciclo de vida:



Fonte: Adaptado de Love et al., 2014.

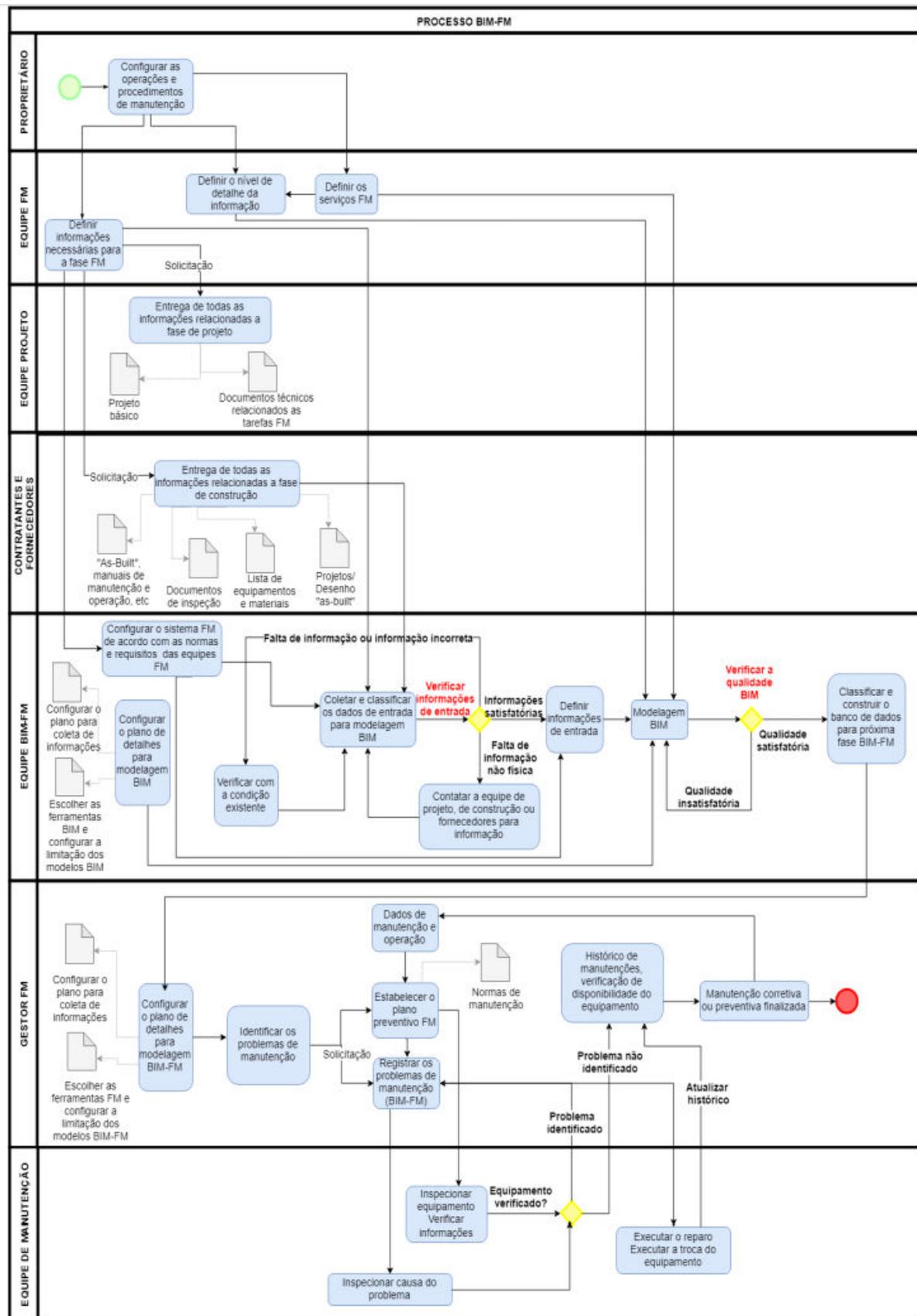
Motawa e Almarshad (2013) defendem a utilização de sistemas BIM “knowledge-based” (baseados em conhecimento). Os autores desenvolveram experimentos no sentido de auxiliar os processos de O&M através da “inteligência dos componentes” e sua “relação intrínseca”.

Talamo e Bonanomi (2015) enumeram critérios básicos para se atingir o que chama de “Serviço de FM orientado a informação”:

- **Base de Conhecimento:** o conhecimento sobre os ativos é a base para a gestão;
- **Gradualismo:** a base de conhecimento cresce ao longo do tempo somente através de um processo contínuo de coleta de dados;
- **Classificação e Codificação:** a condição para a coleta e o processamento permanente de dados é representar o edifício de acordo com sua estrutura de informações, assim como classificando e codificando todos os dados;
- **Ferramentas de Suporte a Decisão e Operacionais:** o sistema de informação deve ser o “motor” apto a gerenciar todos os dados e disponibilizar aos usuários e deveria ser implementado gradativamente para atender os usuários à medida de sua necessidade;
- **Unicidade do edifício:** as informações dos edifícios são criadas, utilizadas e mantidas por diferentes intervenientes. Independentemente do autor, esta deve ser única e organizada, de forma a permitir a correta identificação evitando-se assim perdas e retrabalhos;
- **Requisitos de informação dos objetos-BIM e padrões de informação:** os padrões BIM devem ser implementados considerando as informações necessárias pelo FM;
- **Software-BIM e Sistemas de Informação:** a implementação de padrões existentes de indústria viabilizam dois caminhos para a obtenção de dados para FM: totalmente dentro do modelo BIM (toda informação das atividades FM estão incluídas nos objetos BIM) ou acessados via links e referências cruzadas para sistemas de informação.

Outros autores propõem ainda um modelo de estruturação BIM-FM em mais detalhes, como a apresentada por Borrelli e Scheer (2019):

Figura 68 - Estrutura para modelagem BIM-FM



Fonte: Borrelli e Scheer, 2019.

Apesar de todo o avanço e potencial identificados pelos estudos e pesquisas acerca da integração, até o momento tem-se evidências limitadas na literatura de estudos aplicados no desenvolvimento de ambientes híbridos BIM-FM e os benefícios tangíveis a ser alcançados pelo mesmo (PÄRN et al., 2017).

Tem-se, portanto, uma infinidade de informações, processos e responsabilidades que devem ser definidos, comunicados e implementados caso de fato estejamos interessados em fazer a integração entre as fases e lograr ganhos durante todo o ciclo de vida de um empreendimento.

3.10 Sistemas de Classificação

Uma das premissas da gestão é o conhecimento acerca do ativo a ser gerenciado. A condição necessária para tal é que independentemente do usuário (computador ou humano), a identificação de um objeto enquanto significado seja indubitável e inequívoca. Para tanto, um dos aspectos fundamentais é a correta identificação através de códigos que classificam e tipificam o ativo, independentemente do uso e ferramenta.

O uso de dados que são categorizados e formatados usando padrões de indústria melhora a interoperabilidade entre todos os sistemas e programas que estão utilizando o mesmo padrão. Quanto mais prevalente um padrão, mais universal é a comunicação entre dois ou mais sistemas. Sistemas podem ser aplicativos de softwares, bancos de dados, comunicações “sem fio”, contratos, etc. (KEADY JR., 2013, p. 928).

Ainda segundo o autor, outra vantagem da utilização de padrões de indústria na classificação dos ativos é a redução de erros na entrada de dados feita por humanos, normalizando os dados e permitindo sua transmissão e utilização apropriada dos dados.

3.10.1 Masterformat™

Masterformat™ é um padrão de indústria desenvolvido para “resultados de serviços de construção” mantido pelo *Construction Specifications Institute (CSI)* e *Construction Specifications Canada (CSC)*. Esse padrão foi primordialmente desenvolvido para organizar especificações em construções e também é utilizado na estimativa de custos. Um “resultado de serviço de construção” é definido pela CSI/CSC como sendo “aspectos permanentes ou temporários de projetos de construção obtidos pela aplicação de uma habilidade particular ou recurso profissional” o que equivaleria a Material + Mão de Obra = Instalado. Alguns exemplos seriam “tubulação de PVC”, condutor elétrico, etc.

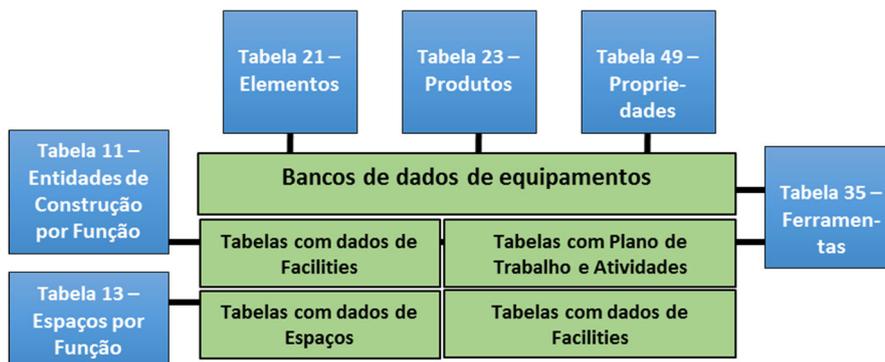
Por ser um padrão onde se define uma combinação de dois campos de dados (Equipamento e Mão de obra) e algumas vezes três campos de dados (Sistema +

Equipamento + Mão-de-obra), o mesmo não poderia ser utilizado como um padrão apropriado para identificar o equipamento em si – de acordo com o mesmo autor.

3.10.2 OmniClass™⁶³

O Sistema de Classificação da Construção OmniClass™⁶⁴ (OCCS) é um sistema igualmente mantido pela CSI/CSC para estruturar a informação da construção através de um conjunto de tabelas “multi-facetadas” que se propõe a classificar a informação, desde as fases da construção, passando por informações, papéis organizacionais, etc. chegando aos resultados da construção (Produtos – que totalizam mais de 7000 itens que estão descritos na Tabela 23 – Produtos). Esta tabela é de vital importância por possuir os “produtos” que são serão mantidos, rastreados, reparados, substituídos e operados durante todo o ciclo de vida da edificação pelos Facility Managers, de acordo com o mostrado na Figura 69.

Figura 69 – Tabelas OmniClass e sua relação com FM:



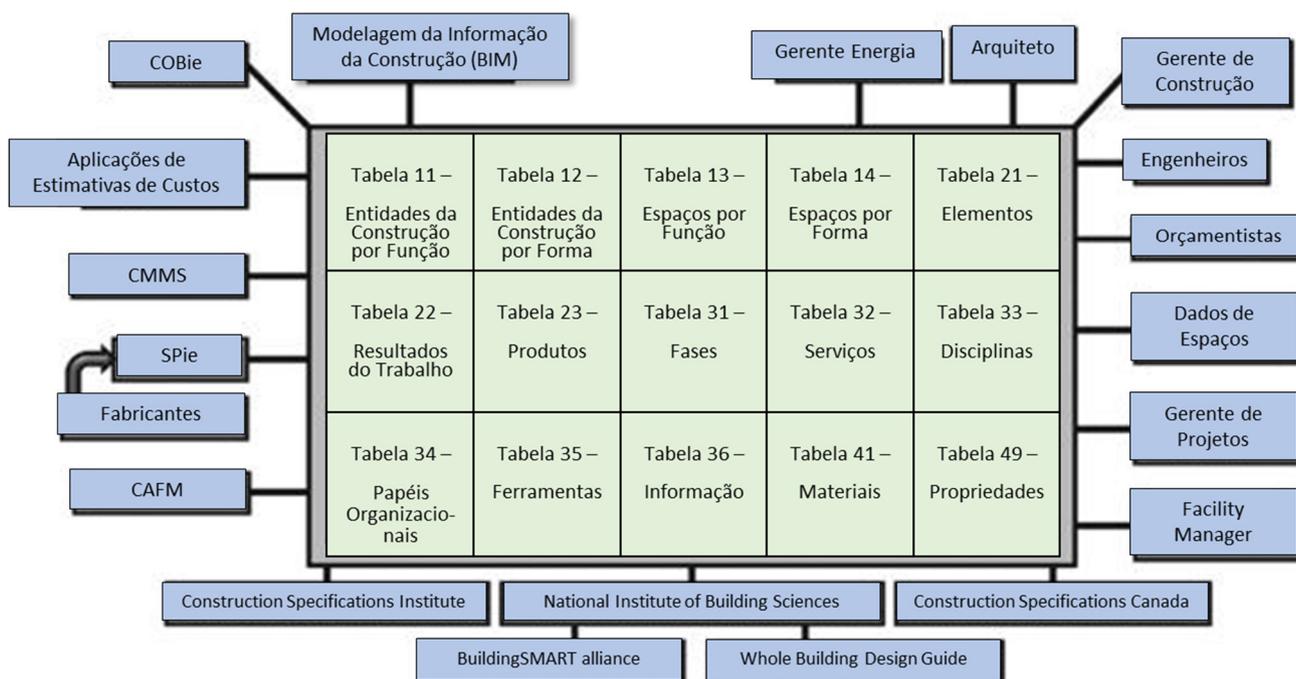
Fonte: Adaptado de KEADY JR., 2013.

De acordo com o autor, pode-se entender as relações entre os diversos “stakeholders” da indústria com a OmniClass™ como mostrado na Figura 70:

⁶³ OmniClass™ é um produto da Construction Specifications Institute/Construction Specifications Canada

⁶⁴ Tradução livre de “OmniClass Construction Classification System” (OCCS)

Figura 70 – Relação das tabelas OmniClass™ com os diversos stakeholders da indústria:



Fonte: Adaptado de Keady Jr., 2013.

E, finalmente, de acordo com Keady Jr. (2013), OmniClass™ é um sistema orientado a objetos, aberto e um padrão utilizado por diversas indústrias sendo, portanto, “o padrão ideal a ser utilizado pelos Facility Managers para inventariar seus equipamentos”.

3.10.3 ABNT NBR-15.965:1

A ABNT NBR-15.965:1 - Sistema de classificação da informação da construção tem por objetivo “estabelecer a terminologia e estrutura de classificação para a tecnologia de modelagem da informação da construção em plena adoção pela indústria brasileira de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC)”. (ABNT, 2011)

A norma é composta por partes, sendo:

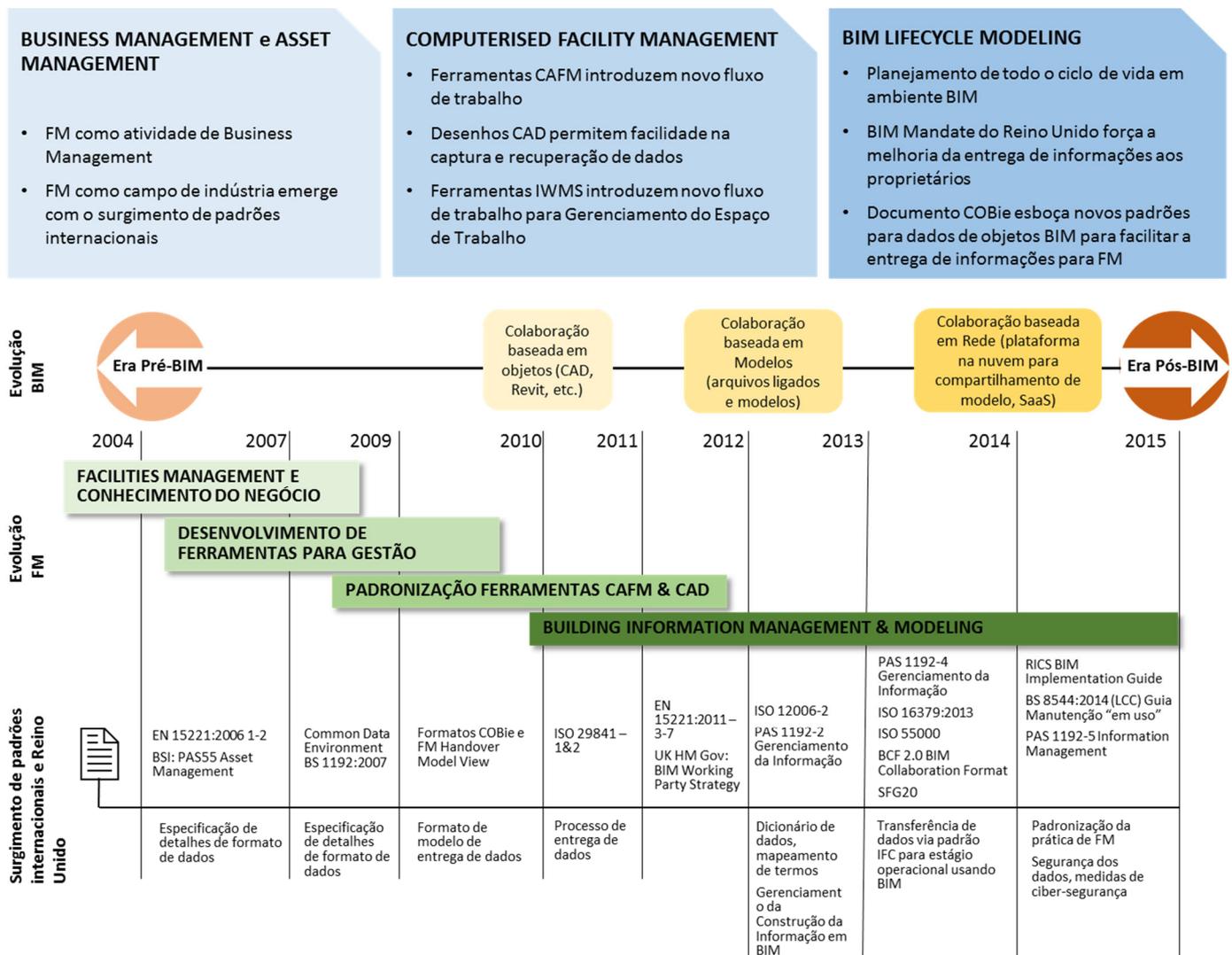
- Parte 1: Terminologia e estrutura;
- Parte 2: Características dos objetos da construção;
- Parte 3: Processos da construção;
- Parte 4: Recursos da construção;
- Parte 5: Resultados da construção;
- Parte 6: Unidades da construção;
- Parte 7: Informação da construção.

Com estrutura baseado no sistema OmniClass™, o instrumento serve, de acordo com seus autores, “para nortear métodos de avaliação, escopos de trabalho, padrões técnicos e outros parâmetros que envolvam a modelagem da informação da construção” e ainda “o sistema de classificação se aplica ao planejamento, projeto, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil”.

No Brasil, à época da pesquisa, encontram-se publicadas 4 partes da norma e as demais em desenvolvimento (CATELANI e SANTOS, 2016) - entende-se, portanto, que a aplicação de tal norma dentro dos componentes BIM se torne a mais recomendada em território brasileiro, tão logo esteja publicada e oficialmente em vigor.

PÄRN et al. (2017) sintetizaram, através de extensa revisão bibliográfica, o desenvolvimento do BIM em paralelo com FM e os guias e normas de padronização da informação de FM conforme Gráfico 27:

Gráfico 27 - Resumo da evolução do BIM / FM / Normas e padrões:



Fonte: Adaptado de Pärn et al., 2017.

3.11 Padronização e Normalização para o intercâmbio de informação

O uso progressivo e a evolução da maturidade na aplicação dos processos suportados pela tecnologia na construção naturalmente forçaram os participantes a buscarem uma uniformidade da estruturação e troca das informações entre todos, de forma a melhorar a comunicação e reduzir o retrabalho na reestruturação das informações a cada evento de troca.

No Reino Unido por exemplo, “padrões” como a BS 1192 foram lançadas em 2007 pela *British Standards Institution (BSI)* com o intuito de estabelecer um Código de Prática da Produção Colaborativa da informação de Arquitetura, Engenharia e Construção. De acordo com a mesma, *o seu uso se justificaria sempre quando processos eram desenvolvidos fazendo-se uso de tecnologias para suportar projetos. Tais processos incluiriam:*

- *Automação de processos para modelos 3D, dados, desenhos e produção de documentos;*
- *Indexação e busca de material de projeto;*
- *Filtro e ordenação;*
- *Análise de qualidade e comparações de documentos.*

Posteriormente foram lançadas revisões a este protocolo e novos “padrões de especificações” com a denominação *Publicly Available Specifications (PAS)* com o objetivo de atender às novas necessidades do mercado fornecendo um método contendo “melhores práticas⁶⁵” para o desenvolvimento, organização e gestão da informação para a indústria da Construção.

- **PAS 1192-2: 2013**, que trata da fase de construção (CAPEX⁶⁶) e especifica os requisitos para o vencimento do Nível 2⁶⁷; estabelece o quadro, os papéis e as responsabilidades para o trabalho colaborativo do BIM; baseia-se no padrão existente BS 1192 e expande o escopo do Ambiente Comum de Dados⁶⁸ (CDE).
1. **PAS 1192-3: 2014**, que trata da fase da operação (OPEX⁶⁹), com foco no uso e manutenção do Modelo de Informação do Ativo⁷⁰ (AIM), para *Facilities Management*.

⁶⁵ Tradução livre do termo “best practices”

⁶⁶ Acrônimo do termo “Capital Expenditure” (CAPEX), ou seja, fase inicial de investimento

⁶⁷ Nível 2 de Maturidade BIM

⁶⁸ Tradução livre do termo “Common Data Environment” (CDE)

⁶⁹ Acrônimo do termo “Operational Expenditures” (OPEX), ou seja, fase de Operação & Manutenção dos ativos

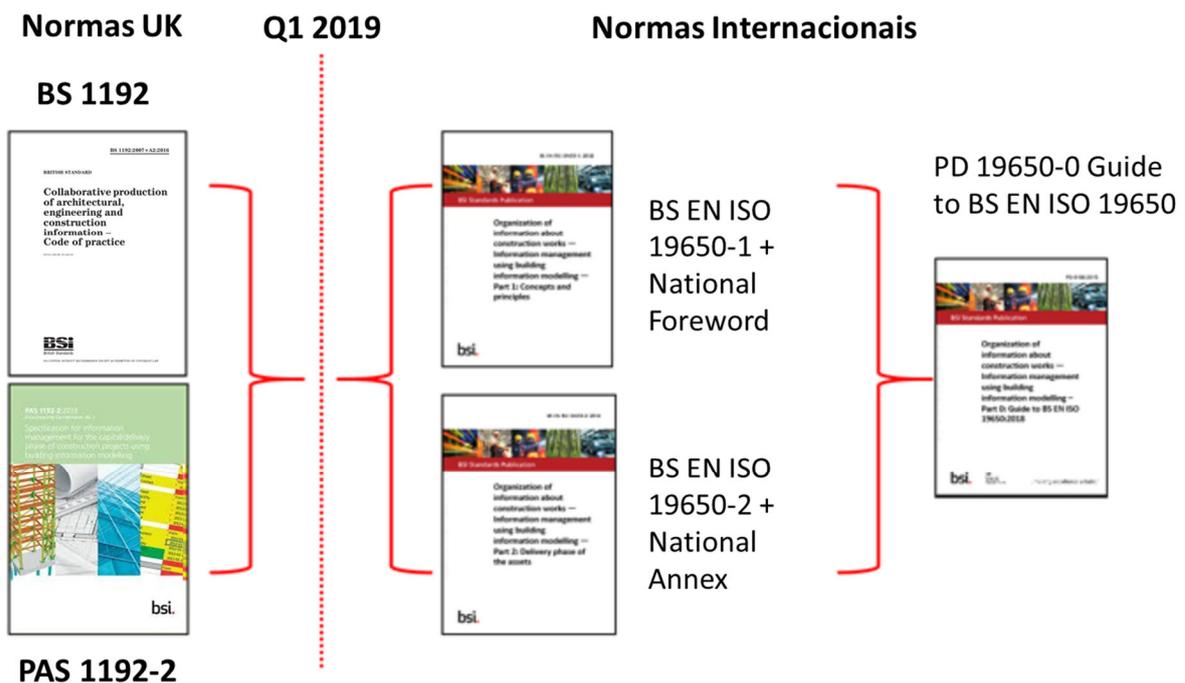
⁷⁰ Tradução livre do termo “Asset Information Model” (AIM)

- **PAS 1192-5: 2015**, que é uma especificação para modelagem de ambientes construídos digitalmente (BIM) e gerenciamento inteligente de ativos com segurança.

O conjunto dessas “PAS”, acrescidas da revisão **BS 1192-4: 2014** (que documenta as melhores práticas para a implementação do COBie) formam o conjunto de requerimentos para se atingir o Nível 2 de maturidade BIM que se traduz em uma das metas evolutivas da obrigatoriedade de adoção do BIM no Reino Unido.

À medida que o mercado evolui na adoção de tais padrões, esforços são dispendidos no sentido de se “internacionalizar” as informações e as normativas locais/regionais passam a ser traduzidas/revisadas para que se tornem (caso seja de consenso dos organismos normalizadores) em normas internacionais como as desenvolvidas pela *International Standard Organization (ISO)*.

Figura 71 - Evolução dos Padrões de Especificações (PAS) para ISO 19.650



Fonte: Adaptado de NBS, 2019.

3.12 ISO 19.650

A parte 1 da norma ISO 19.650-1:2018 possui denominação como sendo a “**Organização e digitalização de informações de ambientes construídos e obras de engenharia civil, incluindo**

modelagem da informação da construção (BIM) - Gestão de informações usando modelagem da informação da construção – Parte 1: Conceitos e Princípios”.

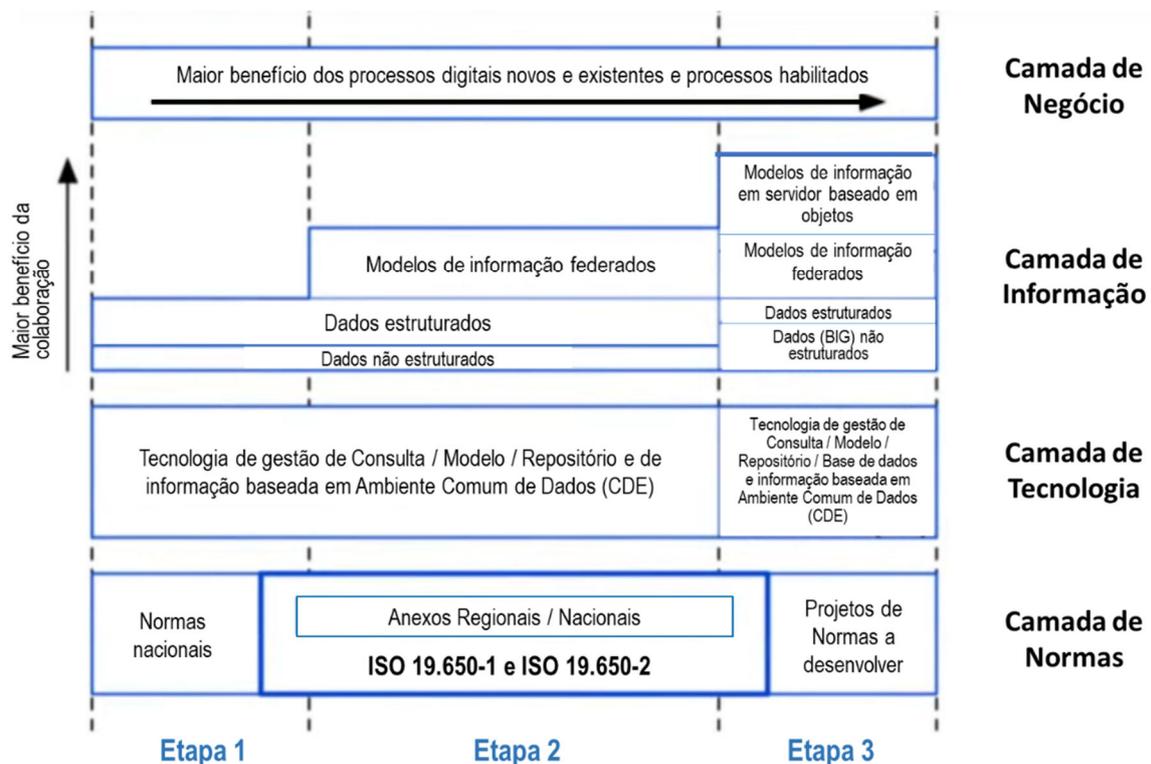
Este documento estabelece os conceitos e princípios recomendados para os processos de negócios em todo o setor de ambiente construído em apoio à gestão e produção de informações durante o ciclo de vida dos ativos construídos (conhecido como "gerenciamento da informação") ao utilizar a Modelagem da Informação da Construção (BIM). Esses processos podem fornecer resultados de negócios benéficos para proprietários/operadores de ativos, clientes, suas cadeias de suprimentos e aqueles envolvidos no financiamento de projetos, incluindo aumento de oportunidades, redução de risco e redução de custos através da produção e uso de modelos de informações de ativos e projetos. Neste documento, a forma verbal "deveria" é usada para indicar uma recomendação.

Este documento destina-se principalmente ao uso por:

- 1) os envolvidos na aquisição, projeto, construção e/ou comissionamento de ativos construídos; e
- 2) àqueles envolvidos na prestação de atividades de gestão de ativos, incluindo operações e manutenção. (ISO 19.650-1:2018 p.2)

É aplicável a qualquer tipologia de empreendimento e durante todo o ciclo de vida dos ativos construídos, de maneira a facilitar o planejamento estratégico, projetos, engenharia, desenvolvimento, documentação, construção, operação diária, manutenção, reforma, reparo e demolição.

Figura 72 – Níveis de maturidade versus benefícios de acordo com ISO 19.650



Fonte: Adaptado de ISO 19.650-1 (2018).

A norma mostra a série ISO 19.650 dentro do contexto organizacional e sua relação com outras normativas, como a ISO 55.000 (Gestão de Ativos), ISO 21.500 (Gestão de Projetos) que deveriam correr dentro de um sistema de gestão da Qualidade (ISO 9.001).

Figura 73 – Relação da ISO 19.650-1:2018 com demais normas de organização da informação



Fonte: Adaptado de ISO 19.650-1 (2018).

De acordo com a norma, o fluxo abaixo representa de processos e a cadeia de dependência das atividades necessárias para se definir de forma correta quais são os níveis de informação dos ativos, projetos etc. que serão desenvolvidos, assim como a maneira como devem ser criados, distribuídos e armazenados.

Figura 74 - Fluxo de requisitos de informação para definir os entregáveis de informação BIM



Fonte: Adaptado de ISO 19.650-1 (2018).

*Requisitos de Informação da Organização*⁷¹ (OIR) – são os requisitos relacionados com os objetivos da empresa contratante, entre outras:

- *Objetivos estratégicos do negócio*
- *Gestão de Ativos*
- *Planejamento do Portfolio*
- *Obrigações de Normativas e Regulatórias*
- *Políticas da Empresa*

*Requisitos de Informação do Projeto*⁷² (PIR) – são os requisitos relacionados com a informação gerada durante o desenvolvimento de projetos dos ativos (projeto e construção) sendo:

- *Parte Contratante e Fornecedor*
- *Estratégia de Gestão de Projetos*

*Requisitos de Informação do Ativo*⁷³ (AIR) – são os requisitos relacionados com a informação necessária (atributos, códigos, classificação, etc.) que devem ser incluídos nos mesmos de forma a atenderem aos usos pretendidos/modelo de gestão predefinidos.

*Requisitos de Informação de Intercâmbio*⁷⁴ (EIR) – são os requisitos relacionados com a organização da troca de informações entre os diversos agentes envolvidos, sua dinâmica e forma, envolvendo entre outros tópicos:

- *Matriz de Responsabilidades*
- *Requisitos de Informação*
- *Marcos (Milestones)*
- *Usos BIM*
- *Padrões para formatos de informação, codificação*
- *Planejamento de Entregáveis*
- *Software, Sistemas de coordenadas, nível de informação necessário*
- *Segurança, coordenação, revisões, estratégias de entregas e aceitação*
- *Entregáveis BIM, Sincronização, Avaliação e Qualidade de modelos*

Segundo a mesma norma, as partes devem acordar princípios básicos para trabalhar colaborativamente:

- *Usar uma tecnologia adequada/competente*

⁷¹ Tradução livre de *Organization Information Requirements (OIR)*

⁷² Tradução livre de *Project Information Requirements (PIR)*

⁷³ Tradução livre de *Asset Information Requirements (AIR)*

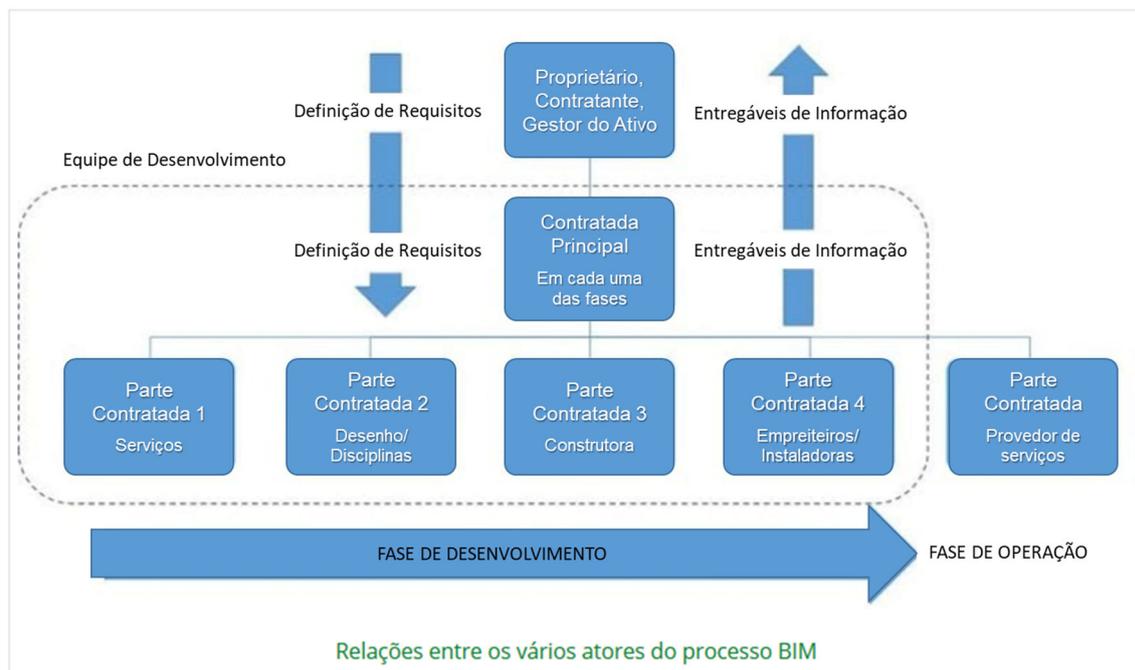
⁷⁴ Tradução livre de *Asset Information Requirements (AIR)*

- Executar “Due-diligence” – avaliar competências das equipes e suas capacidades frente aos requisitos estabelecidos
- Trabalhar de acordo com o estipulado no EIR
- Trabalhar em um Ambiente Comum de Dados⁷⁵ (CDE)
- Fazer referência somente à informação compartilhada
- Prover acesso seguro à informação durante toda a vida do projeto

Já a Parte 2 da ISO 19.650 **Organização e digitalização de informações de ambientes construídos e obras de engenharia civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) - Gestão de informações usando modelagem da informação da construção – Parte 2: Fase de entrega dos ativos** busca permitir que um contratante possa indicar seus requisitos de informação durante a fase de entrega dos ativos, para produzir informações de maneira eficaz e eficiente – e com isso, estabelecer os marcos de um ambiente comercial colaborativo.

Carrasco (2020) interpretou as duas partes e apresenta um fluxo com estrutura funcional e de responsabilidades expressadas de forma gráfica e visual, como pode-se entender a partir da Figura 75 abaixo:

Figura 75 – Fluxo de informações e responsabilidades

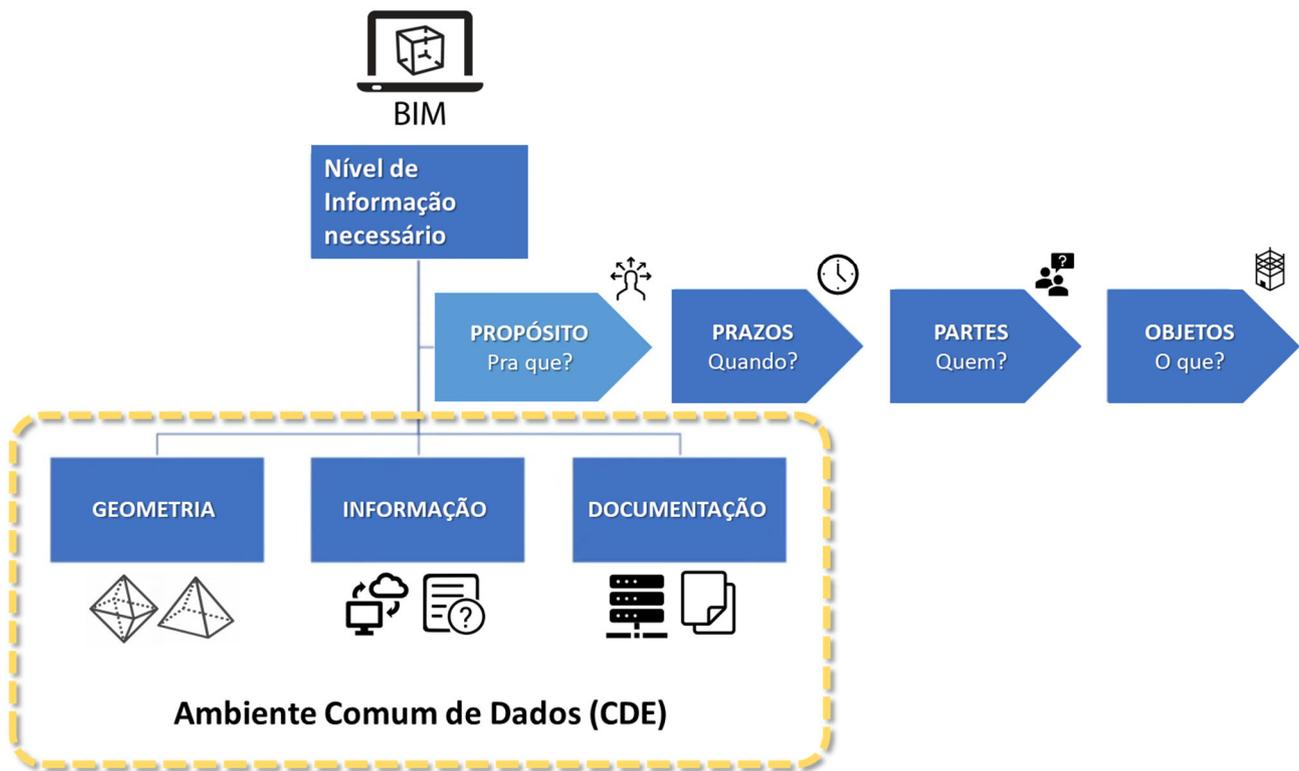


Fonte: Adaptado de Carrasco (2020).

A partir do mesmo autor, podemos ter claro a todos os envolvidos as informações comunicadas e esclarecidas de forma resumida:

⁷⁵ Tradução livre de *Common Data Environment (CDE)*

Figura 76 - Nível de informação do modelo BIM



Fonte: Adaptado pelo autor a partir de Carrasco (2020).

Alinhado com a referida norma, o EUBIM TASKGROUP (2019) recomenda ainda que:

- Os dados e informação exigidos pela entidade contratante devem ser especificados nos documentos do edital de contratação;
- Deve-se evitar a especificação excessiva e deve ser adotada uma metodologia de boas práticas;
- Os proprietários e gestores de operação dos edifícios e infraestruturas devem exprimir claramente as suas necessidades e requisitos operacionais, para o empreendimento em questão, mas também para a estratégia BIM a implementar em um determinado momento. (EUBIM TASKGROUP, 2019, p. 66).

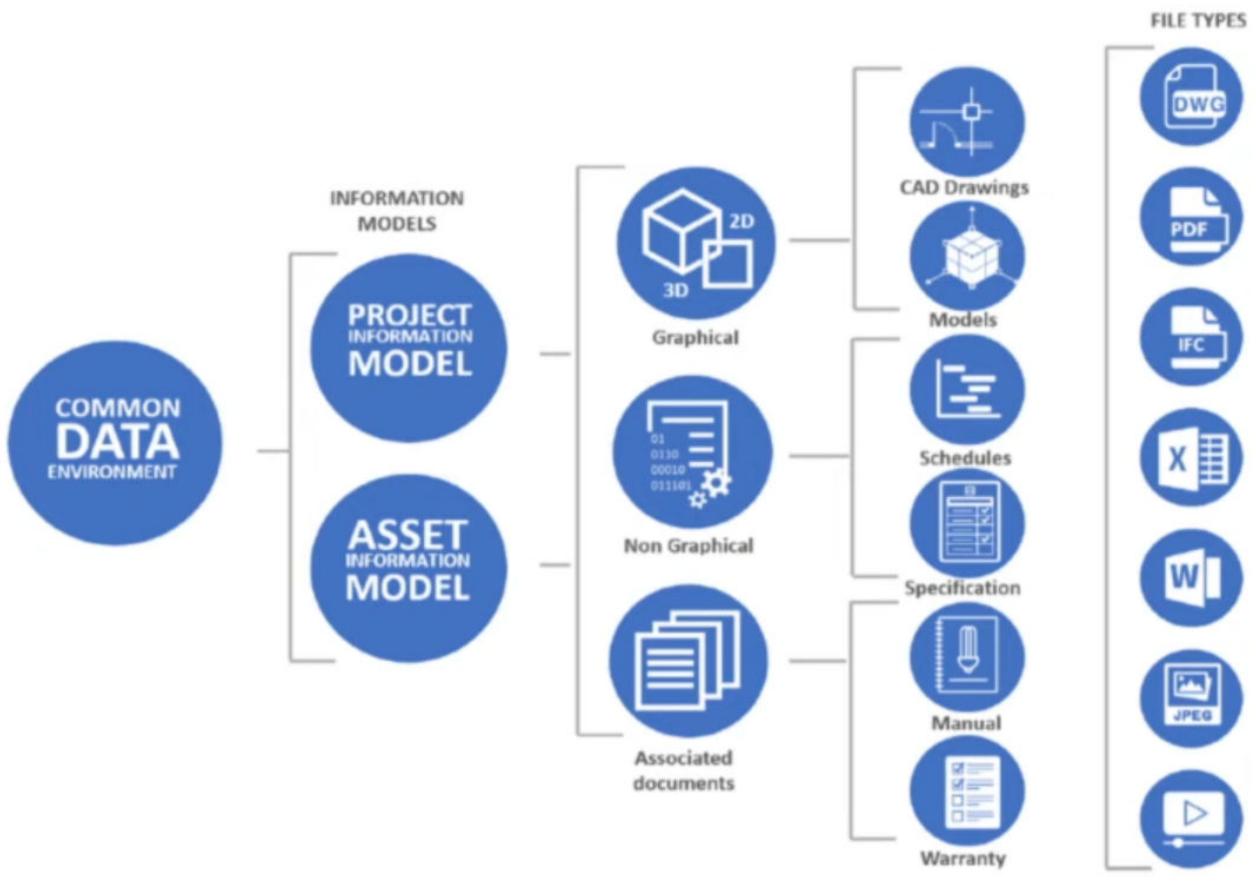
3.13 Ambiente Comum de Dados (CDE)

Durante todo o ciclo de vida do desenvolvimento de um empreendimento utilizando BIM, o processo de desenvolvimento e troca de informações prescinde de um ambiente colaborativo e seguro, de acordo com a ISO 19650-1:2018. Tal ambiente deve ser a fonte ÚNICA e VERDADEIRA da informação, de maneira que somente o que deve estar na mesma pode ser considerada como fonte de informação para tomada de decisões.

O CDE deve permitir que:

- a) cada contêiner de informações tenha um ID único, baseado em uma convenção acordada e documentada, composta de campos separados por um delimitador;
 - b) cada campo a ser atribuído um valor de um padrão de codificação acordado e documentado;
 - c) cada contêiner de informações para ter os seguintes atributos especificados:
 - status (adequação);
 - revisão;
 - classificação (de acordo com a estrutura definida na ISO 12006-2);
 - d) a capacidade de contêineres de informações para a transição entre estados;
 - e) a gravação do nome do usuário e a data em que as revisões do contêiner de informações transitam entre cada estado; e
 - f) acesso controlado em um nível de contêiner de informações.
- É altamente recomendável que o CDE do projeto esteja em vigor antes de emitir o convite para a apresentação de propostas, para que as informações possam ser compartilhadas com todos de maneira segura. (ISO 19650-1:2018. p. 13 e 14).

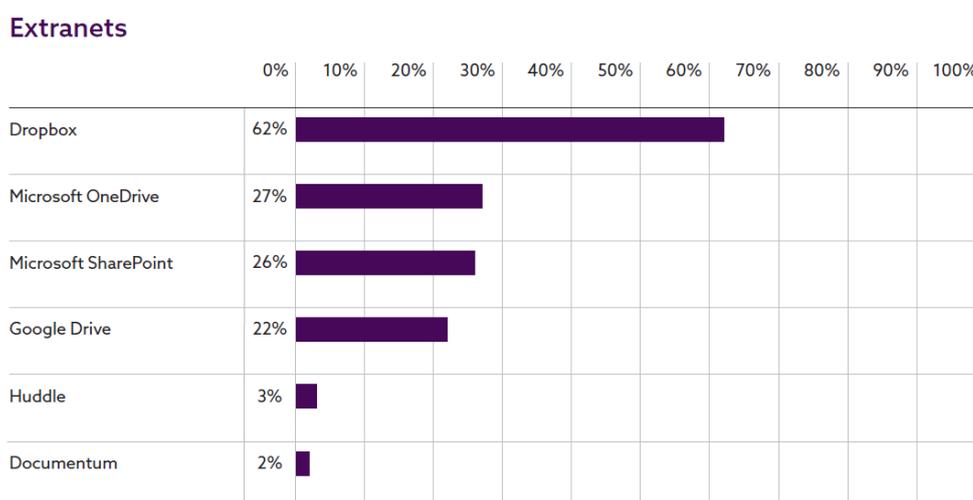
Figura 77 - Representação esquemática de um CDE



Fonte: Adaptado de ISO 19.650-2:2018, 2019.

Dados de NBS (2019) apontam que as principais plataformas informáticas utilizadas como CDE são as *Extranets*⁷⁶ e plataformas CDE específicas. As *Extranets* são as mais utilizadas, por serem de fácil acesso e utilização, algumas gratuitas em configurações básicas, não necessitarem de configurações ostensivas, mas não são orientadas para a Construção, ou seja, não atendendo aos requisitos deste negócio (GRÁFICO 28).

Gráfico 28 - Principais plataformas Extranet utilizadas como CDE



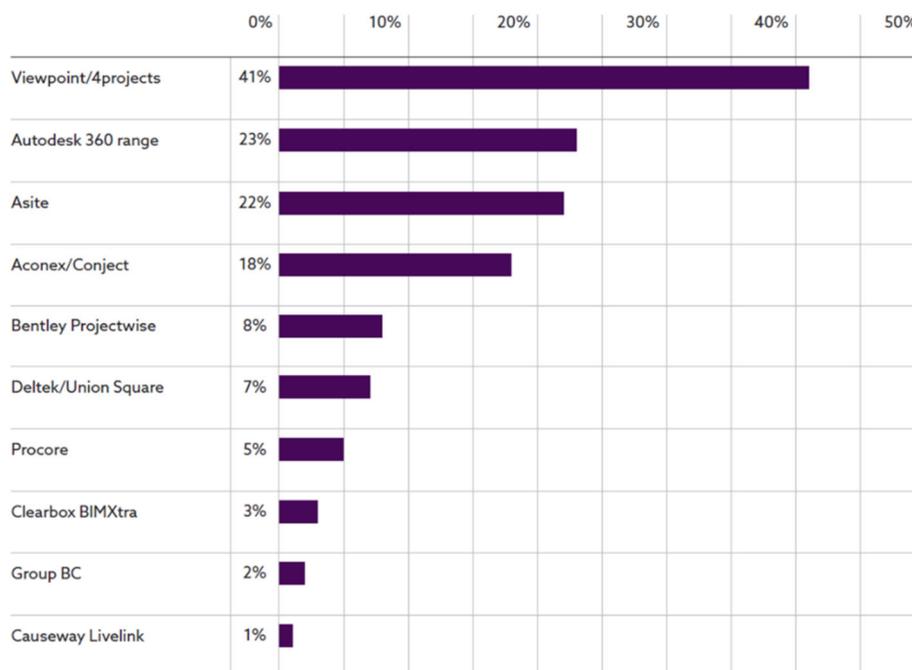
Fonte: Adaptado de NBS, 2019.

São utilizadas como CDE outras plataformas que possuem boa parte dos requisitos e características necessárias para promover a colaboração, mas com funcionalidades distintas – o que faz com que diversas empresas utilizem mais de uma opção – de acordo com NBS (2019).

⁷⁶ *Extranet* é um sistema de armazenamento de arquivos baseado na “nuvem”.

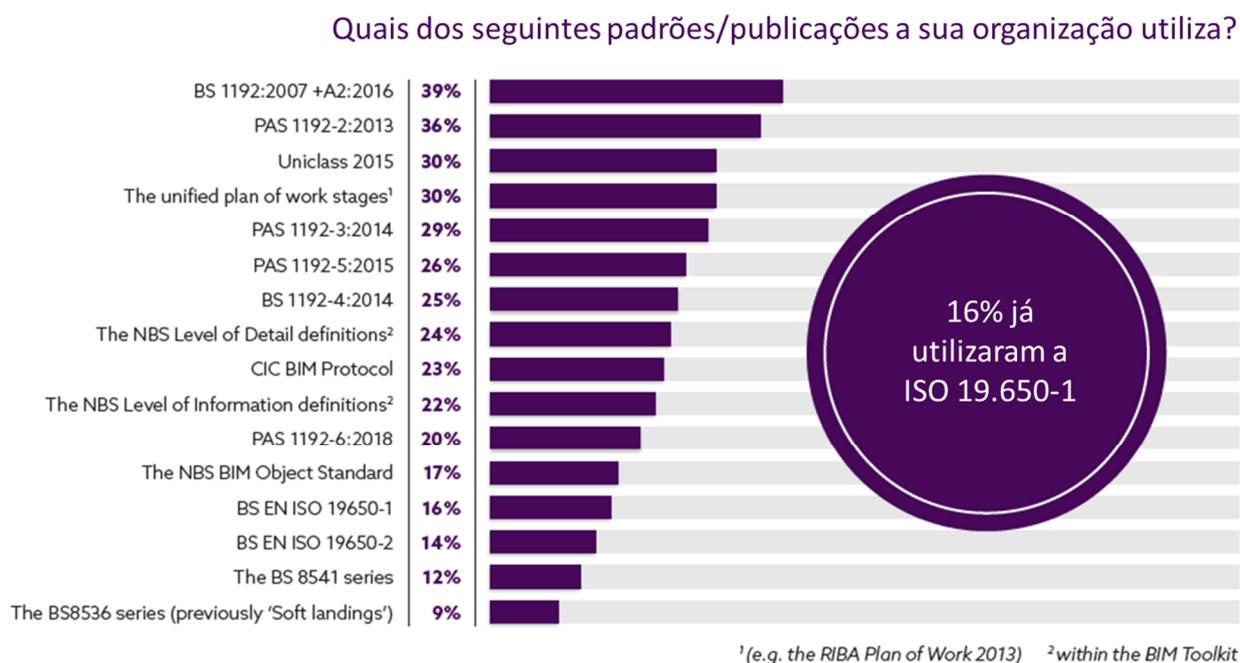
Gráfico 29 - Plataformas orientadas a Construção utilizadas como CDE

Plataformas de Ambiente Comum de Dados



Fonte: Adaptado de NBS, 2019.

Dados de NBS (2019) apontam que mais de 16% dos entrevistados em sua pesquisa já adotaram a norma no desenvolvimento de seus empreendimentos e a tendência é que a sua utilização se consolide a nível mundial, a exemplo do ocorrido em outras normas e padrões.



Fonte: Adaptado de NBS, 2019.

3.14 PLANO DE EXECUÇÃO BIM⁷⁷ (PEB)

Uma vez compreendido o potencial da integração das informações assim como da classificação dos ativos a sua padronização de dados, faz-se necessário organizar tais requisitos em um documento a ser desenvolvido e distribuído a todos os intervenientes no início de qualquer empreendimento – chamado de “*BIM Execution Plan*” (BEP), (TEICHOLZ, 2013). Este plano fornece as instruções básicas sobre toda a informação a ser gerada e a forma de geri-la durante o ciclo de vida do empreendimento, além de definir os papéis e responsabilidades dos diversos participantes nas diversas fases (da concepção à operação).

Segundo o autor, um PEB deveria incluir no mínimo:

- a. Visão geral do PEB;
- b. Informação do Projeto;
- c. Contatos chave do Projeto;
- d. Objetivos do Projeto/Usos BIM;
- e. Papéis Organizacionais/Equipe

⁷⁷ Tradução livre de “*BIM Execution Plan – BEP*”

De autoria de CIC (2011), o *BIM Project Execution Planning Guide* (BPEP) é um exemplo de como se pode definir premissas para organizar as informações durante o desenvolvimento de um empreendimento empregando-se BIM. Estabelecem-se as metas e usos do modelo, definem-se processos e responsáveis e asseguram-se recursos para viabilizar a execução de forma ordenada.

Tabela 28 - Categorias e descrições do BPEP:

	Categorias do BPEP	Descrição
1	VISÃO GERAL DO PLANO DE EXECUÇÃO DE PROJETO BIM	Justificar o Plano e explicitar a missão BIM desejada.
2	INFORMAÇÕES DO PROJETO	Incluir informações básicas do projeto (proprietário, nome, endereço, tipo de contrato / forma de entrega, descrição resumida, processo de projeto BIM, numeração de pranchas e cronogramas).
3	CONTATOS-CHAVE DO PROJETO	Apresentar e compartilhar contatos das partes envolvidas (proprietário, projetistas, empreiteiros, fabricantes e fornecedores assim como gerentes de projeto, gerentes BIM e outros contatos representativos).
4	METAS DE PROJETO / USOS DO BIM	Explicitar metas e os usos do BIM
5	FUNÇÕES ORGANIZACIONAIS / RECURSOS HUMANOS	Para cada uso BIM estabelecido identificar empresa (s) e pessoal responsável, incluindo número de funcionários por tarefa, horas de trabalho estimada e líderes.
6	PROCESSO DE PROJETO BIM	Desenvolver os mapas de processos para cada uso BIM, com as trocas de informações para cada atividade.
7	TROCAS DE INFORMAÇÕES BIM	Documentar as trocas de informações, os elementos do modelo por disciplina, nível de detalhe (LOD), e os atributos específicos importantes para o projeto.
8	BIM E REQUISITOS DE DADOS DE INSTALAÇÃO	Documentar os requisitos BIM no formato nativo do proprietário.
9	PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO	Desenvolver procedimentos de colaboração e atividades eletrônicas (estratégia de colaboração, trocas de informações para entrega e aprovação do modelo, espaço de trabalho interativo, procedimentos de comunicação eletrônica).
10	CONTROLE DE QUALIDADE	Explicitar estratégias para o controle de qualidade do modelo (conteúdo do modelo, LOD, formato, responsável por atualizações e distribuição do modelo a outras partes). O controle de qualidade envolve: verificação visual, de interferências, padrão e de validação.
11	NECESSIDADES DE INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA	Determinar os requisitos de hardware, software, licenças, redes e modelagem de conteúdo para o projeto (famílias e base de dados com padrões consistentes).
12	ESTRUTURA DO MODELO	Desenvolver padrão de nomes de arquivos, diagrama de separação (piso, zona, disciplinas), sistema de unidades e de coordenadas, identificar e acordar itens como padrões CAD / BIM (versões de IFC, referência de conteúdo).
13	ENTREGAS DO PROJETO	Considerar em que nível serão as entregas: fase, prazos, formato e outras informações relevantes.
14	ESTRATÉGIAS DE ENTREGA / CONTRATOS	Definir o método de entrega e contratação antes do início do projeto que devem conter a estrutura do projeto, forma de pagamento, responsabilidades e detalhamento do modelo, formatos de arquivo, direitos de propriedade intelectual e outras questões.

Fonte: Adaptado de CIC, 2011.

Dentro do contexto nacional, Macenti, Marchiori e Correa (2019), propõem uma nova base para a estruturação do fluxo de informações e processos considerando o uso do BIM entre os distintos agentes do desenvolvimento de um empreendimento imobiliário (Contratante, Projetistas, Construtor e Fornecedor), sendo:

Contratante – organizações construtoras e incorporadoras;

Projetista – organizações fornecedoras de projetos: arquitetônicos, de instalações, estruturais, serviços de compatibilização e planejamento;

Construtor – empresa que executará a obra;

Fornecedor – equipes externas à construtora e incorporadora que fornecem serviços e produtos para a execução do empreendimento. (MACENTI, MARCHIORI e CORREA (2019), p. 75).

Tal estudo propõe a introdução do PEB Preliminar, que se trata de documentação definindo premissas iniciais com os seguintes objetivos (vide Figura 78):

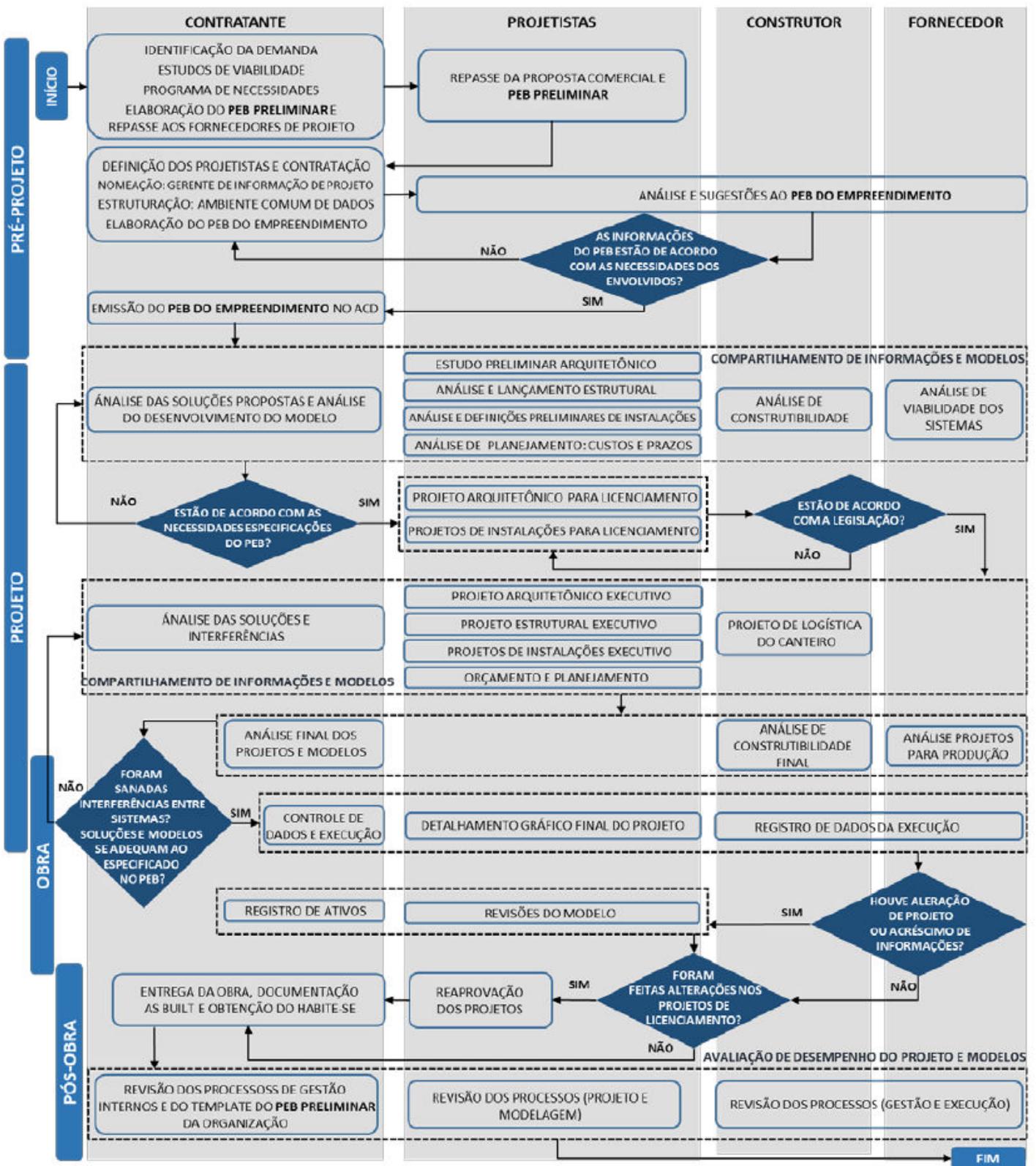
(a) apresentar aos fornecedores os padrões e objetivos da contratante para o projeto; ii) permitir a elaboração de propostas adequadas às expectativas;

(b) permitir que o contratante consiga avaliar as capacidades de desenvolvimento das atividades das organizações fornecedoras; e

(c) permitir que o fornecedor tenha segurança quanto as alterações de escopo do projeto pelo contratante ao longo do processo – problemática levantada na etapa exploratória. Propõe-se que o documento seja preenchido pelo fornecedor e anexado à proposta comercial. (MACENTI, MARCHIORI e CORREA (2019), p. 77).

Uma das principais funções do PEB é alinhar a comunicação e as expectativas entre as partes, se tratando, inclusive em documento que deve fazer parte dos documentos que formalizam a relação comercial entre as partes e portanto deve ser amplamente discutido, validado e respeitado por todos os envolvidos durante todo o ciclo de vida do desenvolvimento dos empreendimentos.

Figura 78 - Proposta de Fluxo de processos para desenvolvimento de empreendimentos imobiliários



Fonte: Macenti, Marchiori e Correa, 2019.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização do estudo de caso utilizado

Com o intuito de avaliar de forma prática a eficiência das plataformas de integração entre BIM e FM/IWMS, utilizou-se como estudo de caso um empreendimento de tipo “aeroporto” cuja identificação foi solicitada anonimato pelo proprietário do empreendimento e pelo construtor da obra por motivos de segurança do negócio e sigilo contratual.

Este empreendimento compreendia a reforma e ampliação do terminal de passageiros e pontes de acesso (“piers”) para embarque/desembarque – o que se denominou “Landside” e compreendia ainda a reforma/ampliação da pista de pouso e decolagem e acessos, denominado “Airside”.

A escolha de tal empreendimento se deu pelo motivo de acesso às informações - o aeroporto está sendo construído à época desta pesquisa utilizando a modelagem BIM e tinha a inclusão de informação para FM como um dos objetivos – tendo segundo a construtora responsável os usos de BIM adicionalmente abaixo discriminados:

Figura 79 - Usos BIM praticados no empreendimento



Fonte: Construtora, 2019.

Trata-se de empreendimento com utilização de BIM com diversos usos, podendo-se considerar uma exceção no mercado brasileiro à época da pesquisa. Alguns usos são pioneiros e serviram de aprendizado para aplicação futura nas demais obras da empresa, de acordo com a empresa construtora.

Como exemplo temos a contratação e desenvolvimento do modelo BIM de cadastro como construído (“*as-built*”) pela construtora junto aos principais fornecedores de serviços e instaladoras dos sistemas de Ar Condicionado, Elétrica, Luminotécnica, Prevenção de Incêndios, Sonorização e Comunicação Visual/Sinalização.

Além da modelagem de “*as built*”, o “*databook*”⁷⁸ faz parte do escopo de contrato entre a empresa construtora e o proprietário do aeroporto e deve ser entregue na forma convencional (informações constantes em uma “*Extranet*”) adicionalmente com as informações inseridas nos componentes dos modelos BIM de forma a permitir a consulta rápida das informações posterior – durante os processos de O&M. A responsabilidade da inclusão das informações no “*databook*” ficou a cargo de consultoria especializada – com o apoio das demais contratadas e a própria construtora.

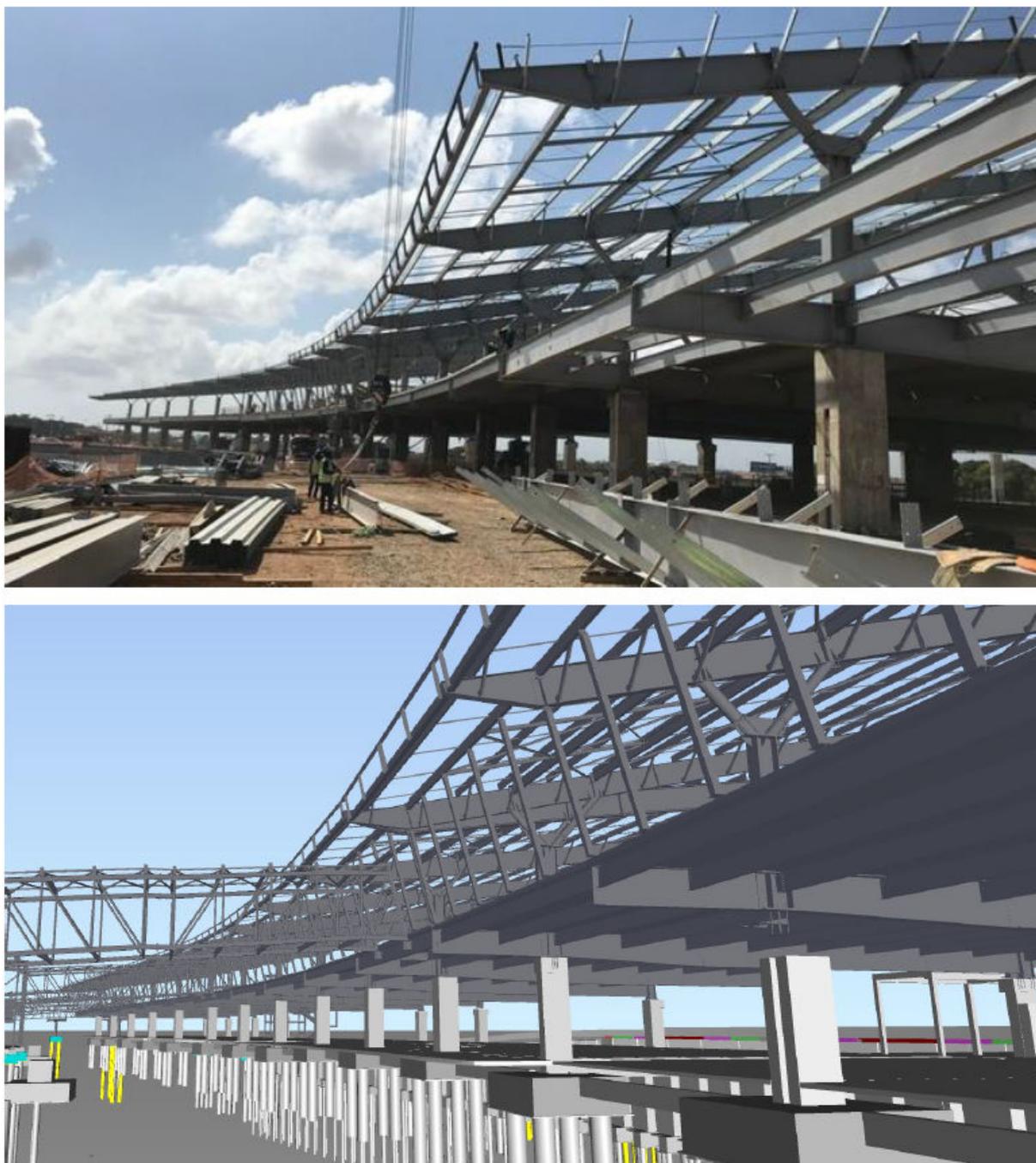
Tratava-se de cenário adverso e desafiante, sendo que em entrevista com os responsáveis pela construção, levantou-se ainda algumas considerações sobre o empreendimento:

- *Ausência de informação de referência ou indefinições por parte do proprietário (manuais, padrões, procedimentos);*
- *Dificuldades de execução da obra pelo aeroporto estar em funcionamento ao mesmo tempo da execução dos serviços de reforma/novas construções (acesso aos ambientes, fluxo de passageiros/usuários, segurança de acesso, logística de materiais e fluxo de equipamentos, etc.);*
- *Grande quantidade de informações e documentos gerados (o número de disciplinas de uma instalação aeroportuária é bastante significativo);*
- *Prazo contratual exíguo pela complexidade da obra e nível técnico exigido;*
- *Falta de preparo da cadeia de fornecedores da construção (e do próprio Proprietário) em temas relacionados à modelagem BIM;*

As figuras a seguir exemplificam alguns dos usos BIM praticados neste empreendimento:

⁷⁸ Conjunto de informações transferidas na fase de Projeto/Construção para a fase de O&M (documentos, folders, informações, diagramas, etc. dos ativos e espaços).

Figura 80 - Uso de BIM para Visualização 3D



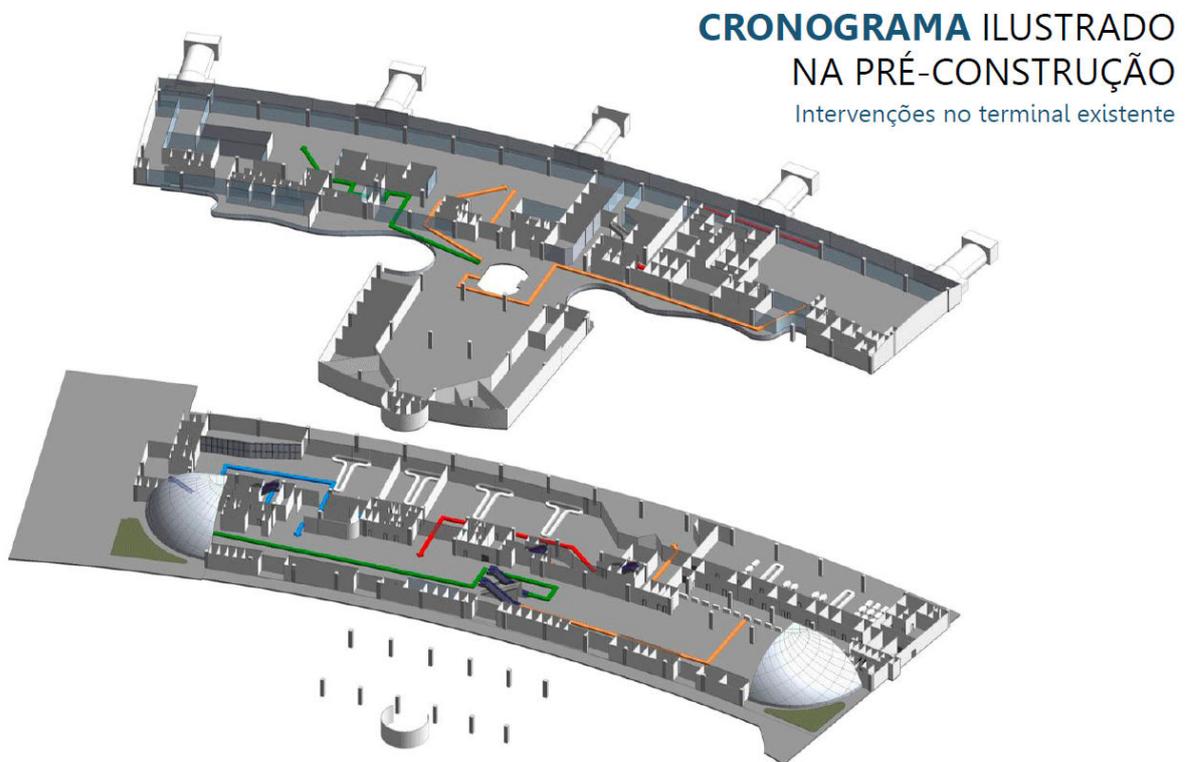
Fonte: Construtora, 2019.

Figura 81 - Uso de BIM para Visualização 3D através de Realidade Virtual (RV)



Fonte: Construtora, 2019.

Figura 82 - Uso de BIM para Planejamento 4D



Fonte: Construtora, 2019.

Figura 83 - Uso de BIM para Integração com Fabricação e Logística usando metodologia de "Lean Construction"

LEAN CONSTRUCTION

15%

AUMENTO
DA PRODUTIVIDADE EM
CAMPO, ATRAVÉS DA PRÉ
MONTAGEM DE TUBULAÇÃO



Modelo BIM



Fabricação das peças



Transporte ao local de obra



Peças montadas

Fonte: Construtora, 2019.

Figura 84 - Uso de BIM para Controle de Qualidade usando FVS⁷⁹ integrado ao modelo BIM

QUALIDADE | FVS

INSTALAÇÕES

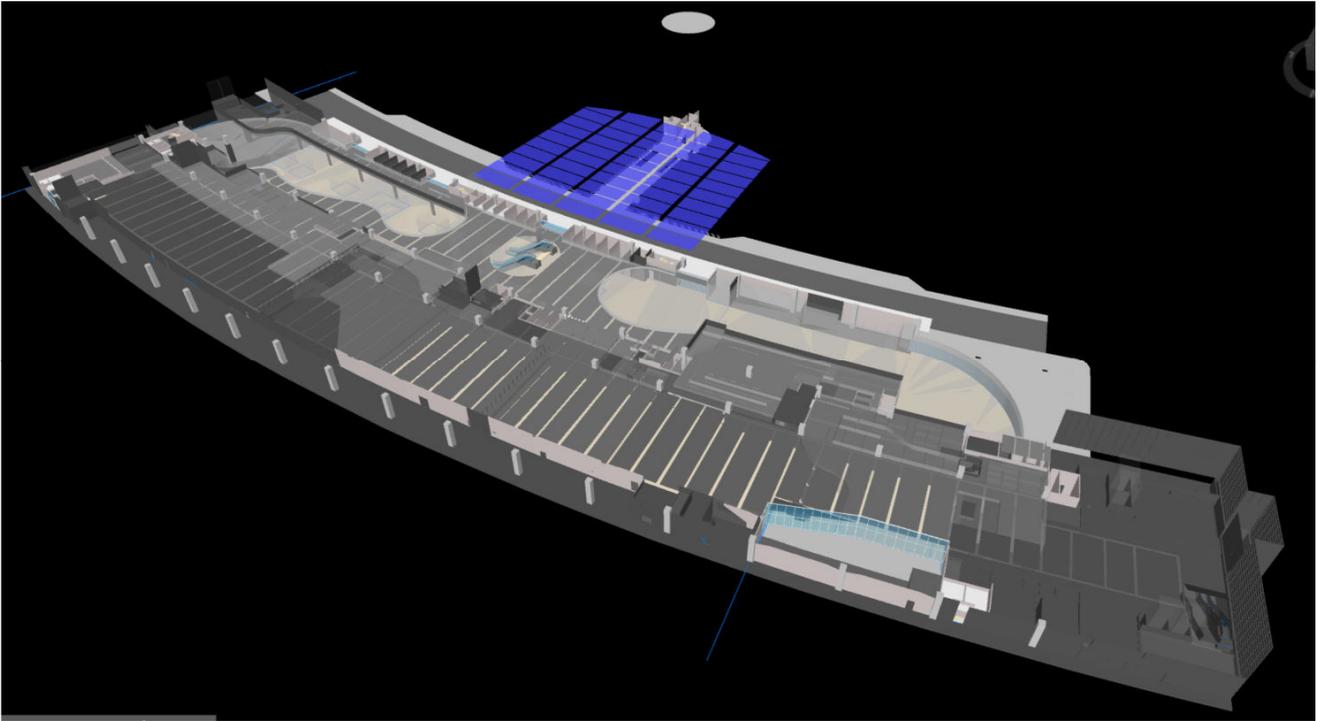
1ª integração com o modelo de instalações

Atividade	Verificação	Tolerância	Informações Adicionais	Exp. Cadeia 15rno
Supostas	Localização, posicionamento, inclinação e fixação	Conforme memorial descritivo ou projeto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Instalação de dutos	Dimensional	Conforme memorial descritivo ou projeto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Isolamento térmico - interno e externo	Presença do isolamento	Conforme memorial descritivo ou projeto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Dimensional, tipo dos difusores e grelhas	Forma de fixação e tipo	Conforme memorial descritivo ou projeto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Instrumentação	Forma de fixação e instalação	Conforme memorial descritivo ou projeto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Teste	Estanqueidade	-	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Construtora, 2019.

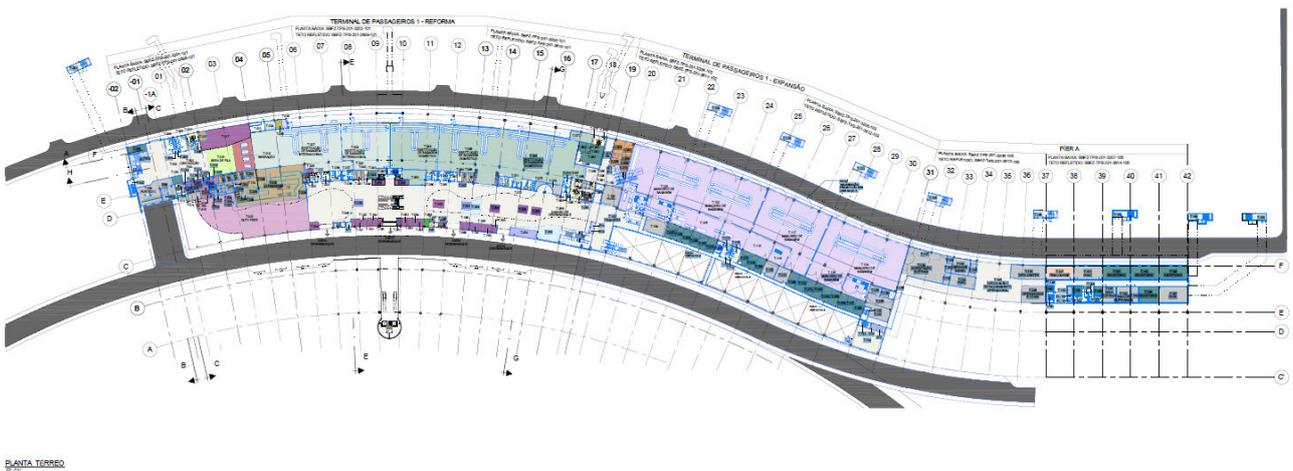
⁷⁹ Acrônimo de Ficha de Verificação de Serviços

Figura 85 – Visualização 3D parcial do Modelo BIM do Empreendimento em Autodesk Revit:



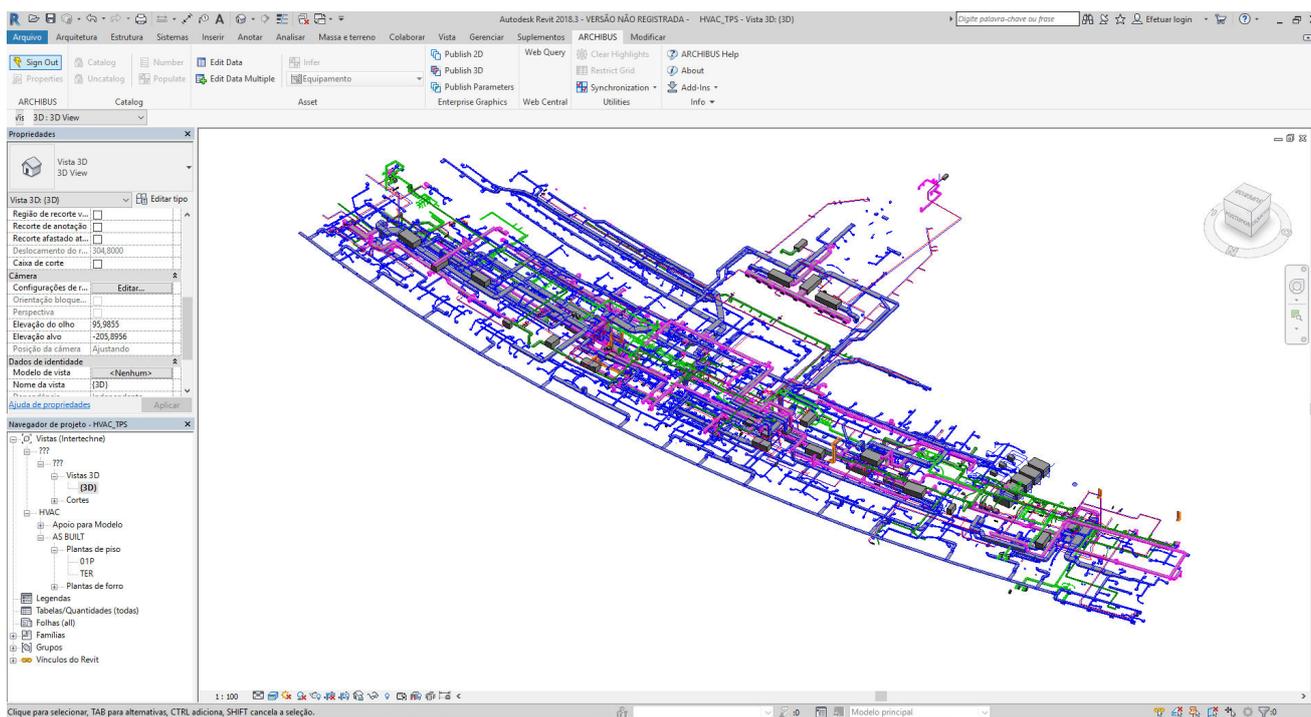
Fonte: Autor, 2019.

Figura 86 - Visualização 2D do Modelo BIM – Pavimento Térreo em Autodesk Revit:



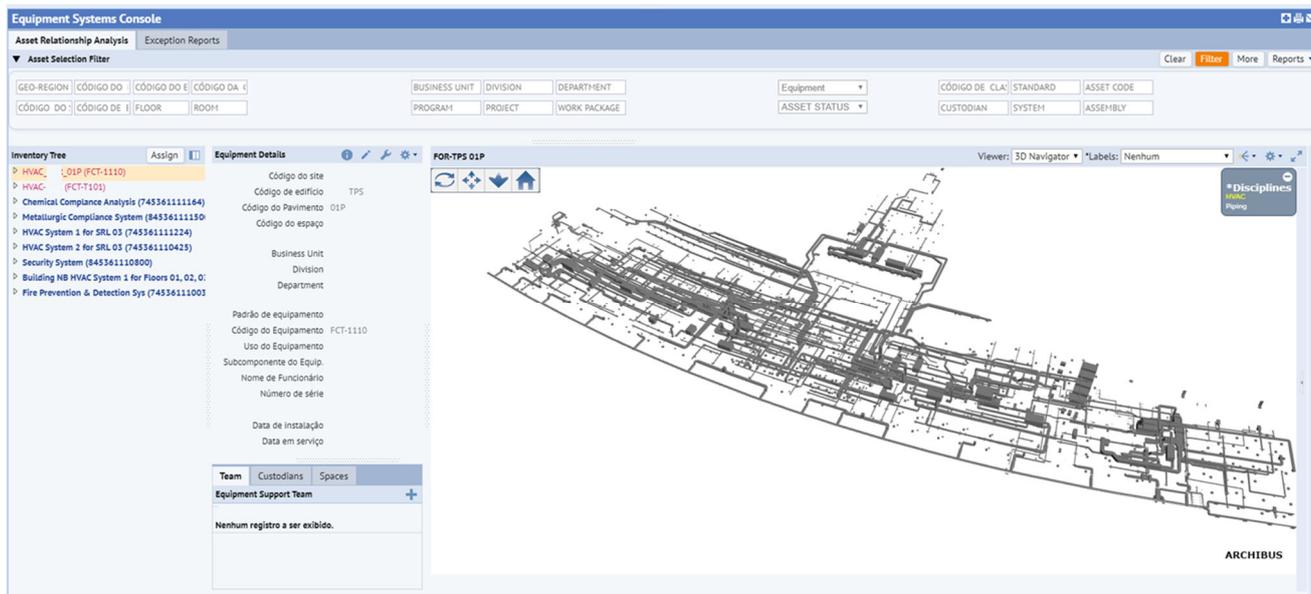
Fonte: Autor, 2019.

Figura 87 – Visualização 3D do Modelo BIM – Disciplina AVAC⁸⁰ em Autodesk Revit:



Fonte: Autor, 2019.

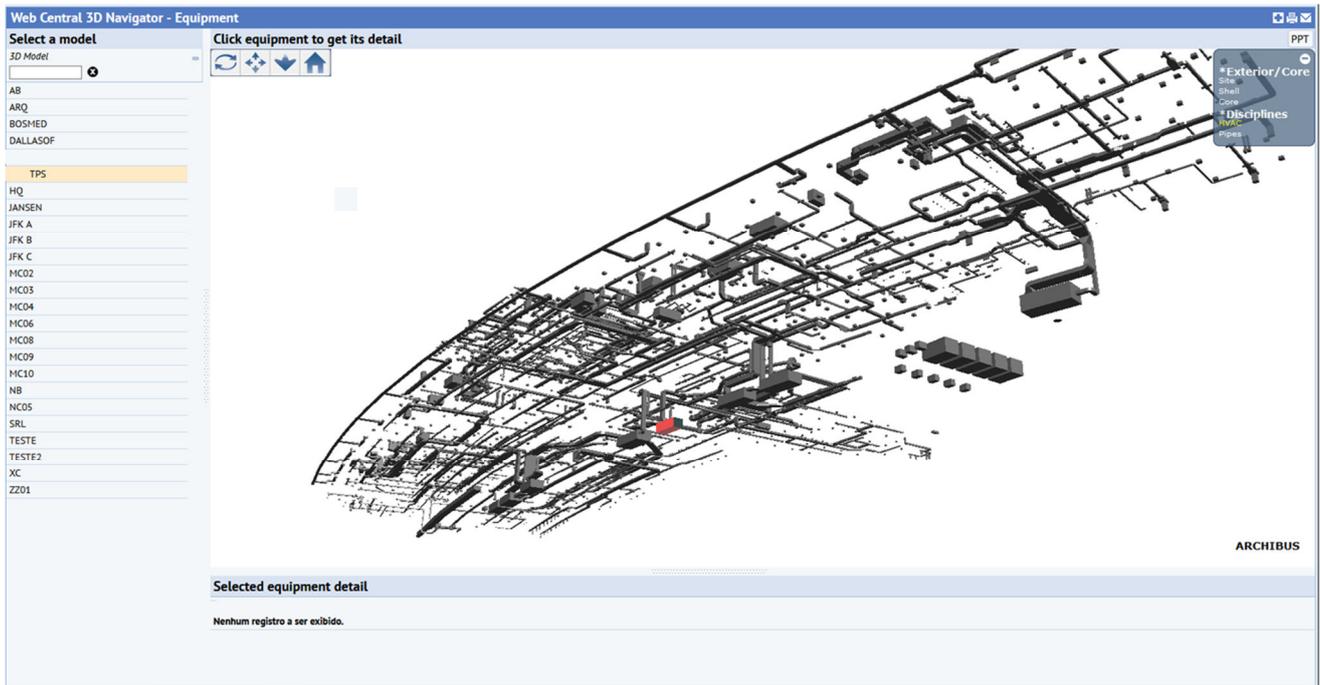
Figura 88 - Visualização 3D do Modelo BIM – Disciplina AVAC em ambiente IWMS:



Fonte: Autor, 2019.

⁸⁰ AVAC é o acrônimo de Ar Condicionado, Ventilação, Aquecimento e Calefação

Figura 89 - Visualização 3D do Modelo BIM – Disciplina AVAC em ambiente IWMS:

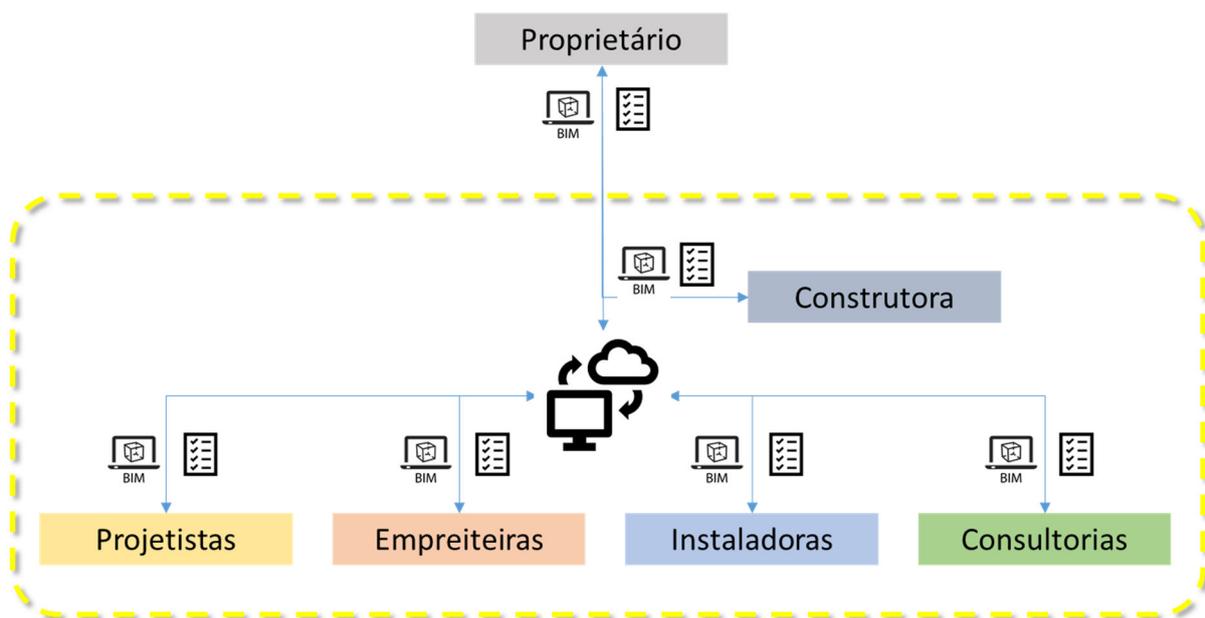


Fonte: Autor, 2019.

4.2 Fluxo de trabalho/Ambiente Comum de dados - CDE

A figura abaixo ilustra a estruturação e o fluxo simplificado de informações entre os participantes deste empreendimento:

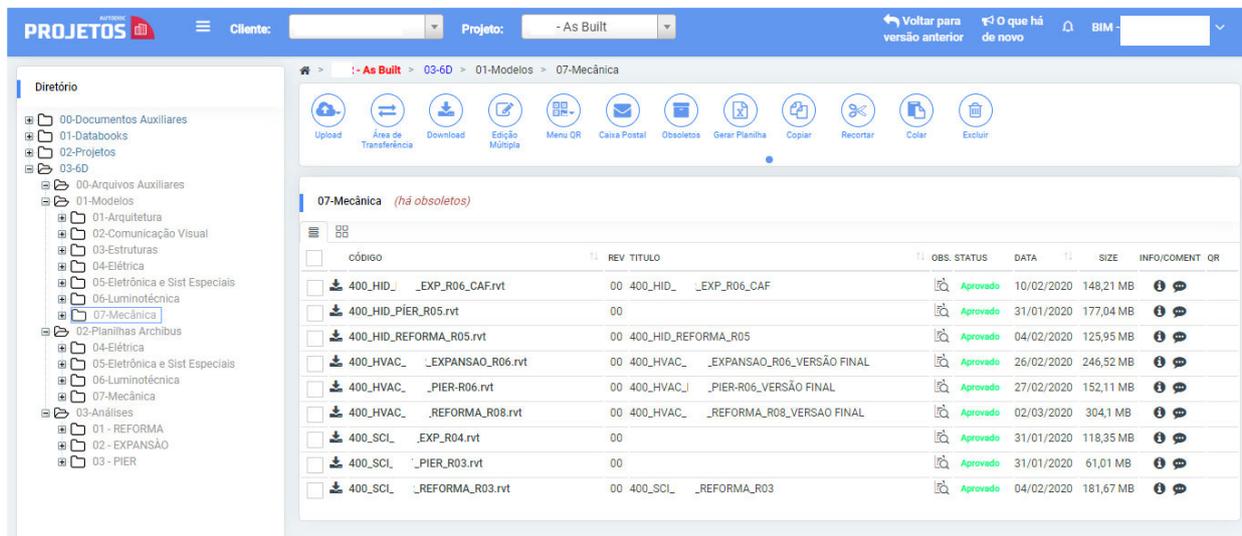
Figura 90 - Fluxo simplificado da troca de informações entre os participantes do empreendimento



Fonte: Autor, 2019.

A informação para o desenvolvimento do estudo de caso foi disponibilizada através de uma “Extranet” denominada “AutoDOC”, que desempenha o papel de “CDE”, centralizando as informações e trocas de informações, além de controlar as revisões e liberações de acesso aos dados entre proprietário, construtora e projetistas e fornecedores.

Figura 91 - Visualização da Extranet/CDE denominada “AutoDOC”:



Fonte: Autor, 2020.

O repositório utilizado possui diversas limitações em comparação a um Ambiente Comum de Dados específico para BIM, conforme já mencionado anteriormente na Fundamentação teórica – mas atende para a troca de informações segura, no que diz respeito ao acesso à informação e versionamento dos modelos e dados.

As informações de todo o projeto foram geradas por diversos agentes em fases distintas do empreendimento. Eles fizeram uso de distintas tecnologias para sua criação e gestão (ex. planilhas Excel, softwares BIM de autoria como Autodesk Revit, etc.).

Uma das definições importantes no fluxo da construção e troca de informações é a determinação da origem/responsabilidade sobre a inclusão da informação no modelo ou ainda na plataforma IWMS.

Para tanto, é de fundamental importância a criação de uma Matriz de Responsabilidades, de forma que toda a informação requerida tenha seu responsável e seja de fato inserida no “databook” e modelos BIM de “as-built”. Abaixo, na Tabela 29 temos um exemplo de uma matriz preliminar utilizada no empreendimento:

Tabela 29 - Matriz de Responsabilidades da Informação dos ativos e espaços

	PROPRIETÁRIO	PROJETISTAS	INSTALADORAS	NATIVO DO MODELO	CONSULTORIA
PARÂMETRO DE ESPAÇO					
Building					IWMS
Floor					IWMS
Código do Espaço		RVT			IWMS
Nome do Espaço		RVT			IWMS
Área do espaço				RVT	
Código da Divisão	IWMS				
Código do Departamento	IWMS				
Categoria do Espaço	Determina				IWMS
Tipo do Espaço	Determina				IWMS
Tipo de Área Bruta					IWMS
Área Bruta					IWMS
Código da Suíte	IWMS				
Área Utilizável da Suíte (m²)				RVT	
Nome da Suíte	IWMS				
Código da Divisão	IWMS				
Código do Departamento	IWMS				
Código da Zona		XLS			IWMS
Nome da Zona		XLS			IWMS
PARÂMETRO PARA ATIVOS					
Building		Determina			IWMS
Floor		Determina			IWMS
Room		Determina			IWMS
Código do Equipamento		RVT	XLS		IWMS
Tag ID		RVT	XLS		IWMS
Número de Série			XLS		IWMS
Descrição			XLS		IWMS
Fabricante			XLS		IWMS
Modelo			XLS		IWMS
Padrão do Equipamento			XLS		IWMS
Subcomponente de			XLS		IWMS
Classificação			XLS		IWMS
Ordem de Compra			XLS		IWMS
Data de Compra			XLS		IWMS
Nota Fiscal			XLS		IWMS
Fornecedor			XLS		IWMS
Custo de Aquisição			XLS		IWMS
Custo de Substituição			XLS		IWMS
Criticidade	IWMS				
Código da Divisão	IWMS				
Código do Departamento	IWMS				
Código do Funcionário	IWMS				
Garantia			XLS		IWMS
Data Vencimento Garantia			XLS		IWMS
Data da Instalação			XLS		IWMS
Data Início Operação			XLS		IWMS
Manual de Operação			XLS		IWMS
Manual de Manutenção			XLS		IWMS
Manual de Emergência			XLS		IWMS
Peças			XLS		IWMS
Expectativa de Vida Útil			XLS		IWMS
Foto do Equipamento			XLS		IWMS

Fonte: Autor, 2020.

4.3 Padronização da informação dos Espaços

Os modelos disponíveis no empreendimento em questão tinham como foco principal viabilizar e apoiar o processo de projeto, planejamento e orçamento da obra.

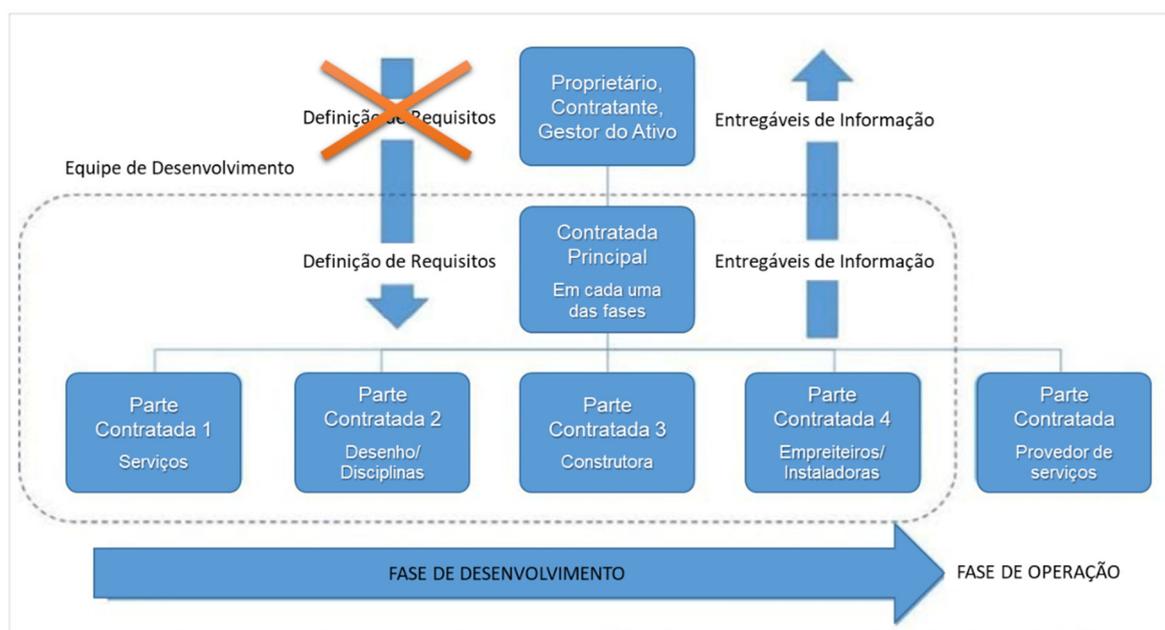
Em relação ao escopo relacionado ao FM, as informações foram definidas para atender aos principais processos de gestão de espaços, a saber:

- *Inventário de espaços*
- *Controle de Ocupação/Vacância*
- *Gestão do Desempenho dos Espaços*
- *Rateios de custos entre divisões/departamentos*
- *Planejamento estratégico de espaços*

Na ausência de um PEB direcionado para FM ou mesmo manuais e/ou premissas por parte do proprietário, algumas definições acabaram sendo tomadas por decisões da construtora do empreendimento e seus fornecedores.

Abaixo na Figura 92 desenvolveu-se um paralelo do fluxo simplificado da ISO 19.650 com a situação verificada no empreendimento objeto do estudo. A ausência na definição de padrões, manuais de procedimento para a classificação das informações de espaços e ativos por parte do proprietário criou uma situação de indefinições que geraram alguns impactos a serem comentados na conclusão desse estudo.

Figura 92 - Comparação entre o fluxo simplificado da ISO 19.650 e a obra estudo de caso:



Fonte: Adaptado de ISO 19650 e Autor, 2020.

Entretanto, para se viabilizar a prática requerida no FM, conforme citado anteriormente, a definição do padrão de mensuração de espaços e sua classificação é fundamental para viabilizar o uso de Gestão dos Espaços. A nomenclatura dos espaços, ambientes, a organização das vistas, etc. por exemplo foram definidas através das decisões conjuntas entre os fornecedores de projetos, instaladoras e consultores que apoiaram a empresa durante a execução da obra.

4.3.1 Padrão de Classificação dos Espaços

Nesse estudo de caso, optou-se por utilizar o padrão “OSCRE Space Classifications (SPCL V1.0)”. Tais definições tiveram que ser carregadas nas tabelas de Classificação no IWMS, para melhor padronizar as informações e permitir a sua aplicação nos espaços construídos no empreendimento.

Figura 93 - Exemplo de Categorias e Tipos de Áreas baseado na OSCRE Space Classifications (SPCL V1.0)

OSCRE Level 1	Title	Description	Super Category	Occupiable?	Calculations Used In
1300	INTERIOR PARKING	Totally or partially enclosed space that is normally used to circulate and station vehicles.	Other Area	No	No Totals

OSCRE Level 1	OSCRE Level 2	Title	Description
1300	1310	RAMP AND CIRCULATION	Space including ramps used to circulate vehicles and providing access to parking stalls.
1300	1320	ACCESS CONTROL POINT	Parking access control point space such as attendant booth, gate, card reader, or self serve ticket dispenser.
1300	1330	STALL	Space provided for parking a vehicle (car, truck, bicycles or motorbikes).
1300	1340	VEHICLE SERVICE	Parking stall and circulation space used to provide vehicle services.
1300	1390	INTERIOR PARKING, OTHER	Interior parking space that is not described well by the other interior classes.

OSCRE Level 1	Title	Description	Super Category	Occupiable?	Calculations Used In
1400	VERTICAL PENETRATION	Space without a floor that serves a general building and system circulation function, such as stairs, elevator and other shafts.	Vertical Penetration	No	All Totals

OSCRE Level 1	OSCRE Level 2	Title	Description
1400	1430	SERVICE SHAFT	Space used to accommodate intra-floor services such as flues, fire towers, fire hose cabinets (because of the pipes attached to them), stacks, pipe shafts, vertical air conditioning ducts and other vertical ducts.
1400	1421	SERVICE SHAFT	Space occupied by a larger than necessary, architectural stair. Space with clear headroom under the stair may be classified differently.
1400	1410	MECHANICAL CIRCULATION	Space used by mechanical modes of circulation such as elevators and escalators providing transportation between floors of a structure.
1400	1420	STAIRWAY	Space used by a static circulation path providing transportation between floors of a structure.

Fonte: ARCHIBUS, 2019.

4.3.2 Planilhas de informações

Para este empreendimento estabeleceu-se os parâmetros mínimos necessários para alimentação do sistema IWMS escolhido (ARCHIBUS) como plataforma de gestão a abrigar o “*databook*” e as informações provenientes do modelo BIM. É importante notar que uma vez determinado e dominado o processo, outros usos podem ser contemplados, desde que se insira informação adequada (ex. Norma de Desempenho).

Tabela 30 - Informações a serem inseridas e transferidas para a plataforma IWMS

Item	Campo	Formato	Char	Justificativa	Exemplo
1	Código do Espaço	texto	12	Identificador único considerado como "chave primária" no banco de dados dos ativos	01.233
2	Nome do Espaço	texto	24	Identificação textual do espaço, para facilitar a compreensão/identificação do mesmo.	SANITÁRIO PNE 11
3	Área do espaço	número	12	Valor calculado (em m2) pelo software BIM a partir da delimitação dos espaços (ou ambientes)	12,32 m2
4	Código da Divisão	texto	12	Código da divisão da empresa ao qual o espaço "pertence", ou está "alocado", para fins de cálculos de rateios de custos, vacância, "headcount", entre outros.	Facilities
5	Código do Departamento	texto	12	Código do departamento da empresa ao qual o espaço "pertence", ou está "alocado", para fins de cálculos de rateios de custos, vacância, "headcount", entre outros.	Operação
6	Categoria do Espaço	texto	12	Categoria do Espaço, de acordo com o padrão de mensuração a ser adotado (BOMA, IPMS, OSCRE, etc.). É de fundamental importância nos cálculos de desempenho do espaço (ex. cálculos de U/R, R/U ,etc.)	Circulação Vertical
7	Tipo do Espaço	texto	12	Categoria do Espaço, de acordo com o padrão de mensuração a ser adotado (BOMA, IPMS, OSCRE, etc.). É de fundamental importância nos cálculos de desempenho do espaço (ex. cálculos de U/R, R/U ,etc.)	Shaft
8	Tipo de Área Bruta	texto	12	Parâmetro para identificar a área bruta (se interna ou externa). É de fundamental importância nos cálculos de desempenho do espaço (ex. cálculos de U/R, R/U ,etc.)	Interna
9	Área Bruta	número	12	Valor calculado (em m2) pelo software BIM a partir da delimitação das áreas	1.236,34 m2
10	Código da Suíte	texto	12	Identificador de "porções" de espaços (contíguos ou não) que compõem uma Suite de Locação	FMS-001
11	Área Utilizável da Suíte (m²)	número	12	Valor calculado (em m2) pelo software BIM a partir da delimitação das suítes.	123,54 m2
12	Nome da Suíte	texto	12	Nome das "porções" de espaços (contíguos ou não) que compõem uma Suite de Locação	FMS-001

Fonte: Autor, 2020.

Uma das oportunidades detectadas durante o processo foi a utilização por parte do proprietário das informações de projetos para a gestão das áreas locadas (por ex. áreas de lojas, restaurantes, lanchonetes, quiosques e congêneres) ou “cedidas” para órgãos do governo (ex. Anvisa, Receita Federal, etc.) denominadas “permissionários⁸¹”.

Para tanto sugeriu-se o cadastro das “Suites” – que são “porções de áreas contíguas (ou não) que delimitam áreas contratuais e são úteis durante a gestão dessas áreas, permitindo sua identificação visual rápida e a obtenção de relatórios de áreas que são exigidas pelos órgãos regulatórios (como a Agência Nacional da Aviação Civil – ANAC - por ex.).

4.4 Padronização das informações dos Equipamentos

As informações a serem inseridas nos componentes foram definidas em função para facilitar a execução dos principais processos de gestão dos ativos no sistema IWMS, a saber:

- *Identificação/inventário (com identificação de proprietário)*
- *Localização dos ativos*
- *Aplicação de garantias*
- *Cálculos de depreciação*
- *Facilitação / viabilização dos processos de manutenção.*

4.4.1 Padrões de Equipamentos

Os sistemas IWMS trabalham com uma organização das informações dos ativos específica, de maneira a dar suporte às atividades cotidianas de gestão dos Ativos, Manutenção ou “*Compliance*”⁸².

Um dos conceitos é a organização dos ativos (equipamentos) em “Padrões”. Estes padrões são “tipologias” utilizadas para processos de inventário (contagem por tipo), investimentos para substituição/renovação, somente para dar alguns exemplos. Eles reúnem informações comuns e aplicáveis a uma determinada tipologia e deve ser cadastrada (no caso do IWMS ARCHIBUS) anteriormente ao cadastro dos equipamentos.

Para este estudo, foram definidas as seguintes informações dos Padrões de Equipamentos, conforme Tabela 31:

⁸¹ Um permissionário é uma instituição ou empresa que recebe uma “permissão” temporária sem ônus financeiro para ocupar um espaço no aeroporto para cumprir a legislação, normativas e medidas regulatórias específicas desta atividade fim.

⁸² “*Compliance*” é o termo que se refere ao cumprimento de normativas que o negócio está sujeito (técnicas, regulatórias, ambientais, sanitárias, etc.).

Tabela 31 - Informações dos Padrões de Equipamentos

Item	Campo	Formato	Char	Justificativa	Exemplo
1	Descrição do Padrão do Equipamento	texto	32	Descrição que permita a identificação unívoca de uma tipologia de equipamentos e facilita a sua gestão	Central de Alarmes ENT22
2	Categoria do Equipamento	texto	24	Organização que facilita o gerenciamento dos equipamentos.	AVAC
3	Código de Classificação	texto	12	Sistema de Classificação do equipamento (<i>OmniClass</i> , NBR 15.965, etc.)	23-29 29 13 11
4	Fabricante	texto	24	A Identificação do fabricante permite a rastreabilidade de responsabilidades e aplicação de garantias quando necessário.	Siemens AG
5	Amperagem/ Voltagem/ BTU	texto	12	Informar aqui a indicação de amperagem, voltagem ou capacidade (BTU) do equipamento	220V
6	Tamanho / Capacidade	texto	12	Utilizar esse campo quando aplicável	10000 BTU
7	Fase	número	1	Indicar se é Monofásico (1), Bifásico (2) ou Trifásico (3)	3
8	Expectativa de Vida Útil	número	12	Informação fundamental para cálculo do tempo de vida e planos de investimentos em manutenção e/ou parâmetros de decisão de troca ou reparo.	5 anos
9	Foto do Padrão do Equipamento	URL	12	Imagem do equipamento com o objetivo de facilitar sua identificação para agentes que não-especialistas e/ou produtos novos ou fora do catálogo.	condensadora.jpg

Fonte: Autor, 2020.

Uma vez cadastrados as tipologias, elas ficam disponíveis em menu apropriado, facilitando a sua consulta:

Figura 94 - Padrões de Equipamentos no IWMS

The screenshot shows the ARCHIBUS IWMS interface. The main content area is titled 'Visualizar registro de padrões do equipamento'. It features a search bar and a list of equipment standards. The selected item is 'FANCOIL WDTA10 3/8 6R 144FPF'. To the right, detailed technical specifications are displayed, including description, category, manufacturer, and various performance metrics. Below the specifications, there is a photograph of the physical equipment unit.

Fonte: Autor, 2020.

4.4.2 Planilhas de informações dos Equipamentos

O sistema IWMS necessita de informações nos ativos de forma a poder desempenhar suas funcionalidades e foram estabelecidos os seguintes parâmetros e informações

ID	Campo	Tipo	Char	Justificativa	Exemplo
1	Código do Equipamento	texto	12	Identificador único considerado como "chave primária" no banco de dados dos ativos	C4030
2	Padrão do Equipamento	texto	24	Definição de "tipologia", utilizado posteriormente para gerar contagem e inventários baseados nos "tipos"	Ar Cond Janela 10.000 BTU's Consul
3	Tag ID	texto	12	TAG de patrimônio a ser informado/definido pelo proprietário - utilizado posteriormente para monitorar o ativo, gerar cálculos de depreciação, etc.	403023
4	Número de Série	texto	12	Identificador único definido pelo fabricante do ativo para permitir controle de qualidade, rastreabilidade de "recalls", identificação de "lote de fabricação", etc.	WR303095D
5	Descrição	texto longo	256	Descrição objetiva do equipamento	Central de Alarmes de Detecção de Fumaças ENT22
6	Fabricante	texto	12	Fabricante	Siemens AG
7	Modelo	texto	12	Modelo	6940ER
8	Subcomponente de	texto	12	Gerar estrutura organizacional de Sistemas de Equipamentos (permite identificar através de "ligações lógicas" quais equipamentos pertencem a determinado sistema.)	
9	Classificação	texto	24	A Classificação do ativo utilizando algum padrão de Mercado (ex. OmniClass, NBR 15.965, etc.)	
10	Ordem de Compra	número	12	A ordem de compra permite a rastreabilidade de responsabilidades e aplicação de garantias quando necessário.	OC3434-2020
11	Data de Compra	data	12	A data de compra permite a rastreabilidade de responsabilidades e aplicação de garantias quando necessário.	12/03/1999
12	Nota Fiscal	texto	12	A data de compra permite a rastreabilidade de responsabilidades, valores e condições de aquisição e aplicação de garantias quando necessário.	560600-4
13	Fornecedor	texto	12	A Identificador do fornecedor permite a rastreabilidade de responsabilidades e aplicação de garantias quando necessário.	3M do Brasil S/A
14	Custo de Aquisição	moeda	12	O valor de aquisição é utilizado em balanços patrimoniais, prestações de contas, cálculos de depreciação dos ativos, entre outros.	R\$ 35.490,00

15	Custo de Substituição	moeda	12	O custo de substituição é utilizado para planejar investimentos nas reposições em caso de quebra / perda / roubo.	R\$ 35.490,00
16	Criticidade	texto	12	Escala (1 a 9) para determinar a importância de um determinado equipamento em um sistema. Por ex. um equipamento de segurança ou acesso deveria ter alta prioridade pois uma interrupção poderia causar grande impacto na continuidade do negócio.	9
17	Código da Divisão	texto	12	Código da divisão da empresa ao qual o ativo "pertence", ou está "alocado", para fins de balanço patrimonial, inventário de ativos, cálculos de depreciação, entre outros.	Facilities
18	Código do Departamento	texto	12	Código da divisão da empresa ao qual o ativo "pertence", para fins de balanço patrimonial, inventário de ativos, cálculos de depreciação, entre outros.	Operação
19	Código do Funcionário	texto	12	Código do funcionário da empresa ao qual o ativo "pertence", ou está "alocado", para fins de balanço patrimonial, inventário de ativos, cálculos de depreciação, entre outros.	Rogério Suzuki
20	Garantia	texto	12	Código identificador do responsável por prestar a garantia do ativo. Via de regra é o próprio fabricante ou se informa um código interno para fazer a gestão dos diversos contratos de garantias.	ABS Instaladora
21	Data Vencimento Garantia	data	12	A data de vencimento da garantia permite a rastreabilidade de responsabilidades e aplicação de garantias quando necessário. Além disso, pode ser aplicado para se criar rotinas de verificação do estado de conservação ANTES da sua expiração.	12/03/2021
22	Data da Instalação	data	12	A data de instalação permite a rastreabilidade de vencimentos de garantias quando necessário/aplicável.	31/01/2019
23	Data Início Operação	data	12	A data de início de operação permite a rastreabilidade de vencimentos de garantias quando necessário/aplicável. Além disso é usado em cálculos de confiabilidade.	12/08/2018
24	Manual de Operação	URL	256	Link para acessar um documento do fabricante do equipamento com dados e informações de Operação do mesmo.	http://www.jci-hitachi.com.br/static/site/files/IHCT2-RCUAR010_Rev04_Set2011_SAZ.pdf
25	Manual de Manutenção	URL	256	Link para acessar um documento do fabricante do equipamento com dados e informações de Manutenção do mesmo.	http://www.jci-hitachi.com.br/static/site/files/IHCT2-RCUAR010_Rev04_Set2011_SAZ.pdf
26	Manual de Emergência	URL	256	Link para acessar um documento do fabricante do equipamento com dados e informações de Procedimentos de Emergência do mesmo.	http://www.jci-hitachi.com.br/static/site/files/IHCT2-RCUAR010_Rev04_Set2011_SAZ.pdf
27	Expectativa de Vida Útil	número	12	Informação fundamental para cálculo do tempo de vida e planos de investimentos em manutenção e/ou parâmetros de decisão de troca ou reparo.	5 anos
28	Foto do Equipamento	URL	12	Imagem do equipamento com o objetivo de facilitar sua identificação para agentes que não-especialistas e/ou produtos novos ou fora do catálogo.	condensadora.jpg

Fonte: Autor, 2020.

A seguir, temos um exemplo de planilha com informações cedidas pelas instaladoras para inclusão no "databook" e sistema IWMS:

Tabela 32 – Exemplo parcial de tabela de equipamentos carregados no sistema IWMS

#eq_eq_id	num_serial	description	mfr	modelo	subcomp_ordenante	ordem de compra	date_purcha_num_po	Nota Fiscal	vn_id	cost_purch	cost_replace	warranty_id	date_warranty	date_instalado	date_ini_servi	doc_sop	Manual de Operação
DOAS - 2201	B-0618A0165	Unidade tratamento de ar exterior, potência térmica de 5.7 TR. Vazão de ar: 2.230 m³/h, 50 mmca. Partida com inversor.	TRANE	WDR403 1/2" 6R 120FPF	não aplicado	0923/18	09/04/2018	51494	TRANE	R\$ 7.507,00	R\$ 7.507,00	TRANE	09/04/2019	26/05/2018	03/07/2018	-As Built 02-Databook Sistemas de Ar Condicionado A.08 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	
FCT - 2201	357884 703220 16	Fancolete hidrônico de Embutir. Carga térmica mínima requerida: 2.3 TR. Temperatura da água gelada 6°C.	TRANE	HF03F10	não aplicado	0953/18	09/04/2018	51494	TRANE	R\$ 1.208,00	R\$ 1.208,00	TRANE	09/04/2019	19/05/2018	03/07/2018	-As Built 02-Databook Sistemas de Ar Condicionado A.08 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	
FCT - 2202	360664 711100 08	Fancolete hidrônico de Embutir. Carga térmica mínima requerida: 0.6 TR. Temperatura da água gelada 6°C.	TRANE	HF03F03	não aplicado	0953/18	09/04/2018	51494	TRANE	R\$ 654,00	R\$ 654,00	TRANE	09/04/2019	19/05/2018	03/07/2018	-As Built 02-Databook Sistemas de Ar Condicionado A.08 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	
FCT - 2203	360554 711100 03	Fancolete hidrônico de Embutir. Carga térmica mínima requerida: 0.6 TR. Temperatura da água gelada 6°C.	TRANE	HF03F03	não aplicado	0953/18	09/04/2018	51494	TRANE	R\$ 654,00	R\$ 654,00	TRANE	09/04/2019	19/05/2018	03/07/2018	-As Built 02-Databook Sistemas de Ar Condicionado A.08 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	
FCT - 2204	360554 711100 01	Fancolete hidrônico de Embutir. Carga térmica mínima requerida: 0.7 TR. Temperatura da água gelada 6°C.	TRANE	HF03F03	não aplicado	0953/18	09/04/2018	51494	TRANE	R\$ 654,00	R\$ 654,00	TRANE	09/04/2019	19/05/2018	03/07/2018	-As Built 02-Databook Sistemas de Ar Condicionado A.08 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	
FCT - 2205	360554 711100 05	Fancolete hidrônico de Embutir. Carga térmica mínima requerida: 0.6 TR. Temperatura da água gelada 6°C.	TRANE	HF03F03	não aplicado	0953/18	09/04/2018	51494	TRANE	R\$ 654,00	R\$ 654,00	TRANE	09/04/2019	25/05/2018	03/07/2018	-As Built 02-Databook Sistemas de Ar Condicionado A.08 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	
FCT - 2206	360554 711100 09	Fancolete hidrônico de Embutir. Carga térmica mínima requerida: 0.6 TR. Temperatura da água gelada 6°C.	TRANE	HF03F03	não aplicado	0953/18	09/04/2018	51494	TRANE	R\$ 654,00	R\$ 654,00	TRANE	09/04/2019	25/05/2018	03/07/2018	-As Built 02-Databook Sistemas de Ar Condicionado A.08 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	
FCT - 2207	C70489 685051 7C0740 0008	Fancolete hidrônico de Wall. Carga térmica mínima requerida: 0.3 TR. Temperatura da água gelada 6°C.	TRANE	FW-H0032 N1AAL	não aplicado	0953/18	09/04/2018	51494	TRANE	R\$ 1.518,00	R\$ 1.518,00	TRANE	09/04/2019	25/05/2018	03/07/2018	-As Built 02-Databook Sistemas de Ar Condicionado A.08 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	
FCT - 2208	C70467 738061 7B0340 0044	Fancolete hidrônico de Wall. Carga térmica mínima requerida: 0.3 TR. Temperatura da água gelada 6°C.	TRANE	FW-H0042 N1AAL	não aplicado	0953/18	09/04/2018	51494	TRANE	R\$ 2.286,00	R\$ 2.286,00	TRANE	09/04/2019	25/05/2018	03/07/2018	-As Built 02-Databook Sistemas de Ar Condicionado A.08 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	
FCT - 2209	360565 712120 01	Fancolete hidrônico de Embutir. Carga térmica mínima requerida: 1.6 TR. Temperatura da água gelada 6°C.	TRANE	HF03F08	não aplicado	0953/18	09/04/2018	51494	TRANE	R\$ 1.116,00	R\$ 1.116,00	TRANE	09/04/2018	03/06/2018	03/07/2018	-As Built 02-Databook Sistemas de Ar Condicionado A.08 - MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	

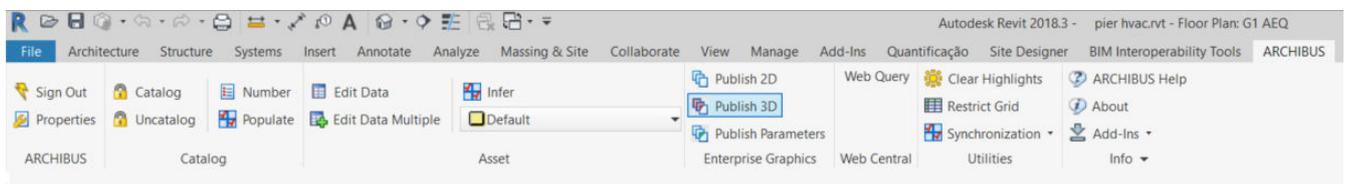
Fonte: Construtora, 2020.

4.5 Inserção dos parâmetros no Autodesk Revit

O processo indicado para integrar informações pelo fabricante do sistema IWMS ARCHIBUS quando se utiliza a solução BIM Autodesk Revit é através do plugin denominado “*SmartClient for AutoCAD and Revit*” desenvolvido pelo mesmo fabricante. Isto ocorre porque este plugin promove a ligação direta e bidirecional entre os Bancos de Dados das duas aplicações, promovendo uma integração sólida e que evita a perda de dados.

Este plugin habilita uma diversidade de recursos através de uma “barra de ferramentas” própria como a mostrada na Figura 95 abaixo:

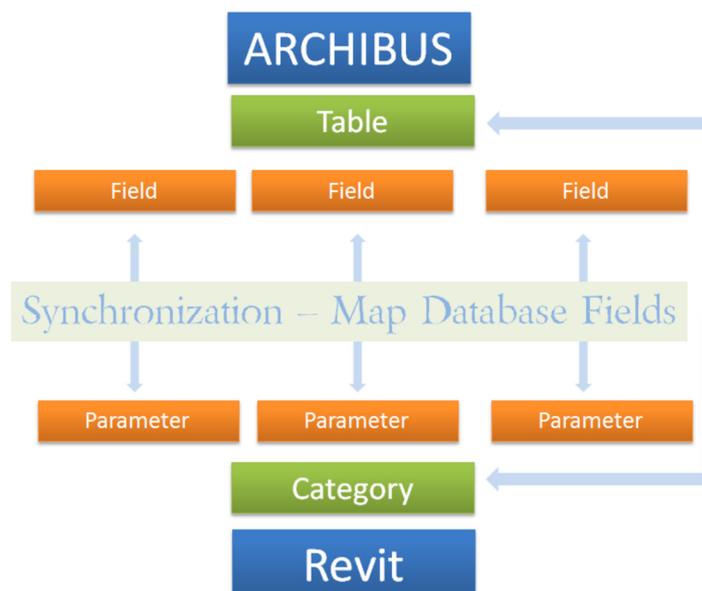
Figura 95 - Menu do Plugin SmartClient for AutoCAD and Revit



Fonte: Autor, 2020.

A integração das informações ocorre através da interpretação dos valores contidos nos distintos parâmetros do Revit (seja o mesmo de Sistema, de Projeto, Compartilhado ou de Família). Tais parâmetros são lidos e transferidos para o banco de dados do sistema ARCHIBUS, “escrevendo” os registros em diversas tabelas como espaços (rm), equipamentos (eq), padrões de equipamentos (eqstd), etc.

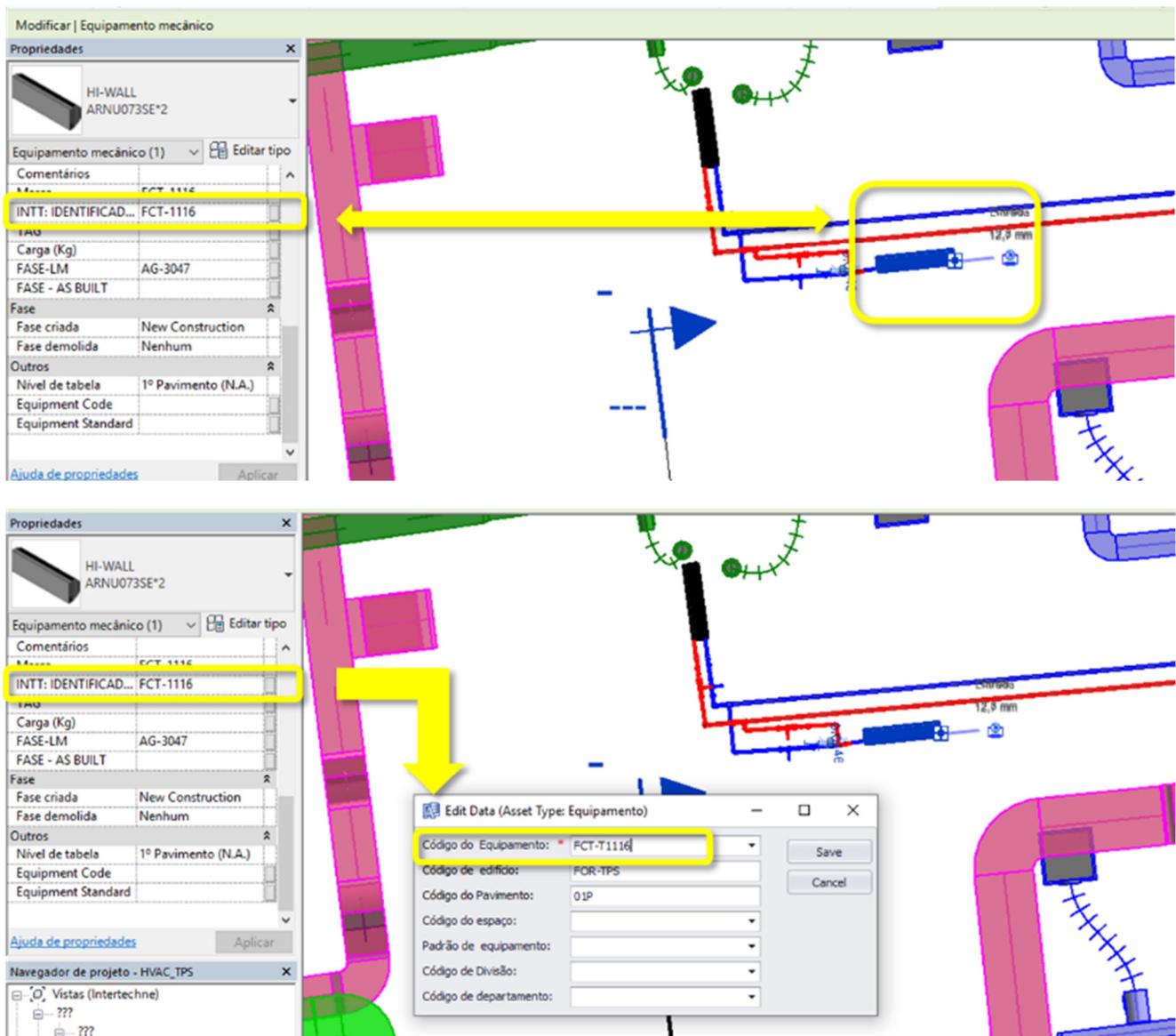
Figura 96 - Modelo de dados para integração Autodesk Revit & ARCHIBUS



Fonte: ARCHIBUS, 2018.

Na Figura 97 pode-se visualizar o plugin funcionando no ambiente BIM do Autodesk Revit onde, com alguns passos simples, é possível integrar as informações entre o modelo e o banco de dados da plataforma IWMS:

Figura 97 - Processo de vinculação de dados entre Revit e ARCHIBUS via Plugin de integração:



Fonte: Autor, 2020.

O processo pode ser otimizado ao se fazer o mapeamento dos campos dos parâmetros compartilhados do Revit com os do sistema IWMS ARCHIBUS. Caso se proceda desta forma, as informações contidas nos componentes dos modelos são carregadas ao IWMS. Ainda é possível definir quem será a “fonte”, ou seja, possuirá a prioridade em caso de divergência entre a informação existente no Revit ou ARCHIBUS (no parâmetro “Source”, temos a opção “ModelDriven” (o modelo define) ou “DatabaseDriven” (o ARCHIBUS define):

Figura 98 - Mapeamento dos parâmetros do Revit para base de dados ARCHIBUS

Parameter Name	ParameterType	Source	Field
Lighting Load Units	BuiltIn	ModelDriven	None
Limit Offset	BuiltIn	ModelDriven	None
LM_REGIAO	Shared	DatabaseDri...	None
MTD_elemento	Shared	DatabaseDri...	None
MTD_Elemento(Allplan Attributes)	Shared	DatabaseDri...	None
MTD_status	Shared	DatabaseDri...	None
MTD_Status(Allplan Attributes)	Shared	DatabaseDri...	None
Name	Named	ModelDriven	Opção 1
NOME INGLÊS	Shared	DatabaseDri...	None
Number	BuiltIn	ModelDriven	Código do espaço
Number of People	BuiltIn	ModelDriven	None
Occupancy	BuiltIn	ModelDriven	None
Occupancy Unit	BuiltIn	ModelDriven	None
Occupant	Named	DatabaseDri...	None
OCUPAÇÃO BOMBEIROS	Shared	DatabaseDri...	None
PENDENCIA DESCRICAO	Shared	DatabaseDri...	None
PENDENTE	Shared	DatabaseDri...	None
Perimeter	BuiltIn	ModelDriven	None

Fonte: Autor, 2020.

Um dos requisitos para uma importação bem sucedida é a verificação (com antecipação) do dicionário de dados (nomes dos campos, comprimento de campo, tipo de caractere aceito, etc.).

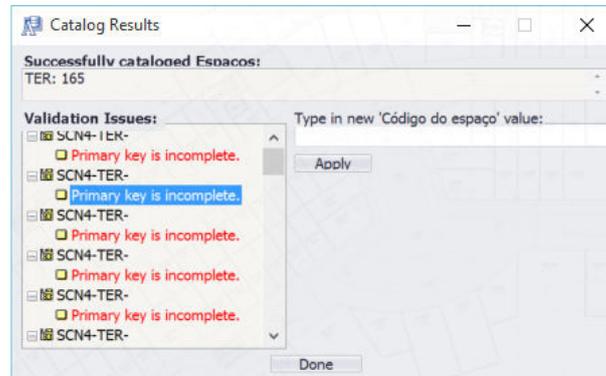
Figura 99 – Visão parcial do Dicionário de dados ARCHIBUS

Nome da tabela	Nome do campo	Tamanho	Tipo de dados	Tipo do ARCHIBUS	Tabela de validação
eq					
eq	doc_other	64	graf.	Document	
eq	doc_sop	64	graf.	Document	
eq	dp_id	16	graf.	None	dp
eq	dv_id	16	graf.	None	dv
eq	dwgname	128	varchar	Dwgname	
eq	ehandle	64	varchar	Ehandle	
eq	em_id	35	graf.	None	em
eq	eq_ci	10	numérico	None	
eq	eq_id	32	graf.	Bar code	
eq	eq_std	32	graf.	Std	eqstd
eq	fi_id	4	graf.	None	fi
eq	geo_objectid	10	total	None	
eq	grp_uid	24	graf.	None	
eq	hardware_address	24	graf.	None	
eq	image_eq_assy	64	graf.	Graphic	
eq	image_eq_elec	64	graf.	Graphic	
eq	image_eq_lub	64	graf.	Graphic	
eq	image_spec	64	graf.	Graphic	
eq	is_multiplexing	1	smallint	Tc Multiplexing	

Fonte: Autor, 2020.

Na Figura 100 é mostrada a detecção de diversos erros de importação, durante a execução de um processo de “Catalog” (Catalogação) dos ativos, pela falta de uma das informações requeridas no banco de dados:

Figura 100 - Tela de alerta durante processo de vinculação de dados entre Revit e ARCHIBUS via Plugin:



Fonte: Autor, 2019.

Os testes e atividades desenvolvidos permitem gerar considerações e cuidados que deve-se levar em conta ao executar um processo similar:

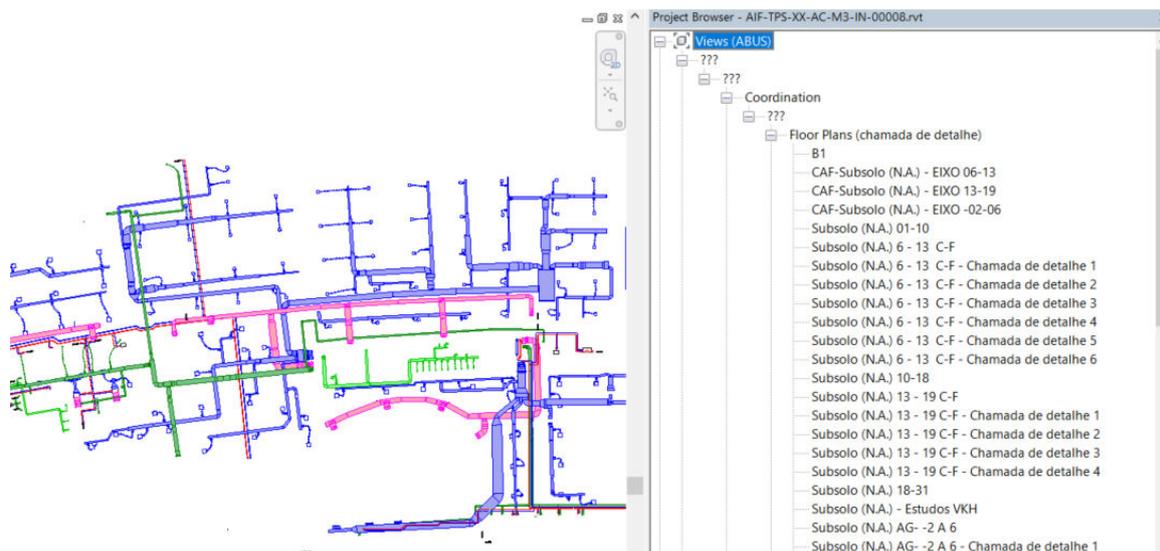
1. *Investir o tempo necessário para a análise e entendimento do dicionário de dados do Banco de Dados do software de gestão, as relações entre os campos das distintas tabelas e características de cada um de maneira a evitar a violação de integridade durante o processo de importação;*
2. *Executar testes de importação em pequenas porções para testar mapeamento de campos;*
3. *Realizar a conferência da integridade das informações entre os sistemas, pois pequenas divergências podem acarretar uma grande diferença entre a informação existente no modelo BIM e a informação de fato importada pelo IWMS.*

4.6 Tratamento da informação no modelo BIM

Um modelo a ser utilizado para FM não deve conter as mesmas informações dos modelos utilizados nas fases que o precedem (Projeto e Construção). Durante a fase de O&M os técnicos e engenheiros de manutenção “perdem” um tempo significativo na busca da informação para efetuar as intervenções Corretivas e Preventivas necessárias de serem executadas para preservar o bom funcionamento dos ativos (espaços e equipamentos). Um exemplo destas informações que não deveriam estar contidas de um modelo “orientado ao FM” – adequado a FM - seria a exclusão das “vistas desnecessárias” (visões

específicas contendo formas de visualização e filtros de objetos específicos), como pode-se ver na Figura 101 abaixo:

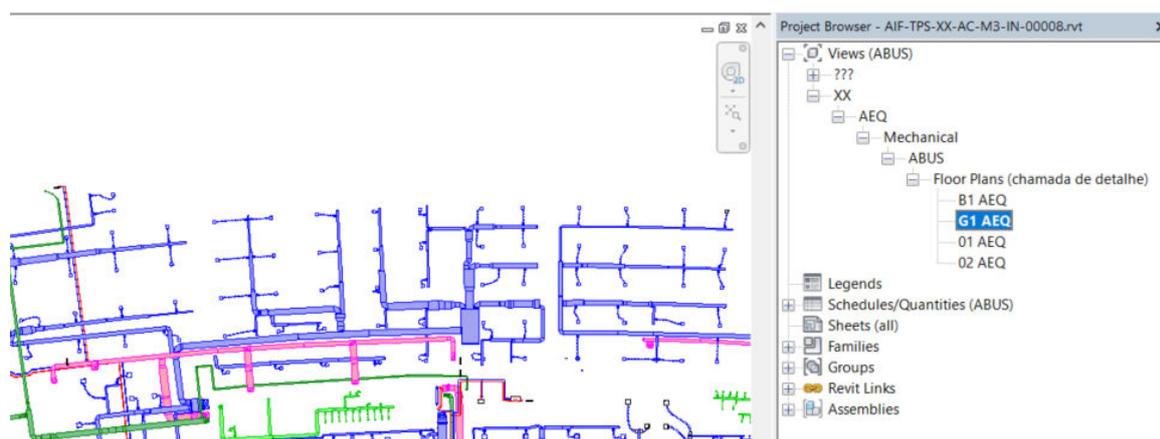
Figura 101 - Vistas de Projeto/Construção em um modelo BIM



Fonte: Autor, 2020.

Após o devido tratamento, sugere-se que se organize as disciplinas e vistas de forma a facilitar a consulta e visualização somente da disciplina do arquivo BIM em questão, como demonstrado abaixo:

Figura 102 - Vistas adequadas para Operação & Manutenção em um modelo BIM



Fonte: Autor, 2020.

O próprio fabricante da solução ARCHIBUS recomenda a aplicação de um “check-list” para se conseguir melhores resultados no processo de inclusão e transmissão da informação do Revit para o sistema ARCHIBUS:

Figura 103 - "Checklist" para integração de dados entre Autodesk Revit e ARCHIBUS

CHECKLIST PARA “*DATA TRANSFER*”

- Selecionar uma solução de TI de gerenciamento de projetos e criar um projeto de transferência de dados BIM em um CDE/Extranet
- Definir um sistema de numeração de sala e área
- Definir taxas de ocupação e assentos por relação de espaço
- Integrar estratégias da AWS com espaço e alocações
- Estabelecer padrões de medição no local de trabalho
- Estabelecer a qualificação no local de trabalho (categorias e tipos)
- Estabelecer a alocação no local de trabalho para unidades organizacionais (divisão e departamentos)
- Estabelecer requisitos de limpeza do modelo para uso de FM (para transferência de dados mais limpa)
- Por função de gerenciamento de instalações, desenvolver uma lista dos dados paramétricos relevantes e necessários do Revit
- Desenvolver diretrizes para armazenamento de todas as Especificações e outros documentos de ativos
- Examinar o dicionário de dados ARCHIBUS para compatibilidade com os dados do modelo Revit
- Identificar todos os dados validados que precisam ser estabelecidos antes da transferência de TI
- Definir todos os mapeamentos de transferência de dados para conexão adequada tabela a categoria
- Criar uma configuração gráfica de visibilidade para uma imagem mais bem publicada
- Realizar a transferência de dados e publicação

Fonte: ARCHIBUS, 2018.

Adicionalmente, pode-se de uma forma geral recomendar que os modelos “*as built*” devem ser atualizados de forma a não conterem:

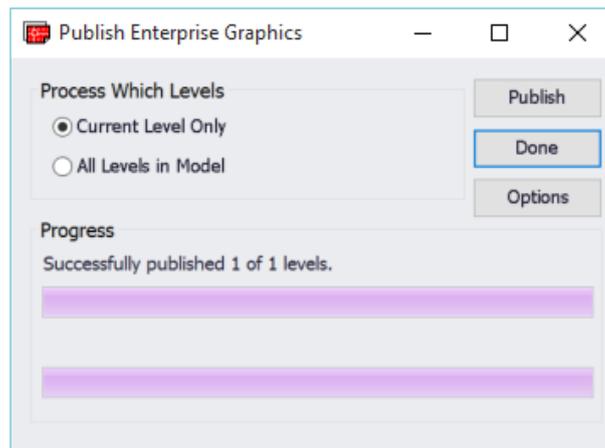
- a) Componentes com “Fase de Construção” que não seja “Existente”;
- b) Vistas de projetos e elementos adicionais (ex. desenhos “2D” de AutoCAD-DWG) utilizados durante a fase de projeto como elementos de referência;
- c) “Interferências” entre as disciplinas;
- d) Não é recomendável o uso de geometrias extremamente detalhadas e/ou modelagens genéricas, pois as mesmas não são reconhecidas pelos sistemas IWMS em algumas situações e/ou sobrecarregam o modelo de gestão.
- e) Excesso de informações (“hipermodelagem”); apesar da possibilidade de se introduzir e incluir informações (parâmetros e atributos) aos componentes dos modelos, é preciso haver o entendimento que tais informações geram um grande acréscimo de

processamento e aumenta o tempo de consulta e carga dos modelos. Isso causa impactos negativos ao usuário da informação que muitas vezes não possui “*hardware*” adequado para manipulação de tamanha carga de dados. E vale lembrar ainda que praticamente todas as plataformas são “*cloud based*”, ou seja, “baseadas na nuvem”, com o armazenamento das informações em um servidor acessado pelo internet – e a cada consulta e/ou edição, existe o tráfego de dados (que dependendo da qualidade da internet pode inviabilizar o uso prático e a agilidade necessária nos trabalhos cotidianos do FM).

4.7 Publicação no IWMS ARCHIBUS a partir do Autodesk Revit

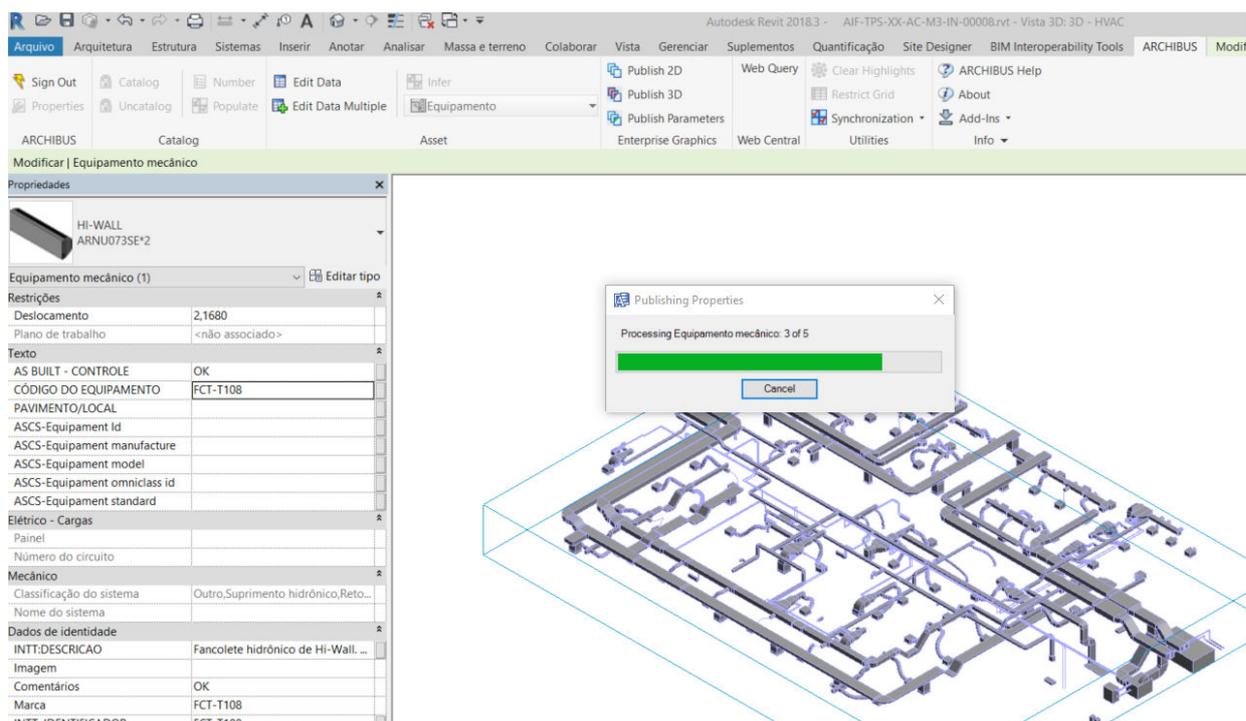
Uma vez completada a vinculação dos dados e informações aos ativos, é necessário executar o processo de “publicação dos dados” de maneira a permitir a visualização dos dados espaciais na forma de plantas bidimensionais e layouts, ou ainda em 3 dimensões (vide Figura 104):

Figura 104 - Publicação de modelo em Revit para utilização no IWMS através de Plugin:



Fonte: Autor, 2019.

Figura 105 - Publicação 3D a partir do Autodesk Revit



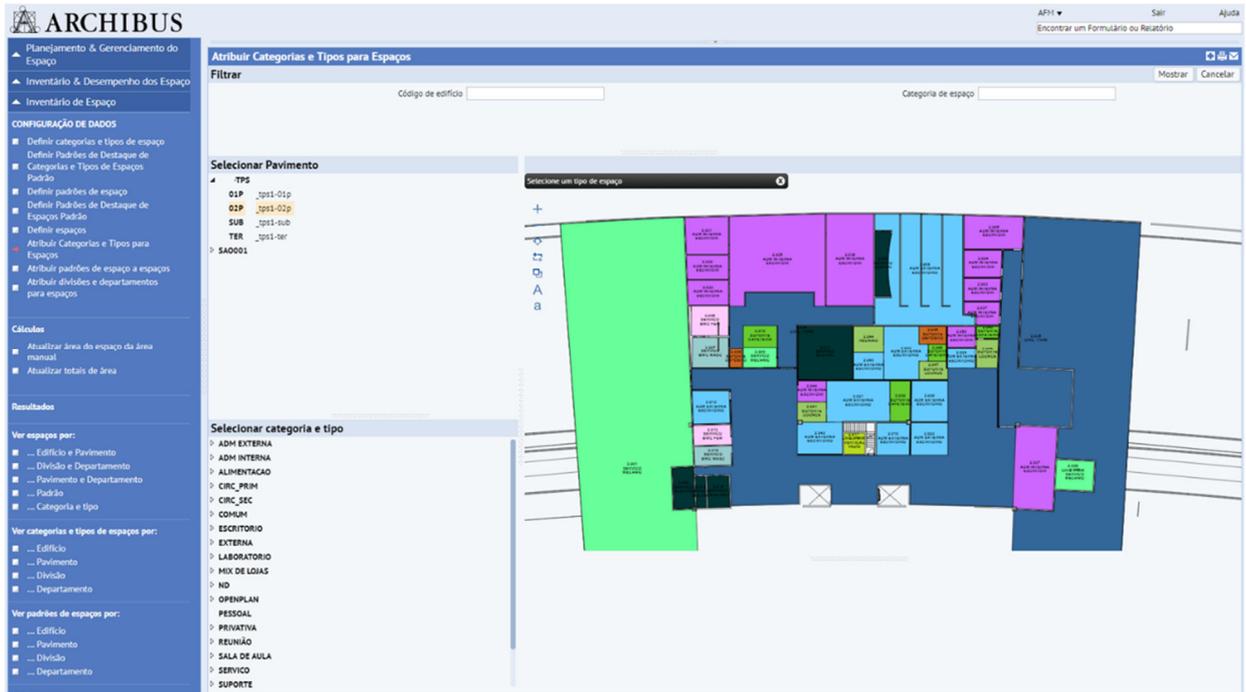
Fonte: Autor, 2020.

4.8 Evidências finais da informação em ambiente IWMS

Uma vez inseridas as informações e “carregadas” para o ambiente de dados do IWMS, temos abaixo algumas evidências do resultado obtido:

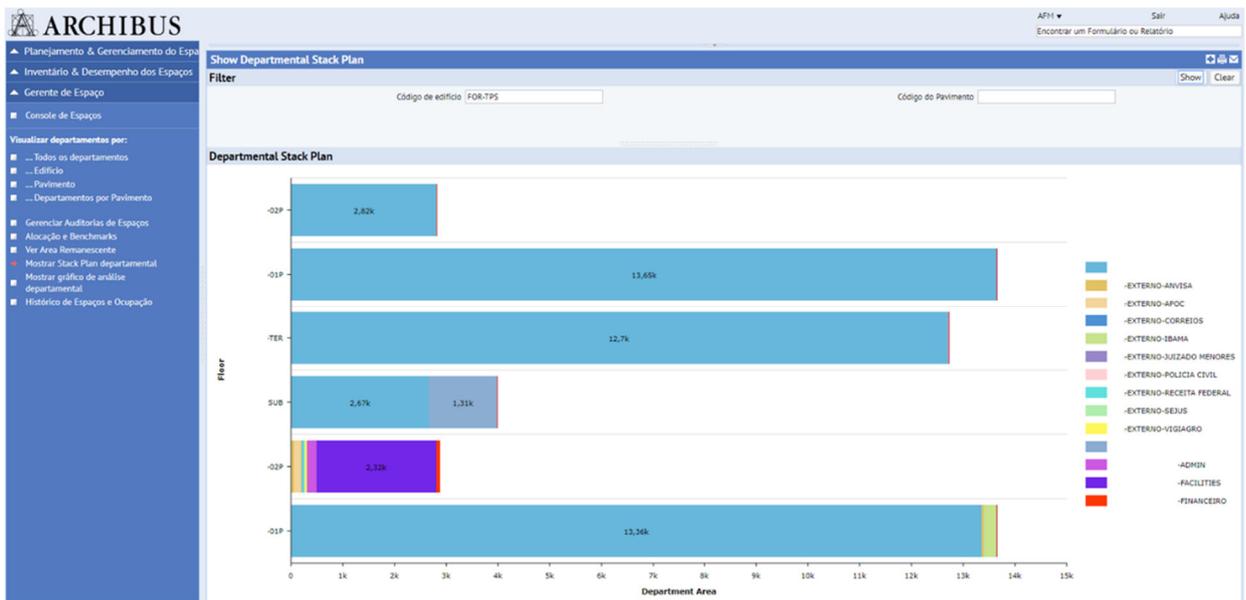
4.8.1 Espaços carregados no ARCHIBUS:

Figura 106 - Exemplo de visualização 2D da categorização de espaços:



Fonte: Autor, 2019.

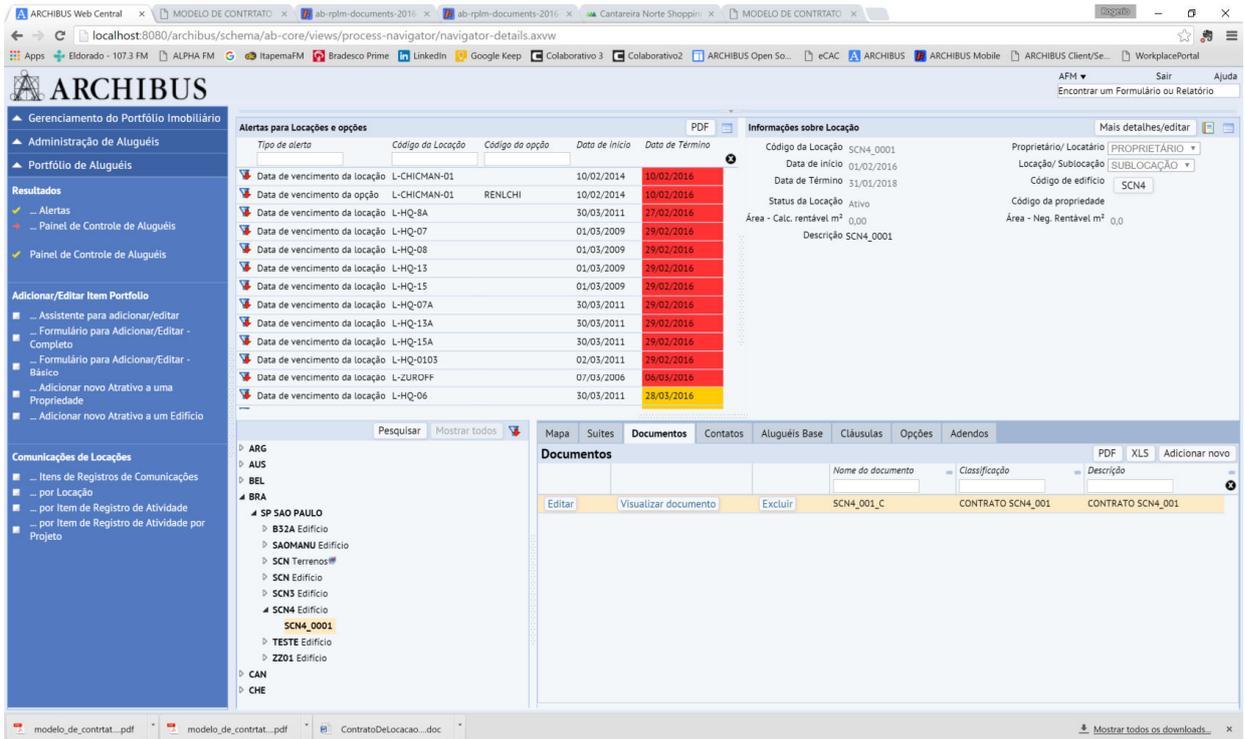
Figura 107 - Exemplo de "Stack plan"⁸³ de espaços:



Fonte: Autor, 2019.

⁸³ O termo "Stack Plan" pode ser entendido como a representação da composição dos totais de áreas dos espaços distribuídos nos diversos pavimentos de um edifício. É usado para fins de gerenciamento de espaços e projetos de mudanças.

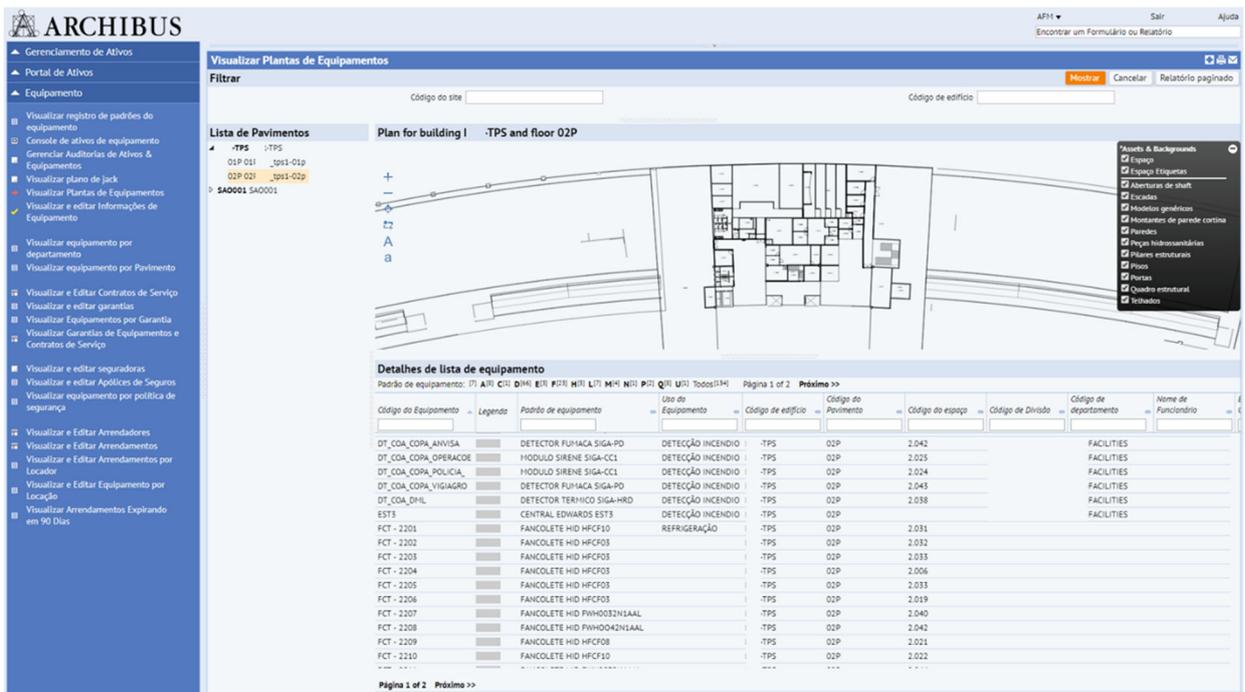
Figura 108 - Exemplo de atribuição de Contrato de Locação nos espaços importados:



Fonte: Autor, 2019.

4.8.2 Equipamentos carregados no ARCHIBUS:

Figura 109 - Exemplo de visualização 2D dos equipamentos do empreendimento constantes em um pavimento:



Fonte: Autor, 2019.

Figura 110 - Informações dos equipamentos cadastrados no IWMS

The screenshot displays the 'Definir Equipamento' (Define Equipment) screen in the ARCHIBUS IWMS system. The interface is divided into several sections:

- Left Sidebar:** A navigation menu with options like 'Gerenciamento de Ativos', 'Portal de Ativos', and 'Equipamento'. The 'Equipamento' section is expanded, showing a list of equipment types such as 'AHU - 2202', 'AM_COA_ANVISA', and 'DF_COA_ACESSO_VIC_OPE'.
- Equipment List:** A table listing various equipment codes and their corresponding descriptions, with 'DF_COA_ANVISA' selected.
- Details for Equipment Code: DF_COA_ANVISA:**
 - General Information:** Fields for equipment code, classification code, and building system code.
 - Subcomponent and Model:** Fields for subcomponent (EST), model number (SIGA-PD), and serial number (3934087888).
 - Status and Condition:** Fields for status (In service), equipment condition (New), and recovery status (Não).
 - Photo and Description:** A field for the equipment photo and a description box containing 'Detector de Fumaça SIGA-PD'.
 - Disposal Information:** Fields for recovery date, disposal date, disposal type (N/A), and disposal value (0.00).
- Bottom Section:** A 'Documentos' (Documents) table listing related documents, with 'NOTA_FISCAL_VR_PAINES_NF_9646.pdf' highlighted.

Fonte: Autor, 2019.

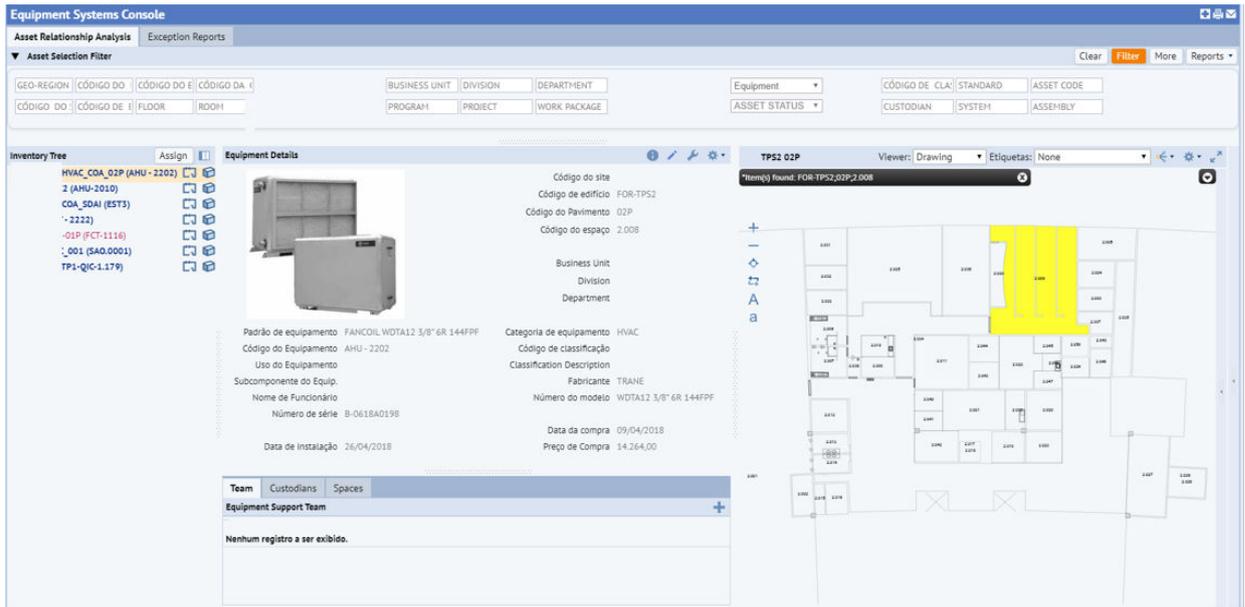
Figura 111 - Informações (manuais, nota fiscal) dos equipamentos cadastrados no IWMS

The screenshot displays the 'Detalhes do Documento' (Document Details) screen in the ARCHIBUS IWMS system. The interface is divided into several sections:

- Left Sidebar:** A navigation menu with options like 'Gerenciamento de Ativos', 'Enterprise Asset Management', and 'Business Process Owner'. The 'Business Process Owner' section is expanded, showing a list of document types such as 'FANCOILE HID HF6F03' and 'FANCOILE HID HF6F08'.
- Document List:** A table listing various documents, with 'NOTA_FISCAL_VR_PAINES_NF_9646.pdf' selected.
- Document Details:**
 - General Information:** Fields for document ID (34), name, category, and folder.
 - Description:** A field containing the document description.
 - Notes:** A text area for document notes.
 - Location and Classification:** Fields for site code (FRAPORT-FOR), equipment code (QUADRO ELÉTRICO - SOBREPOR), and building code (FOR-TPS).

Fonte: Autor, 2020.

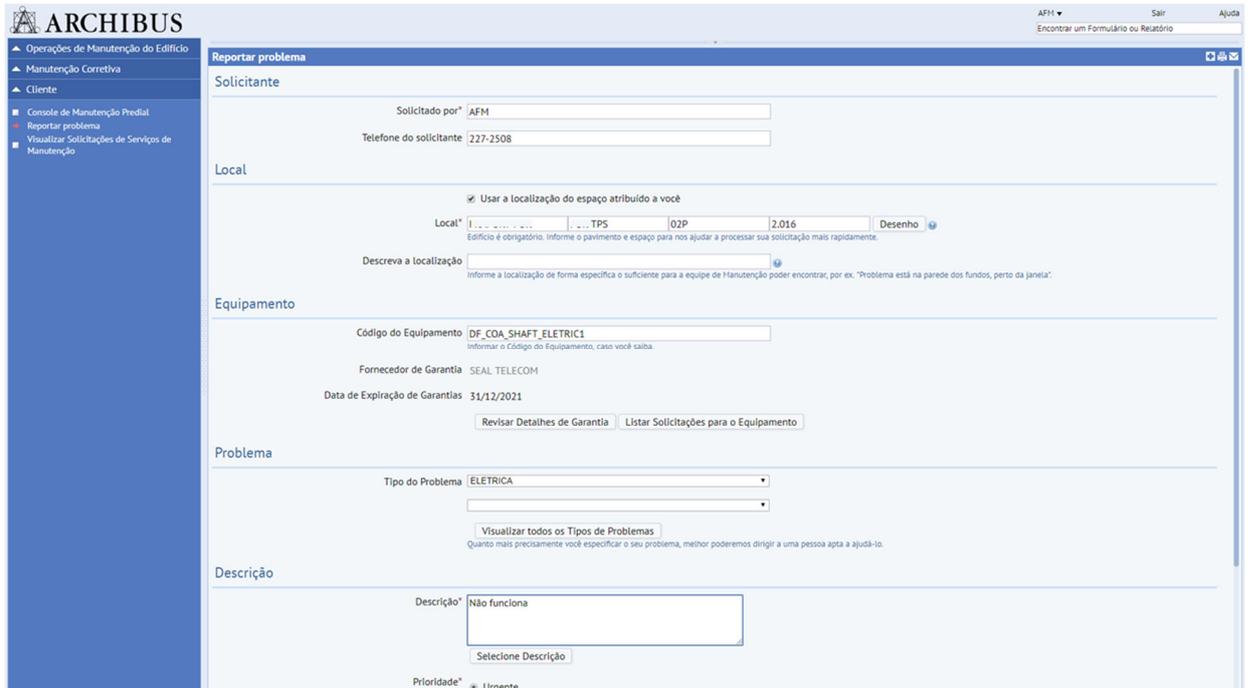
Figura 112 - Informações dos equipamentos cadastrados no IWMS



Fonte: Autor, 2019.

4.8.3 Gestão de manutenção no ARCHIBUS:

Figura 113 – Abertura de chamado de manutenção em equipamento cadastrado no IWMS



Fonte: Autor, 2019.

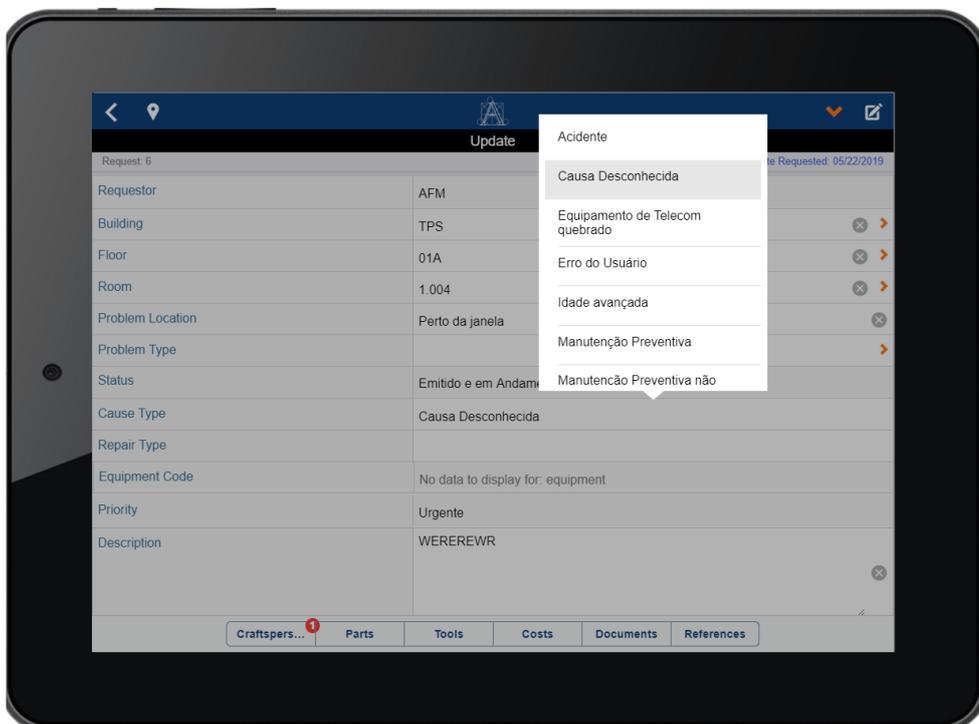
4.8.4 Informações carregadas na plataforma Mobile ARCHIBUS:

Figura 114 - Exemplo de utilização da informação importada em dispositivo móvel:



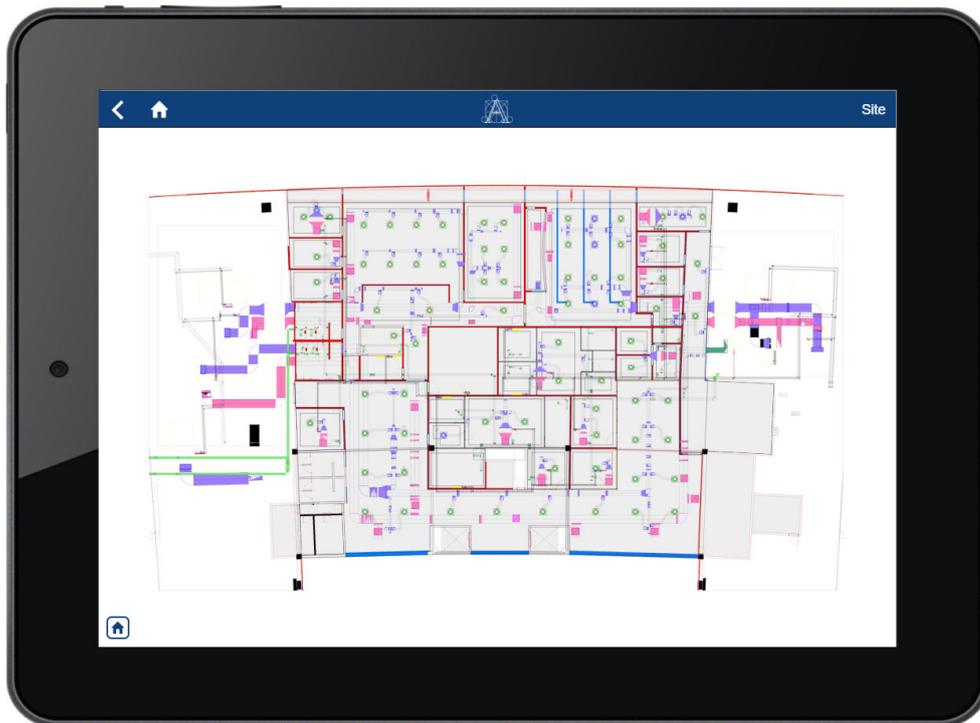
Fonte: Autor, 2019.

Figura 115 - Exemplo de utilização – solicitação de serviço de manutenção em dispositivo móvel



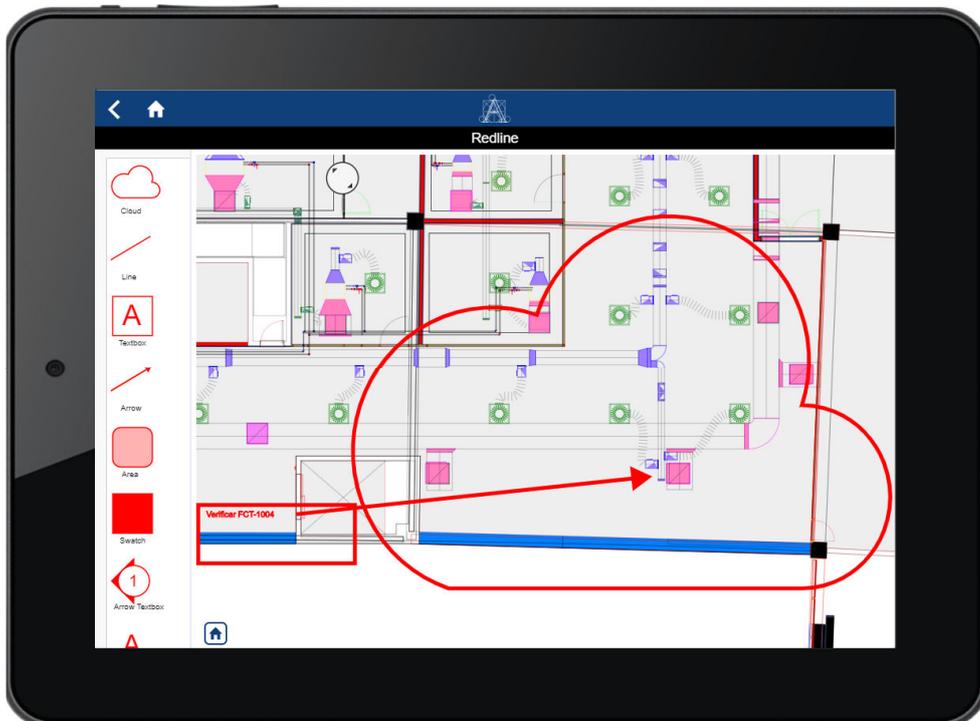
Fonte: Autor, 2019.

Figura 116 - Exemplo de utilização – visualização do projeto em dispositivo móvel



Fonte: Autor, 2019.

Figura 117 - Exemplo de utilização – desenho de “red-line⁸⁴” do projeto em dispositivo móvel



Fonte: Autor, 2019.

⁸⁴ Termo que equivale ao ato de realizar “Anotação” no projeto para revisão e/ou apontamento de alguma ação a ser tomada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Limitações do estudo desenvolvido

No estudo de caso, dadas as condicionantes de contratação, verificaram-se algumas limitações para a aplicação da metodologia, uma vez que a Modelagem da Informação não foi desenvolvida desde o seu início contemplando diretrizes para orientar e otimizar o processo de trocas de informações entre os Modelos de Informação da Construção (BIM) e a plataforma IWMS aplicada.

Pode-se afirmar que tal indefinição resulta em retrabalho (eventualmente recadastro de informações ou readequação das mesmas para atender às premissas e necessidades de gestão de ativos).

Mas por outro lado, tem-se a percepção geral de um resultado positivo, com aprendizado do processo por parte de todos os envolvidos e com o Proprietário recebendo informações de valor agregado para FM organizado e inserido em um modelo BIM integrado à uma plataforma IWMS para gestão futura, criando-se uma base extremamente rica de informações para tomada de decisões.

A Modelagem da Informação da Construção é um processo colaborativo que utiliza uma grande diversidade de soluções, ou seja, a abordagem adotada tem seu alcance de certa forma limitado, pelo uso de um número limitado e específico de plataformas, sendo recomendado se explorar alternativas como o COBie ou ainda IFC em estudos futuros para se compreender e dominar fluxos distintos.

Obviamente o escopo definido não é suficiente para esgotar todas as possibilidades de interface, mas seguramente se constituirão em contribuição de valor no sentido de sensibilizar o mercado acerca da real possibilidade da integração de modelos BIM com sistemas que gerenciam os ativos de forma integrada – o que trará ganhos para todos os participantes da Cadeia Produtiva da Construção.

5.2 Conclusões

Através do estudo desenvolvido, foi também possível entender que existe condições de se aplicar de forma parcial a integração do BIM & FM, mesmo em um ambiente ou empreendimento que não tenha sido concebido com esta intenção – obviamente com diversas limitações.

Conclui ainda que existe um grande caminho de melhoria para a integração e a necessidade de desenvolvimento de novos casos aplicados e pesquisas que comprovem a eficácia (ou ineficácia) das distintas abordagens de integração.

Todos os dados e informações coletados apontam para a existência de enorme potencial a ser explorado no sentido de integrar e utilizar as informações de modelos BIM para FM e com isso reduzir desperdícios, aumentando a produtividade e rentabilidade para todos os participantes da Cadeia Produtiva.

A grande questão é que dada a complexidade e a diversidade dos processos, informações, detalhes e plataformas tecnológicas a serem desempenhados durante todo o ciclo de vida do empreendimento, a dificuldade em viabilizar tal integração é considerável e deveria ser ponderada de maneira bastante objetiva por todos que pretendem enveredar esforços para tal.

O Proprietário é o responsável (e maior interessado) pelas premissas de gestão que irão permear todo o processo. Dentro de sua realidade ou limitações de recursos e conhecimento deve buscar conhecimento para definir o modelo de gestão, que por sua vez irá definir as plataformas de gestão as quais demandam alimentação de dados dos ativos de forma estruturada e organizada.

O Proprietário deve ser proativo, atuando desde o início de um empreendimento para definir – e comunicar - claramente a todos os envolvidos os processos, os padrões e normas a serem aplicadas, as trocas de informações, formatos de dados, responsabilidades de cada participante – que devem ser traduzidas e formalmente documentadas nos Planos de Execução BIM a serem desenvolvidos para cada empreendimento;

Dentro desse aspecto, mudanças nos modelos de contratação e contratos estabelecidos entre as partes devem ser amplamente discutidos e considerados. A busca de um ambiente “não-adversarial”, ou seja, “de parceria” é um pré-requisito para o sucesso da empreitada e pela manutenção de um bom ambiente de negócios. O resultado final alcançado é a soma dos esforços empreendidos durante todo o ciclo de vida de um empreendimento pelos seus diversos “stakeholders” – e com isso deve-se entender que cada parceiro deve estar devidamente esclarecido, treinado e respeitar as condições de fornecimento de seus serviços e produtos;

É fundamental o entendimento de todas as variáveis e desenho das soluções dentro de uma visão “FIM – INÍCIO” em todo o processo. Definir com precisão e certeza exatamente o que se pretende gerenciar, qual o modelo de gestão ou responsabilidades e a “jornada da informação” e – elementos que devem nortear todas as decisões a serem tomadas na decisão de integrar as informações;

É importante entender que nem todas as informações devem ser inseridas nos componentes dos modelos BIM (ex. informações de registros ou evidências de manutenção, por ex.), mas ao mesmo tempo que é extremamente importância a manutenção contínua do modelo BIM ao longo do tempo (comissionamento contínuo).

Mudanças de layout, espaços físicos, disposição de equipamentos acontecem diariamente. Tais alterações comprometem a qualidade da informação disponível para a tomada de decisões. Dados incorretos induzirão a decisões não condizentes com a realidade – o que gera desperdício, perda de tempo e homens-hora. Os manuais de O&M devem prever processos de comissionamento contínuo para contornar tal problema.

A inclusão de informações e dados de FM nos componentes de modelos BIM requerem um esforço considerável, mas que é facilmente recuperado ao longo do tempo. Esse tempo deve ser considerado na contratação dos serviços de Projeto & Construção, assim como processos formais de Comissionamento devem ser considerados para uma qualidade aceitável de dados do empreendimento na passagem da fase de Projeto & Construção para O&M.

A escolha da plataforma de gestão (CMMS, CAFM, IWMS, etc.) é uma etapa de vital importância, pois está diretamente relacionada com o modelo de gestão e estratégia previstos para a corporação, tendo que atender aos requisitos de negócio e a todos os funcionários (internos e terceiros) envolvidos no gerenciamento; erros na escolha de uma plataforma significam uma perda enorme de tempo e dinheiro – e que postergam a possibilidade do estabelecimento de um ciclo de gestão otimizado;

Com o contínuo avanço das plataformas tecnológicas, possibilidades de meios “não-convencionais” de acesso às informações, aliados ao conhecimento obtido na prática diária obrigam a considerar que todo o trabalho desenvolvido deva fazer parte da governança organizacional de cada empresa, tornando o processo mais um item de melhoria contínua.

Pode-se, a partir do estudo realizado e da experiência adquirida no experimento, sugerir uma abordagem do processo de forma geral, considerando-se os diversos aspectos levantados de forma a apoiar demais interessados em desempenhar a integração das informações, visando chegar em um modelo BIM integrado com IWMS.

A sugestão pode ser resumida no gráfico abaixo Gráfico 31:

Gráfico 31 - Roadmap orientativo integração BIM & IWMS



Fonte: Autor, 2019.

O modelo proposto para orientar o processo de integração entre BIM & IWMS é composto de 3 (três) “camadas” distintas, todas necessárias e que deveriam ser executadas na ordem em que se encontram expressas no gráfico acima.

O modelo foi pensado na forma de uma PIRÂMIDE organizada em camadas de forma que se entenda que não se consegue construir ou executar etapas superiores sem considerar as premissas levantadas nas etapas anteriores. O conhecimento é adquirido de forma acumulativa e evolutiva, sendo que o modelo BIM 6D integrado ao sistema de Gestão IWMS deve refletir a atender a cada etapa todas as premissas levantadas na etapa anterior de forma sequencial e hierárquica.

5.3 Oportunidades de desenvolvimento futuro

Como abordagens futuras de pesquisa, entende-se haver oportunidades de explorar a integração dos processos de BIM & FM usando-se IFC, expandir o estudo de plataformas adicionais (tais como *Ecodomus*), realizar a ligação entre as informações BIM e questões ligadas ao Custo no Ciclo de Vida dos Ativos (LCCA), ou ainda desenvolver análise sobre o Retorno de Investimento (ROI) na integração das informações – que entende-se constituir de material de alto valor agregado para comprovar e evidenciar os ganhos de tal integração e com isso promover o desenvolvimento da prática no mercado.

REFERÊNCIAS

ARAYICI, Y., ONYENOBI, T., EGBU, C. **Building Information Modelling (BIM) for Facilities Management (FM): The Mediacity Case Study Approach**. International Journal of 3- D Information Modeling, 1(1), pp. 55-73.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS – ASHRAE. **ASHRAE Standard 202-2013 - Commissioning Processes for Buildings and Systems**. Atlanta, 2013.

ARCHIBUS, Inc. **ARCHIBUS v23.2 System Administrator Help**. Boston, 2018.

_____. **ARCHIBUS v23.2 Users Help**. Boston, 2018.

_____. **BIM for Facilities Lifecycle Management with ARCHIBUS - Best Practices for Use of Building Information Models (BIMs) with ARCHIBUS**. Boston, 2018.

_____. **Strategic Space Planning Simplified – Novel Tips & Techniques for Today’s Space Planners**. Boston, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Norma ABNT NBR 5674:2012, Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **Norma ABNT NBR-15.575-1:2013 - Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **Norma ABNT NBR-14.037:2014 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos (Revisão da norma 2011)**. Introdução. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **Norma ABNT NBR ISO 41.011:2019, Facility management — Vocabulário**. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **Norma ABNT NBR ISO 41.013:2019, Facility management — Escopo, conceitos-chave e benefícios**. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **Norma ABNT NBR ISO 41.011:2019, Facility management — Vocabulário**. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **Norma ABNT NBR ISO 55.000:2016 — Gestão de Ativos**. Rio de Janeiro, 2016.

BAECHLER, M.; FALREY, J. **A guide to building commissioning**. Pacific Northwest National Laboratory, p. 47, Washington, 2011.

BECERIK-GERBER, B., JAZIZADEH, F., LI, N. e CALIS, G. **Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management.** Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 138 No. 3, pp. 431-442. 2012.

BICKHAM, T. **Existing Building Commissioning Helps Ensure Facilities Area Performing as Designed, BOMA White Papers.** Disponível em < https://www.boma.org/BOMA/Research-Resources/1-BOMA-Reports/HVAC/Existing_Building_Commissioning_Helps_Ensure_Facilities_are_Performing_as_Designed.aspx >. Acesso em: 03 fev 2020.

BIM FORUM. **LOD Specification 2018-Part1.** Disponível a partir de < https://bimforum.org/wp-content/uploads/2018/09/BIMForum-LOD-2018_Spec-Part-1_and_Guide_2018-09.pdf >. Acesso em: 01 mar 2020.

BOGEN, C. e EAST, B. **COBieLite: A lightweight XML format for COBie data.** Disponível EM: < https://www.nibs.org/page/bsa_cobielite >. Acesso em: 22 fev 2020.

BORRELLI, E. M. Y.; SCHEER, S. Building Information Modeling nos Processos de Gerenciamento de Instalações. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. ANTAC, 2019. Disponível em: < <https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/178> >. Acesso em: 21 mar 2020.

BOSTON CONSULTING GROUP (BCG). **Digital in Engineering and Construction.** Boston/USA, Mar 2016.

BOZORGI, P. et al. **Planning and developing Facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM).** Automation in Construction Volume 87, March 2018, P 22-38.

BUILDING OWNERS MANAGEMENT ASSOCIATION – BOMA. **BOMA Office ANSI/BOMA Z65.1** Disponível em < <https://www.boma.org/BOMA/BOMA-Standards/BOMA/BOMA-Standards/Home.aspx?hkey=42aaf0c2-2842-40b4-8a8a-1b42e1c9c93d>>. Acesso em: 12 fev 2020.

BUILDINGSMART. **MVD Overview Summary.** Disponível em <<http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/mvd-overview/mvd-overview-summary>>. Acesso em: 13 jan 2016.

_____. **Industry Foundation Classes (IFC) - An Introduction.** Disponível a partir de: < <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc>>. Acessado em 20 mar 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras – Vol. 3 Colaboração e Integração BIM.** p. 96. Brasília/DF, Fev. 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC), SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO (SINDUSCON-SP) e SECOVI-SP. **Boas práticas para entrega do empreendimento desde a sua concepção.** Brasília, DF, 2016.

CAFM Explorer. **CAFM Explorer Facilities Management Software**. Disponível em < <http://www.cafmexplorer.com/media/1029/caf-m-explorer-product-brochure.pdf> >. Acesso em: 17 mai 2015.

CAREZZATO, G. **Protocolo de Gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e empreendimentos civis baseado na ISO 19.650**. USP, São Paulo, 2018.

CARRASCO, O., **Gestión de la Información y Trabajo colaborativo con la ISO 19.650**. Instituto de Formación Continua COAM. Disponível a partir de: < <https://www.youtube.com/watch?v=FgAcKaPG0vs&feature=youtu.be> >. Acesso em: 21 mar 2020.

CATELANI, W., SANTOS, E.T. **Normas Brasileiras sobre BIM**. Revista Concreto & Construções. p. 59, 2016.

CBRE. **Workplace Strategy – Mobility Profiling Tool (MOBY)**. Los Angeles, CA. USA. Set. 2015.

CHAREF, R., ALAKA, H. e EMMITT, S. **Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views**. Journal of Building Engineering, Vol. 19, p. 242-257, United Kingdom, Abr 2018.

CONSTRUCTION IT ALLIANCE LIMITED (CITA). **Global BIM Study. Lessons for Ireland’s BIM Programme**. Revisão 2. Irlanda, Fevereiro 2017.

CODINHOTO, R., KIVINIEMI, A. **BIM for FM: A Case Support for Business Life Cycle**. IFIP Advances in Information and Communication Technology, 442, pp. 63-74.

COSTIN, A. et al. **Real-Time Resource Location Tracking in Building Information Models (BIM)**. Cooperative Design, Visualization, and Engineering 9th International Conference, 2-5 Setembro 2012, Osaka, Japan.

COTTS, G., ROPER, K. e PAYANY, R. **The Facility Management Handbook, Third Edition**. Amacon, New York, 2010.

DANTAS FILHO, J.B.P., et al. **Estado de adoção do Building Information Modeling (BIM) em empresas de arquitetura, engenharia e construção de Fortaleza/CE**. ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015. p. 1-7.

D´SOUZA, C. **Life-Cycle Data Handoff Guidelines for BIM Project Managers**. Journal of The National Institute of Building Sciences, 2016.

DAWOOD, N. et al. **BIM for Facilities Management: evaluating BIM Standards in Asset register creation and Service Life Planning**. Journal of Information Technology, 2015.

DRESCH, A. et al. **Design Science Research: Método de pesquisa para avanço da Ciência e Tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. Pag. 138.

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

EAST, B. **Construction-Operations Building Information Exchange (COBie)**. 2014. Disponível em <<http://wbdg.org/resources/cobie.php>>. Acesso em: 17 mai 2015.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**, 2nd Edition, New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

EC HARRIS. **Maximierung des Shareholder Value durch Optimierung der Gebäudekosten**. Disponível em: <<http://www.echarris.com/uploadedpdfs/pdf32.pdf>>. Acesso em: 18 fev 2016.

ECODOMUS. **About us**. Disponível em: <<https://ecodomus.com/about-us/>>. Acesso em: 12 fev 2020.

ENTE ITALIANO DE NORMAZIONE (UNI). **Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni - Parte 1: Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti e processi**. Disponível a partir de: <http://store.uni.com/catalogo/uni-11337-1-2017/?josso_back_to=http://store.uni.com/josso-security-check.php&josso_cmd=login_optional&josso_partnerapp_host=store.uni.com>. Acesso em: 19 mar 2020.

EUBIM TASKGROUP. **Manual relativo à aplicação da Modelação da Informação da Construção (BIM) no Setor Público Europeu**. Disponível em: <<http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/03/GROW-2017-01356-00-00-PT-TRA-00.pdf>>. Acesso em 18 fev 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN). **EN 15.221-1 Facility Management – Part 1: Terms and Definitions**. Bruxelas, Belgica, 2016.

FILLINGHAM, V., MALONE, A., GULLIVER, S. R. **Building Information Modelling for the optimization of Facilities Management: A Case Study Review**. Faithful+Gould. Disponível em: <<http://www.fgould.com/uk-europe/articles/bim-optimisation-facilities-management/>>. Acesso em: 26 fev 2020.

FM:SYSTEMS. **What is Space Management?** Disponível em: <<https://fmsystems.com/blog/what-is-space-management/>>. Acesso em: 24 fev 2020.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV) – **Blog do IBRE – A construção digital parte 2**. Instituto Brasileiro de Economia (IBR). Disponível em: <<https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital-parte-2>>. Acesso em: 21 mar 2020.

GALLAHER, M., O’CONNOR, A. DETTBARN, J. e GILDAY, L. **Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry**. National Institute of Standards and Technology (NIST), 2004.

GAO, X. e BOZORGI, P. **BIM-enabled facilities operation and maintenance: A review**. Advanced Engineering Informatics, Elsevier, Atlanta, USA, 2019.

GNANAREDHAMAM, M. e JAYASENA, H. **Ability of BIM to Satisfy CAFM Information Requirements**. The Second World Construction Symposium 2013. Disponível em: < http://www.academia.edu/4488516/ABILITY_OF_BIM_TO_SATISFY_CAFM_INFORMATION_REQUIREMENTS >. Acesso em: 15 fev 2019.

GRILO, A. e JARDIM-GONÇALVES, R. **Value Proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments**. Automation in Construction - Elsevier, 2009.

IBM. **IBM Tririga Facilities Management**. Disponível em: < <https://www.ibm.com/br-pt/marketplace/ibm-tririga> >. Acesso em: 12 fev 2020.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS - IEEE. **IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries**. New York, NY, 1990.

INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION LATIN AMERICA - ICA. **Gestão de Ativos – Guia para aplicação da Norma ABNT ISO 55.001**. Santiago, Chile, 2015.

INTERNATIONAL FACILITY MANAGEMENT ASSOCIATION - IFMA. **What is Facility Management?** Disponível em: < <https://www.ifma.org/about/what-is-facility-management> >. Acesso em: 09 fev 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **ISO 41011:2017 Facility Management – Vocabulary**. Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/68167.html> >. Acesso em: 03 jan 2019.

_____. **ISO 55.000:2014 - Asset management – Overview, principles and terminology**. Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/55088.html> >. Acesso em: 02 mar 2020.

_____. **ISO 19.650:2018 - Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles**. Disponível em: < <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=409373> >. Acesso em: 21 mar 2020.

INTERNATIONAL PROPERTY MEASUREMENT STANDARDS COALITION – IPMSC. **IPMS for Office Buildings**. London, 2014. Disponível em: < https://fastedit.files.wordpress.com/2014/11/ipms_office_buildings_portuguese_web_final2.pdf >. Acesso em: 23 fev 2020.

ISHIDA, C. **Modelo Conceitual para Comissionamento de Sistemas Prediais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p. 26, São Paulo, 2015.

ISS World Services A/S (ISS). **Perspectives on the FM market development**. ISS White Paper. New York, USA, Set. 2014.

JAMES, R.; WATSON, R. **Computer-Aided Facilities Management (CAFM)**. Disponível em < <http://www.wbdg.org/om/cafm.php> >. Acesso em: 17 mai 2015.

JOÃO, S. **Metodologia BIM aplicada à gestão de Ativos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, 2018.

JONES LANG LASALLE – JLL. **First Look – Escritórios de alto padrão | Rio de Janeiro – 2T 2018**. Rio de Janeiro, 2018.

_____. **First Look – Escritórios de alto padrão | São Paulo – 2T 2019**. São Paulo, 2019.

KEADY JR., R. **Equipment Inventories for Owners and Facility Managers: standards, strategies and best practices**. Wiley & Sons, p. 155. New Jersey, USA, 2013.

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

KLEIN, L., LI, N. e BECERIK-GERBER, B. **Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings**. Automation in Construction, Ed.21, p. 161-171. Los Angeles, 2011.

KVINIEMI, A. e CODINHOTO, R. **Challenges in the Implementation of BIM for FM- Case Manchester Town Hall Complex**. University of Liverpool, School of Architecture, Leverhulme Building, Liverpool, United Kingdom, 2014.

LOVE, P., MATTHEWS, J, SIMPSON, I., HILL, A., OLATUNJI, O., **A benefits realization management building information modeling framework for asset owners**. Automation in Construction 37 (2014), p. 1-10.

LIN, Y., SU, Y., CHEN, Y. **Developing Mobile BIM/2D Barcode-Based Automated Facility Management System**. Advances in Civil Engineering, 2014, 16p.

MADRITSCH, T e MAY, M. **Successful IT implementation in facility management**. Facilities Vol. 27 Nº 11/12, p. 429-444. Emerald Group Publishing Limited. England, 2009.

MARKETS AND MARKETS. **Integrated Workplace Management System Market**. India, 2019. Disponível em < <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/integrated-workplace-management-system-market-49902186.html>> . Acesso em: 12 fev 2020.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **Smart Market Report - The Business Value of BIM for Owners**. McGraw Hill Construction, 2014.

_____. **Smart Market Report - The Business Value of BIM in North America – Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007-2012)**. McGraw Hill Construction, 2012.

MCKINSEY & COMPANY. **The construction productivity imperative**. New York, Jul 2015. Disponível em: < <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/the-construction-productivity-imperative> > Acesso em: 12 fev 2020.

MOTAMEDI, A., HAMMAD, A. e ASEN, Y. **Knowledge-assisted BIM-based visual analytics for failure root cause detection in facilities management**. Automation in Construction, Volume 43, p. 73-83, Jul 2014.

MOTAWA, I. e ALMARSHAD, A., **A knowledge-based BIM system for building maintenance**. Automation in Construction, Volume 29, p.173-182, 2013.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMERCIO EXTERIOR E SERVIÇOS – MDIC. **Estratégia BIM BR – Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling – BIM**. Brasília, Nov/2018.

MILLS, E. **Building Commissioning: a golden opportunity for reducing energy costs and greenhouse gas emissions**. Lawrence Berkeley National Laboratory, p.59, California, 2009.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES (NIBS). **Building Commissioning – Whole Building Design Guide**. Disponível em: < <http://www.wbdg.org/building-commissioning> >. Acesso em: 03 mar 2017.

NBS. **NBS National BIM Report 2015**. Riba Enterprises, Londres, 2015.

_____. **NBS National BIM Report 2016**. Riba Enterprises, Londres, 2016.

_____. **NBS National BIM Report 2017**. Riba Enterprises, Londres, 2017.

_____. **NBS National BIM Report 2018**. Riba Enterprises, Londres, 2018.

_____. **NBS National BIM Report 2019**. Riba Enterprises, Londres, 2019.

NEELAPALA, S., LOCKHEED, M. **Lifecycle BIM at FAA: Case Study**. In: National Facilities Management & Technology, 12-14, Baltimore, USA, Março 2013.

NICAL e WODYNSKI. **Enhancing Facility Management through BIM 6D**. Procedia Engineering 164 p.299-306, Elsevier, 2016.

OSCRE INTERNATIONAL. Open Standards Consortium for Real Estate (OSCRE) – **Space Classifications (SPCL V1.0)**. New York, USA. Fev2010.

ORR, K., SHEN, Z., JUNEJA, P. K., SNODGRASS, N., KIM, H. **Intelligent Facilities: Applicability and Flexibility of Open BIM Standards for Operations and Maintenance**. Construction Research Congress 2014, 19-21 Maio 2014, Atlanta, USA.

PÄRN, E., EDWARDS, D. e SING, M. **The building information modelling trajectory in facilities management: A review**. Automation in Construction 75 (2017). p. 45-55.

PLANON SOFTWARE. **A quest for excellence – Guidance for CRE & FM executives implementing a global IWMS**. Seattle, USA, 2018.

RODAS, I. **Aplicação da Metodologia BIM na Gestão de Edifícios**. Dissertação para obtenção de título de Mestrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2015.

ROYAL INSTITUTION of CHARTERED SURVEYORS – RICS. **International BIM implementation guide – 1st Edition**. London, 2015.

SABOL, L. **Building Information Modeling & Facility Management**. IFMA World Workplace 2008, Novembro 2008, Dallas, USA.

SANTOS, E.T. **Notas da Disciplina PCC5952 – Building Information Modeling**. Programa Construinova. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.

SAPP, D. Computerized Maintenance Management Systems (CMMS). Disponível em <<http://www.wbdg.org/facilities-operations-maintenance/computerized-maintenance-management-systems-cmms>>. Acesso em: 27 fev 2017.

SERRAVIEW. **Making Space Utilization Work for Your Organization – How Measuring Analyzing Space Utilization Data Can Optimize Your Workplace**. p. 4, New York, NY, USA. Fev 2020.

SU, Y., LEE, Y. C., LIN, Y. C. **Enhancing Maintenance Management using Building Information Modeling in Facilities Management**. 2011 Proceedings of the 28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC), Seoul, Korea. 752–757.

STOWE, K., ZHANG, S., TEIZER, J. JASELSKIS, E. **Capturing the Return on Investment of All-In Building Information Modeling: Structured Approach**. Practice Periodical on Structural Design and Construction. ASCE, Jan/2014.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, Elsevier, Atlanta, USA, 2009.

TALAMO, C. e BONANOMI, M. **Knowledge Management and Information Tools for Building Maintenance and Facility Management Ed. 2016**. Springer International, London, 2016.

TEICHOLZ, E. **Technology for Facility Managers: The impact of cutting-edge technology on Facility Management**. IFMA Foundation. New Jersey: John Wiley & Sons, New Jersey, USA, 2013.

TEICHOLZ, P. **BIM for Facility Managers, 1st Edition**. New Jersey: John Wiley & Sons, New Jersey, USA, 2013.

THE COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM (CIC). **BIM Building Information Modeling Planning Guide for Facility Owners**. Version 1.02. The Pennsylvania State University, USA, 2012.

_____. **BIM Project Execution Planning Guide. Version 2.1**. The Pennsylvania State University, USA, 2011.

THE NATIONAL BIM STANDARDS-UNITED STATES- NBIMS. **NBIMS-US V3 - Annex A COBie Mapping Rules**. Pag. 50. USA, 2015.

VAN AKEN, J.E. **The research design for design Science research in management**. Eindhoven, Dinamarca, 2011.

VERDANTIX. **Green Quadrant Integrated Workplace Management Systems 2019**. Londres, 2019.

WANG, B., LI, H., REZGUI, Y., BRADLEY, A., ONG, H. N. **BIM Based Virtual Environment for Fire Emergency Evacuation**. The Scientific World Journal, 2014, p.22.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Shaping the Future of Construction - A Breakthrough in Mindset and Technology**. Switzerland, 2016.

WU, W; ISSA, R. **BIM-Enabled Building Commissioning and Handover**. Computing in Civil Engineering, p.241, 2012.

YOUBIM. **About YouBIM**. Disponível a partir de: < <https://www.youbim.com/about/youbim/> > . Acesso em: 12 fev 2020.