

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo



Dissertação

**Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios
públicos em Instituições Federais de Ensino Superior**

Anderson Martins Wojciechowski

Pelotas, 2024

Anderson Martins Wojciechowski

Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos em Instituições Federais de Ensino Superior

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Kellermann Schramm
Coorientadora: Profa. Dra. Rafaela Bortolini

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

W837d Wojciechowski, Anderson Martins

Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos em instituições federais de ensino superior [recurso eletrônico] / Anderson Martins Wojciechowski ; Fábio Kellermann Schramm, orientador ; Rafaela Bortolini, coorientadora. — Pelotas, 2024. 221 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Modelagem da informação da construção. 2. Prédios públicos. 3. Gerenciamento de instalações. 4. Instituição federal de ensino superior. 5. Gestão da manutenção. I. Schramm, Fábio Kellermann, orient. II. Bortolini, Rafaela, coorient. III. Título.

CDD 720

Anderson Martins Wojciechowski

Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos em Instituições Federais de Ensino Superior

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 20 de dezembro de 2024.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fábio Kellermann Schramm (orientador)

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Antônio Cesar Baptista da Silva

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Dr. Eduardo Luis Isatto

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Sérgio Leal Ferreira

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo.

Para Francisco, meu filho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me conceder uma vida repleta de oportunidades para evolução espiritual e alegrias.

Ao meu filho Francisco, meu maior amor e a principal razão das minhas conquistas, um ser de muita luz. A força que você me dá é inestimável, em você encontro, todos os dias, motivos para ser feliz. Melhor do que ser filho, é ser pai, o seu pai.

A minha esposa Ana Paula, alicerce mais forte da minha base. Sua paciência e amor incondicionais sempre me impulsionaram a voar mais alto. Esteve ao meu lado em todos os momentos, tornando a vida mais leve e este sonho possível.

Aos meus queridos pais, Adalberto e Eloísa (*in memoriam*), que são a base de todas as minhas conquistas. Sempre me incentivaram a perseguir meus sonhos e objetivos.

Agradeço também aos meus amigos e familiares, que estiveram ao meu lado ao longo de toda a minha jornada acadêmica.

Aqui deixo um agradecimento especial ao meu orientador, Fábio Kellermann Schramm, por quem tenho profunda admiração e respeito, e que, em nenhum momento, abdicou de dedicar esforço e comprometimento, tornando este trabalho possível. Ele é o melhor exemplo do professor que desejo me tornar.

À minha coorientadora Rafaela Bortolini, detentora de um conhecimento e inteligência admiráveis. Foi essencial para me guiar no início da pesquisa.

Ao professor Edar da Silva Añaña, pela sabedoria, contribuições e sugestões que foram, sem dúvida, fundamentais para os resultados alcançados.

Agradeço a todos os professores, funcionários e colegas do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Saibam que de cada um levo ensinamentos que enriqueceram meu aprendizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da minha bolsa de estudos.

Às Instituições Federais de Ensino Superior que viabilizaram a condução desta pesquisa, e a todos os servidores técnicos envolvidos.

Agradeço a todos os professores e pesquisadores que compartilharam seus conhecimentos ao longo deste estudo, o meu muito obrigado.

E, por justiça, a cada pessoa que possa não ter sido mencionada nominalmente, mas que contribuiu para este período tão importante da minha vida, deixo aqui minha mais sincera gratidão.

RESUMO

WOJCIECHOWSKI, Anderson Martins. **Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos em Instituições Federais de Ensino Superior**. Orientador: Fábio Kellermann Schramm. 2024. 221 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

Prédios públicos têm grande relevância para um país, e sua preservação é uma preocupação constante da administração pública. Para prolongar a vida útil dessas construções, é essencial adotar estratégias que assegurem um controle adequado da manutenção, utilizando recursos e ferramentas que promovam segurança e sustentabilidade. Uma abordagem promissora para otimizar esse processo e garantir a preservação do ambiente construído é a gestão eficiente da manutenção (GM), associada à Modelagem da Informação da Construção (BIM). A integração do BIM ao longo do ciclo de vida das edificações aprimora processos, melhora a qualidade e torna as atividades de manutenção mais eficazes. Este estudo tem como objetivo propor diretrizes para implementar o BIM na GM de prédios públicos, com foco nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), almejando prolongar a longevidade dessas estruturas. Com base na abordagem *Design Science Research*, o trabalho foi desenvolvido em quatro etapas: (a) revisão bibliográfica; (b) fase exploratória; (c) fase de desenvolvimento; e (d) fase de proposição. A revisão bibliográfica permeou todas as fases do estudo. Na fase exploratória, os atributos relacionados à GM com aplicação do BIM foram identificados e organizados em grupos de requisitos, com base em uma Revisão Sistemática da Literatura. Na fase de desenvolvimento, esses agrupamentos foram validados, hierarquizados e correlacionados às fases do ciclo de vida das edificações, o que permitiu identificar os requisitos específicos para a manutenção das IFES brasileiras. Na fase de proposição, foi elaborado um modelo de processo para gestão de requisitos de informação, que serviu de base para criar diretrizes voltadas à integração de dados de manutenção em modelos BIM e ao suporte à GM nas IFES. As diretrizes visam aprimorar os processos da fase de operação e manutenção, expandindo o uso do BIM nesse contexto. A identificação e formalização das informações necessárias para a manutenção contribuem para uma operação mais eficiente das instalações, enquanto a definição do fluxo de dados facilita a captura e integração dessas informações nos modelos BIM no momento adequado. Conclui-se que a incorporação do BIM é viável e pode gerar melhorias significativas no desempenho das edificações públicas.

Palavras-chave: Modelagem da Informação da Construção; Gerenciamento de Instalações; Gestão da Manutenção; Prédios Públicos; Instituição Federal de Ensino Superior.

ABSTRACT

WOJCIECHOWSKI, Anderson Martins. **Guidelines for the Implementation of BIM in the Maintenance Management of Public Buildings in Federal Institutions of Higher Education**. Advisor: Fábio Kellermann Schramm. 2024. 221 f. Dissertation (Masters in Architecture and Urbanism) – Faculty of Architecture and Urbanism, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2024.

Public buildings are highly significant for a country, and their preservation is a constant concern for public administration. To extend the service life of these structures, it is essential to adopt strategies that ensure proper maintenance control, utilizing resources and tools that promote safety and sustainability. A promising approach to optimizing this process and ensuring the preservation of the built environment is efficient maintenance management (MM), combined with Building Information Modeling (BIM). The integration of BIM throughout the building lifecycle enhances processes, improves quality, and makes maintenance activities more effective. This study aims to propose guidelines for implementing BIM in MM for public buildings, focusing on Federal Institutions of Higher Education (FIHE), seeking to extend the longevity of these structures. Based on the Design Science Research approach, the study was developed in four stages: (a) literature review; (b) exploratory phase; (c) development phase; and (d) proposition phase. The literature review permeated all phases of the study. In the exploratory phase, attributes related to MM with BIM application were identified and organized into requirement groups, based on a Systematic Literature Review. In the development phase, these groups were validated, hierarchized, and correlated with the phases of the building lifecycle, allowing the identification of specific requirements for the maintenance of Brazilian FIHE. In the proposition phase, a process model for information requirements management was developed, serving as the basis for creating guidelines aimed at integrating maintenance data into BIM models and supporting MM in FIHE. The guidelines seek to improve processes in the operation and maintenance phase, expanding the use of BIM in this context.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); Facility Management (FM); Maintenance Management; Public Buildings; Federal Higher Education Institutions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo de vida de um projeto de construção	28
Figura 2	Camadas conceituais do esquema de dados IFC versão 4.3.2 . . .	36
Figura 3	Desenvolvimento de dados COBie	37
Figura 4	Hierarquia dos Requisitos de Informação - NBR ISO 19650-1	40
Figura 5	Transferência de informações após construção para gestão de manutenção	50
Figura 6	Delineamento da pesquisa	55
Figura 7	Etapas do MSL	57
Figura 8	Número de trabalhos publicados por ano (dissertações/teses) . . .	59
Figura 9	Fluxograma do processo de pesquisa (PRISMA)	62
Figura 10	Condução da fase de desenvolvimento	66
Figura 11	Tempo de experiência em manutenção predial dos profissionais . .	71
Figura 12	Formação profissional e grau de escolaridade	71
Figura 13	Cargo de ocupação no setor de manutenção da IFES	72
Figura 14	Nível de entendimento referente ao BIM	72
Figura 15	Nível de conhecimento do Decreto nº 10.306	73
Figura 16	Uso do BIM pelo profissional e na IFES	73
Figura 17	Número de atributos por fase do ciclo de vida da edificação	87
Figura 18	Diagrama conceitual do elemento no modelo	91
Figura 19	Definição parcial IFC dos requisitos de informação para manutenção	92
Figura 20	Fluxo de importação de atributos para modelos BIM existentes . . .	93
Figura 21	Atributos para gestão da manutenção em Excel	94
Figura 22	Rotina de inserção das informações em <i>script</i> de programação Dynamo	95
Figura 23	Detalhe da rotina de inserção das informações	96
Figura 24	Exemplo de componente a receber os atributos	97
Figura 25	Aba de parâmetros antes (à esquerda) e depois (à direita) da importação dos atributos	98
Figura 26	Componente com os atributos vinculados	99
Figura 27	Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES para Novas Edificações	101
Figura 28	Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES para Edificações Existentes	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Número de artigos por critério de seleção	63
----------	---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	CrITÉrios de seleÇão de trabalhos no MSL	58
Quadro 2	Número de trabalhos por palavra-chave	58
Quadro 3	Trabalhos relevantes obtidos	59
Quadro 4	Planejamento da RSL	61
Quadro 5	Artigos relevantes destacados	64
Quadro 6	Lista dos atributos extraídos da RSL	80
Quadro 7	InstituiÇões Federais de Ensino Superior participantes	83
Quadro 8	Lista final de atributos de informaÇão para modelos BIM	84
Quadro 9	Lista dos atributos excluídos	86
Quadro 10	Atributos com mais de uma moda	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	<i>Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial</i>
ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
AECO	<i>Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação</i>
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
AVAC	<i>Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionados</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BR	<i>Brasil</i>
CAPES	<i>Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior</i>
CEP	<i>Comitê de Ética em Pesquisa</i>
COBie	<i>Construction Operations Building Information Exchange</i>
CV	<i>Ciclo de Vida</i>
DNIT	<i>Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
FAUrb	<i>Faculdade de Arquitetura e Urbanismo</i>
FM	<i>Facility Management</i>
GM	<i>Gestão da Manutenção</i>
GSA	<i>General Services Administration</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IFES	<i>Instituição Federal de Ensino Superior</i>
IFMA	<i>International Facility Management Association</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LOD	<i>Level of Development</i>
LOI	<i>Level of Information</i>
LOIN	<i>Level of Information Need</i>
MSL	<i>Mapeamento Sistemática de Literatura</i>
NBR	<i>Norma Brasileira Regulamentadora</i>
O&M	<i>Operação e Manutenção</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>

RIBA	<i>Royal Institute of British Architects</i>
ROI	<i>Return on Investment</i>
RSL	<i>Revisão Sistemática da Literatura</i>
TIC	<i>Tecnologias da Informação e Comunicação</i>
UF	<i>Unidade Federativa</i>
UFPel	<i>Universidade Federal de Pelotas</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Problema de Pesquisa	21
1.2	Questões de Pesquisa	24
1.2.1	Questão Principal	24
1.2.2	Questões Secundárias	24
1.3	Objetivos da Pesquisa	25
1.4	Objetivo Geral	25
1.5	Objetivos Específicos	25
2	MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO – BIM	26
2.1	BIM e o Ciclo de Vida da Edificação	27
2.2	Facility Management – FM	30
2.3	BIM na Gestão da Manutenção Predial	32
2.4	BIM para Transferência de Informação	33
2.4.1	Interoperabilidade	34
2.4.2	Gestão da Informação	39
2.4.3	Nível de Informação Necessária	40
2.5	BIM no Setor Público	41
2.5.1	Estratégia Nacional de Disseminação BIM – Brasil	43
2.5.2	BIM Mandate	44
2.5.3	BIM na Gestão de Prédios Universitários	45
3	MANUTENÇÃO PREDIAL	47
3.1	Estratégia de Manutenção	48
3.2	Gestão da Manutenção Predial	49
3.3	Manutenção em Instituições Públicas	50
3.4	Requisitos para Manutenção	51
4	MÉTODO DE PESQUISA	53
4.1	Estratégia de Pesquisa	53
4.2	Delineamento da Pesquisa	54
4.3	Revisão de Literatura	56
4.4	Fase Exploratória	56
4.4.1	Compreensão do Problema	56
4.4.2	Identificação e Organização dos Atributos de Manutenção	64
4.5	Fase de Desenvolvimento	65
4.5.1	Caracterização dos Especialistas e Profissionais	65
4.5.2	Identificação da Necessidade de Informações	67
4.5.3	Hierarquização dos Atributos para IFES	69
4.5.4	Identificação do Fluxo de Informação no Ciclo de Vida da Edificação	73

4.5.5	Aspectos Ético-legais	75
4.5.6	Requisitos de Informação para Manutenção de IFES	75
4.6	Fase de Proposição	77
4.6.1	Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES	77
4.6.2	Diretrizes para Organização e Incorporação de Informações em Modelos BIM para Apoiar a Gestão da Manutenção de Edificações das IFES . . .	78
5	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	79
5.1	Fase Exploratória	79
5.2	Identificação e Organização dos Atributos de Manutenção	79
5.3	Identificação da Necessidade de Informações	81
5.4	Hierarquização dos Atributos para IFES	82
5.5	Identificação do Fluxo de Informação no Ciclo de Vida da Edificação .	87
5.6	Requisitos de Informação para Manutenção de IFES	88
5.6.1	Definição do Objeto de Troca	89
5.6.2	Vinculação dos Atributos	93
6	BIM NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE IFES	100
6.1	Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES	100
6.2	Diretrizes para Organização e Incorporação de Informações em Modelos BIM para Apoiar a Gestão da Manutenção de Edificações das IFES	104
6.2.1	Introdução	104
6.2.2	Objetivo	105
6.2.3	Documentos Referência	105
6.2.4	Características Gerais da Edificação	106
6.2.5	Procedimentos Técnicos para Manutenção	110
6.2.6	Requisitos para Gestão da Manutenção de IFES	111
6.2.7	Inserção dos Requisitos no Modelo BIM	112
6.2.8	Outros Aspectos Relevantes	112
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	114
7.1	Conclusões	114
7.2	Recomendações para Trabalhos Futuros	117
	REFERÊNCIAS	119
	APÊNDICE A PROTOCOLO DA RSL	142
	APÊNDICE B ARTIGOS DA RSL	146
	APÊNDICE C MODELO DE CARTA DE ANUÊNCIA EXIGÊNCIA DA PLATAFORMA BRASIL	148
	APÊNDICE D QUESTIONÁRIO 01	150
	APÊNDICE E QUESTIONÁRIO 02	167
	APÊNDICE F QUESTIONÁRIO 03	181

APÊNDICE G	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	
	ESPECIALISTAS - VALIDAÇÃO DE INFORMAÇÕES	191
APÊNDICE H	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	
	PROFISSIONAIS - PRIORIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO	194
APÊNDICE I	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	
	PROFISSIONAIS - FLUXO DE INFORMAÇÃO	197
APÊNDICE J	CONJUNTO GENÉRICO DE REQUISITOS DE INFORMAÇÃO E AS FASES DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO	200
APÊNDICE K	PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DA ROTINA DYNAMO IFES	204
ANEXO A	FOLHA DE ROSTO - CEP UFPEL	211
ANEXO B	PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP UFPEL	215

1 INTRODUÇÃO

Edificações são estruturas complexas que desempenham um papel fundamental no contexto em que estão inseridas. Como produtos duráveis, o ciclo de vida de um edifício é composto por diversas fases, que incluem o planejamento, projeto, construção, operação e manutenção (O&M) e, eventualmente, a demolição (Chen; Tang, 2019b).

Ao longo de sua vida útil, todos os componentes e materiais que constituem a estrutura passam por um inevitável processo de deterioração, causado pelo uso e pela exposição a agentes climáticos, o que pode ocasionar uma série de problemas e desgastes, principalmente nas fases pós-construção (Algayer, 2019).

A fase de O&M tende a ser a mais longa no ciclo de vida do edifício, englobando atividades essenciais para garantir a preservação e o bom funcionamento do ambiente construído, além de influenciar diretamente o Retorno sobre Investimento (*Return on Investment* – ROI)(Crawford, 2011; Kensek, 2015; Ngwepe; Aigbavboa, 2015; Gao; Pishdad-bozorgi, 2019). Devido a essa duração prolongada, os custos associados à manutenção das edificações frequentemente superam os das fases de projeto e construção (Akacamet; Akinci; Garrett, 2010).

A manutenção de uma edificação tem como objetivo preservá-la em conformidade com as condições funcionais, estruturais e estéticas previstas, sendo um dos processos mais importantes, pois afeta diretamente sua durabilidade e desempenho (Fatmasari; Latief, 2018). Entretanto, segundo os mesmos autores, despesas excessivas podem surgir quando não se dá a devida atenção ao processo, especialmente ao adotar uma abordagem reativa, baseada em reparos.

Estratégias eficazes de manutenção buscam reduzir custos e prolongar a vida útil dos elementos construtivos, já que os mecanismos de degradação podem ser controlados por meio de uma gestão apropriada (Chew; Tan; Kang, 2004; Cheng et al., 2020).

No caso do patrimônio imobiliário público, as atividades de manutenção são cruciais para ampliar a durabilidade e funcionalidade dessas edificações (Viana et al., 2022). Não é incomum a presença de anomalias no estado de conservação desses imóveis, frequentemente devido a ações inadequadas de manutenção ou até à sua ausência, impondo ao poder público novos desafios relacionados à gestão de recursos e custos adicionais (Shen; Lo; Wang, 1998; Viana et al., 2022).

A gestão eficiente de prédios públicos é de extrema relevância para a sociedade, uma vez que os recursos destinados à operação e manutenção são provenientes de impostos pagos pela população. Nesse contexto, a conservação eficaz dessas edificações está alinhada ao princípio da economicidade na administração pública (Teixeira, 2022).

Segundo Carlino (2012), garantir a conservação, prevenção e valorização de prédios públicos requer planos ou programas de manutenção, gerando economia e preservando recursos públicos. Dentre os edifícios pertencentes à rede pública, destacam-se as construções associadas às Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), que devem operar com o máximo desempenho ao longo de sua vida útil, por representarem espaços capazes de influenciar a geração de ideias e a formação crítica do ser humano (Ferreira, 2017).

Para atingir a gestão adequada da manutenção destas edificações, é necessária a integração de informações e conhecimentos relativos aos processos e produtos utilizados na construção, assegurando que esses dados estejam disponíveis ao longo de todo o ciclo de vida do edifício (Motawa; Almarshad, 2013).

A fase de O&M destaca-se no campo do Gerenciamento de Instalações ou *Facility Management*¹(FM), cuja missão é manter e melhorar continuamente as instalações (Matos et al., 2021).

A FM se caracteriza por ser um processo abrangente que engloba diversas atividades e competências, e demanda uma ampla gama de critérios provenientes de diferentes fontes de dados, como das atividades de manutenção (Marmo et al., 2020; Matos et al., 2021). Dentre as atividades que compõem o FM, a Gestão da Manutenção (GM) ganha destaque, principalmente pelo fato de que os custos associados ao processo de manutenção predial representarem mais de 65% dos custos totais incorridos pelas operações de FM, e a ausência de estratégias eficientes e a tomada de decisões inadequadas contribuem para o aumento desses gastos (Liu; Issa, 2013; Chen et al., 2018; Sacks et al., 2018).

Uma gestão da manutenção eficaz requer a coleta e disponibilização de informações acessíveis aos tomadores de decisão, além da cooperação entre especialistas nas diversas fases do ciclo de vida do edifício (Cerić et al., 2019).

A ausência de informações detalhadas e organizadas sobre uma instalação, tanto geométricas quanto semânticas, é uma das razões para a gestão ineficiente (Valinejadshoubi; Moselhi; Bagchi, 2022). Processos fragmentados de comunicação, captura e rastreamento dificultam o gerenciamento dessas informações, levando a uma busca por dados que consome mais de 80% do tempo dos envolvidos

¹*Facility Management* (FM), conforme abordado pela ABNT NBR ISO 41011, é um campo multidisciplinar amplamente utilizado na indústria da construção e práticas profissionais, englobando a gestão e operação de edifícios, instalações e serviços relacionados (ABNT, 2019).

na fase de O&M (Lucas; Bulbul; Thabet, 2013; Chen et al., 2018).

Desconsiderar o uso de ferramentas disponíveis na O&M de edifícios pode fazer com que a qualidade da GM seja comprometida, isso porque o manuseio e a troca de informações desempenham um papel fundamental nesse processo (Kameli et al., 2020). Nesse cenário, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), aliadas a sistemas de apoio à decisão, tornam-se preponderantes para a gestão da manutenção (Kameli et al., 2020; Yousefli; Nasiri; Moselhi, 2021).

A Modelagem da Informação da Construção², ou *Building Information Modeling* (BIM), tem transformado como as instalações são concebidas e gerenciadas, possibilitando a entrega de projetos com maior qualidade e menor custo (Abideen et al., 2022).

A integração da Modelagem da Informação da Construção às práticas de FM pode contribuir tanto para a criação de uma fonte, quanto para o desenvolvimento de um repositório de informações, apoiando o planejamento e o gerenciamento das atividades de manutenção predial em edifícios novos ou existentes (Volk; Stengel; Schultmann, 2014). A gestão da manutenção, como parte ativa da FM, se beneficia da aplicação do BIM, que possibilita a coordenação colaborativa entre diversas disciplinas e serve como uma base estruturada para a coleta de informações, apoiando a tomada de decisões e aprimorando as práticas de manutenção (Carbonari; Stravoravdis; Gausden, 2015; Leal; Salgado, 2019; Marmo et al., 2019).

De acordo com Teicholz (2013), o BIM oferece aos gerentes de instalações uma ferramenta para acessar informações de um modelo digital que representa com precisão a instalação física. Seus recursos, como repositório de dados, oferecem a possibilidade da GM por meio da organização, integração e estruturação das informações utilizadas pela equipe de O&M (Matarneh et al., 2020; Kamal; Taghaddos; Karimi, 2021).

Com uma abordagem baseada em modelos inteligentes, o BIM possibilita rastrear, atualizar e manter informações essenciais para a tomada de decisão ao longo de todo o ciclo de vida da construção (Chen et al., 2018). Além de servir como banco de dados que apoia decisões informadas, o BIM permite a manutenção de um registro histórico integrado, no qual a equipe de gerenciamento pode consultar os antecedentes de intervenções realizadas em qualquer área do edifício, ampliando a eficiência das atividades de manutenção (Omar; Hatem; Najy, 2018).

A Modelagem da Informação da Construção surge, portanto, com potencial para apoiar o processo de O&M, embora sua aplicação ainda esteja majoritariamente concentrada na obtenção de dados, visualização, soluções técnicas e otimização de

²Termo padronizado pela ABNT NBR 15965-1, traduzido do inglês *Building Information Modeling – BIM* (ABNT, 2011). O BIM é definido como "uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção." (Sacks et al., 2018, p. 14).

custos durante as fases de projeto e construção (Godager; Onstein; Huang, 2021).

Para superar essa limitação, torna-se essencial implementar o BIM de maneira sistêmica, de modo que ele reflita o estado real dos equipamentos e forneça informações e documentos pertinentes à operação e manutenção ao longo do ciclo de vida da edificação (Wu; Wang; Wang, 2016).

A entrega de um modelo BIM bem estruturado não apenas facilita a gestão contínua da propriedade, mas também proporciona um valioso histórico de informações para futuros processos de manutenção, renovação e expansão, trazendo benefícios que são evidentes tanto para empreendimentos privados quanto públicos (Meng et al., 2020).

No contexto das edificações governamentais, o desenvolvimento de critérios específicos ao longo das diferentes etapas do ciclo de vida dessas construções é fundamental para aprimorar o processo de manutenção por meio do BIM (Fatmasari; Latief, 2018). Segundo os mesmos autores, esse processo visa identificar o fluxo de informações necessário, estabelecer sua hierarquia e determinar critérios organizacionais e legais apropriados para sustentar a aplicação da Modelagem da Informação da Construção.

Ainda assim, o custo associado à inclusão de informações no modelo BIM voltado para o Gerenciamento de Instalações permanece um desafio histórico para a sua ampla adoção, e a criação de diretrizes que facilitem a integração entre BIM e FM é uma preocupação recorrente na indústria da construção, especialmente na fase de operação e manutenção (Hsieh et al., 2019).

Para que o BIM seja implementado com sucesso no suporte ao O&M, é crucial identificar, de forma antecipada e criteriosa, os requisitos necessários para otimizar a gestão da manutenção (Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022). O BIM desempenha um papel central ao atuar como repositório de informações e ao incorporar esses requisitos ao modelo, promovendo a troca de informações de forma eficiente e atendendo às demandas específicas do processo de manutenção (Matarneh et al., 2020; Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022).

A adequada organização e integração de informações, promovendo um fluxo contínuo ao longo de todo o ciclo de vida do ambiente construído, por meio de tecnologias colaborativas, oferece uma oportunidade significativa para melhorar a gestão da manutenção de edificações, especialmente no caso do patrimônio público.

Dessa forma, ao adotar abordagens eficazes e ferramentas tecnológicas adequadas, é possível aprimorar os processos de manutenção, garantindo maior eficiência, redução de custos e prolongamento da vida útil das construções. Assim, a gestão da manutenção consolida-se como um ativo estratégico, contribuindo diretamente para a preservação e valorização dos bens públicos.

1.1 Problema de Pesquisa

O *Building Information Modeling* tem sido amplamente utilizado no setor da construção civil, proporcionando benefícios significativos em termos de eficiência e qualidade dos processos (Naticchia; Corneli; Carbonari, 2020). No entanto, sua aplicação concentra-se, predominantemente, em soluções técnicas e na otimização de custos durante as fases de projeto e construção (Garrigós; Montoya, 2018; Sacks et al., 2018; Gao; Pishdad-bozorgi, 2019; Godager; Onstein; Huang, 2021).

A identificação dos benefícios obtidos pela aplicação do BIM no processo de manutenção das edificações ainda representa uma área de pesquisa emergente, uma vez que grande parte dos estudos realizados tem focado nas etapas de projeto e construção (Garrigós; Montoya, 2018; Sacks et al., 2018; Gao; Pishdad-bozorgi, 2019; Godager; Onstein; Huang, 2021).

Embora as vantagens do BIM nessas etapas sejam mais evidentes e facilmente quantificáveis, a fase de O&M é igualmente importante, e o BIM demonstra potencial para dar suporte à gestão da manutenção predial (Kensek, 2015; Gao; Pishdad-bozorgi, 2019). Atuando como um repositório de informações ao longo do ciclo de vida da edificação, a utilização do BIM na transferência e integração de dados nas fases pós-construção enfrenta limitações (Naticchia; Corneli; Carbonari, 2020; Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022).

Esses desafios decorrem, sobretudo, da ausência de especificações claras sobre os dados a serem incorporados ao modelo, dificultando a validação automatizada e resultando na inclusão de informações irrelevantes para a O&M, o que frequentemente acarreta retrabalhos e a reinserção manual de dados, um processo suscetível a erros de interpretação (Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022).

Para que as atividades relacionadas à O&M sejam conduzidas de maneira eficiente, é essencial dispor de informações bem definidas e acessíveis, permitindo a gestão sistemática desses processos (Kim et al., 2017). Nesse contexto, a incorporação de aspectos semânticos ao modelo BIM desempenha um papel importante na troca de informações, apresentando um potencial significativo nas fases de transferência e pós-construção (Eastman et al., 2009).

As informações semânticas no BIM referem-se aos atributos e propriedades dos componentes modelados, possibilitando uma compreensão mais precisa dos elementos construtivos e suas funcionalidades (Liu et al., 2018). Essas relações estabelecem registros históricos do empreendimento, abrangendo espaços e elementos construtivos, gerando dados que podem ser gerenciados ao longo de todo o ciclo de vida da edificação (Kim et al., 2017).

Entretanto, a entrega de informações semânticas enfrenta desafios devido à falta de estruturação e diretrizes claras sobre os dados necessários para a

manutenção (Matarneh et al., 2020). Somado a isso, problemas de interoperabilidade podem gerar lacunas informacionais, impactando negativamente a gestão da manutenção com o uso do BIM (Matarneh et al., 2020).

Para garantir uma implementação bem-sucedida de projetos BIM voltados para a GM, é preciso definir, desde o início, os dados a serem incorporados ao modelo e atribuir responsabilidades claras para essa tarefa, estabelecendo um fluxo de informação (Cerić et al., 2019).

As informações coletadas e gerenciadas nas fases de projeto e construção contribuem para a melhoria dos processos vinculados à fase de O&M (Daniotti et al., 2020). Contudo, segundo os mesmos autores, os dados disponíveis nas etapas iniciais frequentemente possuem um conteúdo limitado em relação às necessidades da O&M, e a definição de um fluxo de informação estruturado ao longo do ciclo de vida do projeto é inexistente.

Diretrizes e padrões podem ser desenvolvidos para atender a todas as fases da vida de uma construção, com foco especial na fase de operação e manutenção (Cerić et al., 2019). A padronização pode solucionar um problema recorrente: a ausência de equipes especializadas em manutenção durante as etapas de projeto e construção, uma vez que, na maioria dos casos, essas equipes são formadas somente após a entrega do edifício, dificultando a definição das informações a serem incorporadas ao modelo BIM (Liu; Issa, 2013).

A definição de diretrizes específicas para projetos BIM, abrangendo todas as fases da edificação, visa garantir maior eficiência no uso das ferramentas, especialmente durante a O&M (Cerić et al., 2019). Embora avanços nos conceitos de BIM demonstrem o potencial para criar um mecanismo modular de reutilização de informações, isso ainda não se concretizou plenamente na prática (Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022).

A criação de informações estruturadas para atender às demandas da gestão da manutenção é uma estratégia vantajosa, pois facilita o acesso e o gerenciamento de dados, resultando em operações mais eficientes (Ensafi; Thabet, 2021). Para a efetiva aplicação do BIM no processo de manutenção predial, é essencial identificar os requisitos de informações semânticas necessários (Matarneh et al., 2020). Isso inclui estabelecer fluxos de trabalho para captura, validação, recuperação e documentação de dados, bem como direcionar esforços para entregar informações adequadas e no formato ideal para a O&M (Sadeghi, 2019b; Matarneh et al., 2020).

A sobrecarga de dados no modelo BIM também é um problema recorrente, causando maior tempo gasto na busca por dados relevantes e distrações no trabalho (Ensafi; Thabet, 2021). Essa gestão inadequada das informações pode ser tão prejudicial quanto sua ausência, comprometendo diretamente a eficiência das tarefas de manutenção (Yang; Ergan, 2017; Chu; Matthews; Love, 2017).

Aliviar essa sobrecarga permite que os gestores compreendam melhor as

necessidades, facilitando a implementação de procedimentos como cronogramas de manutenção e acordos de nível de serviço (Barrett; Baldry, 2003). Com a identificação das informações essenciais para a GM, o BIM tem o potencial de otimizar o fluxo informacional e melhorar a comunicação entre os diversos atores envolvidos (Fargnoli et al., 2019).

No entanto, as fases de projeto e construção frequentemente envolvem múltiplos intervenientes, o que gera dificuldades na gestão da informação (Daniotti et al., 2020). Para que a integração e troca de informações sejam eficientes, é necessário aplicar métodos estruturados, atribuindo responsabilidades claras para a inclusão de dados ao longo do ciclo de vida da edificação (Manziona et al., 2011). A falta de clareza sobre os responsáveis pela atribuição de informações e o momento certo de inserção prejudica a organização dos dados, destacando a importância de definir obrigações contratuais para a entrega de dados necessários (Sattenini; Azhar; Thuston, 2011).

Uma abordagem amplamente adotada na indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO) é o esquema de Nível de Desenvolvimento (LOD³), um método sistemático usado para transmitir os requisitos mínimos de conteúdo e os usos autorizados dos componentes pertencentes a um modelo BIM (Sadeghi, 2019b).

O LOD descreve diferentes níveis de detalhamento dos elementos que compõem o modelo, comumente variando do LOD100 ao LOD500, e estabelece o grau de completude gráfica desses componentes (Abualdenien; Borrmann, 2022). No entanto, para atender às necessidades específicas da O&M, esses níveis de detalhamento precisam ser adaptados, já que as informações não gráficas têm maior relevância nessa fase (Mayo; Issa, 2014; Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022).

Recentemente, o padrão de Nível de Informações Necessárias (LOIN⁴) foi introduzido como alternativa ao LOD. Esse padrão especifica as informações necessárias em cada etapa do ciclo de vida para a execução de tarefas específicas (ABNT, 2022a). Embora o LOIN apresente vantagens ao definir a importância das informações semânticas, ele ainda carece de diretrizes detalhadas para aplicação prática, sendo necessário estabelecer um padrão para definir as informações necessárias no modelo BIM para tarefas operacionais, especialmente no contexto da manutenção predial (Abualdenien; Borrmann, 2022; Pan et al., 2023).

Quando se trata da utilização do BIM em prédios públicos para a gestão

³LOD (*Level of Development*) é uma definição utilizada para descrever a progressão das informações geométricas e semânticas dos elementos pertencentes a um modelo digital nas fases de vida de um projeto. Seu objetivo é estabelecer um entendimento compartilhado sobre o significado de cada nível, facilitando a comunicação e a definição de entregáveis nos contratos entre os participantes do projeto (Abualdenien; Borrmann, 2022).

⁴LOIN (*Level of Information Need*) refere-se ao nível de informações requeridas para um projeto, abrangendo os elementos modelados, seus detalhes geométricos e informações semânticas. O LOIN é especificado conforme a fase do ciclo de vida em execução, visando atender a tarefas específicas realizadas por atores determinados (ABNT, 2022a).

da manutenção, os desafios tornam-se ainda mais relevantes, visto que a sua implementação está consideravelmente atrasada em relação ao setor privado, que, embora lidere a demanda pelo BIM, ainda não possui processos bem estabelecidos para a GM (Cerić et al., 2019).

Nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), a gestão de múltiplos prédios, associada a restrições orçamentárias e de pessoal, reforça a necessidade de um processo de manutenção eficiente (Uhm; Lee, 2021). Nesse contexto, a adoção do BIM apresenta um potencial significativo para ajudar a otimizar as práticas de manutenção, desde que sejam superados os desafios relacionados à organização e à padronização das informações (Uhm; Lee, 2021).

Diante disso, este estudo busca identificar os principais requisitos de informação a serem incorporados ao modelo BIM para apoiar a gestão da manutenção de edificações públicas, em especial aquelas pertencentes às IFES. O objetivo é determinar o fluxo de informações ao longo do ciclo de vida da edificação, analisando a organização e a padronização dos dados no modelo BIM e propondo diretrizes para estruturar o nível de informação necessário, com vistas a facilitar as atividades de manutenção do patrimônio imobiliário público.

1.2 Questões de Pesquisa

Com base nos problemas de pesquisa anteriormente discutidos, foram definidas as questões de pesquisa, que nortearão as atividades desenvolvidas neste trabalho.

1.2.1 Questão Principal

Este trabalho busca responder a seguinte questão principal: quais requisitos de manutenção devem ser incluídos em modelos BIM, para apoiar a gestão da manutenção de edificações públicas federais de ensino superior ao longo do ciclo de vida?

1.2.2 Questões Secundárias

Como desdobramento da questão principal, surgem as seguintes questões secundárias a serem respondidas com esta pesquisa:

- a) como definir o nível de informação necessária dos modelos BIM para apoiar o processo de gestão da manutenção?
- b) quais são as potenciais facilidades e dificuldades de estruturar a informação para a aplicação do BIM no apoio da gestão da manutenção nessas instituições?
- c) quais critérios e práticas recomendadas podem ser adotados para a organização, padronização e fluxo das informações no modelo BIM, a fim de aprimorar a

gestão da manutenção em IFES?

1.3 Objetivos da Pesquisa

Tendo como base as questões apresentadas, pode-se estabelecer os objetivos de pesquisa a seguir.

1.4 Objetivo Geral

o objetivo geral desta pesquisa consiste em: propor diretrizes para a organização e disponibilização de informações em modelos BIM de edifícios públicos de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), com o propósito de apoiar as atividades de manutenção dessas edificações.

1.5 Objetivos Específicos

Com o desdobramento deste objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) identificar os requisitos de informação do processo de manutenção necessários para a modelagem BIM de edificações públicas em IFES;
- b) determinar o fluxo de informação para a gestão da manutenção ao longo do ciclo de vida da edificação;
- c) modelar o processo de organização e padronização de informação para manutenção no modelo BIM, no contexto estudado;

2 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO – BIM

A Modelagem da Informação da Construção, conhecida pelo consolidado acrônimo BIM (*Building Information Modeling*), representa um conjunto de tecnologias inovadoras aplicadas à indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO) (Sacks et al., 2018). Com uma abordagem colaborativa que integra elementos gráficos a um banco de dados para registro de atributos, o BIM promove a comunicação entre todos os envolvidos ao longo do ciclo de vida da edificação (Moreno et al., 2022).

Sacks et al. (2018, p. 14) definem o BIM como "uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção". A Modelagem da Informação da Construção é um conjunto interativo de políticas, processos e tecnologias que possibilita o gerenciamento dos dados essenciais de um projeto por meio de um modelo digital, ao longo de todo o ciclo de vida da edificação (Succar, 2009).

O BIM se baseia na representação digital paramétrica, que engloba elementos geométricos e espaciais, capturando suas características funcionais e interdependências (Borrmann et al., 2018).

Essa abordagem permite a criação de modelos em que os objetos são representados com parâmetros e regras associadas à sua geometria, incorporando tanto propriedades geométricas quanto características específicas não geométricas (Sacks et al., 2018). Segundo os mesmos autores, esses atributos podem ser definidos em diferentes níveis de agregação, permitindo a recepção, divulgação e exportação de conjuntos de atributos.

Projetar em BIM envolve atividades inter-relacionadas que ampliam o conhecimento das soluções de projeto, reduzindo incertezas e melhorando a quantidade e qualidade das informações disponíveis para fins específicos (Abualdenien; Borrmann, 2022). O BIM facilita o intercâmbio contínuo de informações ao longo do ciclo de vida da edificação, apoiando as atividades das partes interessadas e convergindo esforços para um objetivo comum (Volk; Stengel; Schultmann, 2014).

A integração entre o modelo estruturado e as informações torna o BIM uma abordagem abrangente para o projeto, construção, operação e manutenção; sua representação computacional permite a troca de informações em formato digital de forma facilitada, superando barreiras entre disciplinas e promovendo o

compartilhamento eficiente de conhecimento (Sacks et al., 2018; Valinejadshoubi; Moselhi; Bagchi, 2022).

Os benefícios trazidos pelo BIM representam avanços promissores para o setor da AECO (Bacheva; Grau, 2024). A capacidade de fornecer um ambiente 3D paramétrico orientado a objetos, com significativa inteligência e aptidão para manipulação de dados geométricos e não geométricos, posiciona o BIM como um processo de criação e gerenciamento que vai além da mera visualização de modelos digitais de edifícios (Eastman et al., 2009).

2.1 BIM e o Ciclo de Vida da Edificação

De acordo com ABNT (2022a, p. 3), o ciclo de vida (CV) é descrito como “a vida útil de um ativo desde o estabelecimento de seus requisitos até o seu término, incluindo seu projeto, construção e desenvolvimento, operação, manutenção e descomissionamento”. No geral, o CV pode ser dividido em quatro fases principais: "Início", "Preparação", "Execução" e "Fim" (Wang; Chen, 2023).

O ciclo de vida representa “uma série de fases pelas quais um projeto passa desde seu início até sua conclusão” (PMI, 2021, p. 33). Quando tratamos do CV na indústria da construção, devemos distinguir o ciclo de vida do projeto do ciclo de vida da edificação. Segundo o plano de trabalho do *Royal Institute of British Architects* (RIBA), o ciclo de vida do projeto engloba 6 das 8 etapas que compõem a vida útil de uma edificação, desde a decisão de iniciar um projeto (estágio 0) até a utilização contínua do edifício (estágio 7) (RIBA, 2020).

A Figura 1 compara o ciclo de vida do projeto de construção e as fases que compõem a vida útil de um edifício, apresentando os quatro estágios que um projeto passa do seu início até sua conclusão (Wang; Chen, 2023).

O ciclo de vida da edificação abrange diferentes fases, de modo que as partes interessadas no empreendimento costumam ter perspectivas variadas, dependendo da etapa em que estão inseridas (Scheffer; Mattern; König, 2018). Suas necessidades em relação aos requisitos de informação e ambientes de dados são distintas, o que torna necessário considerar essas diferentes perspectivas na estrutura do projeto para favorecer o fluxo de informações ao longo do CV (Scheffer; Mattern; König, 2018).

A minimização dos custos durante a vida útil dos edifícios, juntamente com preocupações relacionadas à sustentabilidade global e à crescente escassez de mão de obra no mercado, está se tornando um tema cada vez mais relevante no setor (Cerić et al., 2019). Segundo os autores, essas questões impulsionam a busca por soluções técnicas modernas que possam superar esses desafios de forma eficaz.

O BIM, por definição, é aplicável a todo o ciclo de vida da edificação e tem sido considerado no setor AECO como peça-chave para ajudar a fornecer um

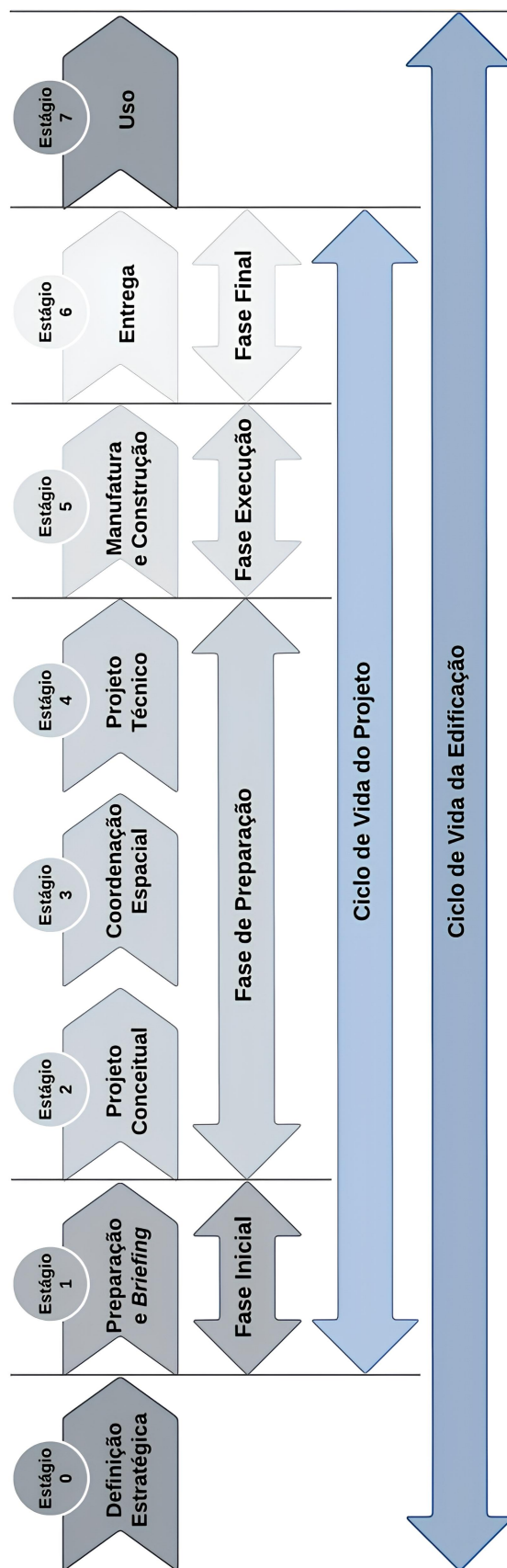


Figura 1 – Ciclo de vida de um projeto de construção
 Fonte: Adaptado de Wang; Chen, 2023.

gerenciamento integrado e coerente das informações do edifício, com a capacidade de eliminar a fragmentação do setor, oferecendo um fluxo contínuo de dados durante o período de vida da instalação, incluindo as fases pós-construção (Meadati, 2009).

Devido à sua capacidade de interoperabilidade e captura de informações, o BIM potencializa a colaboração entre as diferentes partes interessadas da indústria da construção, aumentando a produtividade e apoiando a gestão do edifício por meio de um modelo digital integrado (Ghaffarianhoseini et al., 2017). A Modelagem da Informação da Construção oferece suporte tanto na criação do projeto quanto no gerenciamento da edificação (Sacks et al., 2018).

A incorporação do BIM vai além da simples união de elementos geométricos e das informações geradas na fase de projeto, podendo incluir dados gerados ao longo do tempo nas fases de construção, operação e manutenção (Jin et al., 2019; Godager; Onstein; Huang, 2021). Essas informações são relacionadas aos sistemas do edifício e incluem dados semânticos essenciais para cada fase, gerando uma integração que permite o avanço do BIM e sua disseminação de forma mais eficiente (Matějka; Tomek, 2017).

De forma geral, as estratégias de implementação do BIM nas diferentes fases do ciclo de vida de um edifício são distintas (Moreno et al., 2022). De acordo com os autores, nas etapas de projeto e construção, sua utilização está principalmente associada ao apoio às atividades de estimativa de custos, otimização de recursos e programação sequencial de tarefas.

Na fase de Operação e Manutenção (O&M), a aplicação do BIM tende a ser mais rigorosa, exigindo requisitos de informação que suportem os especialistas na tomada de decisões para a gestão da edificação, sendo essencial o acesso a registros históricos com um alto nível de heterogeneidade e formatos de atributos (Durdyev et al., 2022).

Para uma implementação bem-sucedida do BIM, que utilize ao máximo suas potencialidades, torna-se necessário aplicá-lo principalmente durante a fase de operação e manutenção de um edifício (Cerić et al., 2019). No entanto, para aplicá-lo eficientemente nas fases pós-construção, é preciso que as atividades de O&M estejam previstas em todas as fases anteriores (Liu; Issa, 2013).

Projetos modelados com o propósito de uso na gestão da manutenção, por exemplo, implicam na necessidade de equipes multidisciplinares com expertise no assunto desde o planejamento da construção, estabelecendo informações pertinentes que devem ser acrescidas ao modelo durante todo o ciclo de vida do projeto (Cerić et al., 2019).

2.2 Facility Management – FM

De acordo com a ABNT 2019, p. 1, o *Facility Management*¹ (FM) é definido como “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”.

A Associação Internacional de Gerenciamento de Instalações² (IFMA, 2023) define o FM como um campo que “abrange várias disciplinas para garantir a funcionalidade do ambiente construído, integrando pessoas, locais, processos e tecnologia”. O FM representa um processo complexo que envolve serviços multidisciplinares, incluindo operação de edifícios, manutenção, reparos, planejamento de espaços, gerenciamento de emergências, segurança e saúde ambiental (Zhan et al., 2019).

Entre as fases que compõem o ciclo de vida da edificação, a fase de O&M tende a ser a mais longa, englobando as atividades essenciais para preservar e manter o bom funcionamento do edifício (Crawford, 2011; Ngwepe; Aigbavboa, 2015). Nas etapas pós-construção, o FM tem como missão manter e aprimorar continuamente suas instalações (Matos et al., 2021).

Para garantir a eficácia das atividades de FM, é necessário que os dados criados, especialmente nas fases de projeto e construção, sejam acessíveis e precisos, para que possam ser mantidos durante a fase de O&M do edifício (GSA, 2011). A adoção de uma abordagem proativa na coleta das informações necessárias para apoiar a O&M, especialmente nas fases iniciais do ciclo de vida do projeto, é fundamental para um processo de FM eficiente (Weeks; Leite, 2021).

No entanto, os dados necessários para o FM, em sua maioria, vêm de diversas fontes, sendo frequentemente coletados e inseridos manualmente em sistemas de gestão. Esse processo fragmentado pode levar à falta de interoperabilidade entre ferramentas e à ausência de informações visuais detalhadas sobre as instalações, principalmente devido ao uso de documentos impressos e desenhos bidimensionais (Becerik-gerber et al., 2011; Teicholz, 2013; Patacas et al., 2015; Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022; Valinejadshoubi; Moselhi; Bagchi, 2022).

A adoção de abordagens inovadoras é essencial para melhorar a transferência e recuperação de informações, fortalecendo assim o *Facility Management* (Chen et al., 2018). O BIM se apresenta como uma oportunidade para contribuir com o FM, podendo atuar como fonte e repositório de informações, auxiliando na administração e no planejamento das atividades de operação e manutenção predial (Hosamo et al., 2022).

O *Building Information Modeling* tem como um dos principais objetivos facilitar

¹ Conhecido no Brasil como Gerenciamento de Instalações

² *International Facility Management Association* – IFMA

a troca contínua de informações ao longo do ciclo de vida de um edifício, integrando tecnologias e apoiando as atividades das partes envolvidas na indústria da construção (Volk; Stengel; Schultmann, 2014).

Na prática de *Facility Management*, a aplicação do BIM possibilita o gerenciamento eficiente das informações relacionadas aos componentes e sistemas de um edifício ao longo de sua vida útil (Teicholz, 2013). Quanto mais precisas e atualizadas forem as informações disponíveis para a equipe de FM, maiores serão as oportunidades de aprimorar os processos durante a fase de O&M (Liu; Issa, 2016). Segundo os autores, um dos principais fatores para o sucesso do BIM em FM é a identificação dos dados essenciais para as atividades diárias do edifício.

Com a aplicação do BIM, os dados de projeto e construção armazenados em ferramentas de modelagem podem ser utilizados em operações de FM, como na obtenção de *layouts* digitais ou impressos, informações detalhadas, gráficos e representações simbólicas do estado do edifício (Moreno et al., 2022). Esses dados têm aplicações em várias áreas do FM, incluindo o gerenciamento do consumo de energia, a manutenção da segurança das instalações e, especialmente, o acompanhamento das atividades de manutenção e reparo (Becerik-gerber et al., 2011).

Proprietários que demandam a aplicação do BIM para FM costumam adotar diretrizes e padrões que definem as especificações e requisitos a serem incluídos no modelo, estipulados já no início do ciclo de vida do projeto (Thabet; Lucas, 2017). Os autores citam que esses padrões podem ser utilizados por todos os envolvidos como parte do processo de comunicação BIM-FM.

Segundo Teicholz (2013), essas diretrizes devem englobar informações-chave do projeto, contatos, objetivos do projeto quanto ao uso do BIM, funções organizacionais e outros padrões relativos à coleta, armazenamento e entrega de informações ao proprietário e/ou responsável pela manutenção.

Em comparação com outras fases do ciclo de vida de um edifício, a aplicação do BIM na O&M apresenta desafios adicionais, especialmente para o FM, onde vários atributos são frequentemente atualizados. Nessa fase, é essencial o acesso ao histórico dessas informações (Durdyev et al., 2022). Os autores destacam ainda a necessidade de tornar essas informações acessíveis, até mesmo para usuários sem conhecimento em BIM.

Apesar das diferentes abordagens de implementação, os benefícios da utilização do BIM no suporte ao FM são evidentes na fase de O&M (Cortés-pérez; Cortés-pérez; Prieto-muriel, 2020). O BIM fornece um banco de dados digital, visual e confiável de todos os ativos do edifício, facilitando a troca de informações em formato digital e a interoperabilidade entre ferramentas (Chen et al., 2018). Com uma visão integrada e dinâmica, os gestores de instalações podem tomar decisões mais informadas e confiáveis (Matos et al., 2021).

Como processo abrangente, o *Facility Management* abarca diversas atividades e competências, exigindo a consideração de uma ampla gama de critérios provenientes de diferentes fontes de dados (Marmo et al., 2020). Entre as atividades do FM, a gestão da manutenção é particularmente relevante, pois sua função principal é assegurar o pleno funcionamento das instalações (Matos et al., 2021).

A gestão da manutenção destaca-se por representar a maior parte dos custos totais nas operações de FM (65% a 85%) (Lavy; Jawadekar, 2014). A capacidade de realizar manutenções de forma preventiva tende a reduzir os custos associados ao FM, e o uso do BIM mostra-se especialmente adequado para atingir esse objetivo (Weeks; Leite, 2021).

2.3 BIM na Gestão da Manutenção Predial

No ciclo de vida de um edifício, a ausência de estratégias eficientes de manutenção e decisões inadequadas pode resultar no aumento dos custos associados ao *Facility Management* (Lin; Su, 2013; Chen et al., 2018). Para uma gestão de manutenção (GM) eficaz, é essencial coletar informações da edificação desde a concepção do projeto, assegurando a colaboração adequada entre todos os especialistas envolvidos nos processos de projeto, construção, operação e manutenção (Cerić et al., 2019).

Ignorar o uso de ferramentas disponíveis na fase de O&M pode comprometer a qualidade da gestão da manutenção (Kameli et al., 2020). No entanto, a simples aplicação de tecnologias para avaliar informações prediais, sem integração de dados, gera dificuldades na tomada de decisões pelos gestores, prejudicando a eficácia da GM (Bortolini; Forcada; Macarulla, 2016).

Nesse contexto, o manuseio e a troca eficientes de informações por meio da aplicação de tecnologias da informação, em conjunto com sistemas de apoio à decisão, tornam-se essenciais (Yousefli; Nasiri; Moselhi, 2021). O BIM pode desempenhar um papel fundamental, facilitando a coordenação colaborativa multidisciplinar, servindo como uma base estruturada para a coleta de informações e permitindo o acesso ao conhecimento necessário (Marmo et al., 2019).

Com uma abordagem baseada em modelos inteligentes, o BIM pode ser utilizado na gestão da manutenção para rastrear, atualizar e manter informações, apoiando uma tomada de decisão mais eficiente ao longo do ciclo de vida da construção (Chen et al., 2018). Ao fornecer um banco de dados com registro histórico integrado, a equipe de gerenciamento pode identificar antecedentes de trabalhos realizados em qualquer seção do edifício, aumentando a eficácia da manutenção e representando um avanço significativo para a gestão predial (Omar; Hatem; Najy, 2018).

Embora a aplicação da Modelagem de Informação da Construção apresente grande potencial para as atividades de GM, ainda existem limitações a serem

superadas (Shohet; Nobili, 2016). Entre os desafios estão a falta de conscientização sobre os benefícios que o BIM pode trazer para a fase de operação e manutenção, a ausência de uma definição padronizada para a troca de dados nessa fase, a lacuna entre as fases de projeto e construção e a fase de O&M, a fragmentação dos dados, a não identificação das informações essenciais para as atividades de manutenção e a falta de uma base de dados consolidada que abarque todo o ciclo de vida da construção (Volk; Stengel; Schultmann, 2014). Esses fatores representam um tema promissor para o avanço das pesquisas na área.

2.4 BIM para Transferência de Informação

A transferência de arquivos é essencial em todas as etapas do fluxo de trabalho na indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (De Gaetani; Mert; Migliaccio, 2020). Nesse contexto, a Modelagem da Informação da Construção possui a capacidade de suportar a troca de dados críticos no domínio da AECO entre diferentes modelos, aplicativos, fases e partes interessadas (Ren; Zhang, 2021).

Projetos desenvolvidos em BIM integram representações geométricas com informações semânticas, contribuindo significativamente para uma mudança no método de transferência de documentação e na troca de informações entre as partes envolvidas em todas as fases da construção (Ren; Zhang, 2021).

Como um banco de dados eficaz para armazenar e gerenciar dados da edificação ao longo de seu ciclo de vida, o BIM fornece um ambiente comum que garante a disponibilidade e a credibilidade das informações, especialmente na operação e manutenção (Farghaly et al., 2018).

Para assegurar um gerenciamento bem-sucedido da edificação nas fases pós-construção, os modelos BIM entregues na fase de transferência devem conter informações precisas sobre os ativos da construção (Cerić et al., 2019). A integração entre todas as fases de vida do edifício é essencial para fornecer informações semânticas, especialmente de projeto e construção, que possam ser utilizadas na fase de O&M (Cerić et al., 2019; Chen; Tang, 2019b).

Apesar da estreita ligação entre as fases de projeto e construção e a fase de O&M, a passagem de informações de valor agregado das fases iniciais para a fase de operação é ineficiente e desafiadora (Suzuki, 2020). Essa dificuldade decorre de um processo fragmentado de coleta e envio de dados não vinculados a um modelo centralizado, resultando em grandes volumes de manuais impressos, documentos e desenhos bidimensionais (Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022).

Os dados para gerenciar uma edificação frequentemente estão desatualizados, incompletos, incorretos ou inexistentes, sendo, em grande parte, inseridos manualmente, o que torna o processo demorado e propenso a erros (Becerik-gerber

et al., 2011; Teicholz, 2013; Patacas et al., 2015; Wang; Bulbul; McCoy, 2015; Thabet; Lucas; Johnston, 2016; Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022).

A Modelagem da Informação da Construção possui reconhecido potencial para superar esses desafios, no entanto, sua implementação ainda é limitada no processo de transferência de dados e nas fases pós-construção (Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022). Estabelecer um modelo BIM adequado para o fluxo de trabalho de transferência, identificando os requisitos de informação necessários para a fase de O&M e permitindo a captura, recuperação e documentação das informações no formato desejado, contribuirá para o avanço e consolidação de sua aplicabilidade (Sadeghi, 2019b).

2.4.1 Interoperabilidade

Para garantir a eficiência na transferência de dados da construção, facilitando o gerenciamento dos ativos e promovendo um fluxo de trabalho contínuo, é essencial que haja interoperabilidade sintática e semântica eficaz entre os modelos desenvolvidos em BIM (Ibrahim et al., 2016).

A interoperabilidade permite o compartilhamento, a notificação e a atualização das informações contidas nos projetos BIM, desenvolvidos em diferentes formatos e programas (Santos et al., 2020). Isso possibilita o envolvimento de diversos profissionais ao longo do ciclo de vida do ambiente construído, resultando em uma colaboração entre todas as partes interessadas (Santos et al., 2020).

Embora a interoperabilidade se apresente como uma medida com grande potencial para facilitar a adoção do BIM, ela continua sendo um desafio no campo da AECO à medida que os sistemas evoluem (Shirowzhan et al., 2020). Os desafios relacionados à interoperabilidade do BIM podem surgir tanto no aspecto técnico, impactando os fluxos de trabalho entre ferramentas de criação e softwares de análise de engenharia, quanto nos processos, devido à ausência de informações e problemas de inconsistência entre os modelos (Ren; Zhang, 2021).

A falta de especificações claras sobre os dados necessários para o modelo de troca também representa uma dificuldade, impossibilitando a validação automatizada das informações durante a transferência (Farghaly et al., 2018). Por isso, é fundamental estabelecer previamente quais dados são relevantes, confiáveis, úteis e que podem agregar valor aos processos envolvidos (Farghaly et al., 2018; Sadeghi; Elliott; Mehany, 2022).

As limitações na integração de dados afetam todo o ciclo de vida do projeto, criando obstáculos ao estabelecimento de processos eficazes para extração, armazenamento, gerenciamento, integração e distribuição de dados (Farghaly et al., 2018).

Para apoiar uma abordagem colaborativa e moderna, surge o conceito de *openBIM*, um processo colaborativo de compartilhamento de informações de projeto em formato aberto e neutro, visando facilitar a integração entre sistemas e atender a todos os

agentes envolvidos no ciclo de vida do edifício (buildingsmart, 2023).

Na fase de O&M, resolver os problemas de interoperabilidade entre sistemas BIM e FM é um ponto de partida, e para superar os obstáculos apresentados é necessário padronizar o processo de troca de informações (Matarneh et al., 2020).

Segundo Matarneh et al. (2022), os padrões de dados abertos existentes, como o *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie), empregado para o intercâmbio de dados entre modelos BIM e sistemas de FM (NBS, 2018), e o *Industry Foundation Classes* (IFC), um padrão internacional aberto que permite a interoperabilidade das informações de construção entre diferentes aplicativos BIM (ISO, 2018), são fundamentais para tornar o BIM e o FM interoperáveis.

No entanto, esses padrões, apesar de sua importância legítima, ainda não são amplamente implementados na prática, a menos que haja uma exigência contratual (Jiang et al., 2022).

2.4.1.1 *Industry Foundation Classes – IFC*

O padrão *Industry Foundation Classes* (IFC) é um formato de arquivo amplamente aceito na indústria da construção civil, administrado pela *buildingSMART* (Sadeghi, 2019b). Ele foi desenvolvido para descrever dados arquitetônicos e de construção, sendo utilizado principalmente como esquema de troca de informações entre ferramentas BIM (Marmo et al., 2020).

O IFC estabelece um conjunto de especificações de formato de dados aberto e orientado a objetos, possibilitando a interoperabilidade entre diferentes plataformas e o compartilhamento de informações entre elas, facilitando a compatibilização entre modelos BIM e o fluxo de informações (Kameli et al., 2020).

O modelo de dados IFC se caracteriza pela hierarquia de herança que define relacionamentos e atributos que podem ser herdados entre entidades (Marmo et al., 2020). Este modelo está oficialmente registrado e normatizado pela Organização Internacional de Padronização (ISO)³ na norma ISO 16739-1:2018 e inclui definições abrangentes das informações necessárias ao longo do ciclo de vida dos edifícios, visando o compartilhamento de dados nos setores de construção e gerenciamento de instalações (ISO, 2018).

A arquitetura do esquema IFC é estruturada em quatro camadas conceituais: domínio, interoperabilidade, núcleo e recursos, conforme ilustrado na Figura 2 (buildingSMART, 2024).

No contexto das atividades complexas, que demandam um fluxo intenso de informações, o IFC se apresenta como uma abordagem colaborativa que promove a interoperabilidade entre ferramentas (Marmo et al., 2020). Este padrão aberto facilita o gerenciamento de edifícios, desde o projeto até o descomissionamento, otimizando os

³International Organization for Standardization – ISO

processos da fase de O&M e, conseqüentemente, da gestão da manutenção (Condotta; Scanagatta, 2023).

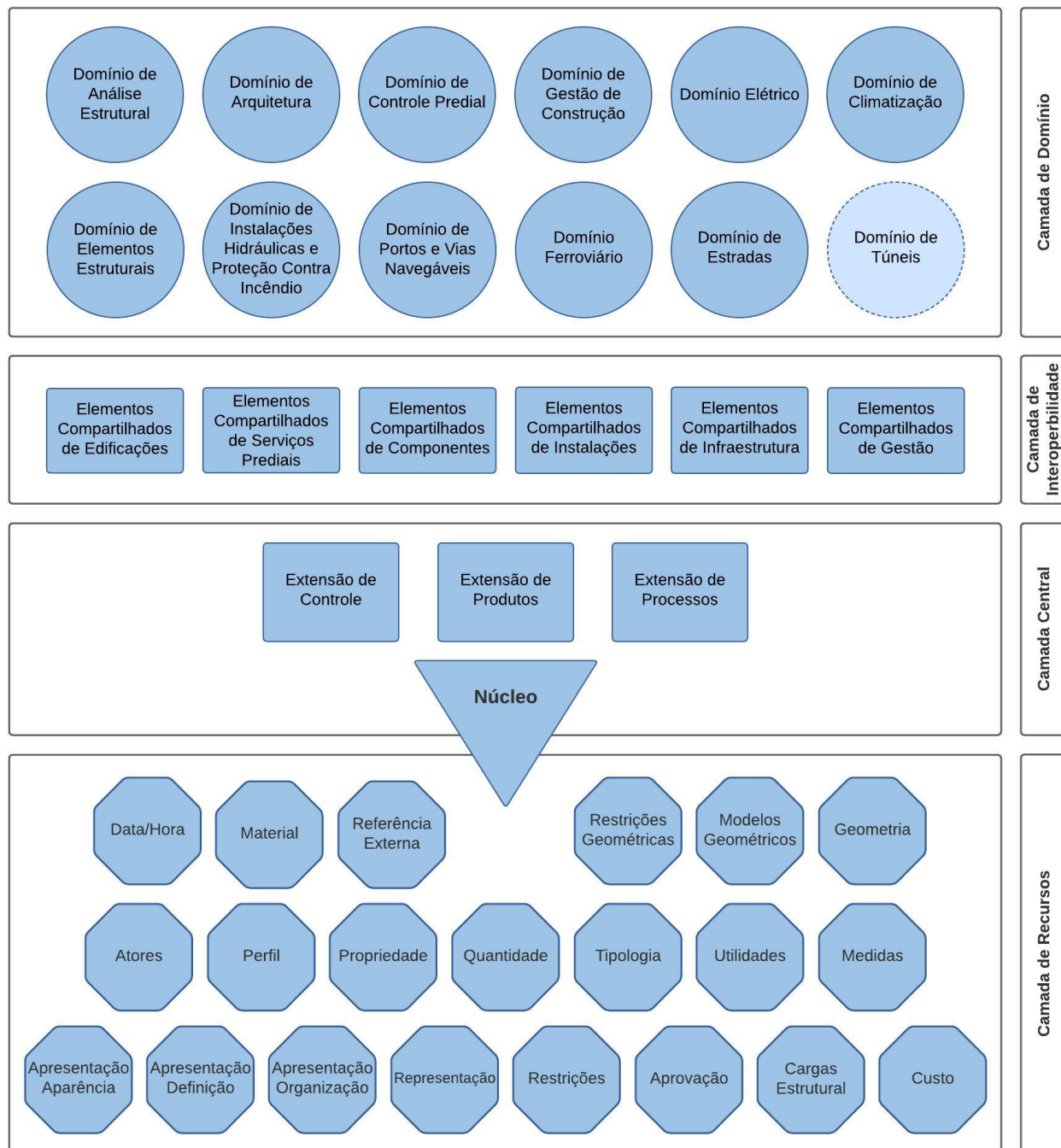


Figura 2 – Camadas conceituais do esquema de dados IFC versão 4.3.2

Fonte: Adaptado de buildingSMART, 2024.

2.4.1.2 Construction Operations Building Information Exchange – COBie

O esquema *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie) é uma especificação baseada em desempenho que fornece um protocolo estruturado com o objetivo de capturar e fornecer informações do modelo BIM para sistemas de *Facility Management* durante a fase de O&M de uma edificação (East; Carrasquillo, 2013). O

formato é amplamente reconhecido como um padrão internacional de intercâmbio de dados, utilizando uma planilha formal (Alavi; Bortolini; Forcada, 2022).

O COBie é utilizado para aprimorar a captura de informações durante as fases de projeto e construção, oferecendo suporte para atividades de manutenção e gerenciamento de ativos (East, 2007). Este padrão aberto facilita o acesso ao fluxo de informações BIM, possibilitando que os proprietários de ativos e as equipes de gerenciamento operem efetivamente as instalações (Kumar; Teo, 2020).

Conforme Teicholz (2013), o esquema COBie apresenta uma estrutura organizacional para o desenvolvimento de dados acumulados ao longo de um projeto de construção, que são posteriormente entregues aos proprietários e operadores de instalações envolvidos no gerenciamento do ambiente construído. O COBie está distribuído em 18 planilhas, e pode ser melhor representado na Figura 3, onde são referenciados os dados contidos nele.

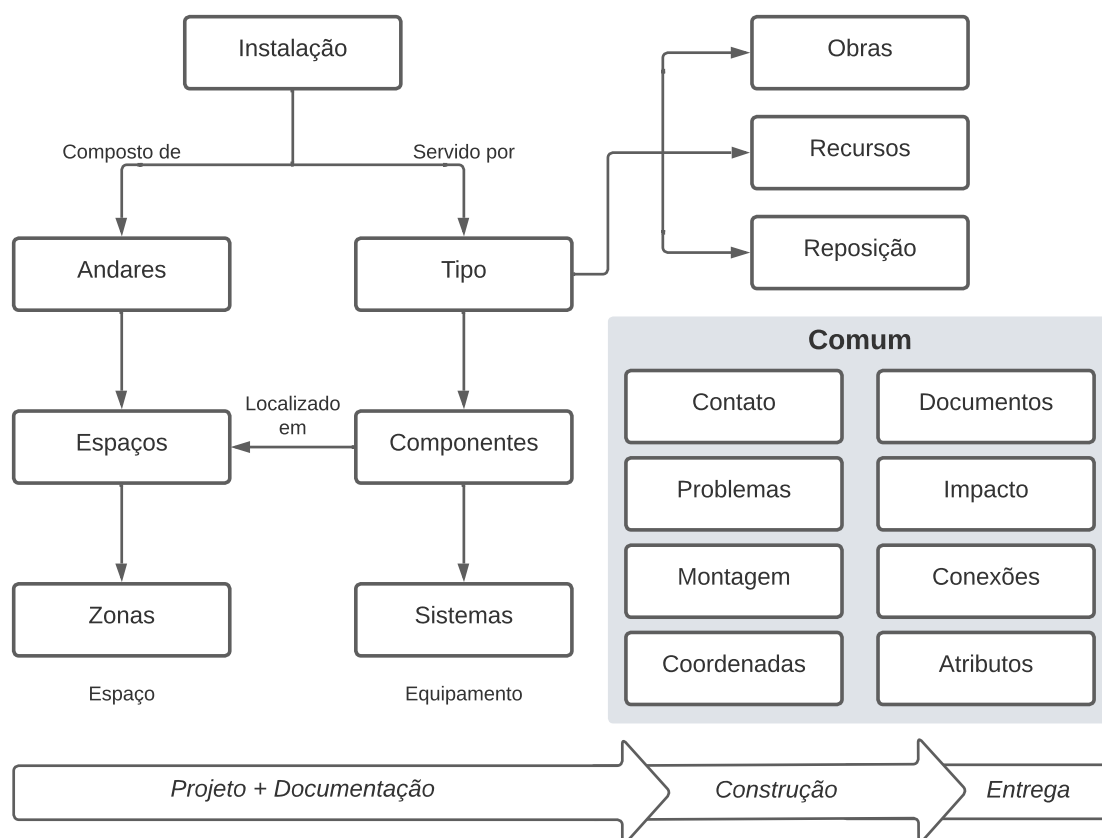


Figura 3 – Desenvolvimento de dados COBie
Fonte: Adaptado de Teicholz, 2013.

Baseado em East (2007), as planilhas COBie podem ser descritas da seguinte forma:

- *Contact* (Contato): Relação dos responsáveis pelo projeto, empresas, fornecedores e fabricantes, com seus respectivos contatos;
- *Facility* (Instalação): Nome do projeto, localização, função e descrição da instalação em questão;
- *Floor* (Andar): Detalhamento dos pavimentos pertencentes a instalação;
- *Space* (Espaço): Informações sobre os espaços individuais pertencentes ao projeto, incluindo pavimento, categoria, área e outros dados;
- *Zone* (Zona): Identificação das zonas, reference ao agrupamento de espaços organizados e a definição das suas respectivas funcionalidades;
- *Type* (Tipo): Detalhamento de equipamentos e mobiliários, especificações do fabricante, modelo, garantia, custos e datas associadas, abrangendo informações dos ativos presentes na instalação;
- *Component* (Componente): Listagem dos ativos descritos na categoria "*Type*", indicando o espaço onde estão localizados, número de série e outras informações;
- *System* (Sistema): Organização dos sistemas criados no modelo, categorizados conforme suas configurações;
- *Assembly* (Montagem): Conjunto de dados relacionados a *Component* e *Type*, organizados para facilitar configurações e descrever a sua forma de montagem;
- *Connection* (Conexão): Registro sobre as ligações lógicas entre os componentes;
- *Spare* (Reposição): Informações sobre as peças sobressalentes;
- *Resource* (Recurso): Conjunto de dados sobre os materiais necessários, ferramentas e instruções para os processos;
- *Job* (Tarefa): Procedimentos associados à operação da edificação, como atividades de manutenção, reparo, inspeção, segurança, emergência ou outras atividades;
- *Impact* (Impacto): Registro dos impactos gerados pela edificação (econômicos, ambientais e sociais) durante as fases do ciclo de vida;
- *Document* (Documento): Corresponde a organização de documentos relacionados à edificação, como garantias, manuais de operação e manutenção, ou outros materiais relevantes para o FM;
- *Attribute* (Atributo): Informações específicas de determinado espaço, pavimento ou componente;

- *Coordinate* (Coordenada): Coordenadas e localizações espaciais dos elementos construtivos, sistemas ou equipamentos presentes no edifício;
- *Issue* (Assunto): Informações sobre questões adicionais relacionadas à obra;
- *Picklist* (Lista de seleção): Listas de seleção para campos das planilhas COBie, contendo opções como unidades de medida, tipos de recursos, classificações *OmniClass* e outros.

Embora o COBie seja projetado para otimizar a troca de informações no contexto do FM, ele apresenta limitações, pois abrange apenas informações específicas do processo de gerenciamento (Matarneh et al., 2022). Usado para transferir todas as informações não geométricas de uma instalação, ele gera uma quantidade expressiva de dados, muitos dos quais podem ser desnecessários e complicar o gerenciamento da instalação (Farghaly et al., 2018).

Para criar uma estrutura COBie eficiente, é necessário estruturar e validar todos os dados provenientes das fases de projeto e construção (Kumar; Teo, 2021). No entanto, conforme os mesmos autores, a validação dessas informações é uma tarefa desafiadora devido à complexidade estrutural e às dificuldades na representação dos dados do COBie em um modelo BIM.

2.4.2 Gestão da Informação

A Modelagem da Informação da Construção visa promover uma abordagem colaborativa digital entre as partes interessadas, superando os desafios multifacetados enfrentados pela indústria global da construção, como custos elevados, desperdício de tempo, falta de colaboração entre as partes envolvidas e perda de informações ao longo do ciclo de vida do projeto (Ajayi; Oyebiyi; Alaka, 2023).

O uso do BIM pela indústria da AECO é potencializado com a implementação de uma estrutura de suporte ao projeto que tenha a capacidade de gerar um fluxo de informações bem estruturado, contribuindo para o sucesso e eficiência do processo de operação (ABNT, 2022a). Estruturar a gestão da informação de forma transparente entre as partes interessadas resulta em dados de maior qualidade, os quais apoiam a tomada de decisões durante a gestão da edificação (Borrmann et al., 2018).

Para atingir esse objetivo de forma eficiente e efetiva, é necessário o envolvimento de todos os participantes desde o início do processo, com uma clara definição dos requisitos de informação e protocolos de desenvolvimento necessários para orientar a estruturação das informações relevantes para a organização e aplicação nas atividades de projeto, construção, operação e manutenção, garantindo o compartilhamento de informações (Figura 4) (ABNT, 2022a).

Dividida em cinco partes, a Norma ISO 19.650 aborda a organização do modelo e a digitalização da informação, com o objetivo de melhorar a entrega de dados e

especificações relativas a projeto, por meio do uso de tecnologias de informação e comunicação (UKBIM, 2022). A norma apresenta a hierarquia dos requisitos de construção a serem inseridos no modelo, visando à gestão da informação por meio do BIM (Figura 4) (ABNT, 2022a).

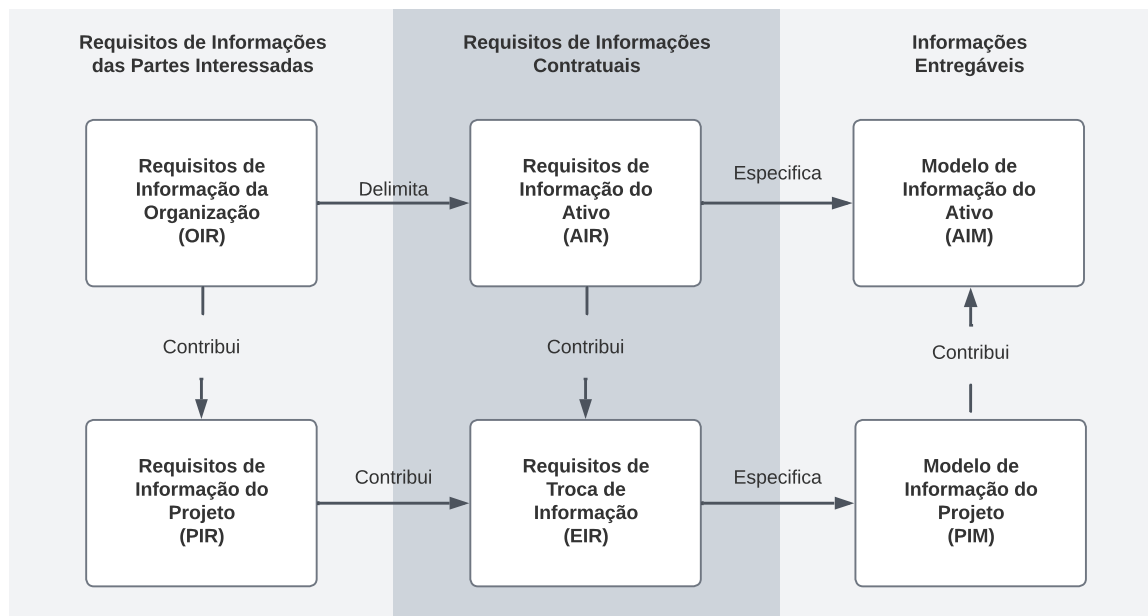


Figura 4 – Hierarquia dos Requisitos de Informação - NBR ISO 19650-1

Fonte: Adaptado de ABNT, 2022a.

No Brasil, a norma internacional ISO 19.650 foi traduzida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e adotada com conteúdo técnico, estrutura e redação idênticos à ISO 19650-1 de 2018, entrando em vigor em 27 de maio de 2022 (ABNT, 2022a,b). Até o momento, foram traduzidas e aprovadas a NBR ISO 19650-1 e a NBR ISO 19650-2, das cinco partes que compõem a norma original ISO 19.650.

2.4.3 Nível de Informação Necessária

Na busca por definir quais informações são necessárias a serem inseridas em um modelo BIM, a norma NBR ISO 19.650-1 estabelece conceitos e fundamentos que apoiam o gerenciamento e a produção de informações durante o ciclo de vida de ativos construídos que utilizam o BIM (ABNT, 2022a). Essa padronização facilita a implementação da Modelagem da Informação da Construção, contribuindo para viabilizar o trabalho colaborativo (Catelani; Santos, 2016).

Apresentado como um novo conceito a ser implementado, o Nível de Informação Necessária (do inglês *Level of Information Need* – LOIN) é definido na NBR ISO 19.650-1 como uma estrutura que determina a qualidade, quantidade e granularidade das informações a serem entregues (ABNT, 2022a). A norma recomenda que os LOINs sejam estabelecidos com base na quantidade mínima de informação necessária para

cada requisito aplicável do projeto ou do ativo, considerando que qualquer informação além desse mínimo é considerada desperdício (ABNT, 2022a).

De acordo com Teixeira (2022), o conceito de Nível de Informação Necessária representa um avanço na gestão da informação, pois substitui o termo LOD (*Level of Development*), que, embora amplamente utilizado, é ambíguo e pode ter diferentes significados dependendo do país em que é empregado.

Introduzido nos Estados Unidos em 2013, o conceito de Nível de Desenvolvimento (LOD⁴) tem como objetivo estabelecer uma associação direta entre requisitos e geometria, consolidando a ideia de quantidade e solidez da informação (BIMForum, 2020). O conceito foi difundido mundialmente por meio da publicação da Especificação do Nível de Desenvolvimento, baseada no protocolo do Instituto Americano de Arquitetos (AIA), e serviu como referência para o desenvolvimento de guias e documentos BIM em diversos países, como Austrália, Canadá, Cingapura, China e Alemanha (Bolgagni, 2016). No Brasil, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) adotou o Nível de Desenvolvimento como padrão no setor nacional (ABDI, 2017).

Entretanto, o termo não representa um consenso. No Reino Unido, o termo LOD⁵ é definido pela *Publicly Available Specification PAS 1192-2:2013*, e o acrônimo representa o Nível de Definição, que é subdividido em Nível de Detalhe (LOD⁶) para atributos geométricos, e Nível de Informação (LOI⁷) para atributos não geométricos (Daniotti et al., 2020).

A existência de um mesmo termo com diferentes significados pode gerar confusão, exigindo maior atenção na busca por conceitos mais amplos que fortaleçam a difusão do BIM e reduzam ambiguidades e incertezas (Davies; Wilkinson; Mcmeel, 2017). A introdução do LOIN pode permitir a convergência entre os vários padrões nacionais, superando o LOD e facilitando a padronização das informações BIM (Daniotti et al., 2020).

2.5 BIM no Setor Público

A aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) no setor público tem-se expandido pelo mundo, com organizações governamentais desempenhando um papel central no apoio e incentivo à sua adoção na indústria da construção (Cheng; Lu; Student, 2015). Em diversos países, a implementação do BIM tem sido adotada como política pública obrigatória, visando à redução de custos e ao aumento da produtividade no setor AECO (Mcauley; Hore; West, 2016).

⁴ *Level of Development* – LOD

⁵ *Level of Definition* – LOD

⁶ *Level of Detail* – LOD

⁷ *Level of Information* – LOI

A implantação do BIM é viável, inclusive, antes da promulgação de um marco regulatório específico para essa modelagem (Cerić et al., 2019). No entanto, há uma disparidade significativa nos níveis de conscientização e implementação do BIM, com a maioria dos países ainda sem experiência na aplicação do BIM (Jiang et al., 2022).

Para superar as barreiras para a implementação efetiva do BIM, o governo deve desempenhar um papel proativo na promoção de sua aplicação no setor da construção (Zhou; Yang; Yang, 2019). Políticas públicas podem ser fomentadas com a responsabilidade de promover a inovação na construção civil (Lindblad; Guerrero, 2020).

Os entes públicos tornam-se agentes ativos, e sua intervenção é vista como uma estratégia necessária para promover uma implementação mais ampla e eficiente, especialmente em países que estão relativamente atrasados na adoção do BIM (Liu et al., 2015; Yang; Chou, 2018; Zhou; Yang; Yang, 2019; Cerić et al., 2019).

Dentre os países onde a adesão está mais avançada, destacam-se os Estados Unidos, o Reino Unido e Cingapura, nos quais o governo desempenha um papel direto para impulsionar os avanços nessa área por meio de políticas públicas (Jiang et al., 2022).

Os Estados Unidos têm um papel de destaque no processo de implementação do BIM, sendo considerados pioneiros nessa área (Cheng; Lu; Student, 2015). Embora seja difícil extrair um roteiro exato de adoção no país devido aos diversos programas estabelecidos por órgãos públicos em diferentes estados, a Administração de Serviços Gerais dos Estados Unidos (GSA⁸) recebeu destaque nesse contexto (Cheng; Lu; Student, 2015).

A GSA é frequentemente mencionada quando se investigam os esforços governamentais nesse campo, devido ao seu papel de destaque na promoção do BIM e nas conquistas significativas alcançadas, tornando-se uma referência mundial no assunto (Jiang et al., 2022).

Na Europa, muitos países têm adotado o BIM no setor AECO, porém o Reino Unido se destaca por seu notável empenho na implementação, liderado por órgãos governamentais (Jiang et al., 2022). Segundo os mesmos autores, as mudanças significativas ocorreram graças ao roteiro BIM proposto pelo governo britânico, que detalhou de forma clara e a longo prazo (de 2011 a 2020) todo o processo de implementação.

No Reino Unido, o BIM é amplamente aplicado nos setores de construção e infraestrutura, com orientações abrangentes para seu uso ao longo de todo o ciclo de vida do edifício, sendo adotado por vários grupos de trabalho, com especial destaque para o setor público (Kemp et al., 2020).

Em relação à Ásia, Cingapura é considerada um caso de sucesso, com a gestão

⁸ *General Services Administration* – GSA

pública liderando a condução para uma ampla adoção do BIM (Harun et al., 2016). O país foi ambicioso ao tornar o seu uso obrigatório na construção a partir de 2012, estendendo essa determinação até 2015, e o sucesso dessa abordagem deve-se, em grande parte, aos esforços do governo para promover a implantação no setor da construção (Yang; Chou, 2018; Liao; Lin; Low, 2020).

É importante ressaltar que, embora os Estados Unidos adotem uma abordagem orientada pela indústria, e Cingapura e o Reino Unido adotem uma abordagem orientada pelo governo, todos os casos mencionados destacam a importância dos órgãos governamentais no processo de implementação e disseminação do BIM (Jiang et al., 2022).

2.5.1 Estratégia Nacional de Disseminação BIM – Brasil

Considerando os inúmeros benefícios nas diversas fases do ciclo de vida das edificações, o BIM tem experimentado um crescimento ao longo dos anos, ampliando sua aplicabilidade e impulsionando o avanço tecnológico na indústria da construção (Meng et al., 2020).

Essa expansão é amplamente atribuída às organizações governamentais, que desempenham um papel fundamental no apoio e incentivo à adoção do BIM na indústria da construção, por meio de políticas públicas e incentivos, atraindo a atenção de pesquisadores e profissionais (Cheng; Lu; Student, 2015).

No Brasil, o interesse pela aplicação de tecnologias digitais na indústria AECO vem crescendo ao longo dos anos, o que motivou o governo a lançar a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling*, popularmente conhecida como Estratégia BIM BR⁹ (Salgado et al., 2020). De acordo com os autores, seu objetivo principal é promover um ambiente propício para investimentos no BIM e difundir sua aplicação em todo o país.

A Estratégia foi instituída inicialmente em 2018 pelo Decreto nº 9.377, de 17 de maio, e posteriormente atualizada pelo Decreto nº 9.983, em 22 de agosto de 2019 (Brasil, 2019). Em 2 de abril de 2020, foi publicado o Decreto nº 10.306, que estabelece a utilização do BIM em obras e serviços de engenharia executados tanto de forma direta quanto indireta por órgãos e entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Brasil, 2020b).

Dentre as entidades públicas federais que devem seguir as ações de disseminação do BIM previstas no Decreto, destacam-se o Ministério da Defesa e o Ministério da Infraestrutura, por meio da Secretaria Nacional de Aviação Civil e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (Brasil, 2020b). Outros órgãos

⁹A Estratégia BIM BR é uma iniciativa governamental que busca promover a adoção e uso efetivo do BIM na indústria da construção civil. Ela estabelece critérios técnicos, capacitação profissional, padrões e normas, incentivando a implementação do BIM em todo o país, com o objetivo de potencializar a produtividade do setor

e entidades da administração pública federal também podem adotar as ações de implementação do BIM, independentemente da finalidade de seu uso (Brasil, 2020b).

Alicerçado à Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, o decreto estabelece um plano de ações para disseminação do BIM em âmbito nacional, definindo os órgãos e entidades envolvidas, as fases de implementação, bem como as regras do processo de licitação e do contrato (Brasil, 2020b).

O Decreto nº 10.306 apresenta diretrizes referentes aos parâmetros e aspectos mínimos exigidos para garantir a fluidez do trabalho, estabelecendo atos imprescindíveis para as partes envolvidas nos editais ou instrumentos contratuais publicados ou firmados pelos órgãos e entidades vinculados à disseminação do BIM (Brasil, 2020b).

As exigências apresentadas neste Decreto estão sendo implementadas de forma gradativa, divididas em três fases. A primeira fase abrange a criação de modelos de arquitetura, estrutura e instalações prediais básicas, verificação de conflitos, extração de quantitativos e elaboração de documentação gráfica (janeiro de 2021). Na segunda fase, o BIM será utilizado em orçamentação, planejamento e controle da execução da obra (janeiro de 2024). A terceira e última fase contemplará o gerenciamento e a manutenção da edificação (janeiro de 2028) (Brasil, 2020b).

Além das referências supracitadas, outros marcos governamentais, tanto em âmbito federal quanto estadual, foram importantes para expandir o conceito do BIM no Brasil. O governo federal tem buscado fomentar intensivamente a indústria da construção, direta ou indiretamente. Um exemplo disso é a Lei de Licitações e Contratos Administrativos nº 14.133, promulgada em 1º de abril de 2021 (Brasil, 2021). O artigo 19, parágrafo 3, dessa lei, estabelece a preferência pela utilização do BIM nas documentações para regularização e autorização da participação em licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação (Brasil, 2021). A nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos entrou em vigor a partir de 31 de dezembro de 2023 (Brasil, 2023b).

No âmbito estadual, destaca-se o Governo do Estado de Santa Catarina, pioneiro no lançamento de normas e guias para a aplicação do BIM. Suas diretrizes foram publicadas no Caderno de Especificação de Projeto em BIM, servindo de apoio para a contratação de projetos e obras de edificações no estado (Santa Catarina, 2018).

2.5.2 BIM Mandate

O BIM *Mandate* trata de um conjunto de documentos prescritivos estabelecidos por autoridades com o objetivo de definir o que deve ser entregue e, em alguns casos, como, quando e por quem a entrega deve ser realizada (Kassem et al., 2015). Esses documentos são implementados como requisitos contratuais para os prestadores de serviços (Sacks et al., 2018).

Governos ao redor do mundo estão cada vez mais exigindo a adoção em larga escala da Modelagem da Informação da Construção em seus projetos públicos, utilizando o *BIM Mandate* como instrumento central para especificar os requisitos de conformidade dos modelos digitais a serem entregues pelas empresas envolvidas nos projetos (Oti-sarpong; Leiringer; Zhang, 2020).

O *BIM Mandate* representa uma política clara, estabelecida pelo governo para conscientizar a indústria da construção e ser seguida por ela (Yang; Chou, 2018). Representa uma peça fundamental na estrutura de políticas públicas para a adoção do BIM em larga escala (Succar; Kassem, 2015).

Esses documentos prescritivos servem como uma abordagem alternativa e não impositiva para incentivar empresas e organizações a adotar o BIM, reconhecendo as transformações significativas resultantes das novas tecnologias, sem a necessidade de uma legislação formal (Yang; Chou, 2018). Conforme os autores, essa abordagem tem sido amplamente aplicada por governos de diversos países ao redor do mundo (Yang; Chou, 2018).

No Brasil, o Decreto nº 10.306/2020 estabeleceu o primeiro *BIM Mandate* brasileiro, representando um avanço significativo no cenário nacional. Esse documento foi seguido por muitos estados que também publicaram seus próprios *Mandates*, como Santa Catarina, Paraná, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraíba (Ruschel; Kehl, 2022).

2.5.3 BIM na Gestão de Prédios Universitários

A busca pelo desenvolvimento dos potenciais benefícios e pela aplicabilidade do BIM na indústria de FM tem sido amplamente explorada nos últimos anos, e seu emprego na gestão de prédios universitários representa um dos casos em que essa integração parece promissora (Patacas; Dawood; Kassem, 2020; Moreno et al., 2022).

Segundo Teicholz (2013), as universidades foram as primeiras instituições a fazer uso da Modelagem da Informação da Construção no Gerenciamento de Instalações, contribuindo ativamente para essa realidade.

Os prédios universitários são estruturas polivalentes que abrigam uma variedade de instalações e espaços para diversas atividades, resultando em uma gestão complexa com múltiplas funcionalidades e atributos, que envolve um grande número de pessoas nas atividades cotidianas de gestão (Moreno et al., 2022).

Devido ao fato de serem frequentemente utilizados por uma grande comunidade universitária e à possibilidade de operarem 24 horas por dia, 7 dias por semana, os gestores enfrentam o desafio de manter um processo de manutenção contínuo, com acesso a informações atualizadas em bancos de dados, que por sua vez são densos e sujeitos a constantes mudanças (Moreno et al., 2022).

Como resultado, as equipes responsáveis pela operação e manutenção desses prédios complexos tendem a buscar soluções centralizadas, de suporte eficiente,

acessíveis e de baixo custo para o gerenciamento, visando lidar com o grande volume de informações geradas em um campus universitário (Uhm; Lee, 2021).

O BIM se apresenta como uma oportunidade, pois permite o armazenamento e a recuperação de dados integrados de projeto, construção, operação e manutenção, auxiliando na tomada de decisões durante a manutenção de prédios universitários (Bortolini; Forcada; Macarulla, 2016). É compreensível, portanto, que as universidades tenham sido pioneiras na aplicação do BIM no FM, aproveitando os benefícios resultantes do alinhamento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (Uhm; Lee, 2021).

3 MANUTENÇÃO PREDIAL

A manutenção predial consiste em um conjunto de atividades técnicas, administrativas e de gestão, realizadas ao longo do ciclo de vida de um edifício, com o objetivo de preservar as características de desempenho técnico dos componentes ou sistemas da edificação, garantindo que suas funcionalidades sejam atendidas (Brasil, 2020a; Kameli et al., 2020).

Seu principal objetivo é preservar as características originais do edifício, sendo sua importância crescente em relação à ideia de que o processo de construção se limita ao momento de entrega e utilização da edificação (ABNT, 2024).

Essencialmente, a manutenção busca: manter o valor do imóvel e sua plena utilização, garantir ambientes seguros, reduzir riscos de acidentes e danos decorrentes de defeitos ou deterioração da construção, preservar uma boa aparência visual, cumprir obrigações contratuais em contratos de locação, prolongar a vida útil do edifício, atender às exigências das seguradoras, reduzir sinistros e custos, e manter as garantias (Wiggins, 2010).

Elaborar e implementar um plano de manutenção, com procedimentos organizados e baseados no controle de qualidade e de custo, tende a resultar em maior eficiência e eficácia na gestão do ambiente construído, contribuindo para elevar os níveis de desempenho da edificação ao longo de sua vida útil (ABNT, 2024).

O plano de manutenção é composto por uma série de especificações utilizadas para programar ações de preservação, apresentando-se como uma ferramenta que oferece suporte aos setores responsáveis pela gestão do edifício (Silva; Falorca, 2009). De acordo com os mesmos autores, ele possibilita o monitoramento da performance dos sistemas, elementos e componentes construtivos, corrigindo continuamente as condições de operação e os riscos associados.

Segundo Hauashdh et al. (2022), para implementar uma estratégia de manutenção predial eficaz, é necessário envolver diversos processos, como planejamento, projeto, execução, verificação e aprovação de um plano de manutenção para cada edifício, sendo responsabilidade de uma entidade especializada na área de manutenção.

Aplicar um processo de manutenção organizado, com intervalos de tempo predeterminados, controle rigoroso e critérios estabelecidos com base em registros históricos de informações, reduz a probabilidade de falhas e de degradação funcional

das instalações, o que é essencial para a conservação e bom uso do ambiente construído (Wiggins, 2010).

Ter compreensão sobre os tipos de classificação da manutenção e suas respectivas formas de gerenciamento possibilita a aplicação correta da manutenção predial em diferentes cenários, permitindo alcançar o máximo potencial de conservação do ambiente construído (Brandão, 2021).

3.1 Estratégia de Manutenção

Ao elaborar uma estratégia de manutenção predial, as atividades a serem realizadas dentro de um plano de manutenção — a estratégia de ação — podem ser classificadas de diferentes formas, e, na literatura, não há unanimidade sobre essas classificações (Ferreira, 2017).

Com a evolução dos processos e atividades de manutenção no setor produtivo, houve um avanço significativo nos conceitos relacionados aos tipos de manutenção mais eficientes em cada contexto e, por consequência, nas estratégias de manutenção, que podem ser divididas em diferentes gerações (Brandão, 2021).

A primeira geração deu suporte ao conceito de manutenção corretiva, que consiste em reparos não planejados. A segunda geração incorporou elementos para a formulação da manutenção preventiva, baseada em revisões, sistemas de planejamento e controle do trabalho. A terceira geração baseou-se no monitoramento de condições, análise de falhas e de riscos, resultando na manutenção preditiva, conceitos esses mais comuns na indústria AECO (Barbosa; Avelar; Silva, 2016).

No entanto, os avanços na temática continuaram, dando origem à quarta geração, correlacionada à engenharia de manutenção, com ênfase no *benchmarking* e na integração entre os atores envolvidos. Por fim, a quinta geração, denominada gestão aprimorada, envolveu a contratação por resultados, abrangendo todo o ciclo de vida do ativo (Barbosa; Avelar; Silva, 2016).

Essas transformações nos conceitos da gestão da manutenção e suas aplicações intensificam a busca por estratégias que favoreçam a manutenção preditiva (planejada) em detrimento da corretiva (não planejada), pois o prolongamento da vida útil de uma edificação é diretamente impactado pelo tipo de estratégia de manutenção adotada (Cardinal, 2018).

A adoção de boas abordagens estratégicas para a gestão da manutenção é de suma importância para superar os problemas atuais e os desafios futuros para obtenção de práticas sustentáveis e eficazes, beneficiando as dimensões ambiental, econômica e social (Hauashdh et al., 2022).

3.2 Gestão da Manutenção Predial

A implementação de ações de manutenção adequadas e com bom custo-benefício desempenha um papel crucial no acompanhamento, conservação e bom uso das edificações, visando desacelerar os processos de degradação e, conseqüentemente, aumentar a vida útil dos materiais que compõem um edifício (Matos et al., 2021). Segundo os autores, a gestão da manutenção predial oferece uma possibilidade concreta de alcançar esses objetivos.

A GM é um processo complexo, multifacetado e oneroso, cujas decisões têm impacto direto nas condições de uso da edificação (Rodrigues et al., 2019). Ela representa um dos maiores desafios do *Facility Management* e é essencial para garantir a conservação do edifício (Lin; Su, 2013).

De acordo com Ma et al. (2020), o processo de GM envolve a organização de recursos para lidar com os problemas de manutenção gerados pelo uso e operação das instalações. Os principais itens utilizados para a tomada de decisão durante o processo são: a seleção de uma estratégia de manutenção, a priorização de tarefas e o agendamento de ordens de serviço (Ma et al., 2020).

A gestão da manutenção deve ser planejada e desenvolvida desde a concepção do projeto, passando pelo processo de construção e, principalmente, durante a fase de operação e manutenção, abrangendo todo o ciclo de vida do empreendimento, sendo necessário, portanto, elaborar um plano de gerenciamento da manutenção que englobe todas essas etapas (Olanrewaju; Abdul-aziz, 2015).

Como só é possível gerenciar aquilo que se conhece, no processo de tomada de decisões em manutenção predial, as informações assumem um caráter fundamental, estando diretamente relacionadas às condições e ao desempenho das instalações, ao tipo de uso, aos objetivos e às políticas de manutenção (Olanrewaju; Abdul-aziz, 2015). Sem um banco de dados completo e assertivo, os gerentes de instalações enfrentam dificuldades na tomada das melhores decisões, tendendo a seguir qualquer caminho, o que nem sempre é o mais adequado (Ferreira, 2017).

Conforme mencionado por Frazão (2020), o sistema de manutenção mais comumente utilizado no mercado da construção civil é composto por uma série de documentos responsáveis por reunir todos os dados necessários para a GM de um empreendimento. No entanto, muitas vezes esses documentos não são atualizados e não possuem uma ligação adequada entre si. A Figura 5 apresenta os tipos de documentos utilizados em uma gestão de manutenção (Frazão, 2020).

Embora reconhecida por sua importância no contexto de preservação das características de uma edificação, a gestão da manutenção é um processo altamente desestruturado que envolve inúmeros fatores a serem considerados. Isso torna difícil planejar com eficiência o cronograma de manutenção e estimar com precisão os

custos de manutenção, ocasionando problemas na tomada de decisão (Yousefli; Nasiri; Moselhi, 2021).

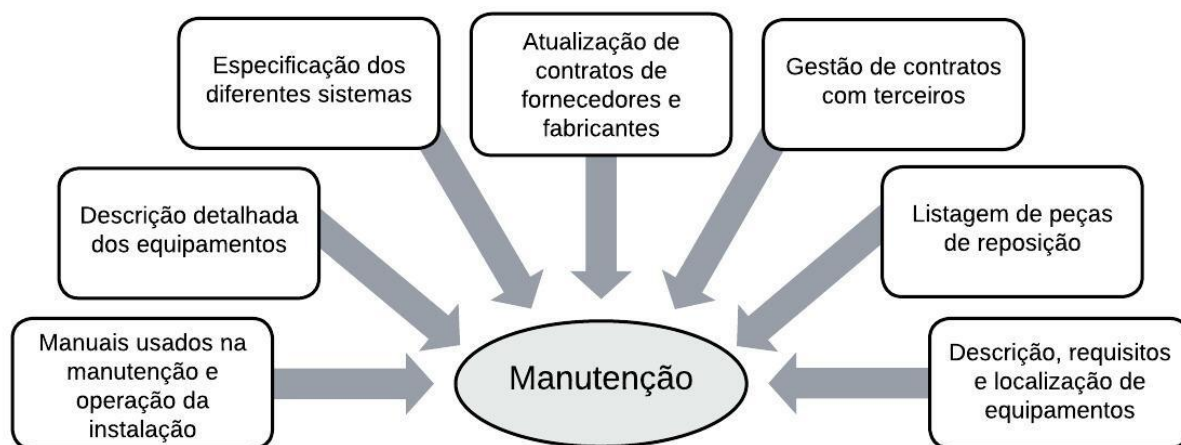


Figura 5 – Transferência de informações após construção para gestão de manutenção
Fonte: Adaptado de Frazão, 2020.

A escassez de recursos econômicos e a falta de envolvimento de uma equipe de especialistas em manutenção durante o projeto e a construção — equipe que geralmente é formada apenas na fase de uso da edificação — contribuem significativamente para essa dificuldade (Cerić et al., 2019; Acampa; Parisi, 2021).

3.3 Manutenção em Instituições Públicas

Um prédio é considerado público quando construído ou adaptado para abrigar serviços administrativos ou destinados a atender ao público, sendo gerido por entidades da administração pública, direta ou indireta, ou por empresas prestadoras de serviços (Ferreira, 2017; Brasil, 2004).

Prédios públicos têm uma representatividade significativa para um país, pois são bens com uma função estratégica e urgente para os interesses dos serviços públicos, e por este motivo necessitam da integração eficaz de aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais (Handayaniputri et al., 2019).

Conforme Carlino (2012), para garantir a prestação de serviços públicos com qualidade, as edificações onde esses serviços são realizados devem apresentar boas condições de habitabilidade, manutenibilidade, conforto e segurança. O mesmo autor destaca que, para alcançar esses objetivos, é fundamental assegurar que os sistemas que compõem a edificação estejam funcionando corretamente.

Na busca pelo bom funcionamento dos serviços públicos, deve ser implementado um plano de manutenção programada, visando à conservação, preservação e valorização dos prédios públicos. Segundo o autor, também é essencial estabelecer, na estrutura organizacional da instituição, um setor responsável por realizar as atividades periódicas de manutenção, atendendo às demandas recorrentes (Ferreira, 2017).

Tendo a economicidade como um dos princípios constitucionais explícitos da administração pública, é obrigação de todo gestor e servidor público zelar pela adequada utilização dos recursos, tornando necessário planejar e praticar a gestão da manutenção predial, sob risco de sofrer apontamentos dos órgãos de controle interno ou externo (Fontoura; Santos; Oliveira, 2019).

Dessa forma, é fundamental criar uma cultura de manutenção e promover uma mudança de paradigma na atuação dos gestores e de todos os envolvidos, passando de uma abordagem reativa para uma abordagem proativa em relação à manutenção e aos cuidados com os prédios públicos (Moraes, 2022).

Dentre os diversos tipos de prédios públicos, as Instituições de Ensino Superior possuem edificações com um alto nível de operação e, conseqüentemente, de manutenção (Silva, 2020). Essas instituições enfrentam o desafio de administrar, muitas vezes, prédios antigos, com orçamentos e equipes menores do que outras instalações (Uhm; Lee, 2021).

Segundo Moreno et al. (2022), a preservação e modernização dos edifícios de campus universitários representam uma preocupação constante para os gestores. Portanto, é de extrema importância dispor de recursos e ferramentas que promovam a segurança e a sustentabilidade dessas edificações (Moreno et al., 2022).

Uma universidade é um polo de produção de conhecimento, e seus edifícios são considerados ativos nesse sentido (Palis; Misnan, 2018). Reconhecer a importância do ambiente construído para a eficácia do processo educativo é fundamental (Ferreira, 2017).

Para garantir que todas as atividades universitárias continuem a ter bom desempenho, a gestão da manutenção dos seus edifícios não pode ser negligenciada (Palis; Misnan, 2018). Nesse contexto, o desafio a ser superado está em conseguir gerir satisfatoriamente os recursos, muitas vezes escassos, e desenvolver as atividades educacionais das instituições, ao mesmo tempo em que se realizam as devidas manutenções prediais (Moraes, 2022).

3.4 Requisitos para Manutenção

Os requisitos são funcionalidades apresentadas por um produto ou serviço com o objetivo de atender às demandas das partes envolvidas em um projeto, sendo sua gestão e cumprimento essenciais para o sucesso de um empreendimento (Pegoraro; Paula, 2017). De acordo com Kiviniemi (2005), um requisito, no contexto do ambiente construído, é uma declaração que descreve a qualidade ou propriedade desejada de uma edificação.

No setor da construção civil, caracterizado por alta complexidade e dinamicidade, a gestão de requisitos é um fator importante na busca por melhorias do setor construtivo

e na geração de valor para os diversos clientes (Baldauf, 2020). A gestão de requisitos representa um processo sistemático que envolve a captura, modelagem e atualização dos requisitos ao longo do ciclo de vida da edificação (Kamara; Anumba; Evbuomwan, 2002; Kiviniemi, 2005; Pegoraro; Paula, 2017).

Para um gerenciamento eficaz dos requisitos gerados, é necessário modelá-los, a fim de facilitar a visualização, rastreabilidade e comunicação dos mesmos, além de contribuir para a avaliação do projeto e servir como referência na busca por soluções (Baldauf, 2020).

A modelagem dos requisitos deve incluir uma descrição clara das atividades envolvidas e suas interdependências, permitindo que as informações sejam analisadas, estruturadas e continuamente refinadas, sempre conectadas a um modelo digital (Baldauf; Formoso; Tzortzopoulos, 2021).

Em processos de grande complexidade, como a gestão da manutenção, identificar os requisitos de informação de acordo com as necessidades para O&M predial é fundamental, visando alcançar altos níveis de eficiência e eficácia na GM (Sadeghi; Elliott, 2019a).

Nesse cenário, o BIM pode aprimorar o armazenamento e a estruturação dos requisitos que suportam o processo de manutenção, permitindo a conexão entre as informações e os modelos de construção, oferecendo suporte eficiente para as tarefas de manutenção das instalações e contribuindo para a redução dos custos de O&M (Matarneh et al., 2020). Segundo os mesmos autores, essa integração facilita a troca automatizada de dados entre os sistemas BIM e de FM.

Vale destacar que os requisitos para o BIM na fase de O&M diferem daqueles voltados para outras fases do ciclo de vida do edifício (Machete et al., 2021). Portanto, para explorar todo o potencial das ferramentas BIM na GM, é necessário definir quais requisitos da fase de projeto e construção são essenciais para as operações e atividades de manutenção, além de determinar como o compartilhamento de conhecimento deve ocorrer durante a vida útil de uma edificação para dar suporte à gestão da manutenção (Liu; Issa, 2016).

4 MÉTODO DE PESQUISA

4.1 Estratégia de Pesquisa

Esta pesquisa tem como objetivo propor diretrizes para a organização e incorporação de informações em modelos BIM, visando apoiar o processo de manutenção de edificações em Instituições Federais de Ensino Superior (IFES).

Dada a natureza prática da pesquisa, que busca solucionar um problema específico por meio do desenvolvimento, implementação e avaliação de construções aplicáveis, optou-se por uma abordagem baseada na *Design Science Research* (DSR) (van Aken, 2004). A *Design Science Research*, também denominada Pesquisa Construtiva (*Constructive Research*), é reconhecida como um método de pesquisa exploratório com uma perspectiva prescritiva. Sua essência está no desenvolvimento de conhecimento que contribua para a melhoria do desempenho de processos existentes, resolvendo problemas por meio da criação de artefatos (van Aken, 2004; Dresch; Lacerda; Antunes, 2015).

A Pesquisa Construtiva é um método que busca solucionar problemas reais enquanto promove o aprendizado dentro da área em que é aplicado, por meio da elaboração de "construções inovadoras" (Kasanen; Lukka; Siitonen, 1993; Lukka, 2003; Viskari, 2006). De acordo com (Lukka, 2003), essas "construções" envolvem todos os artefatos criados pelo ser humano, como modelos, diagramas, planos, estruturas organizacionais, produtos comerciais e projetos de sistemas de informação. Segundo o mesmo autor, tais construções não são descobertas, mas sim inventadas e desenvolvidas.

O processo de condução da *Design Science Research* segue uma sequência estruturada de etapas metodológicas (Kasanen; Lukka; Siitonen, 1993; Lukka, 2003; Viskari, 2006):

- a) identificar um problema de relevância prática, que também ofereça potencial para contribuição teórica;
- b) avaliar o potencial de cooperação a longo prazo entre a pesquisa e a organização-alvo;
- c) adquirir um entendimento profundo, tanto teórico quanto prático, sobre a área ou tema de pesquisa;

- d) propor uma solução inovadora e desenvolver uma construção para o problema, considerando também sua contribuição teórica;
- e) implementar e testar o funcionamento da solução proposta;
- f) avaliar a aplicabilidade da solução em diferentes contextos;
- g) analisar e identificar sua contribuição teórica.

Essas etapas são necessárias para orientar a pesquisa e alcançar os objetivos estabelecidos, fornecendo uma base metodológica sólida para o desenvolvimento e avaliação do artefato proposto (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015).

4.2 Delineamento da Pesquisa

A pesquisa foi estruturada em quatro grandes fases (Figura 6), que incorporam as etapas sugeridas por Kasanen; Lukka; Siitonen (1993) e Lukka (2000 *apud* Lukka, 2003): (a) revisão de literatura, conduzida ao longo de toda a pesquisa; (b) fase exploratória; (c) fase de desenvolvimento; e (d) fase de proposição.

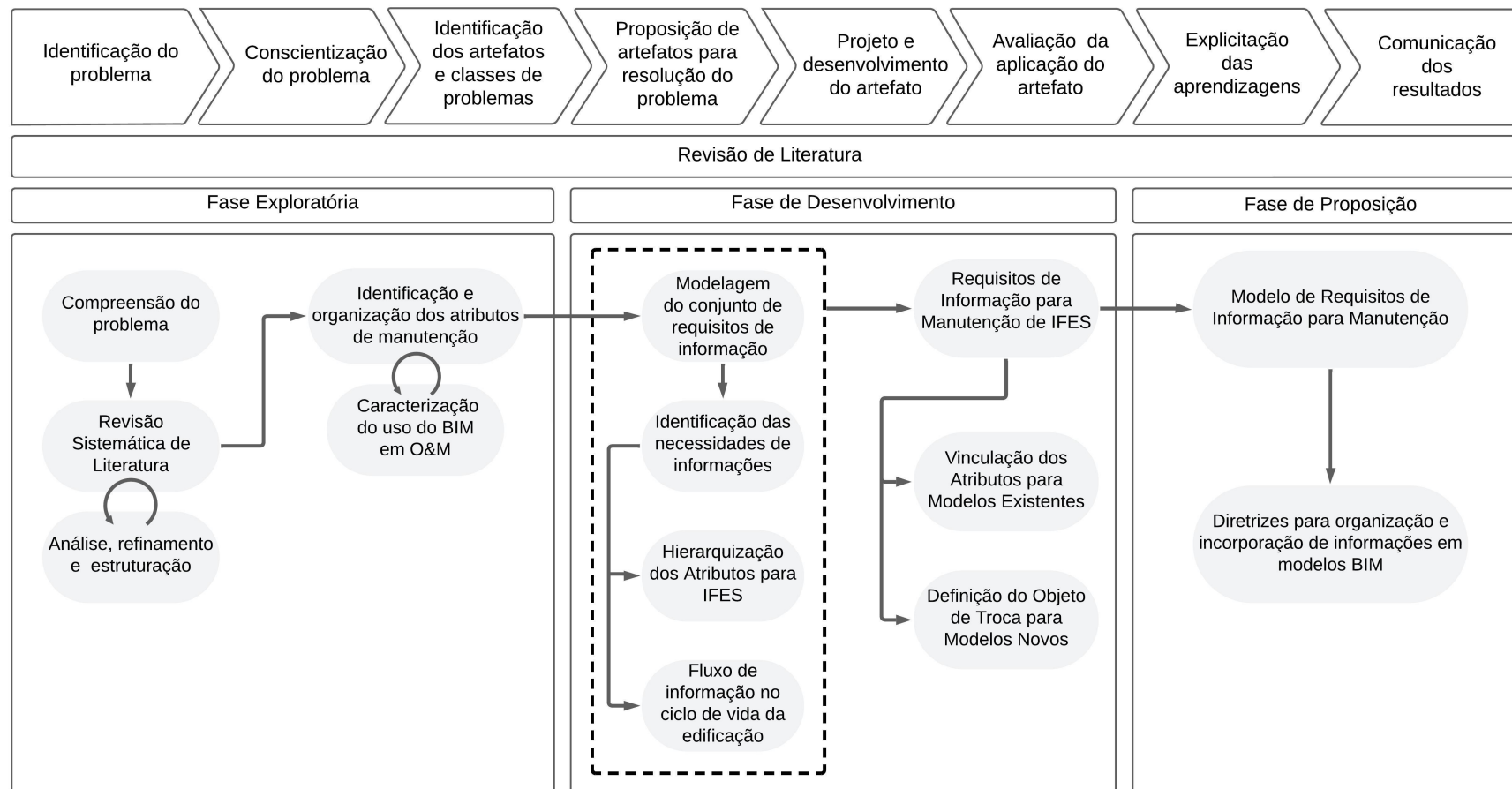


Figura 6 – Delineamento da pesquisa
Fonte: O AUTOR, 2024.

4.3 Revisão de Literatura

Na primeira fase da pesquisa, buscou-se compreender melhor o tema estudado por meio de uma revisão inicial de literatura do tipo narrativa¹, com o objetivo de delimitar o problema de pesquisa a ser explorado e identificar os estudos disponíveis sobre a aplicação do BIM na gestão da manutenção.

A revisão de literatura focou principalmente em pesquisas mais recentes sobre o BIM, com o intuito de identificar o seu nível de aplicação na fase de operação e manutenção das edificações, com ênfase nos processos ligados à gestão da manutenção. Esses aspectos possibilitaram a definição do problema de pesquisa do presente estudo.

Essa fase está alinhada com a primeira etapa da DSR, que envolve a identificação de um problema com relevância prática e potencial contribuição teórica (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015). Segundo os mesmos autores, na etapa de identificação do problema, é importante determinar e justificar os termos-chave do estudo. É importante ressaltar que a revisão da literatura foi continuamente desenvolvida ao longo do trabalho, fortalecendo a fundamentação teórica desta pesquisa.

4.4 Fase Exploratória

A segunda fase da pesquisa concentrou-se na conscientização do problema e na identificação dos artefatos e das classes de problemas (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015). Na conscientização do problema, o objetivo é reunir o máximo de informações possível para compreender o contexto investigado, levando em consideração as funcionalidades do artefato potencial (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015). A terceira etapa da DSR, por sua vez, visa identificar artefatos funcionais e classes de problemas que possam contribuir para atender às necessidades relacionadas à solução do problema avaliado (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015).

Nesta fase, foram investigados e identificados os atributos relacionados à gestão da manutenção com o uso do BIM oriundos de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), os quais foram organizados em grupos de requisitos de informação.

4.4.1 Compreensão do Problema

A revisão de literatura também avançou ao longo da fase exploratória, com o objetivo de obter um entendimento mais aprofundado sobre o tema. Para apoiar essa fase e compreender como a pesquisa na área tem evoluído, foi realizado um levantamento da

¹A revisão de literatura narrativa é caracterizada por uma abordagem temática mais aberta, geralmente de menor abrangência, cuja amplitude depende da quantidade e qualidade dos estudos selecionados (Cordeiro et al., 2007). Diferentemente da Revisão Sistemática da Literatura, não exige uma pergunta específica bem definida nem um protocolo rigoroso para sua realização (Cordeiro et al., 2007).

produção acadêmica na pós-graduação brasileira sobre a aplicação da Modelagem da Informação da Construção, e uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que investigou a aplicação da Modelagem da Informação da Construção na gestão da manutenção.

4.4.1.1 Mapeamento Sistemática de Literatura

O Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) foi realizado com o objetivo de identificar estudos desenvolvidos na pós-graduação brasileira que têm como foco principal o BIM, buscando compreender as áreas de estudo, as principais aplicações e, sobretudo, as lacunas nos temas abordados.

O MSL é definido como um tipo de pesquisa que oferece uma visão geral do conteúdo, permitindo identificar evidências e lacunas no campo estudado, bem como observar tendências de pesquisa e categorizar tópicos de interesse (Kitchenham; Charters, 2007).

Para isso, adotou-se o delineamento proposto por Melo; Granja; Ballard (2013), conforme ilustrado nas etapas apresentadas na Figura 7.

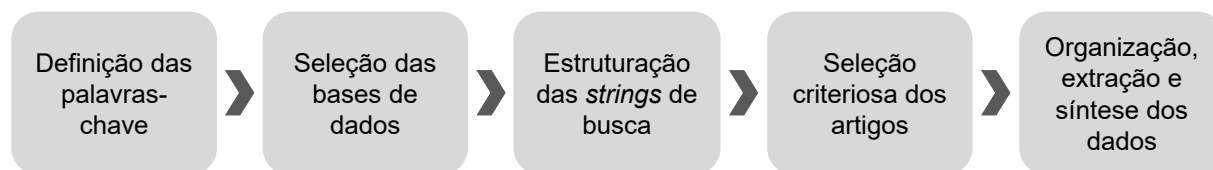


Figura 7 – Etapas do MSL

Fonte: Adaptado de Melo; Granja; Ballard, 2013.

Na primeira etapa do MSL, foram definidas as palavras-chave alinhadas ao tema central da pesquisa. Os termos de busca utilizados foram “BIM”, “*Building Information Modeling*” e “*Building Information Modelling*”, pesquisados individualmente.

As buscas foram realizadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES². O intervalo temporal para as buscas não foi especificado, sendo considerados todos os trabalhos disponíveis na base de dados, desde os mais antigos até os mais recentes.

Após a definição das palavras-chave e da base de dados, iniciou-se a etapa de aplicação dos filtros de busca, considerando os critérios de inclusão e exclusão descritos no Quadro 1.

²O Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES é uma ferramenta que reúne as teses e dissertações defendidas nos programas de pós-graduação brasileiros, com o objetivo de facilitar o acesso às informações desses estudos (CAPES, 2023).

Quadro 1 – Critérios de seleção de trabalhos no MSL

Critério de Inclusão	Critério de Exclusão
Área de pesquisa: Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil	Não tratar da aplicação ou avaliação do BIM
Idioma: português	Trabalhos duplicados
Disponíveis no catálogo CAPES	

Fonte: O AUTOR, 2022.

Com base nesses critérios, foram inicialmente obtidos 655 trabalhos, que, após retirados os trabalhos duplicados, resultaram em um conjunto de 390 trabalhos. O Quadro 2 apresenta a quantidade de trabalhos recuperados para cada palavra-chave.

Quadro 2 – Número de trabalhos por palavra-chave

Palavra-chave	Nº de Trabalhos
BIM	384
<i>Building Information Modeling</i>	236
<i>Building Information Modelling</i>	35

Fonte: O AUTOR, 2022.

Após a análise dos títulos, 248 trabalhos foram aceitos diretamente. Para os 142 casos inconclusivos, procedeu-se à leitura dos resumos, resultando na inclusão de 81 e exclusão de 61.

Ao final, obteve-se uma amostra de 329 trabalhos, representando 50,23% do total inicial. Foram descartados 326 estudos: 265 duplicados (40,46%) e 61 não tratavam do tema (9,31%). A Figura 8 apresenta a distribuição dos trabalhos aceitos ao longo dos anos, com publicações que, conforme os resultados das buscas, incluíram estudos publicados entre 2009 e 2022³.

Os resultados evidenciaram um crescimento significativo nas pesquisas sobre BIM nos últimos anos. Contudo, apenas 10 dos 329 estudos analisados (3,04%) abordavam diretamente a aplicação do BIM na fase de operação e manutenção (O&M), foco principal desta pesquisa. O Quadro 3 destaca os estudos mais relevantes nesse contexto, que forneceram *insights* valiosos para a pesquisa.

Estes achados serviram como base teórica para o desenvolvimento da pesquisa e possibilitaram a conscientização inicial do problema, além da caracterização do uso do BIM na fase de O&M, principalmente no que se refere à necessidade de informações para potencializar sua utilização. Neste sentido, deu-se início à Revisão Sistemática da Literatura, buscando obter um entendimento profundo sobre o tópico.

³As buscas foram realizadas em maio de 2022, e o número de trabalhos publicados nesse ano pode não representar a totalidade dos estudos recuperados.

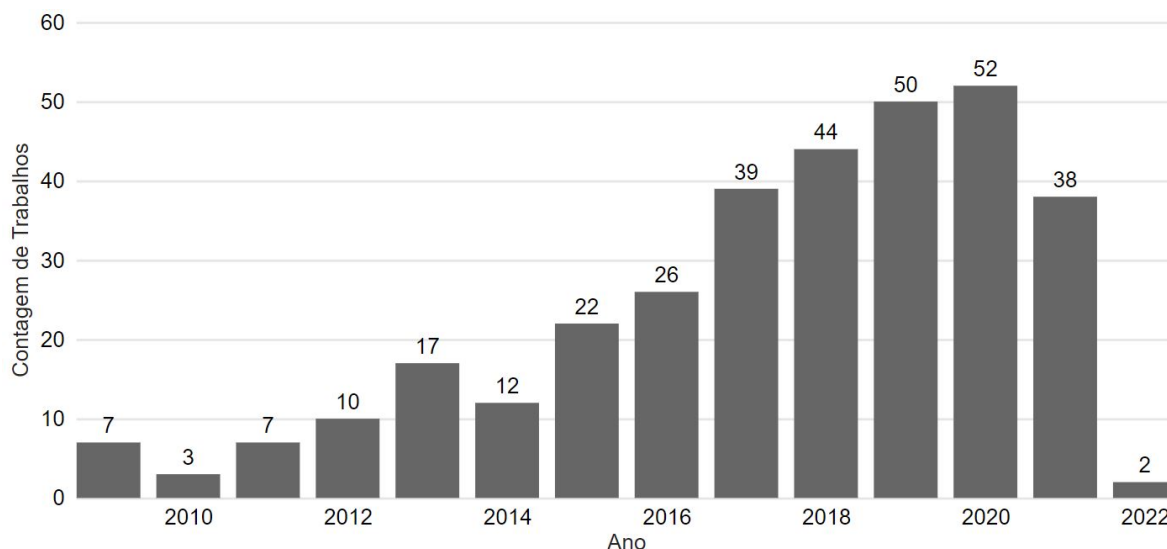


Figura 8 – Número de trabalhos publicados por ano (dissertações/teses)

Fonte: O AUTOR, 2022.

Quadro 3 – Trabalhos relevantes obtidos

Título	Autor	Ano	Tipo	IFES
Gerenciamento da informação baseado em um modelo BIM-FM para a gestão da manutenção	Algayer	2019	Dissertação	UFSC
Requisitos para aplicação de modelos BIM nas atividades de manutenção e operação de edificações	Borrelli	2020	Dissertação	UFPR
Manutenção predial utilizando a metodologia BIM com ênfase na vida útil dos componentes construtivos	Frazão	2020	Dissertação	UNB
Proposta de parametrização de objetos BIM em atendimento à norma de manutenção de edificações NBR 5674:2012	Lara	2020	Dissertação	UFMG
Proposta de modelo de processo para gestão da fase de manutenção de edifícios, utilizando o conceito BIM, com foco na manutenção preventiva	Rosa	2020	Tese	UNISINOS

Fonte: O AUTOR, 2022.

4.4.1.2 Revisão Sistemática da Literatura

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi conduzida com o objetivo de identificar estudos primários que tenham explorado a aplicação da Modelagem da Informação da Construção (BIM) na gestão da manutenção e analisar as abordagens utilizadas quanto ao desenvolvimento e à implementação do BIM nesse contexto.

Essa revisão é um tipo de pesquisa que emprega métodos sistemáticos, explícitos e contábeis, proporcionando uma visão abrangente e confiável acerca de um determinado tema (Gough; Oliver; Thomas, 2017).

A RSL foi realizada seguindo a Metodologia dos Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* – PRISMA), que consiste em uma lista de verificação para facilitar a preparação das buscas, a elaboração de um protocolo de pesquisa e a apresentação de relatório consistente e detalhado (Moher et al., 2015).

O protocolo de pesquisa⁴ adaptado de Moher et al. (2015) é apresentado de forma sintetizada no Quadro 4 para ilustrar a condução das buscas.

A escolha do intervalo temporal de análise, de 2008 a 2022⁵, fundamentou-se no mapeamento preliminar oriundo da revisão de literatura narrativa, esta oportunizou uma exploração dos avanços históricos e recentes no uso do BIM na gestão da manutenção. Utilizou-se a plataforma *Parsifal@* (parsif.al) para gerenciar as referências e realizar a seleção dos trabalhos.

Inicialmente, foi realizado o planejamento da RSL, sendo definidos objetivos, palavras-chave, critérios de inclusão e exclusão, escolha das bases de dados e estratégias de busca. Para uma maior abrangência, foram exploradas diversas bases, incluindo ACM Digital Library (ACM), ASCE Library (ASCE), Emerald (EM), Engineering Village (EV), IEEE Digital Library (IEEE), SciELO (Sci), Science Direct (SD), Scopus (SC), Springer Link (SL), Taylor & Francis (T&F) e Web of Science (WoS). Como resultado, foi identificado um total de 713 artigos.

Na segunda fase ocorreu a triagem dos artigos, baseada nos critérios de inclusão e exclusão (Quadro 4). Primeiramente foi feita a leitura dos títulos, sendo descartados 621 artigos: 90 duplicados, 393 não revisados por pares e 138 não relacionados ao tema. Títulos inconclusivos tiveram seus *abstracts* lidos integralmente antes de uma eventual exclusão.

Dos 92 estudos restantes, após leitura dos *abstracts*, 66 foram aceitos e avançaram para leitura completa. Os artigos selecionados foram lidos integralmente e avaliados. Ao final, 59 artigos foram classificados como amostra definitiva, para dar continuidade à pesquisa.

A terceira fase envolveu a síntese qualitativa e quantitativa dos 59 artigos selecionados⁶, sendo estes revisados e analisados criticamente para mapear o estado atual das pesquisas sobre BIM aplicado à gestão da manutenção, fornecendo subsídios para o desenvolvimento deste estudo. O processo completo é apresentado no fluxograma PRISMA (Figura 9).

⁴O protocolo de pesquisa detalhado consta no Apêndice A.

⁵É importante ressaltar que, como as buscas foram realizadas em junho de 2022, o número de trabalhos publicados no ano de 2022 pode não estar representando uma realidade representativa, pois estudos podem ter sido publicados posterior ao término do levantamento.

⁶Os 59 artigos estão listados Apêndice B.

Quadro 4 – Planejamento da RSL

1. Objetivo	
Identificar na literatura a existência de estudos primários que proponham a aplicação da BIM na gestão da manutenção de edifícios, verificando abordagens com relação ao desenvolvimento e a forma de aplicação.	
2. Questões de Pesquisa	
Quais os tipos de edificações que se deu o emprego da BIM na GM? Em quais sistemas prediais foi utilizado a BIM na GM? Em qual fase do ciclo de vida foi implementado a BIM na GM? Quais decisões a BIM apoia o processo de GM em edificações? Como a BIM foi inserida no processo de tomada de decisões? Quais os benefícios identificados na implementação da BIM na GM? Quais as barreiras encontradas do emprego da BIM no processo de GM? Como se deu a adequação da BIM na GM? Quais ferramentas foram utilizadas para implementação da BIM? Quais as sugestões quanto a trabalhos futuros sobre o tema?	
3. Palavras-chave	4. Sinônimos
BIM	building information model*
facilit* management	building maintenance
5. Bases Consultadas	
ACM Digital Library	https://dl.acm.org/
ASCE	https://ascelibrary.org/
Emerald	http://www.emeraldinsight.com
Engineering Village	http://www.engineeringvillage.com
IEEE Digital Library	http://ieeexplore.ieee.org
SciELO	https://scielo.org/
Science Direct	http://www.sciencedirect.com
Scopus	http://www.scopus.com
Springer Link	http://link.springer.com
Taylor & Francis	http://www.tandfonline.com
Web of Science	http://www.isiknowledge.com
6. Strings de Busca	
("BIM" OR "Building Information Model*") AND ("Facilit* Maintenance" OR "Building Maintenance")	
7. Critério de Inclusão	8. Critério de Exclusão
Área de pesquisa: AECO	Não tratar do tema BIM na GM
Idioma: Inglês	Não ser revisado por pares
Ano de Publicação: 2008 a 2022	
Tipo de publicação: artigo científico	
Disponibilidade do texto completo	

Fonte: O AUTOR, 2022.

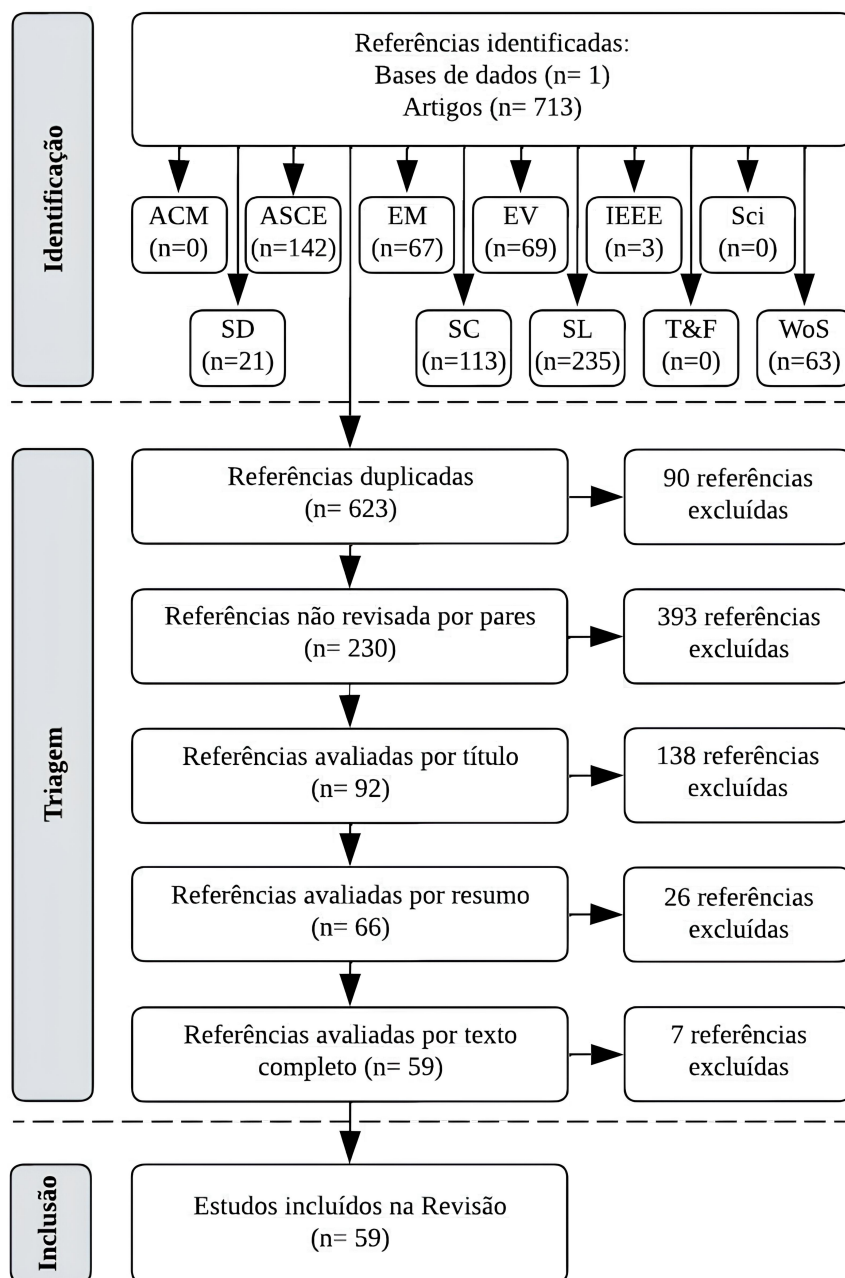


Figura 9 – Fluxograma do processo de pesquisa (PRISMA)

Fonte: O AUTOR, 2022.

A Tabela 1 resume a distribuição dos artigos por base de dados e critérios de exclusão.

Tabela 1 – Número de artigos por critério de seleção

Bases	Artigos			Critérios de exclusão			
	Obtidos	Rejeitados	Aceitos	Outro idioma	Não revisado por pares	Não abordava o tema	Duplicados
ACM	-	-	-	-	-	-	-
ASCE	142	133	9	-	76	54	3
Emerald	67	53	14	-	-	47	6
Engineering Village	69	67	2	2	39	2	24
IEEE	3	3	-	-	3	-	-
SciELO	-	-	-	-	-	-	-
Science Direct	21	13	8	-	1	12	-
Scopus	113	106	7	2	54	7	43
Springer Link	235	229	6	-	197	30	2
Taylor & Francis	-	-	-	-	-	-	-
Web of Science	63	50	13	-	23	15	12
Total	713	654	59	4	393	167	90

Fonte: O AUTOR, 2022.

Dos 59 artigos analisados, quase na sua totalidade serviram como base para a identificação dos atributos de manutenção a serem incorporados em modelos BIM, com o objetivo de oferecer suporte às atividades de manutenção predial na fase de O&M. Da leitura dos artigos, o autor destacou quatro trabalhos devido à sua relevância para a utilização do BIM na fase de operação e manutenção, apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Artigos relevantes destacados

Título	Autores
<i>Nongeometric Building Information Needs Assessment for Facilities Management</i>	Mayo; Issa (2015)
<i>BIM for FM: Developing information requirements to support facilities management systems</i>	Matarneh et al. (2020)
<i>Information requirements for managing higher education facilities using building information modeling: Triangular study of US and Korean cases</i>	Uhm; Lee (2021)
<i>Information-augmented exchange objects to inform facilities management BIM guidelines: introducing the level of semantics schema</i>	Sadeghi; Elliott; Mehany (2022)

Fonte: O AUTOR, 2022.

4.4.2 Identificação e Organização dos Atributos de Manutenção

Com base nos resultados da Revisão Sistemática da Literatura, foram identificados e extraídos os atributos utilizados em modelos BIM para apoiar o processo de gestão da manutenção em edificações, buscando aprofundar a compreensão do problema de pesquisa.

A partir do levantamento dos atributos disponíveis na literatura, realizou-se uma etapa preliminar de agrupamento por similaridade e filtragem dos dados. Uma matriz foi então criada para comparar e categorizar os diferentes atributos.

Posteriormente, foram realizadas análises, refinamentos e a estruturação desses elementos, para formar um conjunto genérico de requisitos, contendo uma série de atributos que buscassem representar as informações necessárias a serem registradas em modelos BIM ao longo do ciclo de vida da edificação, visando dar suporte à gestão da manutenção predial.

Para facilitar a compreensão e a aplicação prática, a organização dos atributos e a definição dos grupos de requisitos foram realizadas com base na estruturação do padrão COBie. Todos os atributos identificados foram distribuídos nas 18 categorias que formam o COBie.

Por se tratar de um formato consolidado na área de *Facility Management*, o alinhamento dos atributos identificados às planilhas do COBie proporciona uma estrutura mais organizada e compreensível para análise. Essa abordagem também facilita a comparação das necessidades desses atributos em relação às diferentes fases do ciclo de vida da edificação.

Essa abordagem possibilitou uma análise mais aprofundada do tema e a apresentação de uma lista de atributos de informação para modelos BIM, que possa servir como ferramenta de apoio às práticas de manutenção.

4.5 Fase de Desenvolvimento

Na fase de Desenvolvimento, foram apresentadas as etapas de proposição, projeto e desenvolvimento do artefato, com o objetivo de descrever os procedimentos utilizados em sua construção, visando à geração de conhecimento aplicável e útil para solucionar o problema apresentado (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015).

Além disso, foi realizada a avaliação do artefato, com o intuito de analisar seu desempenho em relação à solução do problema, bem como determinar seu grau de aderência às métricas estabelecidas (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015):

- a) precisão das informações: avaliar a exatidão e a integridade das informações fornecidas;
- b) eficiência na programação de atividades de manutenção: capacidade de auxiliar na programação eficiente das atividades de manutenção;
- c) melhoria da tomada de decisão: como o artefato auxilia na tomada de decisões informadas relacionadas à gestão da manutenção;
- d) melhoria da comunicação e colaboração: potenciais benefícios na comunicação e a colaboração entre os profissionais envolvidos na gestão da manutenção predial;
- e) vantagens e desafios: analisar as principais vantagens e desafios do modelo gerado, bem como sua aplicabilidade no cenário atual.

Nesta fase, os grupos de requisitos de informação definidos para apoiar a gestão da manutenção predial com o uso do BIM passaram por processos de validação, hierarquização e, posteriormente, foram correlacionados às principais fases do ciclo de vida da edificação. Com base nessas considerações, foi realizada uma análise que possibilitou a identificação dos requisitos de informação específicos para a manutenção das IFES brasileiras.

4.5.1 Caracterização dos Especialistas e Profissionais

A fase de desenvolvimento se deu com a participação de especialistas e profissionais ligados à gestão da manutenção, que contribuíram para a coleta de dados ao responderem uma série de questionários. A Figura 10 apresenta de forma simplificada a condução dos processos aplicados durante esta fase.

A participação dos especialistas e profissionais ocorreu em três momentos distintos, conforme descrito anteriormente, sendo tratados aqui como etapas: (i) a identificação da necessidade das informações; (ii) a hierarquização dos atributos para IFES; e (iii) a identificação do fluxo de informação no ciclo de vida da edificação.

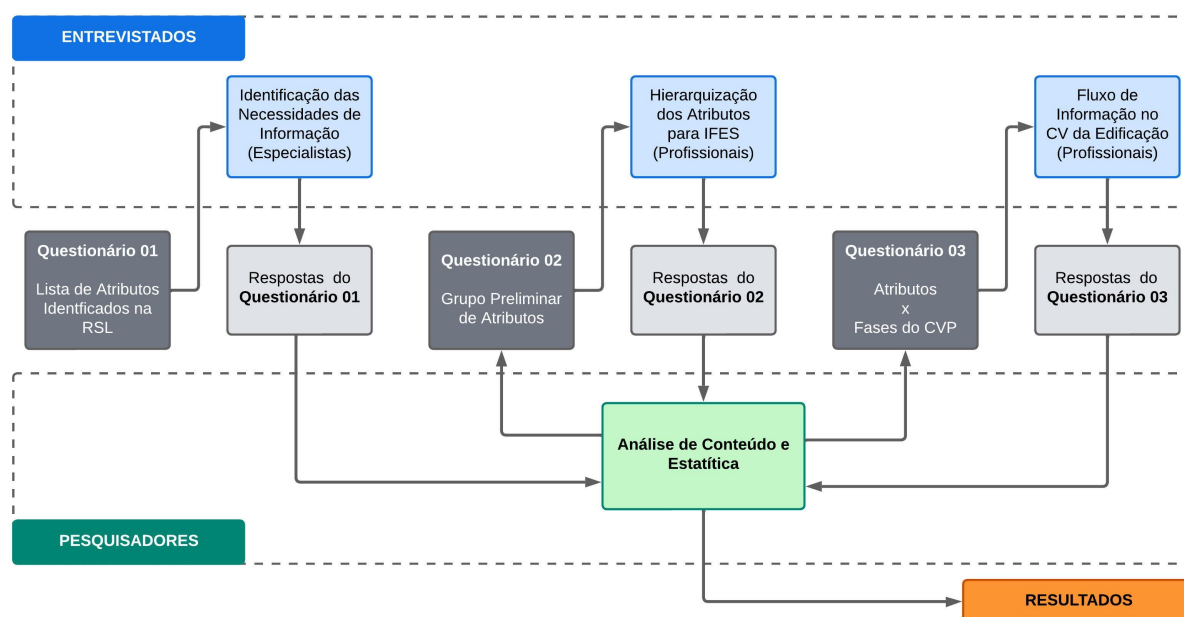


Figura 10 – Condução da fase de desenvolvimento

Fonte: O AUTOR, 2024.

Na etapa de identificação da necessidade de informação (etapa 1), foi realizado um painel de especialistas, composto por professores universitários e pesquisadores com expertise em gestão da manutenção predial. Participaram nove autoridades, vinculadas a universidades brasileiras de diferentes regiões do país.

A seleção desses especialistas ocorreu a partir da análise das grades curriculares de cursos de graduação e pós-graduação na área de AECO em universidades brasileiras. Foram identificados professores que ministravam disciplinas relacionadas ao tema e que desenvolviam estudos nessa linha de pesquisa⁷, os quais foram contatados e convidados a participar da dinâmica.

Nas etapas de hierarquização dos atributos para IFES e do fluxo de informação ao longo do ciclo de vida da edificação (etapas 2 e 3), foram convidados a participar profissionais dos departamentos de manutenção das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras, com experiência em gestão da manutenção.

Atualmente, o Brasil conta com 110 IFES em atividade, sendo 69 Universidades Federais e 41 Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, registrados no Ministério da Educação, e distribuídas pelas 27 Unidades Federativas (UF) do país (Brasil, 2023a). Para essas duas etapas, todas as IFES do país foram convidadas, e os setores de manutenção de cada uma delas foram contatados, sendo solicitada a emissão de uma Carta de Anuência⁸, autorizando a realização da pesquisa nos respectivos setores de manutenção.

⁷ Informação obtida por meio da análise curricular de cada especialista (Currículo Lattes)

⁸ Por se tratar de profissionais vinculados a instituições federais, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP/UFPel) exige a apresentação de uma Carta de Anuência autorizando a participação na pesquisa. O modelo da Carta de Anuência está disponível no Apêndice C.

4.5.2 Identificação da Necessidade de Informações

Na Revisão Sistemática da Literatura, foram identificados, categorizados e tabulados os atributos utilizados em modelos BIM para apoiar a gestão da manutenção em edificações. Com base no padrão COBie, esses atributos foram organizados em grupos de requisitos de informação necessários para dar suporte às práticas de manutenção predial, conforme detalhado na subseção 4.4.2.

Para promover uma análise crítica e priorização dos atributos quanto ao grau de utilidade para o processo de manutenção, os agrupamentos foram submetidos à avaliação de especialistas, com o objetivo de validar sua pertinência e completude.

Nesta etapa, o Painel de Especialistas foi utilizado como ferramenta para captar a opinião de *experts*. Foram convidados a participar professores universitários e pesquisadores com expertise em gestão da manutenção predial. Essa abordagem qualitativa permitiu avaliar e validar o agrupamento proposto, quanto à organização, à integração e à estruturação dos atributos.

O Painel de Especialistas é amplamente reconhecido por sua abordagem colaborativa, reunindo indivíduos capacitados para tratar de questões relevantes ao objetivo da pesquisa (Farias, 2017). O processo de implementação desse painel envolve diversas etapas, que devem ser cuidadosamente planejadas e executadas, conforme descrito por Nogueira; Fuscaldi (2018):

- a) estabelecer o principal objetivo e propósito do painel;
- b) definir os especialistas que participarão do painel;
- c) determinar os papéis dos painelistas;
- d) organizar informações prévias;
- e) apresentar informações complementares e o roteiro dos painéis;
- f) identificar um moderador/facilitador para conduzir o grupo;
- g) consolidar dados e informações coletadas;

De acordo com Marques; Freitas (2018), é recomendado que o número de especialistas consultados seja superior a 10, pois um grupo menor pode comprometer a efetividade do consenso e a relevância das informações obtidas. No entanto, grupos muito grandes, com mais de 30 participantes, podem dificultar a gestão e análise dos dados, além de reduzir a produção de ideias (Osborne et al., 2003; Miranda; Casa Nova; Cornacchione Junior, 2012).

De modo geral, os painéis contam com 10 a 20 especialistas, embora seja viável realizar painéis com mais ou menos participantes, desde que o processo seja bem estruturado (Nogueira; Fuscaldi, 2018).

Para a condução do painel, foi aplicado um questionário semiestruturado, intitulado "Questionário 01", com o objetivo de diagnosticar a relevância dos atributos coletados e avaliar seu grau de importância para a gestão da manutenção predial (Apêndice D).

A aplicação ocorreu de forma *online*, utilizando a ferramenta *LimeSurvey*. Os especialistas avaliaram a pertinência e completude de cada atributo, atribuindo uma pontuação de utilidade com base na Escala Likert de cinco pontos (1 = dispensável, 2 = pouco útil, 3 = neutro, 4 = muito útil e 5 = indispensável).

Segundo Joshi et al. (2015), a Escala Likert é amplamente utilizada em pesquisas para medir atitudes, opiniões e percepções dos participantes, permitindo que os entrevistados expressem seu grau de concordância em relação a uma série de afirmações. A soma das respostas fornece uma medida geral das percepções analisadas em relação ao problema estudado Joshi et al. (2015).

A identificação da necessidade de informações baseou-se nos atributos pontuados com média igual ou superior a 3. A adoção desse critério permitiu selecionar atributos com relevância moderada, evitando que apenas os atributos extremamente úteis fossem considerados, o que poderia reduzir excessivamente a lista e comprometer a quantidade de itens para as fases subsequentes.

Dessa forma, buscou-se equilibrar a abrangência e a profundidade da análise, sem comprometer a qualidade e a aplicabilidade dos atributos na gestão da manutenção das IFES.

Para explorar as variáveis quantitativas, foi empregada a Análise de Frequência, um método estatístico que utiliza medidas descritivas para sintetizar as principais características da distribuição de frequências dos dados (Barbetta, 2024).

Por meio de medidas descritivas clássicas, foi possível identificar os atributos de maior e menor grau de utilidade para a aplicação desejada. Para isso, foram utilizadas a média⁹, a moda¹⁰ e o desvio padrão¹¹ para cada questão avaliada pela Escala Likert.

A média foi utilizada para determinar a importância dos atributos, enquanto o desvio padrão auxiliou na avaliação da consistência das respostas, permitindo verificar se os especialistas estavam alinhados ou apresentavam divergências quanto à utilidade dos atributos. A moda, por sua vez, foi empregada para identificar a resposta mais frequente, oferecendo uma visão adicional sobre a tendência geral entre os especialistas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software *jamovi*¹², verificando a consistência das respostas com o construto pretendido.

No mesmo questionário, os especialistas foram incentivados a avaliar a legitimidade,

⁹Métrica que resume o conjunto de dados de maneira a torná-los mais informativos (Barbetta, 2024).

¹⁰Valor que ocorre com maior frequência em um conjunto de dados (Barbetta, 2024).

¹¹Métrica que fornece informações complementares sobre a consistência dos dados; quanto maior o valor, maior é a dispersão (Barbetta, 2024).

¹²*jamovi* é uma plataforma estatística gratuita e intuitiva, projetada para oferecer os avanços mais recentes em metodologias estatísticas.

precisão, abrangência e completude dos grupos de requisitos apresentados, além de sugerir novos atributos ou ajustes nos agrupamentos existentes.

A participação dos especialistas foi fundamental para validar a relevância e adequação dos atributos de informação no contexto da gestão da manutenção predial, garantindo maior robustez e completude à estrutura proposta e identificando oportunidades de melhorias. Como resultado, foi obtida uma lista genérica de atributos de informação necessários para a gestão da manutenção predial.

Para avaliar a confiabilidade do questionário, foi empregado o teste Alfa de Cronbach, que examina a consistência interna dos fatores extraídos das questões que adotam a Escala Likert (Hora; Monteiro; Arica, 2010). De acordo com os mesmos autores, o coeficiente Alfa de Cronbach varia de 0 a 1, sendo considerado aceitável valores iguais ou superiores a 0,7.

4.5.3 Hierarquização dos Atributos para IFES

Com a aglutinação por similaridade dos atributos validada pelos especialistas, a segunda etapa da fase exploratória adotou uma abordagem quantitativa, que consistiu no desenvolvimento de uma pesquisa por questionário baseada nos resultados da etapa anterior. A lista genérica de atributos foi apresentada no "Questionário 02" (Apêndice E).

O questionário foi estruturado em três seções. A primeira coletou informações sobre o perfil dos participantes, buscando compreender sua atuação profissional, formação e nível de conhecimento em manutenção de IFES. A segunda seção avaliou e hierarquizou os atributos com base em seu grau de importância no contexto da gestão da manutenção dessas instituições. A terceira seção abordou o conhecimento dos participantes sobre BIM e o nível de implantação na instituição em que trabalham.

A aplicação do questionário ocorreu de forma *online*, utilizando a ferramenta *LimeSurvey*. Os participantes classificaram o grau de importância dos atributos em cada grupo de requisitos por meio de uma Escala Likert de cinco pontos (1 = dispensável, 2 = pouco importante, 3 = neutro, 4 = importante, 5 = muito importante).

Para determinar a priorização dos dados, foi adotado um critério de corte com base na média das respostas. Atribuiu-se maior relevância aos atributos classificados como "importante" ou "muito importante", enquanto atributos com pontuação inferior a 4 foram descartados. Essa decisão visou garantir que apenas os atributos com maior impacto na gestão da manutenção predial nas IFES fossem priorizados para incorporação no modelo BIM, otimizando a eficiência e a eficácia do processo.

Embora os atributos classificados como "neutro", "pouco importantes" ou "dispensáveis" não tenham sido priorizados, é importante destacar que, em contextos específicos de operação e manutenção, eles podem apresentar relevância. Esses atributos podem se tornar úteis dependendo das necessidades de cada instituição ou

de aspectos que não foram contemplados pela pesquisa. Contudo, o critério de corte foi aplicado com o objetivo de concentrar a atenção nos aspectos mais críticos para a gestão da manutenção nas IFES.

Os métodos estatísticos descritos na subseção 4.5.2 foram aplicados para determinar a priorização dos dados, hierarquizando os atributos conforme sua relevância para a gestão da manutenção predial em IFES.

Com o auxílio do *jamovi*, foi realizada uma Análise de Frequência para identificar os atributos de maior e menor importância. Foram calculadas a média, moda e desvio padrão, permitindo propor uma lista final de atributos de informação essenciais à gestão da manutenção nas IFES, que deverão ser incorporados ao processo de modelagem BIM das edificações federais de ensino. Essa lista será útil tanto para os departamentos/setores técnicos das IFES quanto para o processo de contratação de projetos junto a terceiros.

Para validar a consistência do questionário, o teste Alfa de Cronbach foi aplicado a fim de avaliar a confiabilidade das respostas obtidas com a Escala Likert.

4.5.3.1 *Caracterização da Amostra dos Profissionais*

A caracterização da amostra de profissionais ocorreu durante a aplicação do "Questionário 02", e envolveu a identificação de aspectos relacionados à distribuição demográfica, com a coleta e organização de dados sobre as características do grupo estudado (experiência, formação, grau de escolaridade e cargo) e sobre o nível de conhecimento dos participantes acerca do BIM.

Distribuição Demográfica

A pesquisa contou com a participação de profissionais com vasta experiência e conhecimento no campo de O&M de edificações pertencentes às IFES. Dois terços dos entrevistados possuíam mais de seis anos de atuação na área de manutenção, sendo que 51,85% estavam na faixa de 6 a 10 anos, e 11,11%, entre 11 e 15 anos. Apenas 3,7% trabalhavam entre 16 e 20 anos, e outros 3,7% possuíam mais de 20 anos de experiência. Por outro lado, 29,63% dos participantes tinham menos de cinco anos de atuação no setor de O&M (Figura 11).

Conforme apresentado na Figura 12, cerca de metade dos profissionais possui formação em engenharia, sendo 37,04% em engenharia civil e 25,93% em outras engenharias. Além disso, 11,11% dos participantes são arquitetos. Quanto ao nível de escolaridade, 55,56% dos entrevistados têm alguma especialização, 22,22% possuem mestrado, e apenas 7,41% possuem doutorado.

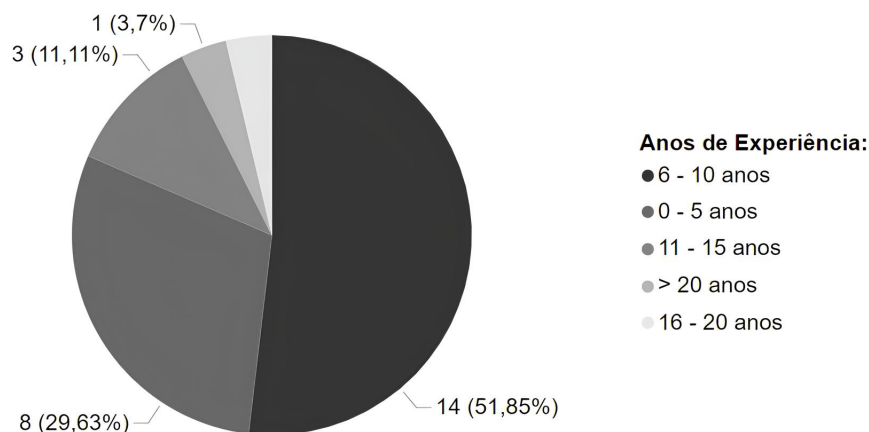


Figura 11 – Tempo de experiência em manutenção predial dos profissionais
Fonte: O AUTOR, 2024.

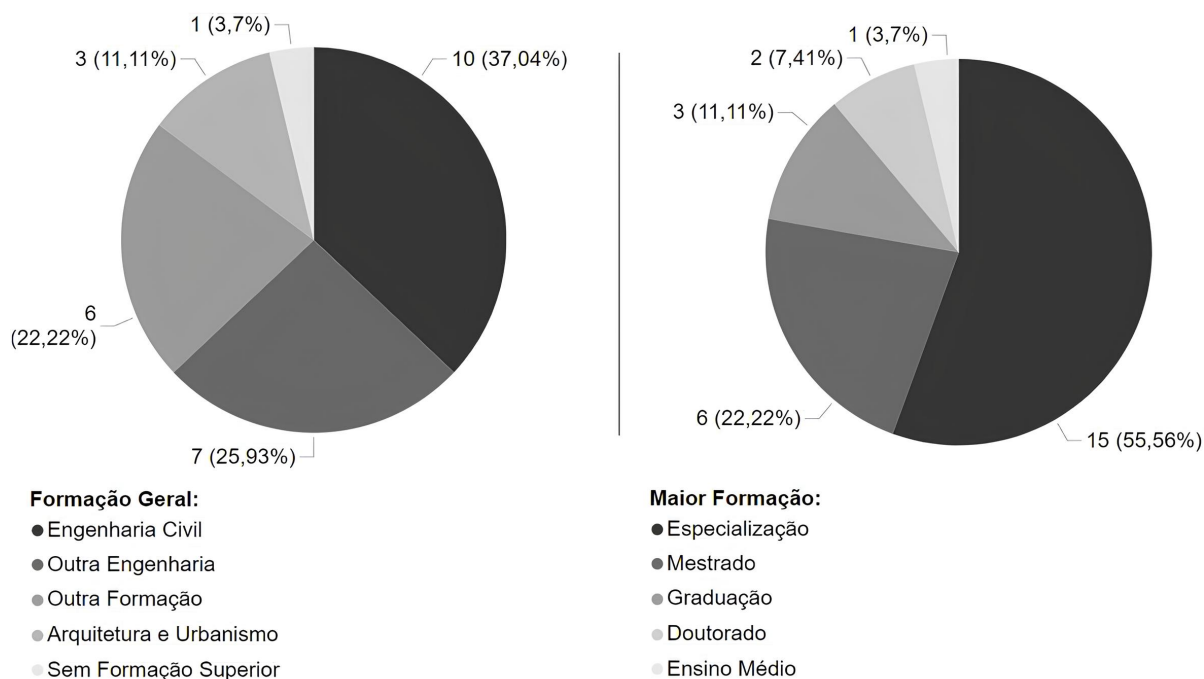


Figura 12 – Formação profissional e grau de escolaridade
Fonte: O AUTOR, 2024.

Os participantes também indicaram o cargo que ocupam no setor de manutenção. Entre eles, 40,74% declararam ser chefes do departamento de manutenção. Outros 11,11% atuam como arquitetos, engenheiros de manutenção ou engenheiros eletricitas, enquanto os demais assumem outras funções, conforme ilustrado na Figura 13.

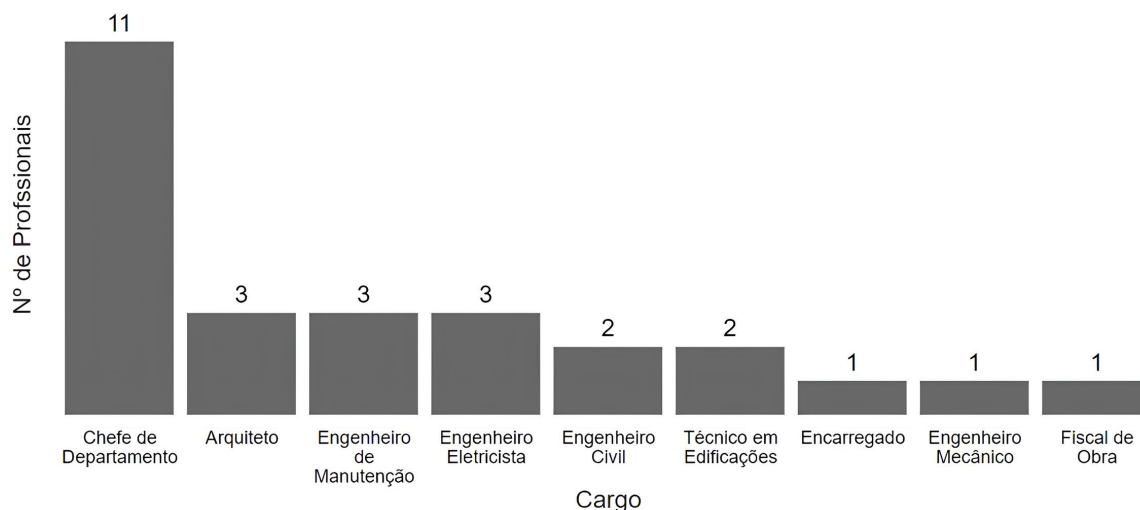


Figura 13 – Cargo de ocupação no setor de manutenção da IFES
Fonte: O AUTOR, 2024.

Situação Atual do BIM

Para compreender o nível de conhecimento dos participantes sobre BIM, foi solicitado que indicassem seu grau de familiaridade com o tema. A maioria relatou ter baixo conhecimento (59,26%), 25,93% declararam nível intermediário, e 14,81% afirmaram não possuir nenhum entendimento (Figura 14). Nenhum participante afirmou ter alto nível de conhecimento ou ser especialista.

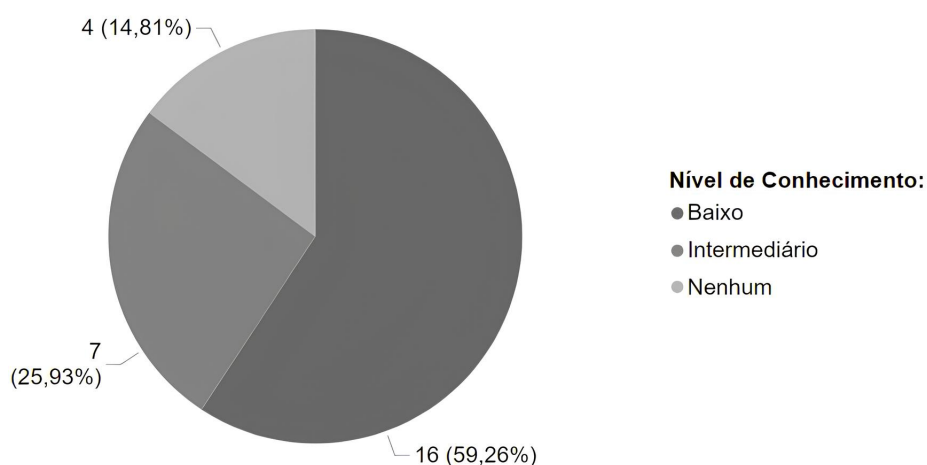


Figura 14 – Nível de entendimento referente ao BIM
Fonte: O AUTOR, 2024.

A Figura 15 apresenta o nível de conhecimento dos entrevistados sobre o Decreto nº 10.306. Entre eles, 44,44% reportaram conhecimento baixo, 37,04% intermediário, 14,81% nenhum, e apenas 3,7% declararam ter alto nível de entendimento. Mais uma vez, nenhum dos profissionais se identificou como especialista.

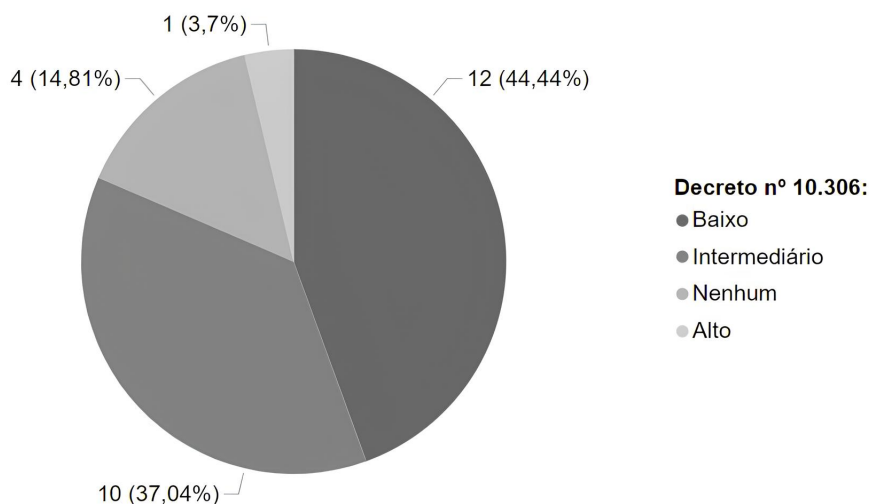


Figura 15 – Nível de conhecimento do Decreto nº 10.306
Fonte: O AUTOR, 2024.

Sobre a utilização prática do BIM, 62,96% afirmaram nunca ter usado a metodologia, enquanto 37,04% declararam já ter utilizado. Por fim, os participantes indicaram se o setor de manutenção das IFES em que atuam faz uso do BIM: 81,48% responderam negativamente, enquanto apenas 18,52% confirmaram sua utilização, conforme mostrado na Figura 16.

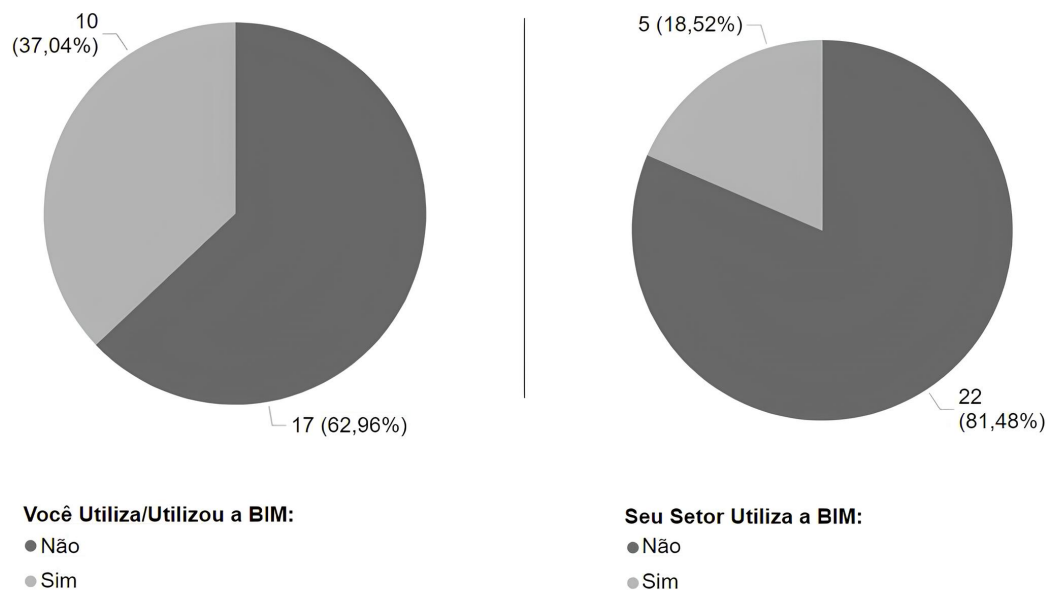


Figura 16 – Uso do BIM pelo profissional e na IFES
Fonte: O AUTOR, 2024.

4.5.4 Identificação do Fluxo de Informação no Ciclo de Vida da Edificação

Estabelecer a relação entre os atributos necessários para dar suporte à gestão da manutenção predial e as diferentes fases do ciclo de vida da edificação, para a

obtenção desses dados, é de suma importância, principalmente no caso de edificações públicas.

Com base nas respostas obtidas no Questionário 02, no qual foram hierarquizados os atributos dos grupos de requisitos de informação conforme seu grau de importância, a pesquisa avançou para estabelecer a relação entre os principais atributos determinados e as diferentes fases do ciclo de vida de uma edificação, desde a concepção até as fases de operação e manutenção.

Para alcançar esse nível de correlação, foi apresentado aos mesmos profissionais respondentes do Questionário 02, o "Questionário 03", contendo uma matriz de comparação que relaciona os principais atributos hierarquizados com as fases do ciclo de vida, para sua avaliação (Apêndice F).

A aplicação dos questionários ocorreu de forma *online* com o auxílio da ferramenta *LimeSurvey*. Foram consideradas quatro principais fases, a saber:

- a) Anteprojeto: Fase inicial de concepção, onde são definidos os objetivos e soluções preliminares do projeto;
- b) Projeto: Fase de elaboração e detalhamento do projeto, que combina o Projeto Básico e Executivo, servindo como base para a construção;
- c) Execução e Pré-operação: Fase de construção da edificação, que inclui a implementação dos projetos e a realização de testes nos sistemas antes da ocupação;
- d) Operação e Manutenção: Fase dedicada ao uso da edificação, compreende a gestão dos espaços e instalações e as atividades de conservação e melhoria.

Mais uma vez, a Análise de Frequência foi aplicada para indicar quais atributos listados estão melhor associados às fases do ciclo de vida da edificação, utilizando a moda e o desvio padrão como parâmetros de referência, com os valores das análises estatísticas obtidos por meio da ferramenta *jamovi*.

Essa etapa da pesquisa auxiliou na identificação das fases em que a captura dos atributos é mais crítica e necessária para uma gestão eficiente da manutenção, possibilitando evitar a perda de dados gerados ao longo do ciclo de vida da edificação e reduzindo o carregamento excessivo de informações no modelo, o que impediria a inclusão de dados desnecessários para o processo de O&M.

Esse entendimento é de grande importância na busca pela implementação eficaz de BIM nas IFES, garantindo que os modelos criados atendam às necessidades de manutenção de forma integrada e eficiente.

Contribui também para a compreensão do fluxo das informações necessárias para uma gestão eficiente da manutenção, colaborando para a identificação dos atores responsáveis por alimentar o modelo BIM com dados semânticos, o momento em que essas informações devem ser aplicadas no modelo e quando devem ser atualizadas.

Para examinar a confiabilidade dos fatores extraídos das questões, o teste alfa de Cronbach foi mais uma vez utilizado.

4.5.5 Aspectos Ético-legais

Considerando as características desta fase do trabalho, foram observados aspectos ético-legais relacionados à pesquisa envolvendo seres humanos. Assim, o projeto foi submetido à Plataforma Brasil (Anexo A) e, previamente, avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Pelotas, sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética nº 75117123.3.0000.5313 (Anexo B).

Todas as etapas que envolveram seres humanos seguiram rigorosamente os princípios éticos estabelecidos pela Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, que regulamenta as pesquisas com seres humanos em nível nacional (Brasil, 1996).

Foi utilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndices G, H, I), que foi apresentado aos participantes antes da realização das atividades. Os participantes foram devidamente informados sobre a pesquisa e convidados a participar, com liberdade para recusarem o convite. A participação na pesquisa foi confirmada por meio da assinatura do TCLE.

Durante a coleta de dados, foi fornecido aos respondentes (especialistas e profissionais) um roteiro específico para cada um dos métodos utilizados ao longo da pesquisa, tanto para os especialistas quanto para os profissionais da área de gestão da manutenção.

4.5.6 Requisitos de Informação para Manutenção de IFES

A identificação, hierarquização e definição do fluxo de informação dos principais atributos empregados em modelos BIM, utilizados na fase de Operação e Manutenção, resultaram em uma lista genérica de requisitos de informação sobre manutenção. Este conjunto foi desenvolvido para apoiar as equipes responsáveis pela gestão da manutenção de prédios públicos vinculados a Instituições Federais de Ensino Superior.

Essa lista serve como base de conhecimento para o desenvolvimento de modelos BIM e para a automação da troca de informações ao longo de todas as fases do ciclo de vida de uma edificação, promovendo a eficiência do modelo, especialmente durante a fase de operação e manutenção.

4.5.6.1 Definição do Objeto de Troca

A análise aprofundada de conteúdo revelou as informações mais relevantes para a gestão da manutenção nas IFES, destacando a importância de alcançar a interoperabilidade. Isso representa uma oportunidade para garantir uma operação eficiente, considerando que a manutenção é uma etapa fundamental no gerenciamento

de instalações.

Nesse contexto, o desenvolvimento de um processo que identifique e facilite a troca de informações, utilizando um formato de dados aberto, permite formalizar os dados essenciais para a gestão das instalações (Matarneh et al., 2020).

O padrão *Industry Foundation Classes* (IFC) foi utilizado para exemplificar essa estruturação hierárquica dos grupos de requisitos, organizando entidades e propriedades relevantes de forma clara e sistemática, o que facilita o gerenciamento de informações. O uso do IFC possibilita a transferência consistente de informações entre diferentes plataformas e sistemas, facilitando a análise, a gestão e a tomada de decisões relacionadas à manutenção no gerenciamento das instalações (Sadeghi, 2019b).

No que diz respeito a padrões de troca, o grupo de requisitos de informação também se apresenta como uma alternativa para otimizar o uso do COBie na gestão da manutenção, ao identificar e priorizar os atributos essenciais a serem incluídos na planilha COBie.

Reconhecido como um formato estruturado e simples para troca de informações pelas equipes de *Facility Management*, o COBie organiza dados não geométricos das instalações por meio de uma planilha neutra (Thabet; Lucas; Johnston, 2016). Entretanto, devido ao grande volume de informações que a planilha pode conter, a especificação das saídas de dados direcionadas para a gestão da manutenção potencializa a troca contínua de informações.

4.5.6.2 Vinculação dos Atributos

Modelos BIM gerados podem encapsular uma série de detalhes e informações que, de forma intuitiva, permitem o acesso a dados históricos das atividades de manutenção predial, representando uma oportunidade significativa para aprimorar a gestão da manutenção em diversas edificações (Meadati, 2009).

No entanto, a importação automatizada de informações armazenadas em planilhas eletrônicas e arquivos físicos para modelos existentes ainda é um desafio (Chang; Dzung; Wu, 2018). Por esse motivo, a entrada manual de dados continua sendo necessária, gerando consumo de tempo e esforço.

Para ampliar a aplicabilidade prática dos requisitos de informação apresentados, foi desenvolvida uma automação para a inserção dos atributos de manutenção identificados em modelos digitais existentes.

A vinculação foi implementada utilizando o Autodesk Revit, uma das principais ferramentas de autoria BIM, em conjunto com o Dynamo, uma plataforma de programação visual que funciona como complemento ao Revit, ampliando suas funcionalidades paramétricas.

A programação visual desenvolvida fez uso de pacotes existentes, projetados para

uso no ambiente Dynamo. Um pacote pode ser definido como um conjunto de nós personalizados que estende as funcionalidades do Dynamo (Dynamo, 2024).

Para a criação da rotina de vinculação, foram utilizados materiais disponibilizados no próprio ambiente Dynamo, incluindo uma série de nós e pacotes, todos de uso livre. Além disso, foram desenvolvidos nós personalizados por meio da linguagem de programação *Python*^{TM13}.

Os *scripts* desenvolvidos viabilizaram a integração entre o modelo digital 3D e os atributos de manutenção previamente identificados. Essa integração tende a permitir consultas intuitivas às informações e aos históricos das atividades de manutenção predial, potencializando a aplicação do BIM na fase de O&M.

4.6 Fase de Proposição

Na fase de proposição, o objetivo principal da pesquisa foi responder à pergunta central, apresentando um modelo genérico de requisitos de informação a ser incorporado ao modelo BIM para apoiar o processo de manutenção das edificações das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Para tanto, foi realizada uma avaliação crítica, reflexão e aprimoramento do modelo, propondo diretrizes que possam atender a esse objetivo.

Nesta fase, foi realizada a etapa de explicitação das aprendizagens, garantindo que a pesquisa possa ser utilizada como referência e subsídio para a geração de conhecimento, tanto no âmbito prático quanto teórico (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015). Concluída a pesquisa, é fundamental aplicar a etapa de comunicação dos resultados para disseminar o conhecimento gerado e contribuir para o avanço do campo de estudo, encerrando, assim, todas as etapas propostas na DSR (Dresch; Lacerda; Antunes, 2015).

4.6.1 Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES

Após uma análise aprofundada do modelo preliminar, com base nos resultados obtidos e na comparação com evidências encontradas na literatura, buscou-se o refinamento do modelo. O objetivo foi identificar o nível de aplicabilidade e as modificações necessárias na lista de requisitos de informação para alcançar o objetivo proposto.

A caracterização das informações necessárias para dar suporte à manutenção das edificações das IFES, juntamente com o entendimento sobre a troca de informações ao longo do ciclo de vida da edificação e a aplicação da interoperabilidade entre

¹³*Python*TM é uma linguagem de programação de código aberto, amigável, versátil e de fácil aprendizagem, conhecida por sua sintaxe clara e objetiva, sendo amplamente usada em diversas áreas de desenvolvimento (Python, 2024).

ferramentas BIM, permite avançar nos estudos para a identificação desses grupos de requisitos de manutenção já na etapa de licitação de projetos de obras públicas, tornando-se um importante termo de referência.

Ao estabelecer claramente as atribuições e responsabilidades do contratado no contrato, independentemente do regime de execução, a operação e manutenção de prédios públicos ocorrerão de forma organizada, tendo como base um repositório de informações relevante.

Como resultado dessas análises e modificações, foi elaborado o Modelo de Requisitos de Informação para Manutenção, o qual pode ser incorporado a projetos desenvolvidos em BIM, tanto novos quanto existentes, em Instituições Federais de Ensino Superior.

4.6.2 Diretrizes para Organização e Incorporação de Informações em Modelos BIM para Apoiar a Gestão da Manutenção de Edificações das IFES

Este documento apresenta as diretrizes para a implementação consciente e efetiva da Gestão da Manutenção com base em um modelo BIM. As diretrizes foram formuladas a partir dos resultados desta pesquisa, seguindo as seguintes premissas:

- a) compreensão dos atributos necessários para o processo de manutenção;
- b) entendimento do fluxo de informação para manutenção ao longo do ciclo de vida do projeto;
- c) identificação dos atores envolvidos e suas responsabilidades em relação ao modelo BIM no contexto estudado;
- d) padronização dos requisitos de informação para manutenção a serem incorporados ao modelo BIM;
- e) potencialização da interoperabilidade por meio de um formato aberto que permita a formalização das informações para fins de gestão da manutenção;
- f) contribuir com o BIM Mandate nacional.

5 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

5.1 Fase Exploratória

Na fase exploratória, foram identificados os atributos relacionados à manutenção, que foram organizados em grupos de requisitos de informação. Esses agrupamentos passaram por processos de validação, hierarquização e foram posteriormente correlacionados às principais fases do ciclo de vida da edificação.

5.2 Identificação e Organização dos Atributos de Manutenção

Nesta fase do estudo, os atributos relacionados a modelos BIM, identificados e coletados em pesquisas anteriores, foram organizados em uma matriz para comparação. O objetivo era analisar as frequências de ocorrência desses atributos e identificar semelhanças entre os diversos elementos mapeados, visando apoiar a prática de gestão da manutenção (GM) no contexto BIM.

Os atributos coletados na RSL representam características individuais que contribuem para a descrição e representação dos elementos de manutenção em um modelo BIM. Para facilitar a análise, esses atributos foram distribuídos em grupos com base em requisitos previamente estabelecidos.

O processo de agrupamento consistiu em combinar atributos com características semelhantes. Os grupos resultantes foram organizados em 18 categorias, conforme o padrão COBie, ilustrado na Figura 3.

Ao todo, foram coletados 2602 atributos, distribuídos nos grupos preestabelecidos para dar início a um processo de filtragem. Esse refinamento foi conduzido em 11 etapas sucessivas.

Para ilustrar o processo de refinamento aplicado, apresenta-se o caso dos atributos 'Caixa postal', 'Cidade', 'Código postal', 'País', 'Região/estado' e 'Rua', inicialmente listados separadamente, que foram unificados e consolidados no atributo único denominado 'Endereço'.

Ao final do processo, restaram 187 atributos. O resultado desta etapa foi a criação de uma lista genérica de atributos para modelos BIM, destinados a apoiar a prática de GM, agrupados de acordo com sua similaridade. A lista consolidada é apresentada no

Quadro 6.

Quadro 6 – Lista dos atributos extraídos da RSL

(continua)

Categoria	Atributo
Contato	Informações pessoais; Informações de contato; Endereço; Empresa; Departamento; Categoria do contato; Código da organização
Instalação	Nome da instalação; Descrição da instalação; Categoria da instalação; Descrição do projeto; Estágio da instalação; Descrição do local; Tipo da instalação; Código da instalação; Especificações da construção; Zona; Foto da instalação; Eficiência energética; Níveis de ocupação; Número de andares; Número de espaços; Área da instalação; Unidades de medida; Classificação do estado atual; Tipo de estrutura; Componentes da instalação
Andar	Nome do andar; Descrição do andar; Categoria do andar; Localização do andar; Código do andar; Altura do andar; Elevação; Componentes no andar
Espaço	Nome do espaço; Descrição do espaço; Categoria do espaço; Classificação do espaço; Função do espaço; Localização do espaço; Nome do andar; Tipo do espaço; Foto do espaço; Código do espaço; Tag da sala; Dimensões do espaço; Padrão de ocupação; Planejamento espacial; Função dos ocupantes; Status de ocupação; Importância do espaço; Componentes no espaço; N° de componentes
Zona	Nome da zona; Descrição da zona; Categoria da zona; Classificação da zona; Localização da zona; Nome dos espaços; Espaços associados; Código da zona
Tipo	Nome do tipo; Descrição do tipo; Categoria do tipo; Classe; Marca; Modelo; Tipo de ativo; Tipo de sistema; Grupo do tipo; Características; Imagem do tipo; Dimensões do tipo; Material; Cor; Potência; Constituintes; Utilidade do ativo; Funcionamento do ativo; Unidade de duração; Vida útil estimada; Código do tipo; Número do modelo; Referência do modelo; Importância do ativo
Componente	Nome do componente; Descrição do componente; Nome do tipo; Classificação do componente; Composição do componente; Foto do componente; Tipo de componente; Anomalias; Código de desempenho; Status do componente; Funcionalidade; Localização da falha; Grau de deteriorização; Código de barras; Identificador do tipo; Etiqueta do componente; Número da tag; Número de série; Número do modelo; Dimensões do componente; Tensão do componente; Localização do componente; Identificação de sensor

Quadro 6 – Lista dos atributos extraídos da RSL

(continuação)

Categoria	Atributo
Sistema	Nome do sistema; Descrição do sistema; Categoria do sistema; Código do sistema; Componentes associados; Nomes dos componentes; Tipo de sistema
Montagem	Nome da montagem; Descrição da montagem; Nome da planilha; Dados de fabricação; Nome da origem; Nome do herdeiro; Número da peça
Conexão	Nome da conexão; Descrição da conexão; Nome da planilha; Nome da linha; Elemento realizando; Sistemas associados; Tipo da conexão
Reposição	Nome da reposição; Descrição da reposição; Categoria da reposição; Nome do tipo; Número da peça; Número do conjunto
Recurso	Nome do recurso; Descrição do recurso; Categoria do recurso; Imagem do recurso; Tipo de recurso; Código do recurso
Tarefa	Nome da tarefa; Descrição da tarefa; Categoria da tarefa; Código da tarefa; Tipo de tarefa; Localização da tarefa; Início; Status da tarefa; Nome do recurso utilizado
Impacto	Nome do impacto; Descrição do impacto; Nome da planilha; Nome da linha; Componentes afetados; Locais atendidos pelo ativo impactado; Número da tarefa; Tipo de impacto
Documento	Nome do documento; Descrição do documento; Categoria do documento; Estágio; Link para acesso ao documento; Nome da planilha; Nome da linha
Atributo	Nome do atributo; Descrição do atributo; Categoria do atributo; Nome da planilha; Nome da linha; Unidade; Valor; Valores permitidos; Referência
Coordenada	Nome da coordenada; Categoria da coordenada; Nome da planilha; Nome da linha; Coordenadas; Eixo de rotação
Problema	Nome do problema; Descrição do problema; Tipo do problema; Nome da planilha; Nome da linha; Proprietário

Fonte: O AUTOR, 2023.

5.3 Identificação da Necessidade de Informações

Conforme detalhado na subseção 4.5.2, a partir do agrupamento de atributos, esses foram submetidos à análise de especialistas (*experts*) na área de manutenção predial, com o objetivo de validar essa estruturação.

A validação da lista de atributos de modelos BIM para gestão de manutenção foi realizada por meio de um levantamento, no qual questionários digitais foram enviados por e-mail ao grupo de especialistas. Os atributos foram divididos e apresentados no questionário conforme os grupos pré-estabelecidos (18 categorias).

Nesta pesquisa, foram convidados 22 especialistas de diferentes universidades brasileiras, dos quais 13 aceitaram participar. Contudo, apenas 9 concluíram todas as

etapas estabelecidas.

A aplicação do questionário ocorreu de forma *online*, utilizando a ferramenta *LimeSurvey*, no período de 13/07/2024 a 06/08/2024. Para os especialistas que aceitaram o convite, mas não responderam à pesquisa após 15 dias do envio, foram encaminhados dois e-mails reforçando o convite.

Os especialistas avaliaram o grau de utilidade de cada atributo utilizando uma escala Likert, conforme caracterizado na subseção 4.5.2. Durante a análise de frequência, foram estabelecidos limites mínimos para validação dos atributos: média superior a 3, moda igual ou superior a 3 e desvio padrão inferior a 1, garantindo a consistência dos dados. Todos os 187 atributos atenderam a esses critérios, apresentando uma média geral de 4,24, moda igual a 5 e desvio padrão de 0,70.

De modo geral, os especialistas consideraram o conjunto de atributos apresentado satisfatório em termos de pertinência e completude. Durante o processo de análise, não foram sugeridas adições de novos atributos aos agrupamentos, tampouco reorganizações nos dados.

A consistência interna do questionário foi avaliada por meio do coeficiente alfa de Cronbach, que atingiu o valor de 0,988 para as questões apresentadas, sendo considerado na literatura que o valor mínimo aceitável é 0,70¹.

O produto final dessa etapa foi a validação de todos os atributos extraídos da RSL contidos na lista apresentada (Quadro 6), consolidando-a em um conjunto preliminar de atributos e suas respectivas categorias.

5.4 Hierarquização dos Atributos para IFES

Após estabelecer o grupo preliminar de atributos considerando sua utilidade para a manutenção predial, buscou-se identificar os atributos mais relevantes para a gestão das instalações das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES).

Para hierarquizar as informações necessárias ao suporte da gestão de manutenção nas IFES, um novo questionário foi aplicado, direcionado a profissionais responsáveis pela manutenção nessas instituições.

Foram convidados os setores responsáveis pela manutenção predial das 110 IFES brasileiras, obtendo uma resposta positiva de 23 instituições. Para aquelas que não responderam ao convite inicial, foram realizadas três tentativas adicionais de contato. Das instituições que forneceram o parecer positivo, 16 são universidades federais e 7 são institutos federais de ensino, conforme apresentado no Quadro 7.

¹(Hora; Monteiro; Arica, 2010).

Quadro 7 – Instituições Federais de Ensino Superior participantes

Institutos Federais	
IFES Participantes	Cidade/UF
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia	Salvador/BA
Instituto Federal Farroupilha	Santa Maria/RS
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão	São Luís/MA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba	João Pessoa/PB
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco	Recife/PE
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul	Bento Gonçalves/RS
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense	Pelotas/RS
Universidades Federais	
IFES Participantes	Cidade/UF
Universidade Federal de Rio Grande	Rio Grande/RS
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco	Garanhuns/PE
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	Porto Alegre/RS
Universidade Federal Fluminense	Niterói/RJ
Universidade Federal da Fronteira Sul	Chapecó/SC
Universidade Federal do Oeste do Pará	Santarém/PA
Universidade Federal de Pelotas	Pelotas/RS
Universidade Federal de Rondonópolis	Rondonópolis/MT
Universidade Federal do Rio de Janeiro	Rio de Janeiro/RJ
Universidade Federal do Sul da Bahia	Itabuna/BA
Universidade Federal de Santa Catarina	Florianópolis/SC
Universidade Federal de Santa Maria	Santa Maria/RS
Universidade Federal de Uberlândia	Uberlândia/MG
Universidade Federal de Viçosa	Viçosa/MG
Universidade Federal da Integração Latino-Americana	Foz do Iguaçu/PR
Universidade Federal do Pampa	Bagé/RS

Fonte: O AUTOR, 2024.

A fim de garantir a participação de um número representativo de profissionais envolvidos na gestão da manutenção das Instituições Federais de Ensino Superior selecionadas, foram convidados a participar todos os profissionais relacionados ao processo de manutenção de cada uma das IFES.

A aplicação do questionário ocorreu de forma *online*, com envio por e-mail aos setores responsáveis participantes. Ao todo, foram coletadas 27 respostas entre o período de 16/08/2024 e 10/09/2024.

O questionário continha o conjunto preliminar de atributos, que foi avaliado pelos profissionais quanto ao grau de importância. Utilizando a Escala Likert (subseção 4.5.3),

cada atributo foi analisado em relação ao valor gerado para a gestão da manutenção das IFES brasileiras.

As respostas coletadas foram analisadas com o software *jamovi*, e os atributos foram selecionados com base nos seguintes critérios na Análise de Frequência: média igual ou superior a 4 (importante a muito importante), moda igual ou superior a 4 e desvio padrão inferior a 1, assegurando a consistência dos dados. Ao término do processo de análise e refinamento, permaneceram 122 atributos, que apresentaram média geral de 4,30, moda igual a 4 e desvio padrão médio de 0,71.

Como resultado dessa hierarquização, foi obtida uma lista final de atributos de informação para modelos BIM, destinados a apoiar a prática de gestão da manutenção nas edificações pertencentes às IFES (Quadro 8).

Quadro 8 – Lista final de atributos de informação para modelos BIM (continua)

Categoria	Atributo
Contato	Informações de contato; Categoria do contato
Instalação	Nome da instalação; Descrição da instalação; Categoria da instalação; Descrição do projeto; Estágio da instalação; Descrição do local; Tipo da instalação; Especificações da construção; Área da instalação; Unidades de medida; Classificação do estado atual; Tipo de estrutura; Componentes da instalação
Andar	Nome do andar; Descrição do andar; Localização do andar; Componentes no andar
Espaço	Nome do espaço; Descrição do espaço; Categoria do espaço; Função do espaço; Localização do espaço; Nome do andar; Tipo do espaço; Dimensões do espaço; Padrão de ocupação; Importância do espaço; Componentes no espaço
Zona	Nome da zona
Tipo	Nome do tipo; Descrição do tipo; Categoria do tipo; Classe; Marca; Modelo; Tipo de ativo; Tipo de sistema; Características; Dimensões do tipo; Material; Potência; Funcionamento do ativo; Importância do ativo
Componente	Nome do componente; Descrição do componente; Nome do tipo; Classificação do componente; Composição do componente; Tipo de componente; Anomalias; Status do componente; Funcionalidade; Localização da falha; Grau de deterioração; Dimensões do componente; Tensão do componente; Localização do componente; Identificação de sensor
Sistema	Nome do sistema; Descrição do sistema; Categoria do sistema; Componentes associados; Nomes dos componentes; Tipo de sistema
Montagem	Nome da montagem; Descrição da montagem; Nome da planilha; Dados de fabricação

Quadro 8 – Lista final de atributos de informação para modelos BIM

(continuação)

Categoria	Atributo
Conexão	Nome da conexão; Descrição da conexão; Nome da planilha; Nome da linha; Elemento realizando; Sistemas associados; Tipo da conexão
Reposição	Nome da reposição; Descrição da reposição; Categoria da reposição; Nome do tipo; Número da peça; Número do conjunto
Recurso	Nome do recurso; Descrição do recurso; Categoria do recurso; Tipo de recurso
Tarefa	Nome da tarefa; Descrição da tarefa; Categoria da tarefa; Tipo de tarefa; Localização da tarefa; Início; Status da tarefa; Nome do recurso utilizado
Impacto	Nome do impacto; Descrição do impacto; Componentes afetados; Locais atendidos pelo ativo impactado; Número da tarefa; Tipo de impacto
Documento	Nome do documento; Descrição do documento; Categoria do documento; Estágio; Link para acesso ao documento; Nome da planilha
Atributo	Nome do atributo; Descrição do atributo; Categoria do atributo; Unidade; Valor; Valores permitidos; Referência
Coordenada	Nome da coordenada; Categoria da coordenada; Coordenadas; Eixo de rotação
Problema	Nome do problema; Descrição do problema; Tipo do problema; Proprietário

Fonte: O AUTOR, 2024.

Com base nos critérios estatísticos predefinidos, foram excluídos 65 atributos. Entre eles, todos apresentaram média e moda iguais ou superiores a 3. Destes, 56 não atingiram o ponto de corte para a média (igual ou superior a 4) e 9 superaram o ponto de corte para a média, mas apresentaram desvio padrão maior que 1. O Quadro 9 detalha os atributos excluídos durante o processo.

Quadro 9 – Lista dos atributos excluídos

Categoria	Atributo
Contato	Informações pessoais; Endereço; Empresa; Departamento; Código da organização
Instalação	Código da instalação; Zona; Foto da instalação; Eficiência energética; Níveis de ocupação; Número de andares; Número de espaços
Andar	Categoria do andar; Código do andar; Altura do andar; Elevação
Espaço	Classificação do espaço; Foto do espaço; Código do espaço; Tag da sala; Planejamento espacial; Função dos ocupantes; Status de ocupação; N° de componentes
Zona	Descrição da zona; Categoria da zona; Classificação da zona; Localização da zona; Nome dos espaços; Espaços associados; Código da zona
Tipo	Grupo do tipo; Imagem do tipo; Cor; Constituintes; Utilidade do ativo; Unidade de duração; Vida útil estimada; Código do tipo; Número do modelo; Referência do modelo
Componente	Foto do componente; Código de desempenho; Código de barras; Identificador do tipo; Etiqueta do componente; Número da tag; Número de série; Número do modelo
Sistema	Código do sistema
Montagem	Nome da origem; Nome do herdeiro; Número da peça
Recurso	Imagem do recurso; Código do recurso
Tarefa	Código da tarefa
Impacto	Nome da planilha; Nome da linha
Documento	Nome da linha
Atributo	Nome da planilha; Nome da linha
Coordenada	Nome da planilha; Nome da linha
Problema	Nome da planilha; Nome da linha

Fonte: O AUTOR, 2024.

A confiabilidade dos fatores extraídos das questões foi avaliada pelo coeficiente alfa de Cronbach, que apresentou o valor de 0,990, indicando uma consistência interna do questionário muito boa.

Embora não haja a participação de instituições de todas as UFs, acredita-se que essa situação não representa uma limitação para a pesquisa, pois há uma grande abrangência de diferentes estados e regiões. Além disso, nada impede a expansão do estudo, possibilitando a ampliação do escopo da pesquisa e a inclusão de instituições de outras regiões em trabalhos futuros.

5.5 Identificação do Fluxo de Informação no Ciclo de Vida da Edificação

Estudar e entender o gerenciamento das informações a partir do ciclo de vida da edificação ajuda a rastrear as informações do projeto e melhorar a operação e manutenção continuamente, especialmente em edifícios públicos.

Com o conjunto genérico de requisitos de informação estabelecido, uma nova etapa da pesquisa foi realizada, conforme caracterizado na subseção 4.5.4. Os 27 profissionais que participaram da etapa anterior de levantamento foram convidados a responder a este questionário, dos quais 19 concluíram sua participação. Para os profissionais que não responderam, foram realizadas até três tentativas adicionais de convite.

A aplicação do questionário ocorreu de forma *online*, utilizando a plataforma *LimeSurvey*, com envio por e-mail aos setores responsáveis. As respostas foram coletadas no período de 25/09/2024 a 14/10/2024.

O questionário apresentou o conjunto genérico de requisitos de informação, solicitando aos profissionais que correlacionassem, em uma matriz comparativa, os 122 atributos às fases do ciclo de vida da edificação: Anteprojeto, Projeto, Execução e Pré-operação, e Operação e Manutenção.

As respostas coletadas foram analisadas estatisticamente, considerando a Análise de Frequência para estabelecer a fase mais adequada para cada atributo. A moda foi utilizada como critério principal para determinar essa correlação e o desvio padrão para analisar a consistência das respostas. A Figura 17 apresenta a quantidade de atributos associados a cada fase, com mais detalhes disponíveis no Apêndice J.

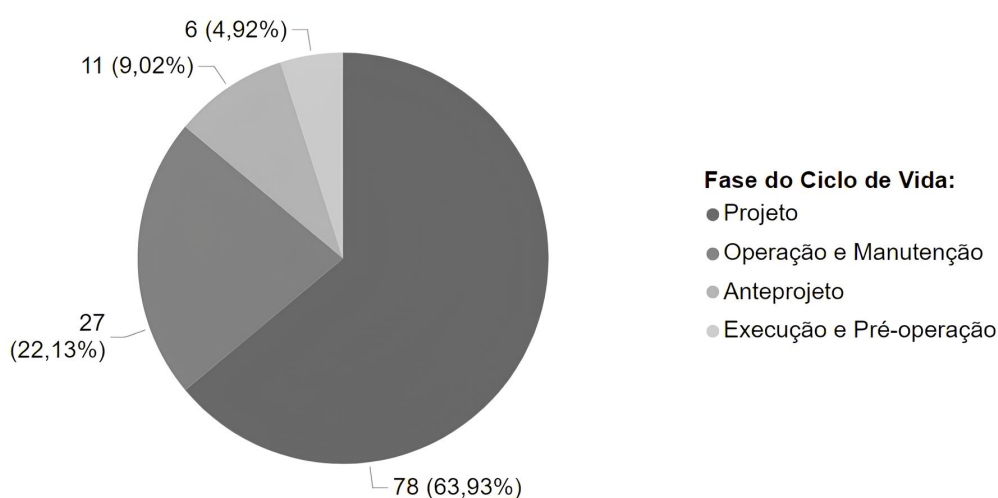


Figura 17 – Número de atributos por fase do ciclo de vida da edificação

Fonte: O AUTOR, 2024.

Para os atributos que apresentaram mais de uma moda (seis atributos), foi

considerada apenas a fase mais anterior do ciclo de vida. Essa escolha se fundamenta na premissa de que, quanto mais cedo os dados forem capturados, maior será a eficácia do processo (Quadro 10).

Quadro 10 – Atributos com mais de uma moda

Grupo	Atributos	Fases
Instalação	Descrição do local	Anteprojeto - Projeto
Impacto	Nome do impacto	Projeto - Execução e Pré-operação - O&M
	Descrição do impacto	Projeto - O&M
	Componentes afetados	Projeto - Execução e Pré-operação
	Locais atendidos pelo ativo	Projeto - O&M
Documento	Estágio	Projeto - Execução e Pré-operação - O&M

Fonte: O AUTOR, 2024.

Este estudo visou facilitar a colaboração contínua entre equipes de projeto, construção, operação e manutenção, além de demais partes interessadas. Adicionalmente, buscou contribuir para o uso do BIM pelas IFES no gerenciamento de projetos ao longo do ciclo de vida dos edifícios, visando uma gestão de manutenção mais eficiente.

5.6 Requisitos de Informação para Manutenção de IFES

Após a análise das respostas obtidas durante a fase exploratória e o refinamento das informações coletadas, validadas e hierarquizadas, chegou-se à lista final, composta por 122 atributos. O estudo identificou os dados necessários para servir como requisitos de informação específicos, oferecendo suporte às práticas de gestão da manutenção em IFES e atuando como referências para projetos BIM voltados a essa finalidade.

Os atributos de informação foram organizados em 18 categorias, formando grupos de requisitos que servem como base de suporte para a maioria das práticas de manutenção nas IFES brasileiras, conforme detalhado no Apêndice J. Cada grupo é composto por atributos específicos que auxiliam na definição e descrição das informações essenciais para a gestão da manutenção.

A adoção desses grupos de requisitos de informações semânticas contribui para a padronização e organização dos dados necessários ao processo de manutenção. Os atributos integrantes desses grupos representam características individuais que auxiliam na compreensão e representação dos elementos relacionados à manutenção no contexto do BIM.

Os agrupamentos favorecem a interoperabilidade entre diferentes sistemas e aplicativos BIM, por apresentar as principais informações necessárias para manutenção, promovendo uma comunicação mais eficiente e uma colaboração mais

integrada entre os envolvidos na gestão da manutenção das edificações.

Além disso, a identificação do momento mais adequado para a captura dos atributos ao longo das etapas do ciclo de vida da edificação possibilita o desenvolvimento desses requisitos desde as fases iniciais do projeto.

5.6.1 Definição do Objeto de Troca

A identificação e formalização das informações necessárias às equipes de manutenção constituem uma etapa fundamental para assegurar a operação eficiente das instalações em IFES. Disponibilizar dados precisos e acessíveis às equipes responsáveis pelo processo de manutenção tende a reduzir significativamente os custos de O&M (Matarneh et al., 2020).

Para que o BIM ofereça suporte eficaz às atividades de manutenção, é indispensável o desenvolvimento de um processo de identificação e troca de informações baseado em um formato de dados aberto.

5.6.1.1 Padrão COBie

A categorização dos requisitos de informação com base no padrão COBie favorece sua aplicação além do BIM, permitindo suporte a sistemas de FM que utilizam esse padrão como formato de troca de informações.

O COBie é amplamente empregado para transferir informações não geométricas sobre a instalação, coletadas ao longo de seu ciclo de vida, de forma estruturada, podendo resultar na geração de uma quantidade excessiva de informações desnecessárias, dificultando sua utilização prática (Anderson et al., 2012; Farghaly et al., 2018). Para evitar esse contratempo na aplicação para gestão da manutenção de IFES brasileiras, apenas os requisitos de informação identificados no Apêndice J são considerados para inclusão na planilha COBie.

O conhecimento das especificações COBie já no estágio de planejamento do projeto auxilia as equipes envolvidas nas fases de projeto e construção a identificar os requisitos de informação que darão suporte aos sistemas de gestão da manutenção em um estágio inicial.

A associação da lista de requisitos de informação para manutenção às fases do ciclo de vida da edificação assegura que os atributos sejam incluídos na planilha COBie no momento oportuno, permitindo a criação de um banco de dados robusto que pode ser entregue com sucesso à equipe de gestão da manutenção.

5.6.1.2 Padrão IFC

Para que a lista de requisitos de informação possa servir como uma base de conhecimento para o desenvolvimento de modelos BIM e, consequentemente, possa auxiliar na automatização da troca de informações durante a fase de operação e

manutenção, é necessário garantir a interoperabilidade dos dados.

Visando alcançar a interoperabilidade dos grupos de requisitos, optou-se pelo uso do formato aberto *Industry Foundation Classes* (IFC), escolhido por ser um dos principais esquemas de troca de informação entre ferramentas que fazem uso do modelo BIM, e ser amplamente aceito na indústria da construção civil (Sadeghi, 2019b; Marmo et al., 2020).

A utilização do padrão IFC permite formalizar as informações em um formato estruturado e padronizado, possibilitando a identificação e captura dos dados necessários para cada cenário específico de troca de informações, no caso em estudo, para a fase de operação e manutenção.

Para exemplificar a aplicação, foi considerado um cenário hipotético no qual temos um evaporador pertencente a um sistema de climatização AVAC² (*IfcEvaporator*). A Figura 18 ilustra o diagrama conceitual do elemento no modelo, identificando os processos necessários para troca de informações.

Essa abordagem cria uma condição favorável para a gestão da manutenção predial com o uso do BIM, possibilitando a aplicação dos requisitos de informação previamente estabelecidos (Apêndice J).

O mapeamento da ontologia resultou no desenvolvimento de um projeto IFC que contém os requisitos de informação para um componente pertencente a um modelo BIM a ser utilizado na fase de operação e manutenção.

²AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado

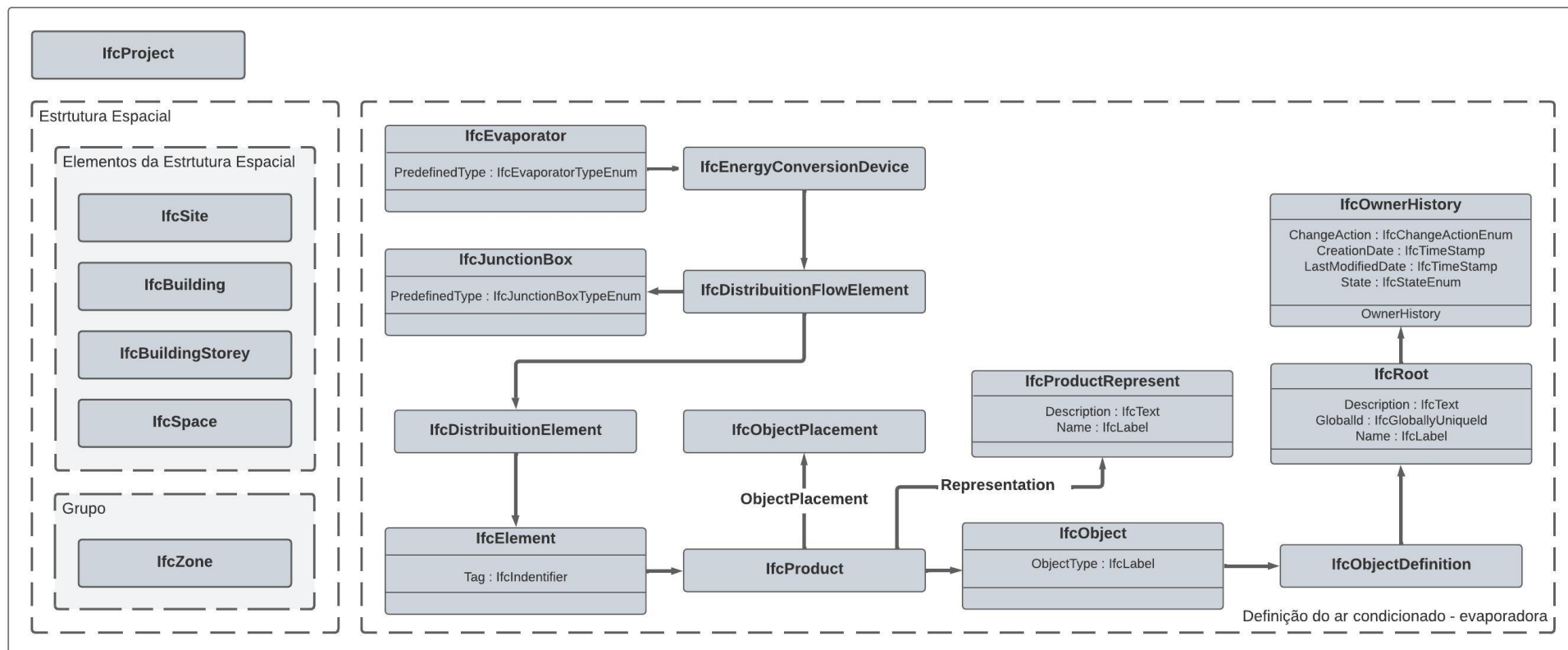


Figura 18 – Diagrama conceitual do elemento no modelo

Fonte: O AUTOR, 2024.

A definição parcial por tipo e propriedades dos requisitos de informação para manutenção, conforme os grupos estabelecidos neste estudo e seus respectivos atributos, passíveis de utilização no IFC, é apresentada na Figura 19.

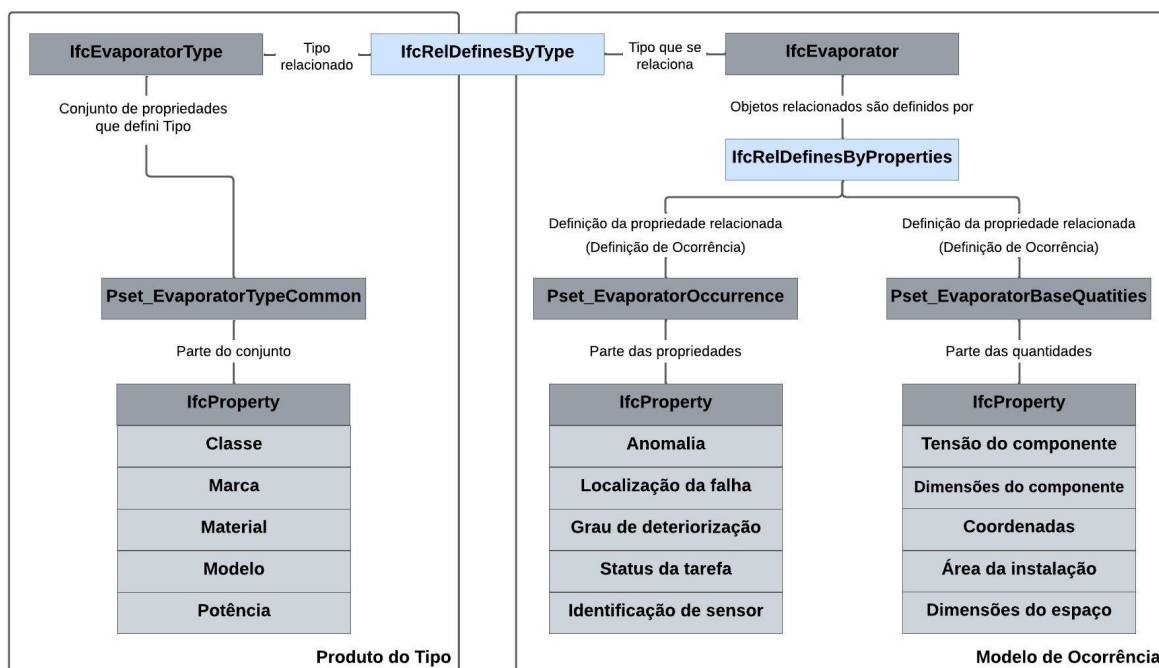


Figura 19 – Definição parcial IFC dos requisitos de informação para manutenção

Fonte: O AUTOR, 2024.

A representação visual mostra as entidades necessárias para determinar a estrutura hierárquica das informações, na qual cada entidade IFC está aninhada dentro de seus respectivos níveis. As propriedades representadas no diagrama parcial são as seguintes:

- *IfcEvaporatorType*: define o tipo geral de um evaporador AVAC;
- *IfcEvaporator*: representa uma instância específica de um evaporador no modelo, localizado em um espaço definido;
- *IfcRelDefinesByType*: é o relacionamento entre um tipo de objeto (*IfcEvaporatorType*) e as ocorrências do objeto e suas propriedades;
- *IfcRelDefinesByProperties*: define a relação entre a instância real do *IfcEvaporator* e seus conjuntos de propriedades;
- *IfcProperty*: generalização abstrata para todos os tipos de propriedades que podem ser associadas a objetos IFC;
- *Pset_EvaporatorTypeCommon*: conjunto de propriedades que define os atributos gerais e comuns para o evaporador, aplicáveis a todos os tipos;
- *Pset_EvaporatorOccurrence*: define os conjunto de propriedades específicas de ocorrência da instância do evaporador;

- *Pset_EvaporatorBaseQuatities*: delibera o conjunto de propriedades que podem ser medidas ou expressas numericamente estando associadas a instância do evaporador;

Este exemplo de estruturação por meio do IFC visa promover a interoperabilidade, facilitando a entrega de informações ao longo do ciclo de vida da edificação, para serem utilizadas na fase de O&M.

Os atributos "classe", "marca", "material", "modelo" e "potência" listados em *IfcProperty* representam os parâmetros de tipo, que são um conjunto de propriedades compartilhadas por todas as instâncias de um elemento da mesma família. Os demais atributos são definidos como parâmetros de instância, ficando atrelados apenas a um objeto, sem impactar outras instâncias pertencentes à família.

5.6.2 Vinculação dos Atributos

A utilização de modelos 3D contendo informações de manutenção para o gerenciamento integrado de IFES pode potencializar a gestão da manutenção predial e a tomada de decisões pelos gestores.

Com a definição dos requisitos de informação necessários para o suporte à manutenção de prédios pertencentes às IFES brasileiras, surge a possibilidade de aproveitar essas informações em modelos digitais existentes.

Para esse fim, foram desenvolvidas programações visuais no Dynamo, permitindo recuperar as informações e vinculá-las diretamente a um modelo existente. A prática mais eficaz encontrada para associar os atributos aos componentes do modelo foi a inserção direta dos dados nas famílias Revit por meio da programação visual.

O fluxo de importação dos atributos de gestão da manutenção para o BIM, utilizando um *script* no Dynamo, é apresentado na Figura 20.

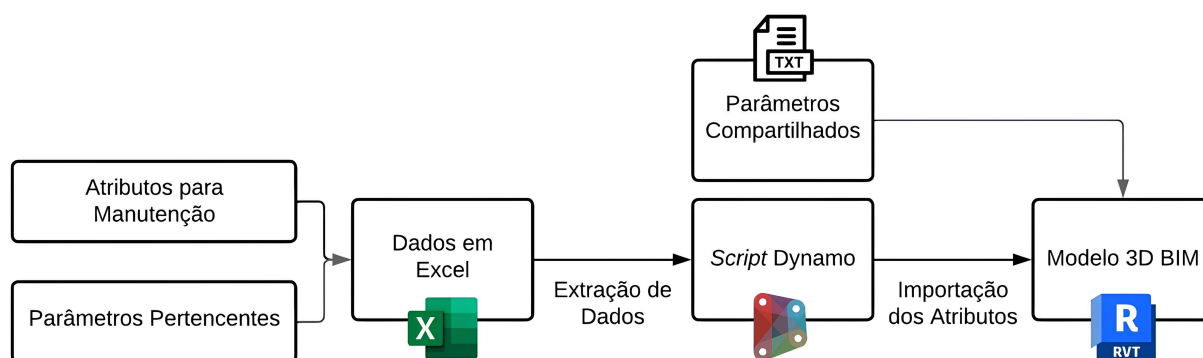


Figura 20 – Fluxo de importação de atributos para modelos BIM existentes

Fonte: O AUTOR, 2024.

Para executar esse fluxo de trabalho, primeiramente é necessário criar parâmetros compartilhados para gerenciar as informações. Esses parâmetros são armazenados em um arquivo externo (com extensão .txt), o que garante a padronização e integração

dos dados. Os atributos a serem incorporados são listados em uma planilha Excel (Figura 21), e o *script* os direciona ao modelo Revit.

	A	B	C
1	Nome do Atributo	BuiltInParameterGroup	Inserir na Instância?
2	Nome do tipo	PG_TEXT	No
3	Nome do componente	PG_TEXT	Yes
4	Descrição do componente	PG_TEXT	Yes
5	Marca	PG_IDENTITY_DATA	No
6	Material	PG_MATERIALS	No
7	Potência	PG_ADSK_MODEL_PROPERTIES	No
8	Link para acesso a documento	PG_IDENTITY_DATA	No
9	Tensão do componente	PG_CONSTRUCTION	Yes
10	Funcionalidade	PG_DATA	Yes

Figura 21 – Atributos para gestão da manutenção em Excel
Fonte: O AUTOR, 2024.

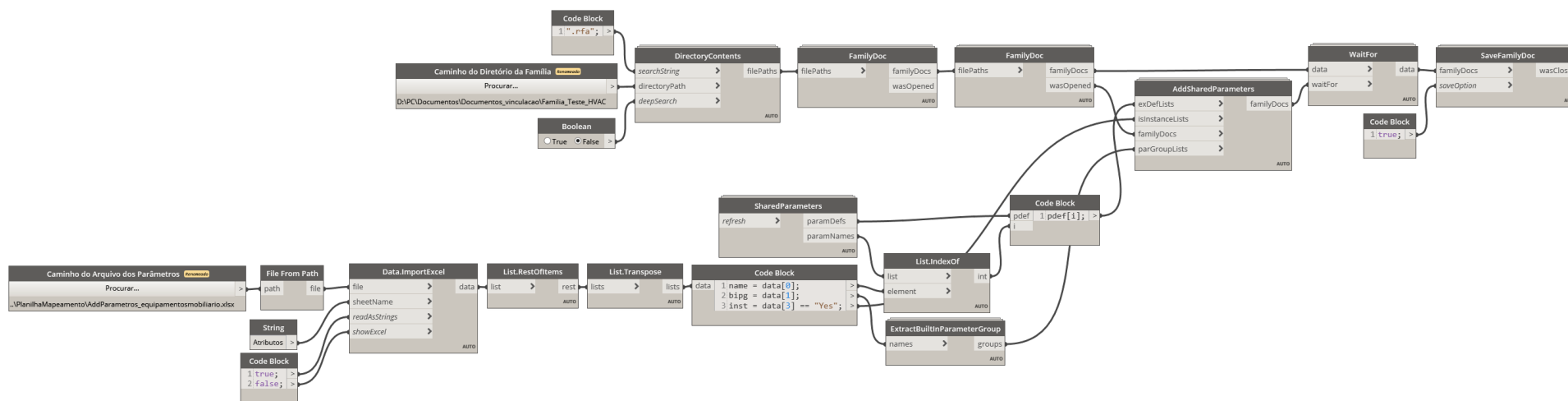
A planilha é dividida em três colunas. Na primeira, identifica-se o atributo a ser vinculado; na segunda, indica-se a qual grupo de parâmetros ele pertence, de acordo com os grupos de parâmetros *BuiltInParameterGroup*³ do Revit. Por fim, informa-se se o parâmetro será vinculado como parâmetro de instância ou de tipo (terceira coluna).

Ao executar a rotina, os atributos listados na planilha foram mapeados e sua entrada automatizada no modelo Autodesk Revit. Esse processo permite que modelos tridimensionais, originalmente criados para outros fins, sejam utilizados para análises abrangentes e unificadas das informações de gestão da manutenção predial, agregando um maior grau de utilidade nas fases pós-construção. A rotina Dynamo é apresentada na Figura 22.

Para a incorporação dos parâmetros compartilhados à família Revit, foi definido o caminho do diretório da família a ser modificada por meio da programação visual, conforme ilustrado na Figura 23a. Um conjunto de nós Dynamo foi desenvolvido para automatizar a entrada de dados, conforme mostrado na Figura 23b. Os nós importam os atributos estabelecidos na planilha do Excel, conforme os grupos de parâmetros *BuiltInParameterGroup*.

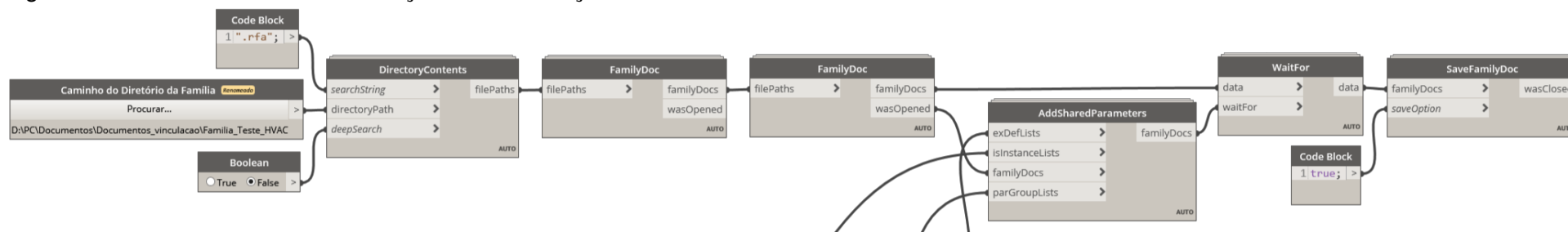
³*BuiltInParameterGroup* refere-se a um conjunto de grupos que categorizam todos os parâmetros integrados e suportados pelo Autodesk Revit, utilizados para especificar e manipular características de objetos inseridos em um modelo (Autodesk, 2024).

Figura 22 – Rotina de inserção das informações em *script* de programação Dynamo



Fonte: O AUTOR, 2024.

Figura 23 – Detalhe da rotina de inserção das informações



(a)

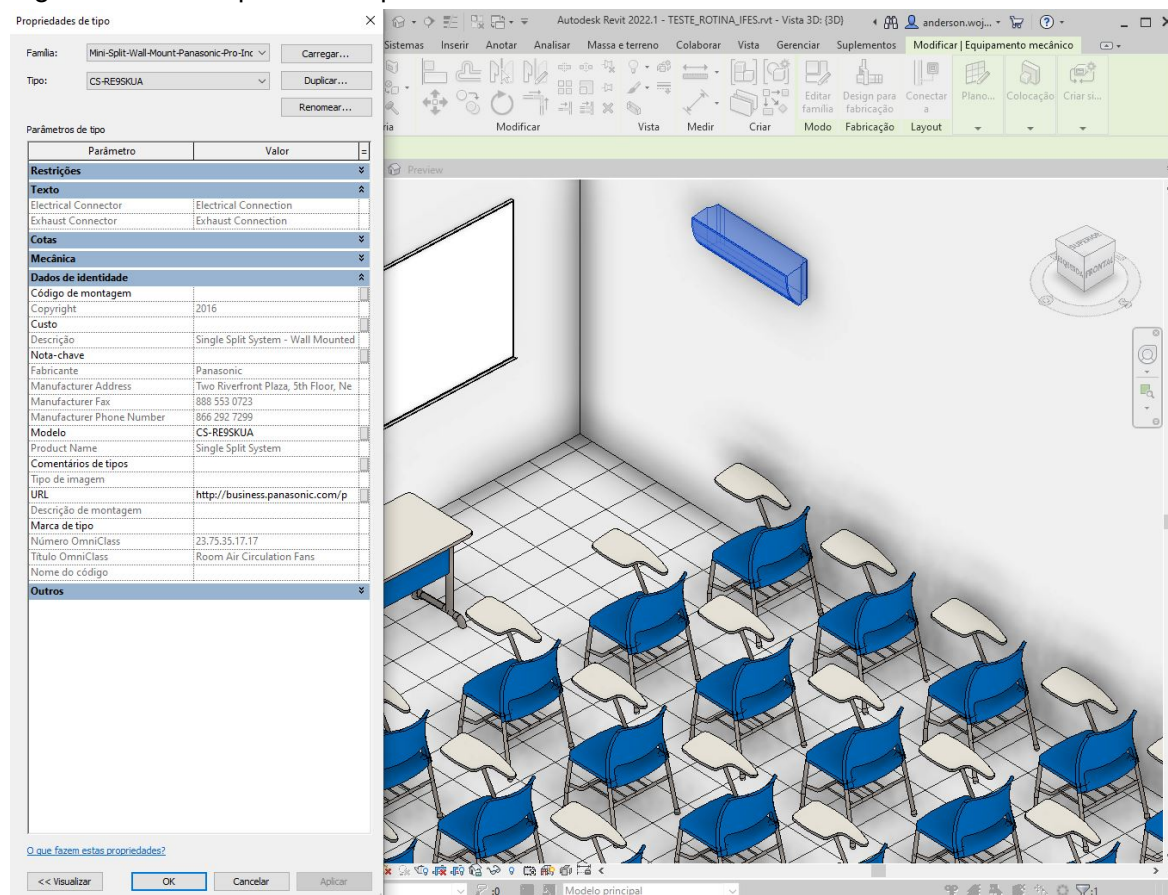


(b)

Fonte: O AUTOR, 2024.

Neste caso exemplo, os atributos foram vinculados considerando um cenário hipotético no qual um equipamento de ar condicionado recebeu esses dados, podendo servir de repositório de informações na fase de O&M (Figura 24).

Figura 24 – Exemplo de componente a receber os atributos



Fonte: O AUTOR, 2024.

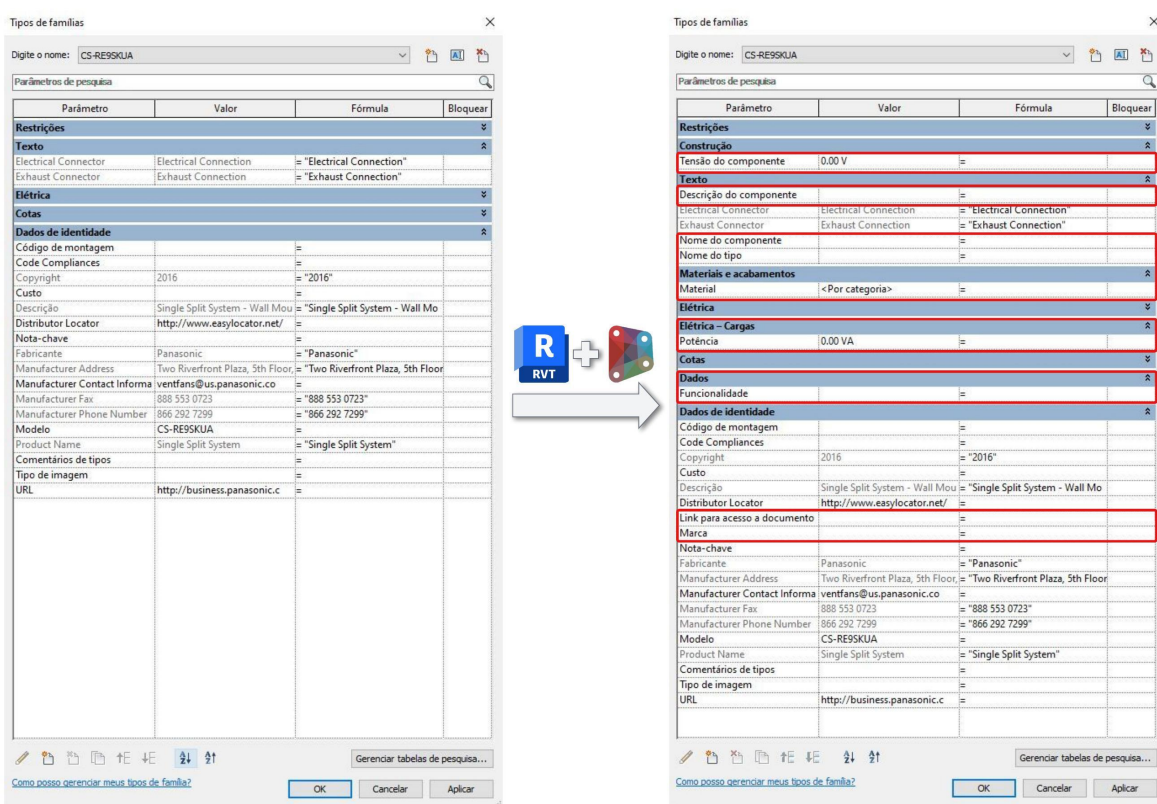
Ao inserir no modelo os atributos identificados, novos campos de parâmetros foram criados, tornando-se propriedades que dão suporte ao processo de gestão da manutenção.

Assim, ao selecionar o campo de parâmetros do objeto no software Autodesk Revit, é possível visualizar as informações correspondentes diretamente no modelo 3D, apresentando uma representação mais completa e intuitiva dos dados. Isso cria um sistema integrado de gerenciamento BIM com potencial para ser utilizado na fase de O&M.

Na Figura 25, é apresentada a aba de parâmetros antes (à esquerda) e depois (à direita) da importação dos atributos do Excel para o Autodesk Revit, realizada por meio de *scripts* Dynamo.

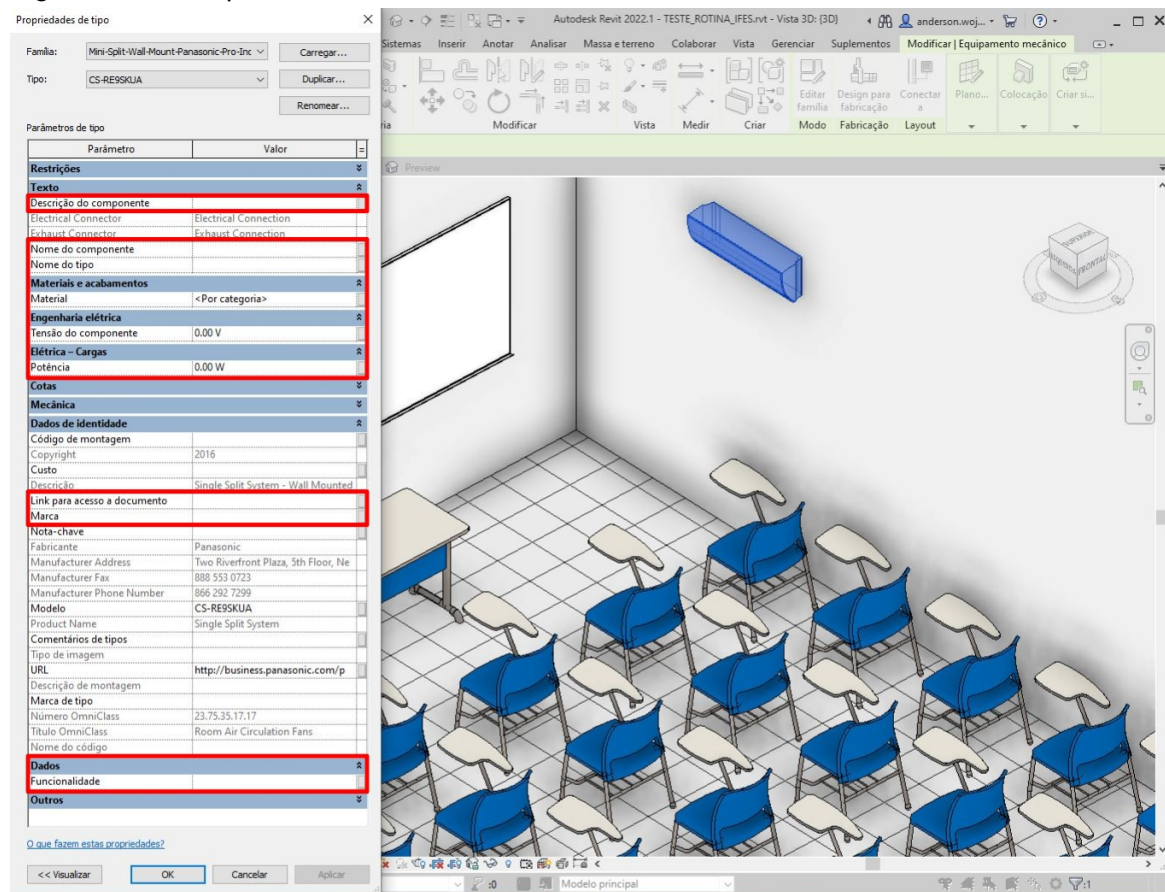
Como demonstrado na Figura 26, ao selecionar o componente no Revit, é possível visualizar suas informações correspondentes junto ao modelo 3D. Isso proporciona uma representação mais intuitiva dos dados.

Figura 25 – Aba de parâmetros antes (à esquerda) e depois (à direita) da importação dos atributos



Fonte: O AUTOR, 2024.

Figura 26 – Componente com os atributos vinculados



Fonte: O AUTOR, 2024.

O sistema integrado de gestão de manutenção de IFES, baseado em modelos BIM existentes, proposto neste estudo, gerencia e utiliza de forma eficaz diversas informações relacionadas à manutenção, apoiando o processo de tomada de decisão das partes interessadas.

Esse sistema introduz um novo paradigma na gestão da informação de manutenção de IFES, fornecendo uma base sólida para o gerenciamento sustentável de edifícios públicos.

6 BIM NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE IFES

A preservação e a salvaguarda dos edifícios pertencentes às Instituições Federais de Ensino Superior são preocupações permanentes do poder público. A utilização da Modelagem da Informação da Construção por parte dessas instituições pode promover a segurança e a sustentabilidade dessas edificações, auxiliando na gestão da manutenção.

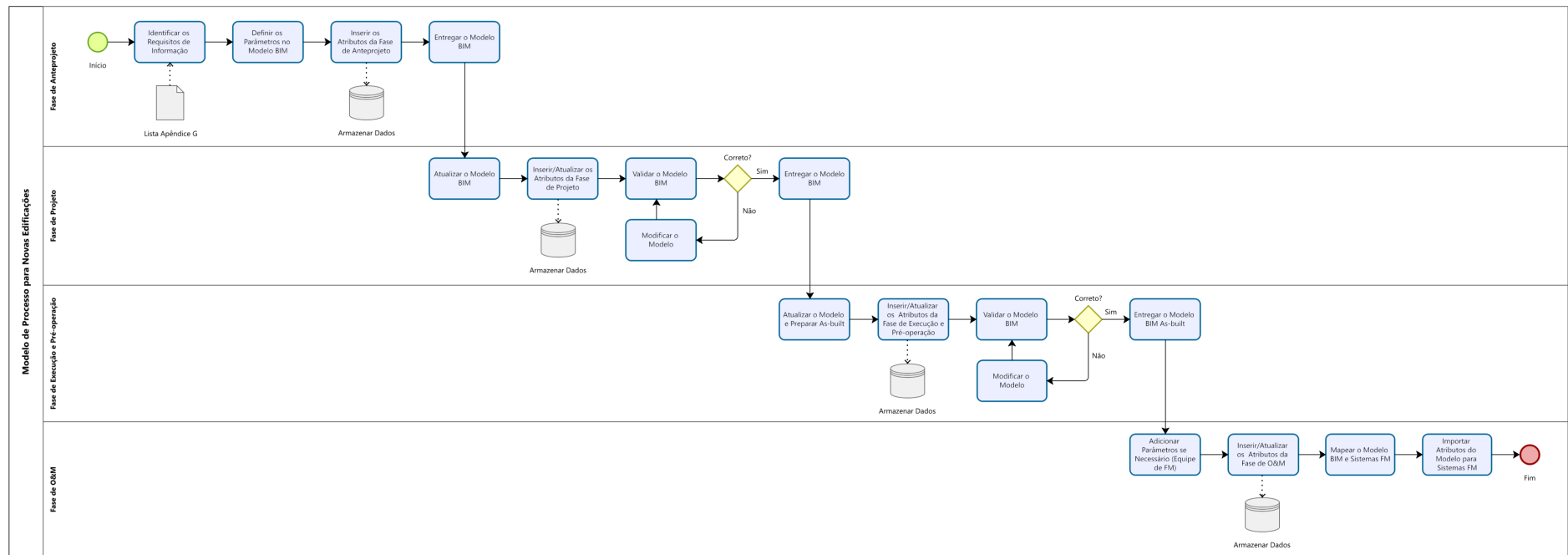
Na busca por promover avanços, nesta fase da pesquisa, foram analisados os requisitos de informação estabelecidos para a manutenção das IFES, assim como as formas de inserção e integração dessas informações em modelos BIM. Ao final, a partir de um modelo previamente definido, serão desenvolvidas Diretrizes para Organização e Incorporação de Informações em Modelos BIM, com o objetivo de apoiar a gestão da manutenção de edificações das IFES.

6.1 Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES

Os resultados obtidos foram essenciais para o desenvolvimento do modelo de processo para gestão de requisitos para manutenção de edifícios, projetado para ser integrado ao contexto BIM. Essa abordagem tende a facilitar a absorção dessas informações pelos setores responsáveis pela manutenção nas IFES brasileiras. O Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES é dividido em duas partes, podendo ser incorporado a projetos desenvolvidos em BIM, tanto novos quanto existentes.

A Figura 27 apresenta o Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES para edificações novas, proposto para identificar os atributos necessários à gestão da manutenção em estágios iniciais e verificar se os requisitos foram devidamente considerados ao longo do ciclo de vida da edificação. Essa prática busca garantir a transferência bem-sucedida de informações da instalação nos projetos BIM.

Figura 27 – Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES para Novas Edificações



Fonte: O AUTOR, 2024.

Os profissionais responsáveis pela gestão da manutenção das IFES, em colaboração com a equipe de elaboração ou contratação de projetos, devem consultar os requisitos de informação identificados no Apêndice J para adicionar os atributos necessários ao modelo BIM, de modo a apoiar as atividades de manutenção predial. Durante a etapa de anteprojeto, esses profissionais encaminham os requisitos finais de informações para a equipe de *design* de projeto.

Os projetistas devem inserir os requisitos de informações cuidadosamente nos modelos de design. Os responsáveis pela manutenção, em conjunto com os projetistas, verificam se os requisitos previamente identificados foram considerados ao final da fase de projeto. Em seguida, os projetistas entregam os modelos BIM à equipe de construção.

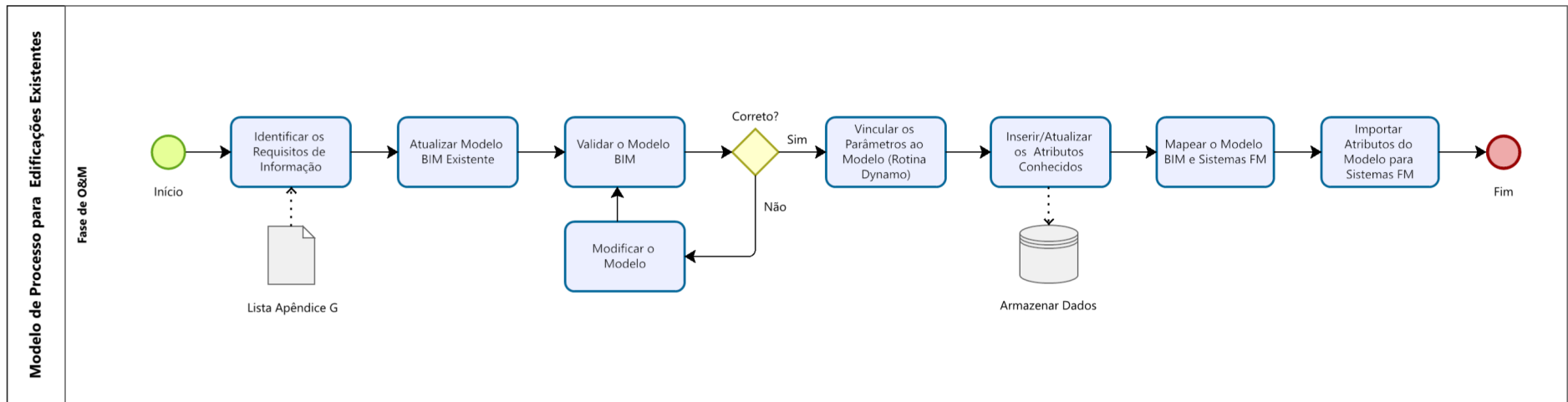
A equipe de construção, por sua vez, desenvolve outros modelos BIM e assegura que os requisitos de informação estejam devidamente incluídos nos modelos executivos. Após a validação, a equipe de construção entregará o modelo BIM *as-built* à IFES contratante durante a entrega do projeto.

Os responsáveis pela gestão da manutenção da IFES contratante verificam o modelo entregue para garantir que todos os requisitos de informação foram incluídos. Também analisam a necessidade de serem adicionadas outras informações relacionadas à manutenção.

Por fim, as equipes de gestão da manutenção realizam o mapeamento dos atributos inseridos no modelo BIM e, caso utilizem um sistema FM, integram as saídas de dados necessárias a esse sistema, utilizando um padrão de dados abertos.

No caso das edificações existentes, a inserção das informações no modelo BIM ocorre apenas na fase de operação e manutenção, exigindo uma adaptação. A Figura 28 apresenta o Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES em edificações existentes, proposto para identificar os atributos necessários à gestão da manutenção desde a fase de O&M. Essa abordagem visa potencializar a transferência de informações, tanto novas quanto existentes, da instalação nos projetos BIM.

Figura 28 – Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES para Edificações Existentes



Fonte: O AUTOR, 2024.

Neste caso, os profissionais responsáveis pela gestão da manutenção das IFES estarão envolvidos a partir da fase de O&M. As equipes de gestão realizam o mapeamento das informações existentes de projeto e construção.

Com o auxílio da rotina de vinculação descrita na subseção 5.6.2, os atributos podem ser inseridos no modelo BIM, possibilitando uma gestão das informações das edificações baseada em dados. Caso a IFES utilize um sistema de FM, as saídas de dados necessários a esse sistema são integradas, utilizando um padrão de dados abertos.

Este Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES servirá como base para o desenvolvimento das diretrizes para a organização e disponibilização de informações em modelos BIM de edifícios públicos de IFES, com o propósito de apoiar as atividades de manutenção dessas edificações.

6.2 Diretrizes para Organização e Incorporação de Informações em Modelos BIM para Apoiar a Gestão da Manutenção de Edificações das IFES

6.2.1 Introdução

A conservação da qualidade do patrimônio imobiliário público é uma preocupação constante para os gestores responsáveis pela Operação e Manutenção (O&M) dessas edificações.

Quando se trata de edifícios públicos pertencentes às Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), o grau de dificuldade é ainda maior, devido à presença de inúmeros prédios, com uma vasta gama de instalações destinadas aos mais variados fins e diferentes níveis de complexidade.

Essas edificações apresentam um intenso nível de uso, operação e, consequentemente, manutenção, tornando a Gestão da Manutenção um elemento central para garantir a conservação e valorização do patrimônio público.

Embora não exista um único roteiro de trabalho para a Gestão da Manutenção Predial, assim como ocorre em outras áreas da Engenharia de Manutenção, é recomendável adotar um roteiro genérico que sistematize os processos usuais de trabalho, pois isso facilita o desenvolvimento das atividades e maximiza os resultados obtidos.

Evidentemente, a diversidade das edificações nas IFES exige uma análise mais detalhada do caso específico para a aplicação eficaz da Gestão da Manutenção Predial. No entanto, de forma geral, algumas diretrizes são essenciais, o que destaca a utilidade deste documento.

Em vista de apresentar novos conceitos para orientar a aplicação da Gestão da

Manutenção nas IFES brasileiras, foi elaborado um roteiro de implementação, com base nos princípios da Engenharia de Manutenção, adaptados às necessidades dessas instituições.

6.2.2 Objetivo

Estabelecer as diretrizes gerais para a gestão da manutenção de uma edificação ou conjunto de edificações pertencentes às Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras, fazendo uso de modelos BIM.

Essas diretrizes estabelecem os requisitos mínimos para a elaboração e apresentação dos conteúdos a serem incluídos em modelos BIM, abrangendo:

- a) indicação da documentação técnica;
- b) instituição de conceitos básicos de manutenção;
- c) identificação dos requisitos de informação para a gestão da manutenção de IFES;
- d) apresentação do fluxo de informação no ciclo de vida da edificação;
- e) estabelecimento das responsabilidades dos atores envolvidos;
- e) indicação da inserção dos requisitos no modelo BIM.

6.2.3 Documentos Referência

Para a aplicação dessas diretrizes, é necessário consultar e atender à legislação pertinente em todas as esferas públicas, além de amparar-se nas normas técnicas da ABNT. Dessa forma, seguem, a título de referência, alguns exemplos que podem servir como ponto de partida:

ABNT NBR 5674, Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção;

ABNT NBR 14037, Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos;

ABNT NBR 15575, Edificações habitacionais – Desempenho (Série de normas);

ABNT NBR 15965. Sistema de classificação da informação da construção (Série de normas);

ABNT NBR ISO 16739-1. Industry Foundation Classes (IFC) para o compartilhamento de dados pelas indústrias da construção e da gestão de facilities — Parte 1: Esquema de dados;

ABNT NBR 17170, Edificações – Garantias – Prazos recomendados e diretrizes;

ABNT NBR ISO 19650-1, Organização da informação acerca de trabalhos da construção — Gestão da informação usando a Modelagem da Informação da Construção — Parte 1: Conceitos e princípios.;

ABNT NBR ISO 19650-2, Organização da informação acerca de trabalhos da construção — Gestão da informação usando a Modelagem da Informação da Construção — Parte 2: Fase de entrega de ativos.;

Manual de Obras Públicas - Edificações - Práticas da SEAP - Manutenção.

Para as referências apresentadas, aplicam-se as edições mais recentes (incluindo emendas).

6.2.4 Características Gerais da Edificação

Para estabelecer a aplicação prática dos requisitos de informação, é importante realizar uma análise geral das características da edificação e seus espaços, sendo recomendados os seguintes procedimentos:

- a) Tipologia dos espaços da edificação;
- b) Uso efetivo dos espaços;
- c) Complexidade do espaços;
- d) Responsabilidades.

Cabe destacar que uma mesma edificação pode conter espaços com diferentes características de tipologia, uso e complexidade. Da mesma forma, uma única edificação pode ter distintos responsáveis pela gestão da manutenção predial nas IFES.

6.2.4.1 Tipo do espaço na edificação

Antes de definir as diretrizes para a organização e incorporação das informações nos modelos BIM, é necessário compreender as características das edificações, uma vez que cada tipo de construção apresenta requisitos específicos de manutenção. Essa classificação facilita a gestão, permitindo que os processos sejam ajustados às necessidades de cada espaço. Assim, as informações inseridas no modelo BIM podem ser organizadas de maneira a otimizar os recursos e o tempo dedicado às atividades de manutenção.

Nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), a tipologia dos espaços edificadas é uma variável determinante para a gestão da manutenção, influenciando a definição de responsabilidades, a escolha dos sistemas necessários e a frequência das intervenções.

Cada tipo de ambiente apresenta particularidades que impactam diretamente as demandas de manutenção. Espaços acadêmicos, como salas de aula e auditórios, exigem cuidados frequentes com infraestrutura básica, incluindo sistemas elétricos, climatização e mobiliário, mas, em geral, sem necessidade de atendimento imediato. Em contrapartida, hospitais universitários requerem um processo de manutenção mais complexo e ágil, frequentemente demandando mão de obra especializada para garantir a continuidade dos serviços nos seus espaços.

Para viabilizar a aplicação das diretrizes propostas, os espaços das edificações pertencentes às IFES brasileiras foram categorizados nos seguintes tipos:

- a) Espaços acadêmicos: áreas destinadas ao ensino, como salas de aula, auditórios e bibliotecas, voltadas ao desenvolvimento de atividades pedagógicas e acadêmicas.
- b) Espaços administrativos: espaços utilizados para funções administrativas e de gestão, incluindo escritórios e salas de reuniões para o corpo docente e administrativo.
- c) Espaços de pesquisa: ambientes especializados para o desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas, equipados com laboratórios e salas de estudo.
- d) Espaços de atendimento ao estudante: estruturas voltadas ao suporte e acolhimento dos estudantes.
- e) Espaços de serviços e apoio: áreas destinadas ao suporte operacional e a serviços auxiliares, como restaurantes, lanchonetes e locais de convivência.
- f) Espaços de estacionamento: estruturas destinadas ao armazenamento de veículos.
- g) Espaços de moradia estudantil: ambientes projetados para a acomodação de estudantes, oferecendo áreas residenciais durante o período acadêmico.
- h) Espaços esportivos: estruturas voltadas à prática de atividades esportivas.
- i) Espaços de convivência e cultura: áreas destinadas à interação social e cultural, como teatros, centros culturais e espaços de lazer.
- j) Espaços de infraestrutura técnica: ambientes essenciais para o suporte operacional e técnico das atividades institucionais, como salas de servidores, centros de dados e instalações elétricas e mecânicas.
- k) Espaços hospitalares: estruturas voltadas à oferta de serviços médicos e de saúde, como clínicas, ambulatórios e hospitais universitários (humanos e veterinários).

- l) Espaços históricos: áreas de valor histórico e cultural, que demandam preservação e cuidados especiais devido à sua relevância para a memória e identidade institucional.

Dessa forma, a categorização detalhada possibilita uma gestão mais eficiente dos recursos, permitindo que a manutenção preditiva, baseada em modelos BIM, antecipe falhas e reduza impactos nas atividades institucionais.

6.2.4.2 Uso efetivo do espaço

Nas IFES, identificar o tipo de uso de cada espaço pertencente à edificação é uma etapa relevante para garantir uma gestão de manutenção eficiente. O uso efetivo impacta diretamente na frequência e na natureza das intervenções necessárias, determinando quais áreas demandam maior atenção e recursos. Esse processo não só otimiza os esforços de manutenção, mas também contribui para que o modelo BIM seja usado de forma mais estratégica na fase de operação e manutenção.

Edificações com diferentes finalidades requerem abordagens específicas para cada um dos seus espaços, o que reforça a importância de ajustar as prioridades de manutenção conforme o uso identificado. A indicação do tipo de uso dos espaços pertencentes às IFES é feita da seguinte forma:

- a) Uso comum: espaços de uso rotineiro, com atividades diárias que não demandam alta intensidade de manutenção.
- b) Uso intensivo: áreas que recebem alta frequência de utilização, exigindo maior atenção e intervenções de manutenção mais frequentes.
- c) Uso crítico: espaços essenciais para o uso da edificação, nos quais qualquer falha pode comprometer a operação ou a segurança, demandando manutenção prioritária e imediata.

Essa categorização permite ajustar as diretrizes de manutenção, assegurando que os recursos sejam alocados de forma eficaz e que os sistemas e componentes registrados no modelo BIM estejam alinhados às necessidades reais de cada espaço.

6.2.4.3 Complexidade do espaço

A complexidade dos espaços das edificações pertencentes às IFES varia de acordo com o tipo de construção e os sistemas instalados. Espaços de baixa complexidade, como os acadêmicos e administrativos, geralmente contam com sistemas simples, demandando apenas uma manutenção rotineira que pode ser realizada por equipes internas.

Por outro lado, espaços de complexidade normal, como os destinados à pesquisa, apresentam maior exigência em termos de manutenção devido à presença de sistemas

técnicos mais sofisticados e equipamentos laboratoriais, o que pode demandar uma abordagem mais rigorosa. Já os espaços de alta e especial complexidade, como estruturas pertencentes a hospitais universitários, demandam níveis elevados de especialização por parte das equipes de manutenção, pois abrigam sistemas críticos e altamente tecnológicos, exigindo profissionais capacitados para sua operação e conservação.

Sob a ótica dos serviços de manutenção, os espaços das IFES podem ser classificadas conforme o nível de complexidade:

- a) Baixa: espaços simples, com poucos sistemas e componentes, exigindo intervenções de manutenção menos frequentes e de menor complexidade.
- b) Normal: espaços que possuem sistemas e componentes típicos, com necessidades de manutenção regulares e de complexidade moderada.
- c) Alta: espaços com sistemas sofisticados e complexos, demandando manutenção com maior frequência e mais mão de obra especializada.
- d) Especial: espaços com características únicas ou que abrigam sistemas altamente tecnológicos, exigindo manutenção especializada e, muitas vezes, processos diferenciados.

6.2.4.4 Responsabilidades

Nas Instituições Federais de Ensino Superior, a definição clara das responsabilidades pela operação e manutenção das edificações é relevante para garantir a continuidade das atividades acadêmicas e administrativas. Além disso, é importante identificar quem será responsável por inserir ou atualizar as informações no modelo BIM, que servirão de base para futuras ações de manutenção e gestão.

O poder público, como responsável pela gestão da instituição, frequentemente assume integralmente as atividades de manutenção. No entanto, é comum a utilização de entes privados para delegar a totalidade ou parte dos serviços de manutenção, especialmente em situações que demandam maior especialização ou agilidade na execução.

As responsabilidades atribuídas durante as fases de projeto e construção também influenciam diretamente as estratégias de manutenção. Isso porque os agentes envolvidos nessas etapas são responsáveis por transferir informações que subsidiarão as decisões durante a fase de O&M. De acordo com o modelo de contratação, essas atribuições podem ser organizadas da seguinte forma:

- a) Poder público: gestão direta do Estado ou entidade pública, responsável pela manutenção e operação da edificação.

- b) Ente privado: a responsabilidade pela O&M é atribuída a uma empresa ou instituição privada, contratada para esse fim.
- c) Modelo híbrido: combinação de responsabilidades entre o poder público e entidades privadas, em que ambos os agentes compartilham tarefas relacionadas à operação, manutenção e gestão da edificação.

Determinar, desde as etapas iniciais, os agentes encarregados de alimentar o modelo BIM com informações que darão suporte à gestão da manutenção, seja durante o projeto ou a construção da edificação, assegura uma conexão entre as fases do ciclo de vida da edificação.

Portanto, compreender as responsabilidades de cada agente tem real importância para o sucesso da operação e manutenção da edificação, além de facilitar a formulação de estratégias adequadas no modelo BIM. Essas responsabilidades podem ser estabelecidas em contrato já no processo licitatório, permitindo que as estratégias de manutenção sejam planejadas ainda durante a concepção do projeto.

6.2.5 Procedimentos Técnicos para Manutenção

A área responsável pelas atividades de operação, conservação e manutenção das edificações pertencentes às IFES brasileiras deverá implementar um modelo BIM destinado à gestão da manutenção, de modo a receber as informações necessárias para preservar o desempenho, a segurança e a confiabilidade das instalações, visando prolongar sua vida útil e reduzir os custos incorridos no processo de manutenção.

A organização dos dados na área de manutenção será compatível com a complexidade da edificação, a disponibilidade de equipe própria capacitada para gerir o modelo, as diretrizes administrativas relativas à contratação de serviços de terceiros e a atribuição das responsabilidades pela inserção, gestão e atualização dos dados.

Os responsáveis pela gestão deverão ser incumbidos da implementação e articulação do BIM no setor, bem como da implementação da lista de requisitos de manutenção apresentada neste documento (seção 6.2.6).

O modelo da edificação deverá conter todos os componentes e sistemas abrangidos pelo processo de manutenção, sendo uma representação fidedigna do ativo. Esses componentes e sistemas da edificação serão mantidos permanentemente atualizados.

Todas as modificações e complementações realizadas ao longo de sua vida útil devem ser registradas no modelo BIM, sendo necessário um controle de versões dos modelos para que as informações do modelo anterior não sejam perdidas.

Todas as modificações e complementações realizadas ao longo da vida útil do modelo BIM devem ser registradas, exigindo um controle de versões para evitar a perda de informações dos modelos anteriores.

Elaborar e implementar um programa de manutenção será fundamental nos procedimentos e rotinas de manutenção a serem norteados pelo modelo, impulsionando as boas práticas para conservação do patrimônio público e aumentando a experiência adquirida.

A contratação de serviços de terceiros para a realização de trabalhos de manutenção deverá seguir também estas diretrizes, sendo firmada com a Administração Pública a obrigação de repassar as modificações realizadas para serem inseridas no modelo, bem como as atualizações dos dados já pertencentes a este.

Todos os procedimentos e rotinas de manutenção utilizados deverão ser continuamente avaliados, ajustados e complementados pelo setor de manutenção, de modo que os requisitos permaneçam sempre atualizados ao longo da evolução tecnológica, e consistentes com as necessidades e a experiência adquirida pela Gestão de Manutenção.

6.2.6 Requisitos para Gestão da Manutenção de IFES

Ter conhecimento dos edifícios pertencentes às IFES não significa apenas saber informações de classificação e sua destinação final. É fundamental estabelecer todos os dados necessários para uma gestão de manutenção eficaz.

A identificação e formalização das informações necessárias para as equipes de manutenção constituem uma etapa fundamental para assegurar a operação eficiente das instalações nas IFES.

O grupo de requisitos para manutenção apresentado neste documento foi balizado em três princípios básicos para atingir seu objetivo: conteúdo, organização e distribuição ao longo do ciclo de vida do edifício.

O conteúdo pertencente ao conjunto de requisitos de informação para uso do BIM na gestão da manutenção predial é oriundo de uma vasta revisão bibliográfica, revisada e validada por profissionais vinculados aos setores de manutenção de diversas IFES brasileiras.

A organização do conjunto consiste na distribuição de 122 atributos em 18 categorias. Esses agrupamentos são os mesmos que compõem o padrão COBie, escolhido como referência por se tratar de um formato consolidado na área de *Facility Management*.

O programa de distribuição resultou na combinação dos atributos com as principais fases do ciclo de vida da edificação, identificando o momento exato para captura dos dados e garantindo assim o fluxo de informação no modelo BIM.

Os requisitos de informação para manutenção das IFES brasileiras estão detalhados no Apêndice J, os quais constituem uma base de suporte para a maioria das práticas de manutenção.

6.2.7 Inserção dos Requisitos no Modelo BIM

A inserção dos dados no modelo digital é essencial para servir como uma base confiável na tomada de decisões voltadas à gestão da manutenção predial dessas instituições.

Para que o BIM ofereça suporte eficaz às atividades de manutenção, é indispensável que as informações sejam inseridas no momento exato, gerando assim um banco de dados de registro histórico robusto e confiável.

A identificação do momento de inserção intensifica a colaboração contínua entre equipes de projeto, construção, operação e manutenção, além de outras partes interessadas, potencializando o uso do BIM pelas IFES para uma gestão de manutenção mais eficiente.

Detalhes sobre a fase em que deve ocorrer a inserção dos requisitos de informação no modelo, ao longo do ciclo de vida dos edifícios, estão disponíveis no Apêndice J. Ao identificar o melhor momento para a captura dos dados a serem inseridos no BIM, facilita-se a determinação dos atores envolvidos e responsabilizados por tal processo, sendo melhor detalhado na seção 6.1.

Embora essa proposição se baseie principalmente nos edifícios que ainda serão construídos pelas IFES, poderá também ser adotada nos já consolidados, em fase de uso. Para vinculação das informações diretamente em modelos BIM de edificações existentes, foi desenvolvido um sistema integrado de gestão da manutenção para uso no Revit, por meio de uma rotina Dynamo.

O sistema integrado de gestão da manutenção das IFES, baseado em modelos BIM existentes, gerencia e utiliza de forma eficaz diversas informações relacionadas à manutenção, apoiando o processo de tomada de decisão das partes interessadas.

O processo de implementação da rotina Dynamo é apresentado no Apêndice K e está disponível para todas as Instituições Federais de Ensino Superior brasileiras.

6.2.8 Outros Aspectos Relevantes

6.2.8.1 Interoperabilidade BIM

A identificação e formalização das informações necessárias às equipes de manutenção constituem uma etapa fundamental para assegurar a operação eficiente das instalações nas IFES.

Para que o BIM ofereça suporte eficaz às atividades de manutenção, é indispensável o desenvolvimento de um processo de identificação e troca de informações baseado em um formato de dados aberto.

Este documento sugere o uso do padrão *Industry Foundation Classes* (IFC) para promover a interoperabilidade entre ferramentas BIM, por ser um dos principais esquemas de troca de informações e amplamente aceito na indústria da construção.

Outra alternativa para otimizar a interoperabilidade e viabilizar o uso do conjunto de requisitos de informação para gestão da manutenção refere-se ao padrão COBie, amplamente utilizado pelas equipes de *Facility Management*.

6.2.8.2 BIM e o processo licitatório

O governo federal, por meio da Lei de Licitações e Contratos Administrativos nº 14.133¹, promulgada em 1º de abril de 2021, estabelece no artigo 19, parágrafo 3, a preferência pela adoção do BIM nas documentações para a regularização e autorização na participação de licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequado ao objeto da licitação.

Por ser parte integrante da Administração Pública, as Instituições Federais de Ensino Superior têm a responsabilidade de inserir o contexto BIM em sua realidade e, consequentemente, em seus processos licitatórios.

No contexto da manutenção, ter o conhecimento sobre os requisitos de informação para modelos BIM necessários ao processo de gestão da manutenção dessas instituições permitirá que esses requisitos sejam exigidos já na etapa de licitação de projetos e obras públicas, servindo como um termo de referência.

Bem como, compreender a troca de informações ao longo do ciclo de vida permitirá identificar os atores responsáveis pela obtenção dessas informações, seja em um regime de contratação integrada ou semi-integrada.

¹BRASIL. **Lei n. 14.133, de 1 de abril de 2021**: Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília: Presidência da República, 2021. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm>. Acesso em: jan. 2023. (Brasil, 2021)

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 Conclusões

A presente pesquisa teve como objetivo principal "propor diretrizes para a organização e disponibilização de informações em modelos BIM de edifícios públicos de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), com o propósito de apoiar as atividades de manutenção dessas edificações".

Para alcançar esse objetivo, a estratégia de pesquisa adotada foi a *Design Science Research*, que propõe o desenvolvimento de um artefato na busca por solucionar um problema real, contribuindo com melhorias na área de conhecimento. Ela se aplica a este trabalho, por ele propor a elaboração de um Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES e o desenvolvimento de Diretrizes para Organização e Incorporação de Informações em Modelos BIM, e assim garantir o desempenho dessas edificações públicas.

A pesquisa foi conduzida em quatro grandes fases. A primeira consistiu em uma revisão de literatura sobre o uso do BIM na gestão da manutenção de edificações, que perdurou ao longo de todo o trabalho. Outras três etapas foram desenvolvidas: fase exploratória, fase de desenvolvimento e fase de proposição.

Na fase exploratória, os processos ligados à gestão da manutenção predial, por meio da aplicação do BIM, foram compreendidos. A partir de uma Revisão Sistemática da Literatura sobre o tema, foi possível identificar, categorizar e tabular os atributos a serem inseridos em modelos BIM, a fim de auxiliar na gestão da manutenção.

Na fase de desenvolvimento da pesquisa, foi identificada a necessidade de informações, o grau de importância desses dados no contexto das IFES brasileiras e o fluxo dessas informações ao longo do ciclo de vida da construção. Essas evidências foram identificadas por meio da aplicação de questionários a especialistas e profissionais ligados à gestão da manutenção.

Além disso, nesta fase, ocorreu a organização dos principais atributos, o que resultou na geração de uma lista com um conjunto genérico de requisitos de informação para aprimorar o uso do BIM no processo de manutenção das edificações vinculadas às IFES, incluindo o melhor momento de captura desses dados.

Com a formalização das informações necessárias para as equipes de manutenção,

foram definidos os objetos de troca para garantir a interoperabilidade do modelo BIM ao longo de seu ciclo de vida. O estudo explorou padrões consolidados, como o *Industry Foundation Classes* (IFC) e o esquema *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie), potencializando a interoperabilidade entre ferramentas e processos. Os padrões abertos identificados podem auxiliar na comunicação entre diferentes sistemas de modelagem e aprimorar a aplicação da lista de requisitos.

Ainda nesta fase, foi realizada uma análise para possibilitar a vinculação das informações diretamente aos modelos BIM de edificações existentes, expandindo sua aplicabilidade. Foram adotadas técnicas de programação visual em Dynamo para obter uma rotina no Revit que possibilita a inserção dos dados em edificações já modeladas.

Na fase de proposição, foram revisados os requisitos de informação estabelecidos para a manutenção das IFES, bem como as formas de inserção e integração dessas informações em uma representação digital BIM, o que resultou no desenvolvimento de um Modelo de Processo para Gestão de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES.

O modelo de processo elaborado culminou na proposição das Diretrizes para Organização e Incorporação de Informações em Modelos BIM para Apoiar a Gestão da Manutenção de Edificações de IFES, considerada a principal contribuição científica desta pesquisa.

As diretrizes apresentadas representam ações potenciais para garantir a melhor gestão da manutenção de edificações pertencentes às Instituições Federais de Ensino Superior no Brasil e para expandir a aplicação da Modelagem da Informação da Construção nesta realidade, especialmente por se tratar de organizações com limitada inserção do BIM em seus processos gerenciais.

Além disso, outras organizações públicas também poderão fazer uso dessas diretrizes, já que o Brasil ainda é um país com baixa disseminação do BIM em seus processos governamentais, possibilitando sua aplicação prática na resolução de problemas reais das mais diversas entidades da administração pública. O documento poderá, se adaptado, ser utilizado por entidades privadas com o mesmo fim, mesmo não sendo objeto deste estudo.

Um benefício a ser destacado é que a identificação e formalização das informações necessárias para as equipes de manutenção asseguram uma operação mais eficiente das instalações nas IFES, o que tende a reduzir custos e prolongar a vida útil das construções, contribuindo diretamente para a preservação e valorização dos bens públicos.

Outro benefício está relacionado à identificação do fluxo das informações que apoiarão as atividades de manutenção das IFES, o que possibilita indicar o momento exato de captura desses dados, permitindo a definição dos responsáveis por esse processo antes mesmo de iniciar a elaboração dos projetos básico e executivo e a

construção.

Para atender às demandas legais e otimizar a gestão de obras e serviços de engenharia nas IFES, os requisitos mínimos de manutenção poderão ser exigidos já na etapa de licitação de projetos e obras públicas, abordando a relação entre BIM e os processos de contratação pública.

Entretanto, o processo proposto pode enfrentar dificuldades de implementação pelas organizações públicas, considerando a necessidade de equipamentos sofisticados e a aquisição de softwares BIM, fatores que podem ser agravados pela constante evolução tecnológica, a qual essas instituições nem sempre conseguem acompanhar.

A carência de corpo técnico especializado nas IFES pode representar outro obstáculo, pois exige que os membros da equipe de gestão da manutenção possuam formação e qualificações compatíveis com os sistemas e ferramentas a serem utilizados, além de conhecimento específico para operá-los.

Quanto às limitações desta pesquisa, a validação do modelo proposto foi realizada com base em questionários e na análise de especialistas, mas estudos futuros poderiam incluir testes práticos em projetos reais de manutenção em IFES, a fim de avaliar a aplicação das diretrizes em cenários complexos.

Cabe como recomendação o aprofundamento no campo da interoperabilidade, com ênfase no uso do formato aberto *Industry Foundation Classes* (IFC), que representa uma área com grandes possibilidades de pesquisa e forte potencial de expansão, embora ainda distante de atingir sua plena capacidade de aplicação. Este estudo abordou o IFC em um cenário hipotético, sem aplicação prática, o que reforça a necessidade de investigações mais aprofundadas em trabalhos futuros.

Um caminho com potencial a ser explorado diz respeito ao desenvolvimento de uma ferramenta para preenchimento de informações em modelos BIM, com base no padrão IFC, no contexto de um modelo federado de gestão da manutenção. O objetivo é propor um modelo conceitual que ofereça uma visão integrada da relação entre as informações e os componentes ou espaços associados à manutenção.

Além disso, recomenda-se a ampliação do escopo para explorar a integração do modelo com tecnologias emergentes, como *Digital Twin*¹, e a análise do impacto do uso dessas diretrizes em outras instituições públicas e privadas.

A pesquisa apresenta potencial para desdobramentos e avanços significativos na aplicação do BIM para a gestão da manutenção predial. Espera-se que este estudo

¹O Digital Twin (ou Gêmeo Digital) é uma tecnologia emergente vital para a transformação digital e a modernização inteligente, referindo-se a uma representação virtual de um objeto físico conectada a dados em tempo real para otimizar o desempenho ao longo do ciclo de vida (Tao et al., 2022). Integrando inteligência artificial, aprendizado de máquina e análise de dados, cria modelos digitais dinâmicos capazes de aprender e atualizar o status da contraparte física, promovendo a adoção do gerenciamento inteligente de ativos, especialmente na fase de O&M (Lu et al., 2019).

contribua para impulsionar a disseminação do BIM no Brasil e se configure como uma alternativa para lançar luz à terceira e última fase do Decreto nº 10.306, que prevê a utilização da Modelagem da Informação da Construção por entidades da administração pública federal no gerenciamento e manutenção de empreendimentos cujos projetos e obras tenham sido desenvolvidos ou executados com a aplicação do BIM, a partir de 2028.

Por fim, conclui-se que, para a implementação das Diretrizes para Organização e Incorporação de Informações em Modelos BIM para Apoiar a Gestão da Manutenção de Edificações das IFES, é necessário que os responsáveis pela operação e manutenção de cada instituição realizem uma análise aprofundada dos atributos identificados, a fim de validá-los no contexto específico a ser implementado. Também se reconhece a necessidade de um aprofundamento na aplicação do BIM pelo setor público em todas as fases do ciclo de vida das edificações, especialmente na fase de O&M, para que o conteúdo apresentado neste estudo se torne mais acessível e aplicável. Espera-se, assim, ter contribuído para lançar luz sobre o tema da gestão da manutenção com a aplicação do BIM, apresentando-o como uma alternativa válida para o aprimoramento dos serviços públicos oferecidos à população.

7.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Com base nos resultados desta pesquisa, apresentam-se as seguintes recomendações para estudos futuros:

- a) aplicar o método proposto, ou parte dele, em uma pesquisa-ação, utilizando as diretrizes apresentadas neste estudo;
- b) investigar a implantação dos requisitos de informação para manutenção e do fluxo de informações em projetos internos de obras públicas, contratações integradas e execução de obras;
- c) elaborar um Plano de Manutenção específico para as IFES brasileiras;
- d) expandir o processo de hierarquização e priorização dos requisitos de manutenção para outros setores, sejam públicos ou privados;
- e) ampliar o estudo com a participação de IFES de todas as Unidades Federativas do Brasil, avaliando e aperfeiçoando o método proposto a partir de sua aplicação em uma amostra mais representativa;
- f) desenvolver ferramentas computacionais baseadas em BIM, utilizando tecnologias da informação, para apoiar a gestão da manutenção nas IFES;
- g) integrar o Modelo de Requisitos de Informação para Manutenção de IFES aos processos licitatórios de projetos, obras e serviços de engenharia e arquitetura, de modo que sirva como referência para um novo método de contratação;

- h) ampliar do escopo para explorar a integração do modelo com tecnologias emergentes.
- i) aprofundar os estudos na interoperabilidade, especialmente nas questões referentes ao IFC.

REFERÊNCIAS

ABDI. **Guia 1 - Processo de projeto BIM**. Brasília, DF: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017. 84p. Disponível em: <<https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br>>. Acesso em: jan. 2023.

ABIDEEN, D. K. et al. A Systematic Review of the Extent to Which BIM Is Integrated into Operation and Maintenance. **Sustainability**, [S.l.], v.14, n.14, p.8692, jul. 2022. DOI: 10.3390/su14148692.

ABNT. **NBR 15965-1**: Sistema de Classificação da Informação da Construção - Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 6p. v.1.

ABNT. **NBR ISO 41011**: Facility management — Vocabulários. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. 15p. v.1.

ABNT. **NBR ISO 19650-1**: Organização da informação acerca de trabalhos da construção - Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção - Parte 1: Conceitos e princípios. 1.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2022a. 40p.

ABNT. **NBR ISO 19650-2**: Organização da informação acerca de trabalhos da construção - Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção - Parte 2: Fase de entrega de ativos. 1.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2022b. 40p.

ABNT. **NBR 5674**: Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2024. 32p. v.3.

ABUALDENIEN, J.; BORRMANN, A. Levels of detail, development, definition, and information need: a critical literature review. **Journal of Information Technology in Construction**, [S.l.], v.27, n.18, p.363–392, apr. 2022. DOI: 10.36680/J.ITCON.2022.018.

ACAMPA, G.; PARISI, C. Cultural heritage management: Optimising procedures and maintenance costs. **Valori e Valutazioni**, [S.l.], n.29, p.79–102, jun. 2021. DOI: 10.48264/VVSIEV-20212907.

AJAYI, S. O.; OYEBIYI, F.; ALAKA, H. A. Facilitating compliance with BIM ISO 19650 naming convention through automation. **Journal of Engineering, Design and Technology**, [S.l.], v.21, n.1, p.108–129, jan. 2023. DOI: 10.1108/JEDT-03-2021-0138.

AKACAMET, A.; AKINCI, B.; GARRETT, J. H. Potential utilization of building information models for planning maintenance activities. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, 13., 2010, Nottingham, United Kingdom. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 2010. p.151 – 157.

ALAVI, H.; BORTOLINI, R.; FORCADA, N. BIM-based decision support for building condition assessment. **Automation in Construction**, [S.l.], v.135, p.104117, mar. 2022. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2021.104117.

ALGAYER, T. A. **Gerenciamento da informação baseado em um modelo BIM-FM para a gestão da manutenção**. 2019. 172p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ANDERSON, A. et al. Challenges of Implementing COBie and BIM in a Large Owner Organization. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2012, West Lafayette, Indiana, United States. **Proceedings...** Southfield: ASCE Library, 2012. p.688 – 697.

AUTODESK. **Help Home**. Califórnia, EUA: Autodesk Revit 2024, 2024. Disponível em: <<https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/ENU/>>. Acesso em: out. 2024.

BACHEVA, T. S.; GRAU, J. F. R. Building Information Modeling (BIM) for Visual Representation of Embodied Impacts of Buildings: Current Methods and Future Prospects. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ARCHITECTURAL GRAPHIC EXPRESSION, 20., 2024, Porto, Portugal. **Proceedings...** Springer: Cham, 2024. p.351–358.

BALDAUF, J. P. **Método para gestão de requisitos em empreendimentos do setor da saúde com apoio de ferramentas baseadas em BIM**. 2020. 340p. Tese (Doutorado em Engenharia) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BALDAUF, J. P.; FORMOSO, C. T.; TZORTZOPOULOS, P. Method for managing requirements in healthcare projects using building information modelling. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v.28, n.8, p.2090–2118, oct. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2020-1040>.

BARBETTA, P. A. **Estatística para cursos de engenharia, computação e ciência de dados**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2024. 376p. ISBN: 9788521638827.

BARBOSA, A.; AVELAR, F.; SILVA, R. R. **PCM Planejamento e Controle de Manutenção**. São Paulo: Bookstart, 2016. 101p.

BARRETT, P.; BALDRY, D. **Facilities Management: Towards Best Practice**. 2.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2003. 300p. ISBN: 9780632064458.

BECERIK-GERBER, B. et al. Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. **Journal of Construction Engineering and Management**, [S.l.], v.138, n.3, p.431–442, jun. 2011. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000433.

BIMFORUM. **Level of Development Specification**. [S.l.]: BIMForum, 2020. 272p. Disponível em: <<https://bimforum.org/resource/level-of-development-specification/>>. Acesso em: jan. 2023.

BOLPAGNI, M. **The Many Faces of ‘LOD’**. [S.l.]: BIM ThinkSpace, 2016. Disponível em: <<https://www.bimthinkspace.com/2016/07/the-many-faces-of-lod.html>>. Acesso em: abr. 2023.

BORRELLI, E. M. Y. **Requisitos para aplicação de modelos BIM nas atividades de manutenção e operação de edificações**. 2020. 191p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BORRMANN, A. et al. Building Information Modeling: Why? What? How?: Technology Foundations and Industry Practice. In: **Building Information Modeling**. Cham, Switzerland: Springer, 2018. p.1–24. ISBN: 9783319928623.

BORTOLINI, R.; FORCADA, N.; MACARULLA, M. BIM for the integration of building maintenance management: A case study of a university campus. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRODUCT AND PROCESS MODELLING, 11., 2016, Limassol, Chipre. **Proceedings...** Boca Raton: CRC Press, 2016. p.427–434. DOI: 10.1201/9781315386904-62.

BRANDÃO, N. L. dos. **Gestão da manutenção predial em instituições federais de ensino do estado de Sergipe** : proposição de diretrizes. 2021. 168p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº196/1996**. Brasília: Ministério da Saúde, 1996. Disponível em: <<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1996>>. Acesso em: dez. 2023.

BRASIL. **Decreto n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004**: Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Brasília: Presidência da República, 2004. Disponível

em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/D5296.htm>. Acesso em: jun. 2024.

BRASIL. **Decreto n. 9.983, de 22 de agosto de 2019:** Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Brasília: Presidência da República, 2019. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm>. Acesso em: jun. 2022.

BRASIL. **Manual de Obras Públicas - Edificações - Práticas da SEAP - Manutenção.** Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio, 2020a. Disponível em: <<https://www.gov.br/compras/pt-br/acesso-a-informacao/manuais>>. Acesso em: jan. 2024.

BRASIL. **Decreto n. 10.306, de 2 de abril de 2020:** Institui o Building Information Modelling. Brasília: Presidência da República, 2020b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em: jun. 2022.

BRASIL. **Lei n. 14.133, de 1 de abril de 2021:** Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília: Presidência da República, 2021. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm>. Acesso em: jan. 2023.

BRASIL. **Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior:** Cadastro e-MEC. Brasília: Ministério da Educação, 2023a. Disponível em: <<https://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: fev. 2023.

BRASIL. **Medida Provisória n. 1.167:** Prorrogação do prazo de adequação à nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília: Presidência da República, 2023b. Disponível em: <<https://www.congressonacional.leg.br/materias/medidas-provisorias/-/mpv/156662>>. Acesso em: fev. 2023.

BUILDINGSMART. **What is openBIM®?** Hertfordshire, UK: buildingSMART International, 2023. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>>. Acesso em: mar. 2023.

BUILDINGSMART. **Industry Foundation Classes 4.3.2.2024.** Hertfordshire, UK: buildingSMART International, 2024. Disponível em: <<https://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/>>. Acesso em: mar. 2024.

CAPES. **Catálogo de Teses e Dissertações.** Brasília: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), 2023. Disponível em: <<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses>>. Acesso em: jul. 2023.

CARBONARI, G.; STRAVORAVDIS, S.; GAUSDEN, C. Building Information Model Implementation For Existing Buildings For Facilities Management: A Framework And Two Case Studies. **WIT Transactions on The Built Environment**, [S.l.], v.149, p.395–406, sep. 2015. DOI: 10.2495/BIM150331.

CARDINAL, S. M. **Gestão da manutenção predial em instituições federais de ensino do estado de Sergipe** : proposição de diretrizes. 2018. 172p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Gestão da Inovação) — Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Chapecó.

CARLINO, A. E. **Melhoria dos processos de manutenção em prédios públicos**. 2012. 170p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) — Programa de Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CATELANI, W. S.; SANTOS, E. T. Normas brasileiras sobre BIM. **AConcreto & Construções**, São Paulo, v.44, n.84, p.54–59, mai. 2016.

CAVKA, H. B.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, E. A. Levels of BIM compliance for model handover. **Journal of Information Technology in Construction**, [S.l.], v.23, n.12, p.243–258, nov. 2018.

CERÍ, A. et al. BIM implementation in building maintenance management. **Gradevinar**, [S.l.], v.71, n.10, p.889–900, out. 2019. DOI: 10.14256/JCE.2730.2019.

CHANG, K.-M.; DZENG, R.-J.; WU, Y.-J. An Automated IoT Visualization BIM Platform for Decision Support in Facilities Management. **Facilities Management**, [S.l.], v.8, n.7, p.1086, jul. 2018. DOI: 10.3390/app8071086.

CHE-ANI, A. et al. A review of Building Information Modelling (BIM)-based building condition assessment concept. **Malaysian Construction Research Journal**, [S.l.], v.20, n.3, p.85–101, 2017.

CHEN, C.; TANG, L. BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance. **Automation in Construction**, [S.l.], v.107, p.102944, nov. 2019b. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2019.102944.

CHEN, K. L.; TSAI, M. H. Conversation-Based Information Delivery Method for Facility Management. **Sensors**, Basel, Switzerland, v.21, p.4771, jul. 2021. DOI: 10.3390/S21144771.

CHEN, K. et al. A BIM-based location aware AR collaborative framework for facility maintenance management. **Journal of Information Technology in Construction**, [S.l.], v.24, n.19, p.360–380, jul. 2019a.

CHEN, W. et al. BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. **Automation in Construction**, [S.l.], v.91, p.15–30, jul. 2018. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2018.03.007.

CHENG, J. C. et al. Data-driven predictive maintenance planning framework for MEP components based on BIM and IoT using machine learning algorithms. **Automation in Construction**, [S.l.], v.112, p.103087, apr. 2020. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2020.103087.

CHENG, J. C. P.; LU, Q.; STUDENT, M. P. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. **Journal of Information Technology in Construction**, [S.l.], v.20, n.27, p.442–478, oct. 2015.

CHEW, M. Y. L.; TAN, S. S.; KANG, K. H. Building Maintainability - Review of State of the Art. **Journal of Architectural Engineering**, [S.l.], v.10, n.3, p.80–87, set. 2004. DOI: 10.1061/(ASCE)1076-0431(2004)10:3(80).

CHU, M.; MATTHEWS, J.; LOVE, P. E. Integrating mobile Building Information Modelling and Augmented Reality systems: An experimental study. **Automation in Construction**, [S.l.], v.85, p.305–316, jan. 2017. DOI: 10.1016/j.autcon.2017.10.032.

CONDOTTA, M.; SCANAGATTA, C. BIM-based method to inform operation and maintenance phases through a simplified procedure. **Journal of Building Engineering**, [S.l.], v.65, n.15, p.105730, apr. 2023. DOI: 10.1016/j.jobbe.2022.105730.

CORDEIRO, A. M. et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, [S.l.], v.34, n.6, p.428–431, oct. 2007. DOI: 10.1590/S0100-69912007000600012.

CORTÉS-PÉREZ, J. P.; CORTÉS-PÉREZ, A.; PRIETO-MURIEL, P. BIM-integrated management of occupational hazards in building construction and maintenance. **Automation in Construction**, [S.l.], v.113, p.103115, may. 2020. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2020.103115.

CRAWFORD, R. H. **Life Cycle Assessment in the Built Environment**. 1.ed. London: Routledge, 2011. 248p. ISBN: 9780203868171.

DANIOTTI, B. et al. **BIM-Based Collaborative Building Process Management**. 1.ed. Cham, Switzerland: Springer, 2020. 192p. ISBN: 978-3-030-32888-7.

DAVIES, K.; WILKINSON, S.; MCMEEL, D. A review of specialist role definitions in BIM guides and standards. **Journal of Information Technology in Construction**, [S.l.], v.22, n.10, p.185–203, oct. 2017.

De Gaetani, C. I.; MERT, M.; MIGLIACCIO, F. Interoperability Analyses of BIM Platforms for Construction Management. **Applied Sciences** **2020**, Vol. **10**, Page **4437**, [S.l.], v.10, n.13, p.4437, jun. 2020. DOI: 10.3390/APP10134437.

DIXIT, M. K. et al. Integration of facility management and building information modeling (BIM): A review of key issues and challenges. **Facilities**, [S.l.], v.37, n.7-8, p.455–483, abr. 2019. DOI: 10.1108/F-03-2018-0043/FULL/PDF.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J. A. V. **Design Science Research**: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 204p. ISBN: 9788582605530.

DURDYEV, S. et al. Barriers to the implementation of Building Information Modelling (BIM) for facility management. **Journal of Building Engineering**, [S.l.], v.46, p.103736, apr. 2022. DOI: 10.1016/J.JOBE.2021.103736.

DYNAMO. **Dynamo Package Manager**. [S.l.]: Dynamo, 2024. Disponível em: <<https://www.dynamopackages.com/>>. Acesso em: ago. 2024.

EAST, B.; CARRASQUILLO, M. **The COBie Guide**: a commentary to the NBIMS-US COBie standard. Champaign, IL: U.S. ARMY Corps of Engineers, Engineering Research Developmental Center and Construction Engineering Research Laboratory, 2013. 125p. Disponível em: <<https://www.wbdg.org/bim/cobie/cobie-guide>>. Acesso em: abr. 2023.

EAST, E. W. **Construction Operations Building Information Exchange (COBIE)**: Requirements Definition and Pilot Implementation Standard. Champaign, IL: US Army Engineer Research and Development Center, 2007. 195p. Disponível em: <<https://ntrl.ntis.gov/NTRL/dashboard/searchResults/titleDetail/ADA491932.xhtml>>. Acesso em: abr. 2023.

EASTMAN, C. M. et al. Exchange Model and Exchange Object Concepts for Implementation of National BIM Standards. **Journal of Computing in Civil Engineering**, [S.l.], v.24, n.1, p.25–34, dec. 2009. DOI: 10.1061/(ASCE)0887-3801(2010)24:1(25).

ENSAFI, M.; THABET, W. Challenges and Gaps in Facility Maintenance Practices. In: ANNUAL ASSOCIATED SCHOOLS OF CONSTRUCTION INTERNATIONAL CONFERENCE, 57., 2021, Virtual, California, United States. **Proceedings...** Headquarter: ASC, 2021. p.237–245.

FARGHALY, K. et al. Taxonomy for BIM and Asset Management Semantic Interoperability. **Journal of Management in Engineering**, [S.l.], v.34, n.4, p.04018012, jul. 2018. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000610.

FARGNOLI, M. et al. A BIM-based PSS Approach for the Management of Maintenance Operations of Building Equipment. **Buildings**, [S.l.], v.9, n.6, p.139, may. 2019. DOI: 10.3390/buildings9060139.

FARIAS, M. T. D. **Protocolo estadual de classificação de risco-BA**: avaliação por painel de especialistas. 2017. 162p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias em Saúde) — Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador.

FATMASARI, U.; LATIEF, Y. Development of Building Information Modelling (BIM) Model to Enhance Services in Maintenance of Public Building. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, 8., 2018, Bandung, Indonesia. **Proceedings...** Southfield: IEOM Society, 2018. p.3202–3209.

FERREIRA, F. M. C. **Modelo para gestão de manutenção predial em Universidades Públicas**: Caso das IFES Mineiras. 2017. 187p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Civil) — Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

FONTOURA, L. H. N. da; SANTOS, C. H. S.; OLIVEIRA, C. C. de. Manutenção de Prédios Públicos: Uma Questão de Gestão. **Revista Eletrônica de Administração**, [S.l.], v.18, n.2, p.322 – 346, jul. 2019. ISSN: 1679-9127.

FRAZÃO, K. N. T. **Manutenção predial utilizando a metodologia BIM com ênfase na vida útil dos componentes construtivos**. 2020. 110p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de Brasília, Brasília.

GAO, X.; PISHDAD-BOZORGI, P. BIM-enabled facilities operation and maintenance: A review. **Advanced Engineering Informatics**, [S.l.], v.39, p.227–247, jan. 2019. DOI: 10.1016/J.AEI.2019.01.005.

GARRIGÓS, A. G.; MONTOYA, M. D. A. BUILDING INFORMATION MODELLING IN OPERATIONS OF MAINTENANCE AT THE UNIVERSITY OF ALICANTE. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, [S.l.], v.13, n.1, p.1–11, jan. 2018. DOI: 10.2495/SDP-V13-N1-1-11.

GHAFFARIANHOSEINI, A. et al. Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S.l.], v.75, p.1046–1053, aug. 2017. DOI: 10.1016/J.RSER.2016.11.083.

GODAGER, B.; ONSTEIN, E.; HUANG, L. The Concept of Enterprise BIM: Current Research Practice and Future Trends. **IEEE Access**, [S.l.], v.9, p.42265–42290, mar. 2021. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3065116.

GOUGH, D.; OLIVER, S.; THOMAS, J. **An Introduction to Systematic Reviews**. 2.ed. London: Sage Publishing, 2017. 331p. ISBN: 9781473929425.

GSA. **BIM Guide 08 - Facility Management**. Washington, DC: U.S. General Services Administration, 2011. 82p. Disponível em: <<https://www.gsa.gov/real-estate/design-and-construction/3d4d-building-information-modeling/bim-guides>>. Acesso em: set. 2022.

HALMETOJA, E. The conditions data model supporting building information models in facility management. **Facilities**, [S.l.], v.37, n.7-8, p.484–501, abr. 2019. DOI: 10.1108/F-11-2017-0112/FULL/PDF.

HANDAYANIPUTRI, A. et al. Development of e-maintenance in green building maintenance and repair work of government buildings based on work breakdown structure using building information modeling. **International Journal of Engineering Research and Technology**, [S.l.], v.12, n.12, p.2061–2071, 2019.

HARUN, A. N. et al. Existing Practices of Building Information Modeling (BIM) Implementation in the Public Sector. **International Journal of Supply Chain Management**, [S.l.], v.5, n.4, p.166–177, dec. 2016. DOI: 10.59160/IJSCM.V5I4.1372.

HAUASHDH, A. et al. Strategic approaches towards achieving sustainable and effective building maintenance practices in maintenance-managed buildings: A combination of expert interviews and a literature review. **Journal of Building Engineering**, [S.l.], v.45, p.103490, jan. 2022. DOI: 10.1016/J.JOBE.2021.103490.

HORA, H. R. M. da; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, [S.l.], v.11, n.2, p.85–103, jun. 2010. DOI: 10.22456/1983-8026.9321.

HOSAMO, H. H. et al. A Digital Twin predictive maintenance framework of air handling units based on automatic fault detection and diagnostics. **Energy and Buildings**, [S.l.], v.261, p.111988, apr. 2022. DOI: 10.1016/J.ENBUILD.2022.111988.

HSIEH, C.-C. et al. Building information modeling services reuse for facility management for semiconductor fabrication plants. **Automation in Construction**, [S.l.], v.102, p.270–287, jun. 2019. DOI: 10.1016/j.autcon.2018.12.023.

IBRAHIM, K. et al. BIM for FM: Input versus Output data. In: CIB W78 CONFERENCE, 33., 2016, Brisbane, Australia. **Proceedings...** Kanata: CIB Publication, 2016.

IFMA. **What is Facility Management?** Houston, TX: International Facility Management Association - IFMA, 2023. Disponível em: <<https://www.ifma.org/about/what-is-fm/>>. Acesso em: nov. 2022.

ISMAIL, Z. A. An Integrated Computerised Maintenance Management System (I-CMMS) for IBS building maintenance. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, [S.l.], v.37, n.3, p.326–343, jun. 2019. DOI: 10.1108/IJBPA-10-2017-0049/FULL/PDF.

ISMAIL, Z. A. Implementation of BIM technology for knowledge transfer in IBS building maintenance projects. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, [S.l.], v.39, n.1, p.115–134, fev. 2021b. DOI: 10.1108/IJBPA-02-2018-0022/FULL/PDF.

ISMAIL, Z. A. B. Towards a BIM-based approach for improving maintenance performance in IBS building projects. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v.28, n.5, p.1468–1490, jun. 2021a. DOI: 10.1108/ECAM-07-2020-0508/FULL/PDF.

ISMAIL, Z. A. B. A BIM-based model checking in the green building maintenance: a review. **Construction Innovation**, [S.l.], v.23, n.2, p.487–503, feb. 2023. DOI: 10.1108/CI-10-2020-0161.

ISMAIL, Z.-A. et al. BIM technologies applications in IBS building maintenance. **Jurnal Teknologi**, [S.l.], v.74, n.3, p.69–76, 2015. DOI: 10.11113/jt.v74.4554.

ISO. **ISO 16739-1**: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema. 1.ed. Switzerland: ISO, 2018. 1474p.

JIANG, R. et al. Government efforts and roadmaps for building information modeling implementation: lessons from Singapore, the UK and the US. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v.29, n.2, p.782–818, mar. 2022. DOI: 10.1108/ECAM-08-2019-0438.

JIN, R. et al. Integrating BIM with building performance analysis in project life-cycle. **Automation in Construction**, [S.l.], v.106, p.102861, oct. 2019. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2019.102861.

JOSHI, A. et al. Likert Scale: Explored and Explained. **Journal of Applied Science and Technology**, [S.l.], v.7, n.4, p.396–403, feb. 2015. DOI: 10.9734/BJAST/2015/14975.

KAMAL, Z.; TAGHADDOS, H.; KARIMI, H. BIM-Based Maintenance Management System for Healthcare Facilities. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [S.l.], v.35, n.4, p.04021036, jun. 2021. DOI: 10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001604.

KAMARA, J. M.; ANUMBA, C. J.; EVBUOMWAN, N. F. O. **Capturing client requirements in construction projects**. 1.ed. London: Thomas Telford Publishing, 2002. 241p.

KAMELI, M. et al. An application framework for development of a maintenance management system based on building information modeling and radio-frequency identification: case study of a stadium building. **Canadian Journal of Civil Engineering**, [S.l.], v.47, n.6, p.736–748, aug. 2019. DOI: 10.1139/CJCE-2019-0107.

KAMELI, M. et al. Improving maintenance performance by developing an IFC BIM/RFID-based computer system. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, [S.l.], v.12, n.2, p.3055–3074, aug. 2020. DOI: 10.1007/S12652-020-02464-3.

KASANEN, E.; LUKKA, K.; SIITONEN, A. The constructive approach in management accounting research. **Journal of Management Accounting Research**, [S.l.], v.5, p.243–264, jan. 1993.

KASSEM, M. et al. BIM in facilities management applications: A case study of a large university complex. **Built Environment Project and Asset Management**, [S.l.], v.5, n.3, p.261–277, jul. 2015. DOI: 10.1108/BEPAM-02-2014-0011.

KEMP, A. et al. **UK BIM Alliance Annual Report 2020**. London, UK: UK BIM Alliance, 2020. 24p. Disponível em: <<https://ukbimalliance.co.uk/category/stories/>>. Acesso em: abr. 2023.

KENSEK, K. BIM Guidelines Inform Facilities Management Databases: A Case Study over Time. **Buildings**, [S.l.], v.5, n.3, p.899–916, aug. 2015. DOI: 10.3390/buildings5030899.

KIM, K. et al. Integration of ifc objects and facility management work information using Semantic Web. **International Journal of Geo-Information**, [S.l.], v.6, n.2, p.53, feb. 2017. DOI: 10.1016/j.autcon.2017.12.019.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic Literature Reviews in Software Engineering**. United Kingdom: Keele University and Durham University, 2007. 57p. EBSE 2007-01.

KIVINIEMI, A. **Requirements Management Interface to Building Product Models**. 2005. Dissertation (Doctor of Philosophy) — Department of Civil and Environmental Engineering and the Committee of Graduate Studies, Stanford University, California.

KUMAR, V.; TEO, A. L. E. Development of a rule-based system to enhance the data consistency and usability of COBie datasheets. **Journal of Computational Design and Engineering**, [S.l.], v.8, n.1, p.343–361, jan. 2021. DOI: 10.1093/JCDE/QWAA083.

KUMAR, V.; TEO, E. A. L. Perceived benefits and issues associated with COBie datasheet handling in the construction industry. **Facilities**, [S.l.], v.39, n.5-6, p.321–349, mar. 2020. DOI: 10.1108/F-09-2019-0100.

LARA, N. C. R. **Proposta de parametrização de objetos BIM em atendimento à norma de manutenção de edificações NBR 5674:2012**. 2021. 140p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

LAVY, S.; JAWADEKAR, S. A Case Study of Using BIM and COBie for Facility Management. **Journal of Facilities Management**, [S.l.], v.5, n.2, dec. 2014.

LEAL, B. M. F.; SALGADO, M. S. Propostas de incorporação de BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [S.l.], v.10, p.e019025–e019025, jul. 2019. DOI: 10.20396/PARC.V10I0.8653676.

LEE, P. C. et al. A Cloud Model-based Knowledge Mapping Method for Historic Building Maintenance based on Building Information Modelling and Ontology. **Journal of Civil Engineering**, [S.l.], v.23, n.8, p.3285–3296, jul. 2019. DOI: 10.1007/S12205-019-2457-0.

LEE, W. L. et al. V3DM+: BIM interactive collaboration system for facility management. **Visualization in Engineering**, [S.l.], v.4, n.1, p.1–15, dez. 2016. DOI: 10.1186/S40327-016-0035-9/TABLES/3.

LIAO, L.; LIN, E. T. A.; LOW, S. P. Assessing building information modeling implementation readiness in building projects in Singapore: A fuzzy synthetic evaluation approach. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v.27, n.3, p.700–724, mar. 2020. DOI: 10.1108/ECAM-01-2019-0028.

LIN, Y. C.; SU, Y. C. Developing mobile- and BIM-based integrated visual facility maintenance management system. **The Scientific World Journal**, [S.l.], v.2013, p.1–10, oct. 2013. DOI: 10.1155/2013/124249.

LINDBLAD, H.; GUERRERO, J. R. Client's role in promoting BIM implementation and innovation in construction. **Construction Management and Economics**, [S.l.], v.38, n.5, p.468–482, may. 2020. DOI: 10.1080/01446193.2020.1716989.

LIU, R.; ISSA, R. R. A. Survey: Common Knowledge in BIM for Facility Maintenance. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [S.l.], v.30, n.3, p.04015033, may. 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000778.

LIU, R.; ISSA, R. R. BIM for facility management: Design for maintainability with BIM tools. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN

CONSTRUCTION AND MINING, 30., 2013, Quebec, Canada. **Proceedings...** Red Hook: Curran Associates, 2013. p.321–328. DOI: 10.22260/ISARC2013/0035.

LIU, S. et al. The Driving Force of Government in Promoting BIM Implementation. **Journal of Management and Sustainability**, [S.l.], v.5, n.4, p.157, dec. 2015. DOI: 10.5539/JMS.V5N4P157.

LIU, X. et al. A State-of-the-Art Review on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS). **Automation in Construction**, [S.l.], v.87, p.173–187, mar. 2018. DOI: 10.3390/ijgi6020053.

LU, Q.; LEE, S. Image-Based Technologies for Constructing As-Is Building Information Models for Existing Buildings. **Journal of Computing in Civil Engineering**, [S.l.], v.31, n.4, p.04017005, fev. 2017. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000652.

LU, Q. et al. From BIM Towards Digital Twin: Strategy and Future Development for Smart Asset Management. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SERVICE ORIENTED, HOLONIC AND MULTI-AGENT MANUFACTURING SYSTEMS FOR INDUSTRY OF THE FUTURE, 9., 2019, Valencia, Spain. **Proceedings...** Springer: Cham, 2019. p.392 – 404.

LU, Q. et al. Developing a Digital Twin at Building and City Levels: Case Study of West Cambridge Campus. **Journal of Management in Engineering**, [S.l.], v.36, n.3, p.05020004, mar. 2020. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000763.

LUCAS, J.; BULBUL, T.; THABET, W. An object-oriented model to support healthcare facility information management. **Automation in Construction**, [S.l.], v.31, p.281–291, may. 2013. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2012.12.014.

LUKKA, K. The key issues of applying the constructive approach to field research. In: **Management Expertise in the New Millennium**. Indiana, United States: Turku School of Economics and Business Administration, 2000. p.113–128.

LUKKA, K. The Constructive Research Approach. In: **Case study research in logistics**. Turku: Turku School of Economics and Business Administration, 2003. p.83–101.

MA, Z. et al. Data-driven decision-making for equipment maintenance. **Automation in Construction**, [S.l.], v.112, p.103103, apr. 2020. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2020.103103.

MACHETE, R. et al. Information transfer between two heritage BIMs for reconstruction support and facility management: the case study of the Chalet of the Countess of Edla, Sintra, Portugal. **Journal of Cultural Heritage**, [S.l.], v.49, p.94–105, may. 2021. DOI: 10.1016/J.CULHER.2021.02.010.

MANZIONE, L. et al. DEVELOPMENT AND APPLICATION OF KEY PERFORMANCE INDICATORS TO ANALYZE AND IMPROVE MANAGEMENT OF INFORMATION FLOW IN THE BIM DESIGN PROCESS. In: CIB W78 CONFERENCE, 28., 2011, Sophia Antipolis, France. **Proceedings...** Kanata: CIB Publication, 2011.

MARCHINI, A.; PATZLAFF, J. Building information modeling (BIM) application in civil constructions intending the increase of service life. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, [S.l.], v.1, n.12, p.123, 2016. DOI: 10.1007/s41024-016-0009-2.

MARMO, R. et al. A Methodology for a Performance Information Model to Support Facility Management. **Sustainability**, [S.l.], v.11, n.24, p.7007, dec. 2019. DOI: 10.3390/su11247007.

MARMO, R. et al. Building performance and maintenance information model based on IFC schema. **Automation in Construction**, [S.l.], v.118, p.103275, oct. 2020. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2020.103275.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. D. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. **Pro-Posições**, [S.l.], v.29, n.2, p.389–415, ago. 2018. DOI: 10.1590/1980-6248-2015-0140.

MATARNEH, S. et al. Automated and interconnected facility management system: An open IFC cloud-based BIM solution. **Automation in Construction**, [S.l.], v.143, p.104569, nov. 2022. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2022.104569.

MATARNEH, S. T. et al. BIM for FM: Developing information requirements to support facilities management systems. **Facilities**, [S.l.], v.38, n.5-6, p.378–394, mar. 2020. DOI: 10.1108/F-07-2018-0084.

MATOS, R. et al. Building condition assessment supported by Building Information Modelling. **Journal of Building Engineering**, [S.l.], v.38, p.102186, jun. 2021. DOI: 10.1016/J.JOBE.2021.102186.

MATOS, R. et al. Building Condition Indicators Analysis for BIM-FM Integration. **Archives of Computational Methods in Engineering**, [S.l.], v.29, p.1–24, fev. 2022. DOI: 10.1007/S11831-022-09719-6/TABLES/4.

MATĚJKA, P.; TOMEK, A. Ontology of BIM in a Construction Project Life Cycle. **Procedia Engineering**, [S.l.], v.196, p.1080–1087, jan. 2017. DOI: 10.1016/J.PROENG.2017.08.065.

MAYO, G.; ISSA, R. R. A. Processes and Standards for BIM Closeout Information Deliverables for Owners. In: **Computing in Civil and Building Engineering**. Reston, United States: ASCE, 2014. p.673–680. ISBN: 9780784413616.

MAYO, G.; ISSA, R. R. A. Nongeometric Building Information Needs Assessment for Facilities Management. **Journal of Management in Engineering**, [S.l.], v.32, n.3, p.04015054, dez. 2015. DOI: 0.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000414.

MCARTHUR, J. J.; BORTOLUZZI, B. Lean-Agile FM-BIM: a demonstrated approach. **Facilities**, [S.l.], v.36, n.13-14, p.676–695, nov. 2018. DOI: 10.1108/F-04-2017-0045/FULL/PDF.

MCAULEY, B.; HORE, A.; WEST, R. BIM Innovation Capability Programme: an Irish BIM Study. **Irish Building Magazine**, [S.l.], n.4, p.78–81, dec. 2016. DOI: 10.21427/x2j1-yk49.

MEADATI, P. BIM Extension into Later Stages of Project Life Cycle. In: ASSOCIATED SCHOOLS OF CONSTRUCTION 45TH ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, 2009, Gainesville, United States. **Proceedings...** Cheyenne: ASC, 2009. p.121–129.

MELO, S.; GRANJA, A. D.; BALLARD, G. Collaboration to extend target costing to non-multi-party contracted projects: Evidence from literature. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21., 2013, Fortaleza, Brazil. **Proceedings...** Canada: IGLC, 2013. p.237–246.

MENG, Q. et al. A review of integrated applications of BIM and related technologies in whole building life cycle. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v.27, n.8, p.1647–1677, sep. 2020. DOI: 10.1108/ECAM-09-2019-0511.

MIRANDA, G. J.; Casa Nova, S. P. C.; Cornacchione Junior, E. B. Dimensões da qualificação docente em contabilidade: um estudo por meio da técnica Delphi. In: CONGRESSO USP CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 12., 2012. **Anais...** São Paulo: EAC/FEA/USP, 2012. p.120.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P). **Systematic Reviews**, [S.l.], v.4, n.1, jan. 2015. DOI: 10.1186/2046-4053-4-1.

MORAES, V. J. de. **Gestão da Manutenção em Prédios Públicos**: Estudo de Caso na Universidade Federal de Ouro Preto. 2022. 102p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

MORENO, J. V. et al. Dynamic Data Feeding into BIM for Facility Management: A Prototype Application to a University Building. **Buildings**, [S.l.], v.12, n.5, p.645, may. 2022. DOI: 10.3390/BUILDINGS12050645.

MOTAWA, I. Spoken dialogue BIM systems – an application of big data in construction. **Facilities**, [S.l.], v.35, n.13-14, p.787–800, 2017. DOI: 10.1108/F-01-2016-0001/FULL/PDF.

MOTAWA, I.; ALMARSHAD, A. A knowledge-based BIM system for building maintenance. **Automation in Construction**, [S.l.], v.29, p.173–182, jan. 2013. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2012.09.008.

MOTAWA, I.; ALMARSHAD, A. Case-based reasoning and BIM systems for asset management. **Built Environment Project and Asset Management**, [S.l.], v.5, n.3, p.233–247, 2015. DOI: 10.1108/BEPAM-02-2014-0006.

NATICCHIA, B.; CORNELI, A.; CARBONARI, A. Framework based on building information modeling, mixed reality, and a cloud platform to support information flow in facility management. **Frontiers of Engineering Management 2020 7:1**, [S.l.], v.7, n.1, p.131–141, jan. 2020. DOI: 10.1007/S42524-019-0071-Y.

NBS. **What is COBie?** [S.l.]: NBS National BIM Library, 2018. Disponível em: <<https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-cobie>>. Acesso em: abr. 2023.

NGWEPE, L.; AIGBAVBOA, C. **A theoretical review of building life cycle stages and their related environmental impacts**. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/54198925.pdf>>. Acesso em: mar. 2022.

NOGUEIRA, V. G. C.; FUSCALDI, K. C. **Painel de especialistas e Delphi: métodos complementares na elaboração de estudos de futuro: guia orientador**. Brasília, BR: Embrapa, 2018. 58p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1091361/painel-de-especialistas-e-delphi-metodos-complementares-na-elaboracao-de-estudos-de-futuro-guia-orientador>>. Acesso em: jul. 2023.

OLANREWAJU, A. L.; ABDUL-AZIZ, A.-R. **Building Maintenance Processes and Practices**. 1.ed. Singapore: Springer, 2015. 331p. ISBN: 978-981-287-263-0.

OMAR, N.; HATEM, W.; NAJY, H. Developing of building maintenance management by using BIM. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, [S.l.], v.9, n.11, p.1371–1383, nov. 2018.

OSBORNE, J. et al. What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in Science Teaching**, [S.l.], v.40, n.7, p.692–720, sep. 2003. DOI: 10.1002/tea.10105.

OTI-SARPONG, K.; LEIRINGER, R.; ZHANG, S. A Critical Examination of BIM Policy Mandates: Implications and Responses. In: CONSTRUCTION RESEARCH

CONGRESS, 2020, Reston, United states. **Proceedings...** Southfield: ASCE Library, 2020. p.763–772. DOI: 10.1061/9780784482865.081.

PALIS, P.; MISNAN, M. S. Review of Key Factors That Affect University Building Maintenance Costs. **International Journal of Engineering & Technology**, [S.l.], v.7, n.3.25, p.32 – 34, aug. 2018. DOI: 10.14419/IJET.V7I3.25.17466.

PAN, X. et al. BIM adoption in sustainability, energy modelling and implementing using ISO 19650: A review. **Ain Shams Engineering Journal**, [S.l.], v.14, p.102252, apr. 2023. DOI: 10.1016/j.asej.2023.102252.

PATACAS, J.; DAWOOD, N.; KASSEM, M. BIM for facilities management: A framework and a common data environment using open standards. **Automation in Construction**, [S.l.], v.120, p.103366, dec. 2020. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2020.103366.

PATACAS, J. et al. BIM for facilities management: evaluating BIM standards in asset register creation and service life. **Journal of Information Technology in Construction**, [S.l.], v.20, n.20, p.313–331, aug. 2015.

PEGORARO, C.; PAULA, I. C. Requirements processing for building design: a systematic review. **Production**, [S.l.], v.27, p.1–18, 2017. DOI: 10.1590/0103-6513.212116.

PMI. **Padrão de gerenciamento de projetos e Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (PMBOK® Guide)**. 7.ed. Newtown Square, United States: Project Management Institute, 2021. 370p. ISBN: 9781628256673.

PYTHON. **About Python**. [S.l.]: Python, 2024. Disponível em: <<https://www.python.org/about/>>. Acesso em: nov. 2024.

REN, R.; ZHANG, J. A New Framework to Address BIM Interoperability in the AEC Domain from Technical and Process Dimensions. **Advances in Civil Engineering**, [S.l.], v.2021, jan. 2021. DOI: 10.1155/2021/8824613.

RIBA. **Plan of Work**. London, UK: Royal Institute of British Architects, 2020. 146p. Disponível em: <<https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/resources-landing-page/riba-plan-of-work>>. Acesso em: mai. 2023.

RODRIGUES, F. et al. **Advances in Civil Engineering**, [S.l.], v.2019, jan. 2019. DOI: 10.1155/2019/9872736.

ROSA, F. P. **Proposta de modelo de gestão da fase de manutenção de edifícios, utilizando o conceito BIM, com foco na manutenção preventiva**. 2021. 302p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.

RUSCHEL, R. C.; KEHL, C. Proposta de plano de implementação BIM curricular: alinhamento do ensino na graduação com demandas de inovação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela, Brasil. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2022. p.1–11. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2184.

SACKS, R. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 3.ed. Hoboken: Wiley, 2018. 688p. ISBN: 978-1-119-28753-7.

SADEGHI, M. **Information-augmented building information models (BIM) to inform facilities management (FM) guidelines**. 2019b. 140p. Dissertation (Doctor of Philosophy) — Department of Civil and Environmental Engineering, Colorado State University, Fort Collins. DOI: 10.17616/R31NJMSY.

SADEGHI, M.; ELLIOTT, J. W. Developing building information models (BIM) for building handover, operation and maintenance. **Journal of Facilities Management**, [S.l.], v.2, n.17, p.301–316, apr. 2019a. DOI: 10.1108/JFM-04-2018-0029.

SADEGHI, M.; ELLIOTT, J. W.; MEHANY, M. H. Information-augmented exchange objects to inform facilities management BIM guidelines: introducing the level of semantics schema. **Journal of Facilities Management**, [S.l.], v.21, n.2, p.260–281, nov. 2022. DOI: 10.1108/JFM-04-2021-0044.

SALGADO, M. S. et al. A gestão de projetos e as tecnologias digitais: Estratégia BIM-BR e as tendências pós-pandemia. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre, Brasil. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020. p.1–8. DOI: 10.46421/entac.v18i.946.

SAMPAIO, A.; SIMÕES, D. Maintenance of Buildings Using BIM Methodology. **The Open Construction & Building Technology Journal**, [S.l.], v.8, p.337–342, dez. 2014. DOI: 10.2174/187483680140801033.

Santa Catarina. **Caderno de Especificação de Projeto em BIM**. Florianópolis, SC: Governo de Santa Catarina, 2018. 100p. Disponível em: <<https://www.bim.sc.gov.br/>>. Acesso em: ago. 2022.

SANTOS, R. et al. BIM-based life cycle assessment and life cycle costing of an office building in Western Europe. **Building and Environment**, [S.l.], v.169, p.106568, feb. 2020. DOI: 10.1016/J.BUILDENV.2019.106568.

SATTENINI, A.; AZHAR, S.; THUSTON, J. Preparing a building information model for facility maintenance and management. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION, 28., 2011, Seoul, South Korea. **Proceedings...** Oulu: IAARC, 2011. p.144–149.

SCHEFFER, M.; MATTERN, H.; KÖNIG, M. BIM project management. In: **Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice**. Cham, Switzerland: Springer, 2018. p.235–249. ISBN: 9783319928623.

SHALABI, F.; TURKAN, Y. IFC BIM-Based Facility Management Approach to Optimize Data Collection for Corrective Maintenance. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [S.l.], v.31, n.1, p.04016081, jul. 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000941.

SHEN, Q.; LO, K. K.; WANG, Q. Priority setting in maintenance management: a modified multi-attribute approach using analytic hierarchy process. **Construction Management and Economics**, [S.l.], v.16, n.6, p.693–702, oct. 1998. DOI: 10.1080/014461998371980.

SHEN, W.; HAO, Q.; XUE, Y. A loosely coupled system integration approach for decision support in facility management and maintenance. **Automation in Construction**, [S.l.], v.25, p.41–48, ago. 2012. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2012.04.003.

SHIROWZHAN, S. et al. BIM compatibility and its differentiation with interoperability challenges as an innovation factor. **Automation in Construction**, [S.l.], v.112, p.103086, apr. 2020. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2020.103086.

SHOHET, I. M.; NOBILI, L. Enterprise resource planning system for performance-based-maintenance of clinics. **Automation in Construction**, [S.l.], v.65, p.33–41, may. 2016. DOI: 10.1016/j.autcon.2016.01.008.

SILVA, J. M.; FALORCA, J. A model plan for buildings maintenance with application in the performance analysis of a composite facade cover. **Construction and Building Materials**, [S.l.], v.23, n.10, p.3248–3257, oct. 2009. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2009.05.008.

SILVA, R. R. de Souza da. **Contribuição do Building Information Modeling ao Facilities**. 2020. 106p. Dissertação (Mestrado em Ciências) — Universidade de São Paulo, São Paulo.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, [S.l.], v.18, n.3, p.357–375, may. 2009. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2008.10.003.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction**, [S.l.], v.57, p.64–79, sep. 2015. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2015.04.018.

SUZUKI, R. T. **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). 2020. 202p. Dissertação (Mestrado em Ciências) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TAN, A. Z. T.; ZAMAN, A.; SUTRISNA, M. Enabling an effective knowledge and information flow between the phases of building construction and facilities management. **Facilities**, [S.l.], v.36, n.3-4, p.151–170, 2018. DOI: 10.1108/F-03-2016-0028/FULL/PDF.

TAO, F. et al. Digital twin modeling. **Journal of Manufacturing Systems**, [S.l.], v.64, p.372–389, jul. 2022. DOI: 10.1016/j.jmsy.2022.06.015.

TEICHOLZ, P. M. **BIM for facility managers**. 1.ed. Hoboken: Wiley, 2013. 352p. ISBN: 978-1-118-38281-3.

TEIXEIRA, A. **Diretrizes para gestão de espaços de imóveis da administração pública** : uma aplicação de BIM e facility management. 2022. 217p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

THABET, W.; LUCAS, J. Asset Data Handover for a Large Educational Institution: Case-Study Approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, [S.l.], v.143, n.11, p.05017017, aug. 2017. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001389.

THABET, W.; LUCAS, J.; JOHNSTON, S. A Case Study for Improving BIM-FM Handover for a Large Educational Institution. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2016, San Juan, Puerto Rico. **Proceedings...** Southfield: ASCE Library, 2016. p.2177–2186. DOI: 10.1061/9780784479827.217.

UHM, M.; LEE, G. Information Requirements for Managing Higher Education Facilities Using Building Information Modeling: Triangular Study of US and Korean Cases. **Journal of Computing in Civil Engineering**, [S.l.], v.35, n.6, p.04021025, aug. 2021. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000989.

UKBIM. **ISO 19650 Guidance 1: Concepts**. London, UK: UK BIM Alliance, 2022. Disponível em: <<https://ukbimframeworkguidance.notion.site/UK-BIM-Framework-Guidance-20a045d01cfb42fea2fef35a7b988dbc>>. Acesso em: abr. 2023.

VALINEJADSHOUBI, M.; MOSELHI, O.; BAGCHI, A. Integrating BIM into sensor-based facilities management operations. **Journal of Facilities Management**, [S.l.], v.20, n.3, p.385–400, may. 2022. DOI: 10.1108/JFM-08-2020-0055.

van Aken, J. E. Management research based on the paradigm of the design sciences : the quest for tested and grounded technological rules. **Journal of Management Studies**, [S.l.], v.41, n.2, p.219–246, feb. 2004.

VIANA, M. R. et al. Proposição de modelo de maturidade para as equipes de manutenção: estudos de casos em instituições públicas. **Ambiente Construído**, [S.l.], v.22, n.2, p.43–59, mar. 2022. DOI: 10.1590/S1678-86212022000200593.

VILLA, V. et al. Machine Learning Framework for the Sustainable Maintenance of Building Facilities. **Sustainability**, [S.l.], v.14, n.2, p.681, jan. 2022. DOI: 10.3390/SU14020681.

VISKARI, S. **Managing technologies in research organization** : framework for research surplus portfolio. 2006. MasterThesis (Master of Industrial Engineering) — Department of Industrial Engineering and Management, Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs. **Automation in Construction**, [S.l.], v.38, p.109–127, mar. 2014. DOI: 10.1016/J.AUTCON.2013.10.023.

WANG, T.; CHEN, H. M. Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. **Automation in Construction**, [S.l.], v.150, p.104832, jun. 2023. DOI: 10.1016/j.autcon.2023.104832.

WANG, T.-K.; PIAO, Y. Development of BIM-AR-Based Facility Risk Assessment and Maintenance System. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [S.l.], v.33, n.6, p.04019068, set. 2019. DOI: 10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001339.

WANG, Z.; BULBUL, T.; MCCOY, A. A Comparative Case Study for Using COBie in Project Turnover. In: CIB W78 CONFERENCE, 32., 2015, Eindhoven, Netherlands. **Proceedings...** Kanata: CIB Publication, 2015.

WANIGARATHNA, N. et al. Building information modelling to support maintenance management of healthcare built assets. **Facilities**, [S.l.], v.37, n.7-8, p.415–434, abr. 2019. DOI: 10.1108/F-01-2018-0012/FULL/PDF.

WEEKS, D. J.; LEITE, F. Facility Defect and Cost Reduction by Incorporating Maintainability Knowledge Transfer Using Maintenance Management System Data. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [S.l.], v.35, n.2, p.04021004, feb. 2021. DOI: 10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001569.

WEN, Y.; TANG, L. C.; HO, D. C. A BIM-based space-oriented solution for hospital facilities management. **Facilities**, [S.l.], v.39, n.11-12, p.689–702, jul. 2021. DOI: 10.1108/F-10-2019-0105/FULL/PDF.

WIGGINS, J. M. **Facilities Manager's Desk Reference**. 1.ed. West Sussex: Wiley, 2010. 569p. ISBN: 978-1405186612.

WU, P.; WANG, J.; WANG, X. A critical review of the use of 3-D printing in the construction industry. **Automation in Construction**, [S.l.], v.68, p.21–31, aug. 2016. DOI: 10.1016/j.autcon.2016.04.005.

YANG, J. B.; CHOU, H. Y. Mixed approach to government BIM implementation policy: An empirical study of Taiwan. **Journal of Building Engineering**, [S.l.], v.20, p.337–343, nov. 2018. DOI: 10.1016/J.JOBE.2018.08.007.

YANG, X.; ERGAN, S. BIM for FM: Information Requirements to Support HVAC-Related Corrective Maintenance. **Journal of Architectural Engineering**, [S.l.], v.23, n.4, p.04017023, sep. 2017. DOI: 10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000272.

YOUSEFLI, Z.; NASIRI, F.; MOSELHI, O. Application of Multiagent Simulation for Maintenance Workflow Management and Resource Allocation in Hospital Buildings. **Journal of Architectural Engineering**, [S.l.], v.27, n.2, p.04021005, jun. 2021. DOI: 10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000459.

ZHAN, J. et al. Improvement of the inspection-repair process with building information modelling and image classification. **Facilities**, [S.l.], v.37, n.7-8, p.395–414, apr. 2019. DOI: 10.1108/F-01-2018-0005.

ZHOU, Y.; YANG, Y.; YANG, J. B. Barriers to BIM implementation strategies in China. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v.26, n.3, p.554–574, apr. 2019. DOI: 10.1108/ECAM-04-2018-0158.

Apêndices

APÊNDICE A – Protocolo da RSL

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE BIM NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS PÚBLICOS

PROTOCOLO PARA REVISÃO SISTEMÁTICA

1. Objetivo

Identificar na literatura a existência de estudos primários que proponham a aplicação da Modelagem de Informação da Construção (BIM) na gestão da manutenção de edifícios. Analisar também as abordagens presentes na literatura com relação ao desenvolvimento e forma de aplicação do BIM na gestão da manutenção destas construções.

2. Questões de Pesquisa

- a) Em quais decisões o BIM apoia o processo de gestão da manutenção em edificações?
- b) Como o BIM foi inserido no processo de tomada de decisões?
- c) Quais os benefícios e potencialidades identificados na implementação do BIM na gestão da manutenção?
- d) Quais as principais dificuldades/barreiras encontradas do emprego do BIM no processo de gestão da manutenção?
- e) Como se deu a adequação do BIM no processo de gestão da manutenção?
- f) Quais os tipos de edificações que se deu o emprego do BIM na gestão da manutenção?
- g) Em qual etapa do ciclo de vida da edificação foi implementado o BIM na gestão da manutenção?
- h) Em quais sistemas prediais foi utilizado o BIM na gestão da manutenção?
- i) Quais são as ferramentas utilizadas para implementação do BIM na gestão da manutenção?

Itens relacionados ao escopo e especificidades da questão:

Intervenção: métodos e técnicas de aplicação da tecnologia BIM

Controle:

[1] Garcia, L. R.; Bueno C.; Silva S. R. M.. **Estudo do potencial de ferramentas BIM aplicadas à manutenção predial em edifícios públicos**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 10, p. 17185 - 17196, oct. 2019.

[2] Moreira L. C. S.; Ruschel.. **Impacto da adoção de BIM em *facility management*: uma classificação**. PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 6, n. 4, p. 277 - 290, dec. 2015.

População: projetos em BIM na gestão da manutenção que usam ou definem o método de aplicação.

Resultados: visão profunda e abrangente da aplicação da tecnologia BIM para gestão da manutenção de edificações.

Aplicação: pesquisadores da área BIM que desenvolvem estudos relacionados a aplicabilidade da tecnologia na gestão da manutenção predial.

3. Estratégia de Busca para Seleção dos Estudos Primários

3.1 Critério de Seleção de Fontes

As fontes deverão estar preferencialmente disponíveis via *web*, em bases de dados científicas da área. Poderão ser selecionados também, trabalhos disponíveis em outros meios, desde que atendam aos requisitos da Revisão Sistemática.

3.2 Método de Busca das Fontes

Através do uso de palavras-chaves previamente definidas, buscando por artigos de periódicos ou anais de eventos científicos da área, trabalhos de mestrado ou doutorado (pós-graduação), sendo considerado estudos conduzidos por profissionais ou estudantes da área da engenharia civil, arquitetura e urbanismo ou construção. A pesquisa se dará principalmente via *web*.

3.3 Palavras-chave

“BIM”, “building information modeling”, “building information modelling”, “facilities maintenance”, “facility maintenance”, “buildings maintenance”, com os seguintes termos relacionados:

(“BIM” OR “building information modeling” OR “building information modelling”) AND (“facility maintenance” OR “facilities maintenance” OR “building maintenance”)

3.4 Listagem das Fontes

- ACM Digital Library (<http://portal.acm.org>)
- ASCE Library (<https://ascelibrary.org/journals>)
- EI Compendex (<http://www.engineeringvillage.com>)
- Emerald (<https://www.emerald.com/insight/>)
- IEEE Digital Library (<http://ieeexplore.ieee.org>)
- ISI Web of Science (<http://www.isiknowledge.com>)
- InfoHab (<https://www.infohab.org.br/>)
- SciELO (<https://www.scielo.org/>)
- Science@Direct (<http://www.sciencedirect.com>)
- Scopus (<http://www.scopus.com>)
- Springer Link (<http://link.springer.com>)
- Taylor & Francis (<https://www.tandfonline.com/>)

3.5 Idioma dos Artigos

Inglês e português.

3.6 Critérios de Inclusão e Exclusão dos Trabalhos

Critérios de Inclusão:

- a) Devem ser trabalhos publicados e disponíveis integralmente em bases de dados científicas ou em versões impressas.
- b) Devem ser trabalhos recentes (publicados a partir de 2008) e que já possuam aprovação pela comunidade científica.
- c) Os trabalhos devem tratar especificamente da aplicação ou da avaliação do BIM na gestão da manutenção predial.
- d) Os artigos devem ser revisados por pares.

Critérios de Exclusão:

- a) Serão desconsiderados trabalhos que não estejam disponíveis integralmente nas bases de dados pesquisadas.
- b) Serão excluídos trabalhos publicados como artigos curtos ou pôsteres.
- c) Serão excluídos trabalhos duplicados.
- d) Serão desconsiderados trabalhos anteriores a 2008 que não tratem de conceitos relacionados a área de interesse desta RS.
- e) Serão excluídos trabalhos que não tratam da aplicação ou da avaliação do BIM na gestão da manutenção predial.

4. Processo de Seleção de Estudos

4.1 Processo de Seleção Preliminar

Deverão ser realizadas buscas com as palavras-chaves nas fontes de pesquisa definidas fazendo uso de *strings*. Os artigos encontrados serão listados, em seguida serão lidos seus títulos, os resumos e palavras-chave realizando uma pré-avaliação baseada nos critérios de inclusão e exclusão selecionando os textos que deverão ser lidos integralmente. Estas avaliações serão preenchidas no “formulário de condução” referente aos trabalhos encontrados. O formulário irá conter as informações básicas da pesquisa e os critérios atendidos ou não.

4.2 Processo de Seleção Final

Os textos selecionados deverão ser lidos integralmente e avaliados rigorosamente de acordo com critérios de seleção supracitados, sendo considerados válidos ou inválidos para os objetivos desta Revisão Sistemática.

5. Extração de Informações e Sumarização dos Resultados

Após a leitura na íntegra dos trabalhos selecionados serão preenchidos “formulários de extração de dados” para cada texto, considerado válido para a RS. O formulário irá conter além das informações básicas (dados bibliográficos, data de publicação, *abstract*, entre outros) a síntese do trabalho e reflexões pessoais do mesmo a respeito do conteúdo e das conclusões do estudo.

Com os resultados obtidos, será redigido um relatório técnico que descreve sinteticamente o conteúdo da RSL. Análises qualitativas e quantitativas, com relação aos trabalhos pesquisados e suas conclusões, também deverão ser realizadas.

APÊNDICE B – Artigos da RSL

- [1] Shen; Hao; Xue (2012);
- [2] Lin; Su (2013);
- [3] Motawa; Almarshad (2013);
- [4] Sampaio; Simões (2014);
- [5] Mayo; Issa (2015);
- [6] Liu; Issa (2016);
- [8] Ismail et al. (2015);
- [9] Motawa; Almarshad (2015);
- [10] Shalabi; Turkan (2016);
- [11] Lee et al. (2016);
- [12] Marchini; Patzlaff (2016);
- [13] Lu; Lee (2017);
- [14] Thabet; Lucas (2017);
- [15] Che-ani et al. (2017);
- [16] Motawa (2017);
- [17] Tan; Zaman; Sutrisna (2018);
- [18] Mcarthur; Bortoluzzi (2018);
- [19] Omar; Hatem; Najy (2018);
- [20] Garrigós; Montoya (2018);
- [21] Cavka; Staub-french; Poirier (2018);
- [22] Chen et al. (2018);
- [23] Lee et al. (2019);
- [25] Wanigarathna et al. (2019);
- [26] Dixit et al. (2019);
- [27] Zhan et al. (2019);
- [28] Halmetoja (2019);
- [30] Chen et al. (2019a);
- [31] Wang; Piao (2019);
- [32] Kameli et al. (2019);
- [33] Ismail (2019);
- [35] Chen; Tang (2019b);
- [36] Lu et al. (2020);

- [37] Kameli et al. (2020);
- [38] Naticchia; Corneli; Carbonari (2020);
- [39] Matarneh et al. (2020);
- [40] Ismail (2021a);
- [41] Wen; Tang; Ho (2021);
- [42] Ma et al. (2020);
- [43] Cheng et al. (2020);
- [44] Uhm; Lee (2021);
- [45] Acampa; Parisi (2021);
- [46] Ismail (2021b);
- [47] Kamal; Taghaddos; Karimi (2021);
- [48] Chen; Tsai (2021);
- [50] Matos et al. (2021);
- [51] Moreno et al. (2022);
- [52] Matos et al. (2022);
- [53] Valinejadshoubi; Moselhi; Bagchi (2022);
- [54] Villa et al. (2022);
- [55] Hosamo et al. (2022);
- [56] Weeks; Leite (2021);
- [57] Yousefli; Nasiri; Moselhi (2021);
- [58] Sadeghi; Elliott; Mehany (2022);
- [59] Ismail (2023);

APÊNDICE C – Modelo de Carta de Anuência
Exigência da Plataforma Brasil



**Universidade Federal de Pelotas
Pró-Reitoria Administrativa
Superintendência de Infraestrutura**

Carta de Anuência

DECLARAÇÃO

Eu **NOME DO RESPONSÁVEL**, na qualidade de responsável pelo **NOME DO SETOR** da **NOME DA INSTITUIÇÃO**, autorizo a realização da pesquisa intitulada **“DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE BIM NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE PRÉDIOS PÚBLICOS”** a ser conduzida sob a responsabilidade do pesquisador **FÁBIO KELLERMANN SCHRAMM** e **ANDERSON MARTINS WOJCIECHOWSKI**. Esta declaração é válida apenas no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – CEP/ UFPel para a referida pesquisa.

Pelotas, _____ de _____ de 20____.

Assinatura e carimbo do(a) responsável pela Instituição

APÊNDICE D – Questionário 01



Seção A: INTRODUÇÃO AO QUESTIONÁRIO

Uma série de atributos utilizados em modelos BIM para auxiliar o processo de gestão da manutenção foram identificados na literatura e tabulados em uma matriz para comparação e categorização, de acordo com características semelhantes encontradas.

A partir da tabulação dos dados, foram realizadas análises, refinamentos e estruturação desses elementos, buscando identificar quais destes atributos representam o que precisa ser registrado e trocado entre as partes interessadas para atender à fase de manutenção, transformando-se em requisitos de informação para a manutenção.

Por meio da aglutinação por similaridade, foram estabelecidos grupos de requisitos que buscam representar as informações necessárias a serem registradas em modelos BIM ao longo de seu ciclo de vida para dar suporte à gestão da manutenção predial.

Com o objetivo de validar a relevância e a adequação desses requisitos no contexto da gestão da manutenção predial, serão apresentados ao longo deste questionário grupos de requisitos de informação para análise quanto à utilidade, legitimidade, precisão, abrangência e completude dos requisitos listados.

A1.

*Este questionário pode ser salvo a qualquer momento, permitindo que o participante salve suas respostas e continue a respondê-las mais tarde.
Basta clicar em 'Retornar mais tarde' no canto superior direito.*

Li e estou pronto para iniciar o questionário.

☐

Seção B: PERFIL DO PARTICIPANTE

B1. E-mail:

B2. Instituição:

B3. Você é graduado em:

Informe apenas o curso de formação em nível de graduação.



B4. Maior nível de formação:

Graduação ☐

Especialização ☐

Mestrado ☐

Doutorado ☐

Outra, qual? ☐

Outra, qual?

B5. Em que função/cargo você atua:

B6. A quantos anos você atua no tema de manutenção:

B7. Qual seu nível de expertise no tema de gestão da manutenção:

Especialista ☐

Alto ☐

Intermediário ☐

Baixo ☐

Nenhum ☐

Seção C: REQUISITOS DE CONTATO

IMPORTANTE: Os requisitos de contato consistem em informações essenciais sobre os profissionais e empresas encarregadas pelo fornecimento e envio de dados. É crucial para identificar os responsáveis pelo projeto, fornecedores e fabricantes envolvidos em todas as etapas do processo de entrega das informações

C1. Com base na sua experiência, qual o grau de utilidade de cada atributo de contato listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Informações pessoais (nome, sobrenome, código, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
Informações de contato (telefone, e-mail, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
Endereço (país, cidade, rua, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
Empresa	☐	☐	☐	☐	☐
Departamento	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do contato (engenheiro, operador, inspetor, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
Código da organização	☐	☐	☐	☐	☐



C2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção D: REQUISITOS DA INSTALAÇÃO

IMPORTANTE: Os requisitos de instalação abrangem informações detalhadas sobre as instalações e sistemas presentes no edifício. São fundamentais para identificar de maneira precisa e inequívoca a edificação e seus dados.

D1. Na sua opinião, qual o grau de utilidade de cada atributo de instalação listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome da instalação	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da instalação	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria da instalação (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do projeto (projeto ao qual a instalação pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Estágio da instalação (construção, instalação, implementação, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do local	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo da instalação (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Código da instalação	☐	☐	☐	☐	☐
Especificações da construção (materiais, métodos, requisitos)	☐	☐	☐	☐	☐
Zona (ao qual a instalação pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Foto da instalação	☐	☐	☐	☐	☐
Eficiência energética (classe de eficiência energética)	☐	☐	☐	☐	☐
Níveis de ocupação	☐	☐	☐	☐	☐
Número de andares	☐	☐	☐	☐	☐
Número de espaços	☐	☐	☐	☐	☐
Área da instalação	☐	☐	☐	☐	☐
Unidades de medida	☐	☐	☐	☐	☐
Classificação do estado atual (condições físicas e de	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de estrutura (características da edificação)	☐	☐	☐	☐	☐
Componentes da instalação	☐	☐	☐	☐	☐



D2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção E: REQUISITOS DO ANDAR

IMPORTANTE: Os requisitos do andar englobam informações específicas sobre os níveis verticais do edifício.

E1. Segundo sua vivência, qual o grau de utilidade de cada atributo de andar listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do andar (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Localização do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Código do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Altura do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Elevação (do andar)	☐	☐	☐	☐	☐
Componentes no andar (tipo do componente)	☐	☐	☐	☐	☐

E2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.



Seção F: REQUISITOS DO ESPAÇO

IMPORTANTE: Os requisitos de espaço são informações detalhadas sobre os espaços individuais dentro do edifício, apresentando dados da organização horizontal do espaço dentro dos níveis verticais da edificação. Representam as informações dos ambientes físicos do edifício definidos pelo projetista.

F1. Conforme sua visão, qual o grau de utilidade de cada atributo de espaço listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do espaço (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Classificação do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Função do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Localização do espaço (prédio, andar, sala)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo do espaço (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Foto do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Código do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Tag da sala (etiqueta atribuída)	☐	☐	☐	☐	☐
Dimensões do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Padrão de ocupação	☐	☐	☐	☐	☐
Planejamento espacial	☐	☐	☐	☐	☐
Função dos ocupantes	☐	☐	☐	☐	☐
Status de ocupação	☐	☐	☐	☐	☐
Importância do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Componentes no espaço (tipo de componente)	☐	☐	☐	☐	☐
Nº de componentes (quantidade)	☐	☐	☐	☐	☐

F2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.



Seção G: REQUISITOS DE ZONA

IMPORTANTE: Os requisitos de zona são informações sobre o agrupamento de espaços organizados em categorias relevantes para suportar funções de projeto ou operacionais da edificação, ajudando a organizar e identificar as diferentes partes do edifício. O zoneamento não se limita apenas a grupos de espaços, mas também se refere à ocupação desses espaços e sua funcionalidade.

G1. Do seu ponto de vista, qual o grau de utilidade de cada atributo de zona listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome da zona	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da zona	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria da zona (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Classificação da zona	☐	☐	☐	☐	☐
Localização da zona	☐	☐	☐	☐	☐
Nome dos espaços (pertencentes a zona)	☐	☐	☐	☐	☐
Espaços associados	☐	☐	☐	☐	☐
Código da zona	☐	☐	☐	☐	☐

G2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção H: REQUISITOS DO TIPO

IMPORTANTE: Os requisitos do tipo contêm todas as informações sobre as diferentes tipologias dos ativos presentes e gerenciados na edificação. Esses dados descrevem os componentes, suas propriedades e informações necessárias na fase de operação e manutenção de forma generalizada.

H1. Com base na sua experiência, qual o grau de utilidade de cada atributo de tipo listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do tipo (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Classe (classificação baseada nas características e funções)	☐	☐	☐	☐	☐
Marca	☐	☐	☐	☐	☐
Modelo	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de ativo (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐



	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Tipo de sistema (associado ao ativo)	☐	☐	☐	☐	☐
Grupo do tipo (agrupamento de semelhantes pertencente)	☐	☐	☐	☐	☐
Características (do tipo)	☐	☐	☐	☐	☐
Imagem do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Dimensões do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Material	☐	☐	☐	☐	☐
Cor	☐	☐	☐	☐	☐
Potência	☐	☐	☐	☐	☐
Constituintes	☐	☐	☐	☐	☐
Utilidade do ativo	☐	☐	☐	☐	☐
Funcionamento do ativo	☐	☐	☐	☐	☐
Unidade de duração	☐	☐	☐	☐	☐
Vida útil estimada	☐	☐	☐	☐	☐
Código do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Número do modelo	☐	☐	☐	☐	☐
Referência do modelo (informações detalhadas e representações)	☐	☐	☐	☐	☐
Importância do ativo	☐	☐	☐	☐	☐

H2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção I: REQUISITOS DE COMPONENTE

IMPORTANTE: Os requisitos de componente descrevem as informações sobre cada uma das instâncias específicas de cada ativo gerenciado. As informações são detalhadas de forma individual para cada ativo que compõe o edifício.

I1. Na sua concepção, qual o grau de utilidade de cada atributo de componente listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Nome do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Classificação do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Composição do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Foto do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de componente (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐



	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Anomalias	☐	☐	☐	☐	☐
Código de desempenho	☐	☐	☐	☐	☐
Status do componente (de funcionamento)	☐	☐	☐	☐	☐
Funcionalidade	☐	☐	☐	☐	☐
Localização da falha	☐	☐	☐	☐	☐
Grau de deteriorização	☐	☐	☐	☐	☐
Código de barras	☐	☐	☐	☐	☐
Identificador do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Etiqueta do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Número da tag (do componente)	☐	☐	☐	☐	☐
Número de série	☐	☐	☐	☐	☐
Número do modelo	☐	☐	☐	☐	☐
Dimensões do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Tensão do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Localização do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Identificação de sensor (se instalado)	☐	☐	☐	☐	☐

I2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção J: REQUISITOS DE SISTEMA

IMPORTANTE: Os requisitos de sistema representam informações sobre como os equipamentos estão organizados em grupos para entregar determinadas funcionalidades e serviços ao edifício.

J1. De acordo com sua perspectiva, qual o grau de utilidade de cada atributo de sistema listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome do sistema	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do sistema	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do sistema (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Código do sistema	☐	☐	☐	☐	☐
Componentes associados	☐	☐	☐	☐	☐
Nomes dos componentes	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de sistema	☐	☐	☐	☐	☐



J2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção K: REQUISITOS DE MONTAGEM

IMPORTANTE: Os requisitos de montagem são informações que caracterizam a forma de montagem dos componentes, sejam eles próprios ou compostos por outros produtos gerenciados. A descrição das informações de montagem é importante, uma vez que esses componentes das montagens podem possuir diferentes planos de manutenção.

K1. Com base na sua experiência, qual o grau de utilidade de cada atributo de montagem listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome da montagem	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da montagem	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba Cobie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Dados de fabricação	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da origem (de onde vêm a peça)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome do herdeiro (para onde vai a peça)	☐	☐	☐	☐	☐
Número da peça	☐	☐	☐	☐	☐

K2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.



Seção L: REQUISITOS DE CONEXÃO

IMPORTANTE: Os requisitos de conexão contêm informações sobre as ligações lógicas entre os componentes. São muito importantes para determinar quais equipamentos são afetados durante uma intervenção em determinado ativo.

L1. A seu ver, qual o grau de utilidade de cada atributo de conexão listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome da conexão	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da conexão	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha Cobie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha Cobie a	☐	☐	☐	☐	☐
Elemento realizando (componente ou sistema que faz a conexão	☐	☐	☐	☐	☐
Sistemas associados	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo da conexão	☐	☐	☐	☐	☐

L2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção M: REQUISITOS DE REPOSIÇÃO

IMPORTANTE: Os requisitos de reposição representam as informações sobre peças de reposição e consumíveis necessários para cada um dos ativos gerenciados. São importantes para manter a operacionalidade dos sistemas e equipamentos dentro do edifício.

M1. Na sua opinião, qual o grau de utilidade de cada atributo de reposição listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome da reposição	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da reposição	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria da reposição (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Número da peça (identificador único ou código atribuído a uma	☐	☐	☐	☐	☐
Número do conjunto (identificador único ou código atribuído a	☐	☐	☐	☐	☐



M2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção N: REQUISITOS DE RECURSO

IMPORTANTE: Os requisitos de recursos são informações sobre o material, equipamento ou treinamento necessários para a manutenção, operação e gestão do edifício ao longo do seu ciclo de vida.

N1. Com base na sua experiência, qual o grau de utilidade de cada atributo de recurso listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome do recurso	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do recurso	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do recurso (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Imagem do recurso	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de recurso (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Código do recurso	☐	☐	☐	☐	☐

N2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção O: REQUISITOS DA TAREFA

IMPORTANTE: Os requisitos da tarefa são informações sobre as atividades de manutenção, reparo, inspeção, segurança, emergência ou outras atividades operacionais relacionadas ao edifício. Contêm dados para descrever uma série de operações ou rotinas vinculadas à manutenção predial.

O1. Com base em seus conhecimentos, qual o grau de utilidade de cada atributo de tarefa listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome da tarefa	☐	☐	☐	☐	☐



	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Descrição da tarefa	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria da tarefa (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Código da tarefa	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de tarefa (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Localização da tarefa	☐	☐	☐	☐	☐
Início (Data/hora de início da tarefa)	☐	☐	☐	☐	☐
Status da tarefa (concluído/em obra - atrasado/não atrasado)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome do recurso utilizado	☐	☐	☐	☐	☐

O2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção P: REQUISITOS DE IMPACTO

IMPORTANTE: Os requisitos de impacto contêm informações sobre os tipos de impactos que a edificação gera ao meio ambiente e aos seus ocupantes.

P1. Fundamentado em sua expertise, qual o grau de utilidade de cada atributo de impacto listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome do impacto	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do impacto (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha COBie a	☐	☐	☐	☐	☐
Componentes afetados	☐	☐	☐	☐	☐
Locais atendidos pelo ativo impactado (edifício)	☐	☐	☐	☐	☐
Número da tarefa (identificador da tarefa que precisa ser	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de impacto (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐



P2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção Q: REQUISITOS DE DOCUMENTO

IMPORTANTE: Os requisitos de documento correspondem a informações sobre documentos externos relacionados ao edifício e como podem ser indexados.

Q1. Baseado na sua visão, qual o grau de utilidade de cada atributo de documento listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome do documento	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do documento	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do documento	☐	☐	☐	☐	☐
Estágio (Ciclo de vida do projeto em que o documento foi criado,	☐	☐	☐	☐	☐
Link para acesso ao documento	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha COBie a	☐	☐	☐	☐	☐

Q2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção R: REQUISITOS DOS ATRIBUTOS

IMPORTANTE: Os requisitos dos atributos são informações sobre os tipos de atributos e como podem ser capturados.

R1. Na sua opinião, qual o grau de utilidade de cada atributo de atributos listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome do atributo	☐	☐	☐	☐	☐



	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Descrição do atributo	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do atributo (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha COBie a	☐	☐	☐	☐	☐
Unidade	☐	☐	☐	☐	☐
Valor	☐	☐	☐	☐	☐
Valores permitidos	☐	☐	☐	☐	☐
Referência	☐	☐	☐	☐	☐

R2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção S: REQUISITOS DAS COORDENADAS

IMPORTANTE: Os requisitos das coordenadas são informações espaciais dos elementos construtivos, sistemas ou equipamentos presentes no edifício, possibilitando o referenciamento dos objetos.

S1. Segundo sua expertise, qual o grau de utilidade de cada atributo de coordenadas listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome da coordenada	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria da coordenada (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha COBie a	☐	☐	☐	☐	☐
Coordenadas	☐	☐	☐	☐	☐
Eixo de rotação	☐	☐	☐	☐	☐

S2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.



Seção T: REQUISITOS DO PROBLEMA

IMPORTANTE: Os requisitos do problema são informações em forma de texto que descrevem os problemas, defeitos ou questões identificadas em elementos que compõem o edifício, ou decisões tomadas durante a fase relacionada com a entrega da informação.

T1. Com base em seus conhecimentos, qual o grau de utilidade de cada atributo de problema listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base em sua utilidade na gestão da manutenção.

	Indispensável	Muito útil	Neutro	Pouco útil	Dispensável
Nome do problema	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do problema	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo do problema (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha COBie a	☐	☐	☐	☐	☐
Proprietário (responsável pela gestão e resolução do problema)	☐	☐	☐	☐	☐

T2. Você adicionaria algum atributo que, na sua visão, seria indispensável e que não foi apresentado? Se sim, qual(is)?

Esta resposta só é necessária caso haja divergência com os atributos apresentados.

Seção U: AVALIAÇÃO E SUGESTÕES

IMPORTANTE: Esta etapa destina-se a coletar o feedback dos participantes, permitindo que você expresse suas opiniões, críticas construtivas e sugestões para melhorias relacionadas ao tema em questão.

U1. Deixe seu comentário sobre a relevância dos grupos de requisitos apresentados:



U2. Deixe seu comentário sobre a completudo dos grupos de requisitos apresentados:

U3. Deixe seu comentário sobre possíveis alterações nos grupos de requisitos apresentados:

U4. Este espaço é reservado para que você compartilhe suas opiniões, críticas construtivas e sugestões para melhorias relacionadas ao tema em questão. Suas contribuições são valiosas para aprimorar o processo e garantir resultados mais eficazes.

Obrigado! O sucesso desta pesquisa só é possível com a sua colaboração!

APÊNDICE E – Questionário 02



Seção A: INTRODUÇÃO AO QUESTIONÁRIO

Uma série de atributos utilizados em modelos BIM para auxiliar o processo de gestão da manutenção foram identificados na literatura e organizados em uma matriz para comparação e categorização, com base em características semelhantes encontradas.

A partir da tabulação dos dados, foram realizadas análises, refinamentos e estruturas dos atributos, visando identificar quais elementos são essenciais para o registro e troca de informações entre as partes interessadas na fase de manutenção.

Por meio da aglutinação por similaridade, foram estabelecidos e validados por especialistas grupos de requisitos que representam as informações necessárias a serem registradas em modelos BIM ao longo de seu ciclo de vida da edificação, com o intuito de apoiar a gestão da manutenção predial.

Com o objetivo de hierarquizar os atributos desses agrupamentos segundo sua importância para a gestão da manutenção predial no contexto das Instituições Federais de Ensino Superior brasileiras, este questionário apresenta os grupos de requisitos de informação para sua avaliação.

A1.

Este questionário pode ser salvo a qualquer momento, permitindo que o participante salve suas respostas e continue a respondê-las mais tarde.

Basta clicar em 'Retornar mais tarde' no canto superior direito.

Li e estou pronto para iniciar o questionário.

☐

Seção B: PERFIL DO PARTICIPANTE

B1. E-mail:

Por favor, preencha preferencialmente com um endereço de e-mail que você utilize ativamente.

B2. Instituição:

B3. Você é graduado em:

Informe apenas o curso de formação em nível de graduação. Caso não possua graduação, informe "Não possuo curso superior".



B4. Maior nível de formação:

- Ensino Fundamental/Médio ☐
- Graduação ☐
- Especialização ☐
- Mestrado ☐
- Doutorado ☐
- Outra, qual? ☐

Outra, qual?

B5. Em que função/cargo você atua:

B6. A quantos anos você atua no tema de manutenção:

B7. Qual seu nível de expertise no tema de gestão da manutenção:

- Especialista ☐
- Alto ☐
- Intermediário ☐
- Baixo ☐
- Nenhum ☐

Seção C: REQUISITOS DE CONTATO

IMPORTANTE: Os requisitos de contato consistem em informações essenciais sobre os profissionais e empresas encarregadas pelo fornecimento e envio de dados. É crucial para identificar os responsáveis pelo projeto, fornecedores e fabricantes envolvidos em todas as etapas do processo de entrega das informações

C1. Com base na sua experiência, qual o grau de importância de cada atributo de contato listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Informações pessoais (nome, sobrenome, código, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
Informações de contato (telefone, e-mail, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
Endereço (país, cidade, rua, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
Empresa	☐	☐	☐	☐	☐
Departamento	☐	☐	☐	☐	☐



	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Categoria do contato (engenheiro, operador, inspetor, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
Código da organização	☐	☐	☐	☐	☐

Seção D: REQUISITOS DA INSTALAÇÃO

IMPORTANTE: Os requisitos de instalação abrangem informações detalhadas sobre as instalações e sistemas presentes no edifício. São fundamentais para identificar de maneira precisa e inequívoca a edificação e seus dados.

D1. Na sua opinião, qual o grau de importância de cada atributo de instalação listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome da instalação	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da instalação	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria da instalação (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do projeto (projeto ao qual a instalação pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Estágio da instalação (construção, instalação, implementação, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do local	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo da instalação (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Código da instalação	☐	☐	☐	☐	☐
Especificações da construção (materiais, métodos, requisitos)	☐	☐	☐	☐	☐
Zona (ao qual a instalação pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Foto da instalação	☐	☐	☐	☐	☐
Eficiência energética (classe de eficiência energética)	☐	☐	☐	☐	☐
Níveis de ocupação	☐	☐	☐	☐	☐
Número de andares	☐	☐	☐	☐	☐
Número de espaços	☐	☐	☐	☐	☐
Área da instalação	☐	☐	☐	☐	☐
Unidades de medida	☐	☐	☐	☐	☐
Classificação do estado atual (condições físicas e de	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de estrutura (características da edificação)	☐	☐	☐	☐	☐
Componentes da instalação	☐	☐	☐	☐	☐



Seção E: REQUISITOS DO ANDAR

IMPORTANTE: Os requisitos do andar englobam informações específicas sobre os níveis verticais do edifício.

E1. Segundo sua vivência, qual o grau de importância de cada atributo de andar listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do andar (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Localização do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Código do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Altura do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Elevação (do andar)	☐	☐	☐	☐	☐
Componentes no andar (tipo do componente)	☐	☐	☐	☐	☐

Seção F: REQUISITOS DO ESPAÇO

IMPORTANTE: Os requisitos de espaço são informações detalhadas sobre os espaços individuais dentro do edifício, apresentando dados da organização horizontal do espaço dentro dos níveis verticais da edificação. Representam as informações dos ambientes físicos do edifício definidos pelo projetista.

F1. Conforme sua visão, qual o grau de importância de cada atributo de espaço listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do espaço (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Classificação do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Função do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Localização do espaço (prédio, andar, sala)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome do andar	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo do espaço (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Foto do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Código do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Tag da sala (etiqueta atribuída)	☐	☐	☐	☐	☐
Dimensões do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Padrão de ocupação	☐	☐	☐	☐	☐
Planejamento espacial	☐	☐	☐	☐	☐
Função dos ocupantes	☐	☐	☐	☐	☐
Status de ocupação	☐	☐	☐	☐	☐



	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Importância do espaço	☐	☐	☐	☐	☐
Componentes no espaço (tipo de componente)	☐	☐	☐	☐	☐
Nº de componentes (quantidade)	☐	☐	☐	☐	☐

Seção G: REQUISITOS DE ZONA

IMPORTANTE: Os requisitos de zona são informações sobre o agrupamento de espaços organizados em categorias relevantes para suportar funções de projeto ou operacionais da edificação, ajudando a organizar e identificar as diferentes partes do edifício. O zoneamento não se limita apenas a grupos de espaços, mas também se refere à ocupação desses espaços e sua funcionalidade.

G1. Do seu ponto de vista, qual o grau de importância de cada atributo de zona listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome da zona	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da zona	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria da zona (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Classificação da zona	☐	☐	☐	☐	☐
Localização da zona	☐	☐	☐	☐	☐
Nome dos espaços (pertencentes a zona)	☐	☐	☐	☐	☐
Espaços associados	☐	☐	☐	☐	☐
Código da zona	☐	☐	☐	☐	☐

Seção H: REQUISITOS DO TIPO

IMPORTANTE: Os requisitos do tipo contêm todas as informações sobre as diferentes tipologias dos ativos presentes e gerenciados na edificação. Esses dados descrevem os componentes, suas propriedades e informações necessárias na fase de operação e manutenção de forma generalizada.

H1. Com base na sua experiência, qual o grau de importância de cada atributo de tipo listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do tipo (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Classe (classificação baseada nas características e funções)	☐	☐	☐	☐	☐
Marca	☐	☐	☐	☐	☐
Modelo	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de ativo (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de sistema (associado ao ativo)	☐	☐	☐	☐	☐
Grupo do tipo (agrupamento de semelhantes pertencente)	☐	☐	☐	☐	☐



	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Características (do tipo)	☐	☐	☐	☐	☐
Imagem do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Dimensões do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Material	☐	☐	☐	☐	☐
Cor	☐	☐	☐	☐	☐
Potência	☐	☐	☐	☐	☐
Constituintes	☐	☐	☐	☐	☐
Utilidade do ativo	☐	☐	☐	☐	☐
Funcionamento do ativo	☐	☐	☐	☐	☐
Unidade de duração	☐	☐	☐	☐	☐
Vida útil estimada	☐	☐	☐	☐	☐
Código do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Número do modelo	☐	☐	☐	☐	☐
Referência do modelo (informações detalhadas e representações	☐	☐	☐	☐	☐
Importância do ativo	☐	☐	☐	☐	☐

Seção I: REQUISITOS DE COMPONENTE

IMPORTANTE: Os requisitos de componente descrevem as informações sobre cada uma das instâncias específicas de cada ativo gerenciado. As informações são detalhadas de forma individual para cada ativo que compõe o edifício.

II. Na sua concepção, qual o grau de importância de cada atributo de componente listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Nome do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Classificação do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Composição do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Foto do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de componente (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Anomalias	☐	☐	☐	☐	☐
Código de desempenho	☐	☐	☐	☐	☐
Status do componente (de funcionamento)	☐	☐	☐	☐	☐
Funcionalidade	☐	☐	☐	☐	☐
Localização da falha	☐	☐	☐	☐	☐
Grau de deteriorização	☐	☐	☐	☐	☐
Código de barras	☐	☐	☐	☐	☐
Identificador do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Etiqueta do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Número da tag (do componente)	☐	☐	☐	☐	☐



	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Número de série	☐	☐	☐	☐	☐
Número do modelo	☐	☐	☐	☐	☐
Dimensões do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Tensão do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Localização do componente	☐	☐	☐	☐	☐
Identificação de sensor (se instalado)	☐	☐	☐	☐	☐

Seção J: REQUISITOS DE SISTEMA

IMPORTANTE: Os requisitos de sistema representam informações sobre como os equipamentos estão organizados em grupos para entregar determinadas funcionalidades e serviços ao edifício.

J1. De acordo com sua perspectiva, qual o grau de importância de cada atributo de sistema listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome do sistema	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do sistema	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do sistema (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Código do sistema	☐	☐	☐	☐	☐
Componentes associados	☐	☐	☐	☐	☐
Nomes dos componentes	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de sistema	☐	☐	☐	☐	☐

Seção K: REQUISITOS DE MONTAGEM

IMPORTANTE: Os requisitos de montagem são informações que caracterizam a forma de montagem dos componentes, sejam eles próprios ou compostos por outros produtos gerenciados. A descrição das informações de montagem é importante, uma vez que esses componentes das montagens podem possuir diferentes planos de manutenção.

K1. Com base na sua experiência, qual o grau de importância de cada atributo de montagem listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome da montagem	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da montagem	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba Cobie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Dados de fabricação	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da origem (de onde vêm a peça)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome do herdeiro (para onde vai a peça)	☐	☐	☐	☐	☐
Número da peça	☐	☐	☐	☐	☐



Seção L: REQUISITOS DE CONEXÃO

IMPORTANTE: Os requisitos de conexão contêm informações sobre as ligações lógicas entre os componentes. São muito importantes para determinar quais equipamentos são afetados durante uma intervenção em determinado ativo.

L1. A seu ver, qual o grau de importância de cada atributo de conexão listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome da conexão	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da conexão	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha Cobie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha Cobie a	☐	☐	☐	☐	☐
Elemento realizando (componente ou sistema que faz a conexão	☐	☐	☐	☐	☐
Sistemas associados	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo da conexão	☐	☐	☐	☐	☐

Seção M: REQUISITOS DE REPOSIÇÃO

IMPORTANTE: Os requisitos de reposição representam as informações sobre peças de reposição e consumíveis necessários para cada um dos ativos gerenciados. São importantes para manter a operacionalidade dos sistemas e equipamentos dentro do edifício.

M1. Na sua opinião, qual o grau de importância de cada atributo de reposição listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome da reposição	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da reposição	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria da reposição (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome do tipo	☐	☐	☐	☐	☐
Número da peça (identificador único ou código atribuído a uma	☐	☐	☐	☐	☐
Número do conjunto (identificador único ou código atribuído a	☐	☐	☐	☐	☐

Seção N: REQUISITOS DE RECURSO

IMPORTANTE: Os requisitos de recursos são informações sobre o material, equipamento ou treinamento necessários para a manutenção, operação e gestão do edifício ao longo do seu ciclo de vida.

N1. Com base na sua experiência, qual o grau de importância de cada atributo de recurso listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome do recurso	☐	☐	☐	☐	☐



	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Descrição do recurso	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do recurso (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Imagem do recurso	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de recurso (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Código do recurso	☐	☐	☐	☐	☐

Seção O: REQUISITOS DA TAREFA

IMPORTANTE: Os requisitos da tarefa são informações sobre as atividades de manutenção, reparo, inspeção, segurança, emergência ou outras atividades operacionais relacionadas ao edifício. Contêm dados para descrever uma série de operações ou rotinas vinculadas à manutenção predial.

O1. Com base em seus conhecimentos, qual o grau de importância de cada atributo de tarefa listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome da tarefa	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição da tarefa	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria da tarefa (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Código da tarefa	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de tarefa (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Localização da tarefa	☐	☐	☐	☐	☐
Início (Data/hora de início da tarefa)	☐	☐	☐	☐	☐
Status da tarefa (concluído/em obra - atrasado/não atrasado)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome do recurso utilizado	☐	☐	☐	☐	☐

Seção P: REQUISITOS DE IMPACTO

IMPORTANTE: Os requisitos de impacto contêm informações sobre os tipos de impactos que a edificação gera ao meio ambiente e aos seus ocupantes.

P1. Fundamentado em sua expertise, qual o grau de importância de cada atributo de impacto listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome do impacto	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do impacto (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha COBie a	☐	☐	☐	☐	☐
Componentes afetados	☐	☐	☐	☐	☐
Locais atendidos pelo ativo impactado (edifício)	☐	☐	☐	☐	☐
Número da tarefa (identificador da tarefa que precisa ser	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo de impacto (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐



Seção Q: REQUISITOS DE DOCUMENTO

IMPORTANTE: Os requisitos de documento correspondem a informações sobre documentos externos relacionados ao edifício e como podem ser indexados.

Q1. Baseado na sua visão, qual o grau de importância de cada atributo de documento listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome do documento	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do documento	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do documento	☐	☐	☐	☐	☐
Estágio (Ciclo de vida do projeto em que o documento foi criado,	☐	☐	☐	☐	☐
Link para acesso ao documento	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha COBie a	☐	☐	☐	☐	☐

Seção R: REQUISITOS DOS ATRIBUTOS

IMPORTANTE: Os requisitos dos atributos são informações sobre os tipos de atributos e como podem ser capturados.

R1. Na sua opinião, qual o grau de importância de cada atributo de atributos listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome do atributo	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do atributo	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria do atributo (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha COBie a	☐	☐	☐	☐	☐
Unidade	☐	☐	☐	☐	☐
Valor	☐	☐	☐	☐	☐
Valores permitidos	☐	☐	☐	☐	☐
Referência	☐	☐	☐	☐	☐



Seção S: REQUISITOS DAS COORDENADAS

IMPORTANTE: Os requisitos das coordenadas são informações espaciais dos elementos construtivos, sistemas ou equipamentos presentes no edifício, possibilitando o referenciamento dos objetos.

S1. Segundo sua expertise, qual o grau de importância de cada atributo de coordenadas listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome da coordenada	☐	☐	☐	☐	☐
Categoria da coordenada (classificação específica)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha COBie a	☐	☐	☐	☐	☐
Coordenadas	☐	☐	☐	☐	☐
Eixo de rotação	☐	☐	☐	☐	☐

Seção T: REQUISITOS DO PROBLEMA

IMPORTANTE: Os requisitos do problema são informações em forma de texto que descrevem os problemas, defeitos ou questões identificadas em elementos que compõem o edifício, ou decisões tomadas durante a fase relacionada com a entrega da informação.

T1. Com base em seus conhecimentos, qual o grau de importância de cada atributo de problema listado, visando potencializar o processo de gestão da manutenção predial nas IFES brasileiras?

Todos os atributos listados devem ser categorizados com base na sua importância para o processo de gestão da manutenção.

	Muito importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Dispensável
Nome do problema	☐	☐	☐	☐	☐
Descrição do problema	☐	☐	☐	☐	☐
Tipo do problema (classificação geral)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha COBie a	☐	☐	☐	☐	☐
Proprietário (responsável pela gestão e resolução do problema)	☐	☐	☐	☐	☐

Seção U: SEU CONHECIMENTO SOBRE BIM

IMPORTANTE: Neste momento da pesquisa gostaríamos de entender melhor o seu conhecimento sobre BIM (Modelagem da Informação da Construção).

U1. Qual seu nível de conhecimento em BIM (Modelagem da Informação da Construção):

Especialista	☐
Alto	☐
Intermediário	☐
Baixo	☐
Nenhum	☐

U2. O você já utiliza/utilizou a BIM:

Sim	☐
Não	☐


U3. Qual seu nível de conhecimento referente ao Decreto nº 10.306:

O Decreto nº 10.306 estabelece a utilização do BIM em obras e serviços de engenharia executados tanto de forma direta quanto indireta por órgãos e entidades da administração pública federal.

- Especialista ☐
- Alto ☐
- Intermediário ☐
- Baixo ☐
- Nenhum ☐

U4. O seu setor faz uso da BIM (Modelagem de Informação da Construção):

- Sim ☐
- Não ☐

Seção V: UTILIZAÇÃO DA BIM PELA INSTITUIÇÃO

IMPORTANTE: Neste momento da pesquisa gostaríamos de entender melhor sobre a utilização da BIM na instituição que você pertence.

V1. O você faz uso do BIM na instituição a qual você pertence:

- Sim ☐
- Não ☐

V2. Em qual fase do ciclo de vida a BIM está implementado? Pode ser marcado mais de uma opção.

- Anteprojeto ☐
- Projeto Básico ☐
- Projeto Executivo ☐
- Execução e Pré-operação ☐
- Operação e Manutenção ☐
- Não é utilizado ☐

V3. Nível de utilização do BIM para auxiliar a gestão da manutenção da sua instituição:

- Muito utilizado ☐
- Utilizado ☐
- Neutro ☐
- Pouco utilizado ☐
- Sem uso ☐

V4. O seu setor faz uso de softwares específicos para gestão da manutenção:

- Sim ☐
- Não ☐

V5. Há integração da BIM com ferramentas de gerenciamento da manutenção de instalações:

- Muito integrado ☐
- Integrado ☐
- Neutro ☐
- Pouco integrado ☐
- Sem integração ☐



V6. Há dificuldade na interoperabilidade (troca de dados) entre as ferramentas utilizadas:

Muita dificuldade	☐
Há dificuldade	☐
Neutro	☐
Pouco dificuldade	☐
Sem dificuldade	☐

Seção W: AVALIAÇÃO E SUGESTÕES

IMPORTANTE: Esta etapa destina-se a coletar o feedback dos participantes, permitindo que você expresse suas opiniões, críticas construtivas e sugestões para melhorias relacionadas ao tema em questão.

W1. Deixe a sua avaliação sobre os grupos de requisitos apresentados:

W2. Caso possua algum comentário ou sugestão sobre a BIM que gostaria de compartilhar, por favor descreva abaixo:

W3. Este espaço é reservado para que você compartilhe suas opiniões, críticas construtivas e sugestões para melhorias relacionadas ao tema em questão. Suas contribuições são valiosas para aprimorar o processo e garantir resultados mais eficazes.

Obrigado! O sucesso desta pesquisa só é possível com a sua colaboração!

APÊNDICE F – Questionário 03



Seção A: INTRODUÇÃO AO QUESTIONÁRIO

Após a identificação dos atributos utilizados em modelos BIM para apoiar a gestão da manutenção, seu agrupamento por similaridade, e a validação e hierarquização conforme o grau de importância no processo de manutenção das edificações, avançamos para a próxima fase da pesquisa.

Nesta etapa, o objetivo é estabelecer a relação entre os atributos com maior grau de importância para o processo de gestão da manutenção das IFES brasileiras e as diferentes fases do ciclo de vida da edificação. Para isso, este questionário apresenta uma matriz comparativa, relacionando os atributos com as seguintes fases do ciclo de vida do projeto:

Anteprojeto: Fase inicial de concepção, onde são definidos os objetivos e soluções preliminares do projeto. Projeto: Fase de elaboração e detalhamento do projeto, que combina o Projeto Básico e Executivo, servindo como base para a construção. Execução e Pré-operação: Fase de construção da edificação, que inclui a implementação dos projetos e a realização de testes nos sistemas antes da ocupação. Operação e Manutenção: Fase dedicada ao uso da edificação, compreende a gestão dos espaços e instalações e as atividades de conservação e melhoria.

A1.

Este questionário pode ser salvo a qualquer momento, permitindo que o participante salve suas respostas e continue a respondê-las mais tarde. Basta clicar em 'Retornar mais tarde' no canto superior direito.

Li e estou pronto para iniciar o questionário.

☐

Seção B: PERFIL DO PARTICIPANTE

B1. E-mail:

Preencha com mesmo e-mail utilizado no Questionário Anterior.

Seção C: REQUISITOS DE CONTATO

IMPORTANTE: Os requisitos de contato consistem em informações essenciais sobre os profissionais e empresas encarregadas pelo fornecimento e envio de dados. É crucial para identificar os responsáveis pelo projeto, fornecedores e fabricantes envolvidos em todas as etapas do processo de entrega das informações

C1. Com base na sua experiência, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de contato listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Informações de contato (telefone, e-mail, etc.)	☐	☐	☐	☐
Categoria do contato (engenheiro, operador, inspetor, etc.)	☐	☐	☐	☐



Seção D: REQUISITOS DA INSTALAÇÃO

IMPORTANTE: Os requisitos de instalação abrangem informações detalhadas sobre as instalações e sistemas presentes no edifício. São fundamentais para identificar de maneira precisa e inequívoca a edificação e seus dados.

D1. Na sua opinião, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de instalação listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome da instalação	☐	☐	☐	☐
Descrição da instalação	☐	☐	☐	☐
Categoria da instalação (classificação específica)	☐	☐	☐	☐
Descrição do projeto (projeto ao qual a instalação pertence)	☐	☐	☐	☐
Estágio da instalação (construção, instalação, implementação, etc.)	☐	☐	☐	☐
Descrição do local	☐	☐	☐	☐
Tipo da instalação (classificação geral)	☐	☐	☐	☐
Especificações da construção (materiais, métodos, requisitos técnicos, etc.)	☐	☐	☐	☐
Área da instalação	☐	☐	☐	☐
Unidades de medida	☐	☐	☐	☐
Classificação do estado atual (condições físicas e de funcionamento)	☐	☐	☐	☐
Tipo de estrutura (características da edificação)	☐	☐	☐	☐
Componentes da instalação	☐	☐	☐	☐

Seção E: REQUISITOS DO ANDAR

IMPORTANTE: Os requisitos do andar englobam informações específicas sobre os níveis verticais do edifício.

E1. Segundo sua vivência, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de andar listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome do andar	☐	☐	☐	☐
Descrição do andar	☐	☐	☐	☐
Localização do andar	☐	☐	☐	☐
Componentes no andar (tipo do componente)	☐	☐	☐	☐



Seção F: REQUISITOS DO ESPAÇO

IMPORTANTE: Os requisitos de espaço são informações detalhadas sobre os espaços individuais dentro do edifício, apresentando dados da organização horizontal do espaço dentro dos níveis verticais da edificação. Representam as informações dos ambientes físicos do edifício definidos pelo projetista.

F1. Conforme sua visão, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de espaço listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome do espaço	☐	☐	☐	☐
Descrição do espaço	☐	☐	☐	☐
Categoria do espaço (classificação específica)	☐	☐	☐	☐
Função do espaço	☐	☐	☐	☐
Localização do espaço (prédio, andar, sala)	☐	☐	☐	☐
Nome do andar	☐	☐	☐	☐
Tipo do espaço (classificação geral)	☐	☐	☐	☐
Dimensões do espaço	☐	☐	☐	☐
Padrão de ocupação	☐	☐	☐	☐
Importância do espaço	☐	☐	☐	☐
Componentes no espaço (tipo de componente)	☐	☐	☐	☐

Seção G: REQUISITOS DE ZONA

IMPORTANTE: Os requisitos de zona são informações sobre o agrupamento de espaços organizados em categorias relevantes para suportar funções de projeto ou operacionais da edificação, ajudando a organizar e identificar as diferentes partes do edifício. O zoneamento não se limita apenas a grupos de espaços, mas também se refere à ocupação desses espaços e sua funcionalidade.

G1. Do seu ponto de vista, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de zona listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome da zona	☐	☐	☐	☐

Seção H: REQUISITOS DO TIPO

IMPORTANTE: Os requisitos do tipo contêm todas as informações sobre as diferentes tipologias dos ativos presentes e gerenciados na edificação. Esses dados descrevem os componentes, suas propriedades e informações necessárias na fase de operação e manutenção de forma generalizada.

H1. Com base na sua experiência, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de tipo listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome do tipo	☐	☐	☐	☐
Descrição do tipo	☐	☐	☐	☐



	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Categoria do tipo (classificação específica)	☐	☐	☐	☐
Classe (classificação baseada nas características e funções)	☐	☐	☐	☐
Marca	☐	☐	☐	☐
Modelo	☐	☐	☐	☐
Tipo de ativo (classificação geral)	☐	☐	☐	☐
Tipo de sistema (associado ao ativo)	☐	☐	☐	☐
Características (do tipo)	☐	☐	☐	☐
Dimensões do tipo	☐	☐	☐	☐
Material	☐	☐	☐	☐
Potência	☐	☐	☐	☐
Funcionamento do ativo	☐	☐	☐	☐
Importância do ativo	☐	☐	☐	☐

Seção I: REQUISITOS DE COMPONENTE

IMPORTANTE: Os requisitos de componente descrevem as informações sobre cada uma das instâncias específicas de cada ativo gerenciado. As informações são detalhadas de forma individual para cada ativo que compõe o edifício.

I1. Na sua concepção, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de componente listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome do componente	☐	☐	☐	☐
Descrição do componente	☐	☐	☐	☐
Nome do tipo	☐	☐	☐	☐
Classificação do componente	☐	☐	☐	☐
Composição do componente	☐	☐	☐	☐
Tipo de componente (classificação geral)	☐	☐	☐	☐
Anomalias	☐	☐	☐	☐
Status do componente (de funcionamento)	☐	☐	☐	☐
Funcionalidade	☐	☐	☐	☐
Localização da falha	☐	☐	☐	☐
Grau de deteriorização	☐	☐	☐	☐
Dimensões do componente	☐	☐	☐	☐
Tensão do componente	☐	☐	☐	☐
Localização do componente	☐	☐	☐	☐
Identificação de sensor (se instalado)	☐	☐	☐	☐



Seção J: REQUISITOS DE SISTEMA

IMPORTANTE: Os requisitos de sistema representam informações sobre como os equipamentos estão organizados em grupos para entregar determinadas funcionalidades e serviços ao edifício.

J1. De acordo com sua perspectiva, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de sistema listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome do sistema	☐	☐	☐	☐
Descrição do sistema	☐	☐	☐	☐
Categoria do sistema (classificação específica)	☐	☐	☐	☐
Componentes associados	☐	☐	☐	☐
Nomes dos componentes	☐	☐	☐	☐
Tipo de sistema	☐	☐	☐	☐

Seção K: REQUISITOS DE MONTAGEM

IMPORTANTE: Os requisitos de montagem são informações que caracterizam a forma de montagem dos componentes, sejam eles próprios ou compostos por outros produtos gerenciados. A descrição das informações de montagem é importante, uma vez que esses componentes das montagens podem possuir diferentes planos de manutenção.

K1. Com base na sua experiência, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de montagem listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome da montagem	☐	☐	☐	☐
Descrição da montagem	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba Cobie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐
Dados de fabricação	☐	☐	☐	☐

Seção L: REQUISITOS DE CONEXÃO

IMPORTANTE: Os requisitos de conexão contêm informações sobre as ligações lógicas entre os componentes. São muito importantes para determinar quais equipamentos são afetados durante uma intervenção em determinado ativo.

L1. A seu ver, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de conexão listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome da conexão	☐	☐	☐	☐
Descrição da conexão	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha Cobie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐
Nome da linha (título da linha específica dentro planilha Cobie a qual)	☐	☐	☐	☐
Elemento realizando (componente ou sistema que faz a conexão entre)	☐	☐	☐	☐
Sistemas associados	☐	☐	☐	☐



	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Tipo da conexão	☐	☐	☐	☐

Seção M: REQUISITOS DE REPOSIÇÃO

IMPORTANTE: Os requisitos de reposição representam as informações sobre peças de reposição e consumíveis necessários para cada um dos ativos gerenciados. São importantes para manter a operacionalidade dos sistemas e equipamentos dentro do edifício.

M1. Na sua opinião, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de reposição listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome da reposição	☐	☐	☐	☐
Descrição da reposição	☐	☐	☐	☐
Categoria da reposição (classificação específica)	☐	☐	☐	☐
Nome do tipo	☐	☐	☐	☐
Número da peça (identificador único ou código atribuído a uma peça)	☐	☐	☐	☐
Número do conjunto (identificador único ou código atribuído a um	☐	☐	☐	☐

Seção N: REQUISITOS DE RECURSO

IMPORTANTE: Os requisitos de recursos são informações sobre o material, equipamento ou treinamento necessários para a manutenção, operação e gestão do edifício ao longo do seu ciclo de vida.

N1. Com base na sua experiência, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de recurso listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome do recurso	☐	☐	☐	☐
Descrição do recurso	☐	☐	☐	☐
Categoria do recurso (classificação específica)	☐	☐	☐	☐
Tipo de recurso (classificação geral)	☐	☐	☐	☐

Seção O: REQUISITOS DA TAREFA

IMPORTANTE: Os requisitos da tarefa são informações sobre as atividades de manutenção, reparo, inspeção, segurança, emergência ou outras atividades operacionais relacionadas ao edifício. Contêm dados para descrever uma série de operações ou rotinas vinculadas à manutenção predial.

O1. Com base em seus conhecimentos, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de tarefa listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome da tarefa	☐	☐	☐	☐
Descrição da tarefa	☐	☐	☐	☐



	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Categoria da tarefa (classificação específica)	☐	☐	☐	☐
Tipo de tarefa (classificação geral)	☐	☐	☐	☐
Localização da tarefa	☐	☐	☐	☐
Início (Data/hora de início da tarefa)	☐	☐	☐	☐
Status da tarefa (concluído/em obra - atrasado/não atrasado)	☐	☐	☐	☐
Nome do recurso utilizado	☐	☐	☐	☐

Seção P: REQUISITOS DE IMPACTO

IMPORTANTE: Os requisitos de impacto contêm informações sobre os tipos de impactos que a edificação gera ao meio ambiente e aos seus ocupantes.

P1. Fundamentado em sua expertise, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de impacto listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome do impacto	☐	☐	☐	☐
Descrição do impacto (classificação específica)	☐	☐	☐	☐
Componentes afetados	☐	☐	☐	☐
Locais atendidos pelo ativo impactado (edifício)	☐	☐	☐	☐
Número da tarefa (identificador da tarefa que precisa ser executada em	☐	☐	☐	☐
Tipo de impacto (classificação geral)	☐	☐	☐	☐

Seção Q: REQUISITOS DE DOCUMENTO

IMPORTANTE: Os requisitos de documento correspondem a informações sobre documentos externos relacionados ao edifício e como podem ser indexados.

Q1. Baseado na sua visão, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de documento listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome do documento	☐	☐	☐	☐
Descrição do documento	☐	☐	☐	☐
Categoria do documento	☐	☐	☐	☐
Estágio (Ciclo de vida do projeto em que o documento foi criado,	☐	☐	☐	☐
Link para acesso ao documento	☐	☐	☐	☐
Nome da planilha (aba na planilha COBie a qual pertence)	☐	☐	☐	☐



Seção R: REQUISITOS DOS ATRIBUTOS

IMPORTANTE: Os requisitos dos atributos são informações sobre os tipos de atributos e como podem ser capturados.

R1. Na sua opinião, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de atributo listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome do atributo	☐	☐	☐	☐
Descrição do atributo	☐	☐	☐	☐
Categoria do atributo (classificação específica)	☐	☐	☐	☐
Unidade	☐	☐	☐	☐
Valor	☐	☐	☐	☐
Valores permitidos	☐	☐	☐	☐
Referência	☐	☐	☐	☐

Seção S: REQUISITOS DAS COORDENADAS

IMPORTANTE: Os requisitos das coordenadas são informações espaciais dos elementos construtivos, sistemas ou equipamentos presentes no edifício, possibilitando o referenciamento dos objetos.

S1. Segundo sua expertise, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de coordenada listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome da coordenada	☐	☐	☐	☐
Categoria da coordenada (classificação específica)	☐	☐	☐	☐
Coordenadas	☐	☐	☐	☐
Eixo de rotação	☐	☐	☐	☐

Seção T: REQUISITOS DO PROBLEMA

IMPORTANTE: Os requisitos do problema são informações em forma de texto que descrevem os problemas, defeitos ou questões identificadas em elementos que compõem o edifício, ou decisões tomadas durante a fase relacionada com a entrega da informação.

T1. Com base em seus conhecimentos, qual a melhor fase do ciclo de vida da edificação em que cada um dos atributos de problema listados deve ser inserido no projeto?

Todos os atributos listados devem ser correlacionados com a fase do ciclo de vida da edificação que melhor se aplica à sua inserção no projeto.

	Anteprojeto	Projeto	Execução e Pré-operação	Operação e Manutenção
Nome do problema	☐	☐	☐	☐
Descrição do problema	☐	☐	☐	☐
Tipo do problema (classificação geral)	☐	☐	☐	☐
Proprietário (responsável pela gestão e resolução do problema registrado)	☐	☐	☐	☐



Seção U: AVALIAÇÃO E SUGESTÕES

IMPORTANTE: Esta etapa destina-se a coletar o feedback dos participantes, permitindo que você expresse suas opiniões, críticas construtivas e sugestões para melhorias relacionadas ao tema em questão.

- U1. Deixe seu comentário sobre a correlação entre o ciclo de vida do projeto e os grupos de requisitos apresentados:**

- U2. Este espaço é reservado para que você compartilhe suas opiniões, críticas construtivas e sugestões para melhorias relacionadas ao tema em questão. Suas contribuições são valiosas para aprimorar o processo e garantir resultados mais eficazes.**

Obrigado! O sucesso desta pesquisa só é possível com a sua colaboração!

APÊNDICE G – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)
Especialistas - Validação de Informações

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

“Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos”

Pesquisador responsável: Fábio Kellermann Schramm

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Telefone: (51) 981793794

SITUAÇÃO DO CONHECIMENTO ATUAL: Apesar do crescente número de pesquisas envolvendo o uso do BIM no setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), poucos estudos envolvem a aplicação do BIM na fase de manutenção, e com a temática modelos BIM para gestão da manutenção de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras é ainda mais escasso. Devido a isso, mostra-se a importância da realização da pesquisa na busca por contribuir para o conhecimento real sobre o processo de gestão da manutenção fazendo uso do BIM em IFES.

CONVITE: Sendo assim, você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos”, onde nós queremos saber sobre a legalidade, precisão e abrangência dos requisitos de informação necessários para dar suporte ao processo de gestão da manutenção de prédios públicos de IFES, obtidos por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura.

OBJETIVO DO ESTUDO: O objetivo geral visa a proposição de diretrizes para a organização e disponibilização de informações em modelos BIM de edifícios públicos de Instituições Federais de Ensino Superior, com o propósito de apoiar as atividades de manutenção dessas edificações. Vale frisar que os resultados serão mantidos em sigilo e somente serão utilizados para fins de pesquisa.

PROCEDIMENTOS: A pesquisa será realizada com especialistas no tema de operação e manutenção. O procedimento utilizado na realização da pesquisa será por meio da aplicação de um questionário semiestruturado. O participante receberá um documento contendo algumas perguntas e questões de múltipla escolha para que responda. Após a finalização do questionário o respondente devolverá o documento contendo as respostas ao pesquisador. O questionário tem um tempo previsto de aproximadamente 1 hora.

RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES: A sua participação na pesquisa apresenta risco mínimo, como a possibilidade de quebra de anonimato. Para mitigar esta possibilidade, não haverá coleta de informações pessoais do respondente apenas questões demográficas, os questionamentos não apresentam nenhuma relação com a intimidade e/ou exposição do participante.

BENEFÍCIOS: Os benefícios de participar da pesquisa estão relacionados ao fato de que os resultados serão utilizados para elaboração de um documento que irá propor diretrizes para a implementação consciente e efetiva da Gestão da Manutenção em IFES brasileiras com base em um modelo BIM. Participando, você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

DANOS RELACIONADOS A PESQUISA: A participação na pesquisa não apresenta danos.

DESPESAS: Ao participar da pesquisa você não terá nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela participação.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: A sua participação se dará em caráter voluntário, podendo haver recusa ou desistência em qualquer momento, tendo absoluta liberdade de fazê-lo.

CONFIDENCIALIDADE: A sua identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo. Os dados obtidos serão utilizados apenas pela equipe de pesquisa.

Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato telefônico com o **Pesquisador Responsável através do telefone (51) 98179-3794**, aceitando ligação a cobrar e mensagens via WhatsApp ou como o **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Pelotas através do telefone (53) 3284-4332**.

CONSENTIMENTO: Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação.

Sendo assim, ao assinar abaixo, você confirma que leu as afirmações contidas neste termo de consentimento, que foram explicados os procedimentos do estudo, que teve a oportunidade de fazer perguntas, que está satisfeito com as explicações fornecidas e que decidiu participar voluntariamente desse estudo. Uma via será entregue a você e outra será arquivada pelo investigador principal.

Concordo em participar do estudo “Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos”. Estou ciente que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

NOME DO PARTICIPANTE: _____

ASSINATURA: _____ DATA: ____/____/____

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR: Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicações de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

APÊNDICE H – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)
Profissionais - Priorização de Informação

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

“Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos”

Pesquisador responsável: Fábio Kellermann Schramm

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Telefone: (51) 981793794

SITUAÇÃO DO CONHECIMENTO ATUAL: Apesar do crescente número de pesquisas envolvendo o uso do BIM no setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), poucos estudos envolvem a aplicação do BIM na fase de manutenção, e com a temática modelos BIM para gestão da manutenção de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras é ainda mais escasso. Devido a isso, mostra-se a importância da realização da pesquisa na busca por contribuir para o conhecimento real sobre o processo de gestão da manutenção fazendo uso do BIM em IFES.

CONVITE: Sendo assim, você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos”, onde nós queremos saber quais são os principais requisitos de informação necessários para dar suporte ao processo de gestão da manutenção de prédios públicos de IFES.

OBJETIVO DO ESTUDO: O objetivo geral visa a proposição de diretrizes para a organização e disponibilização de informações em modelos BIM de edifícios públicos de Instituições Federais de Ensino Superior, com o propósito de apoiar as atividades de manutenção dessas edificações. Vale frisar que os resultados serão mantidos em sigilo e somente serão utilizados para fins de pesquisa.

PROCEDIMENTOS: A pesquisa será realizada com profissionais atuantes no tema de operação e manutenção de Instituições Federais de Ensino Superior brasileiras. O procedimento utilizado na realização da pesquisa será por meio da aplicação de um questionário *online* aplicado com auxílio da ferramenta *LimeSurvey*. O participante receberá um documento contendo algumas perguntas e questões de múltipla escolha para que responda. Após a finalização do questionário o respondente enviará o documento contendo as respostas ao pesquisador. O questionário tem um tempo previsto de aproximadamente 1 hora.

RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES: A sua participação na pesquisa apresenta risco mínimo, como a possibilidade de quebra de anonimato. Para mitigar esta possibilidade, não haverá coleta de informações pessoais do respondente apenas questões demográficas, os questionamentos não apresentam nenhuma relação com a intimidade e/ou exposição do participante.

BENEFÍCIOS: Os benefícios de participar da pesquisa estão relacionados ao fato de que os resultados serão utilizados para elaboração de um documento que irá propor diretrizes para a implementação consciente e efetiva da Gestão da Manutenção em IFES brasileiras com base em um modelo BIM. Participando, você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

DANOS RELACIONADOS A PESQUISA: A participação na pesquisa não apresenta danos.

DESPESAS: Ao participar da pesquisa você não terá nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela participação.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: A sua participação se dará em caráter voluntário, podendo haver recusa ou desistência em qualquer momento, tendo absoluta liberdade de fazê-lo.

CONFIDENCIALIDADE: A sua identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo. Os dados obtidos serão utilizados apenas pela equipe de pesquisa.

Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato telefônico com o **Pesquisador Responsável através do telefone (51) 98179-3794**, aceitando ligação a cobrar e mensagens via WhatsApp ou como o **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Pelotas através do telefone (53) 3284-4332**.

CONSENTIMENTO: Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação.

Sendo assim, ao assinar abaixo, você confirma que leu as afirmações contidas neste termo de consentimento, que foram explicados os procedimentos do estudo, que teve a oportunidade de fazer perguntas, que está satisfeito com as explicações fornecidas e que decidiu participar voluntariamente desse estudo. Uma via será entregue a você e outra será arquivada pelo investigador principal.

Concordo em participar do estudo “Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos”. Estou ciente que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

NOME DO PARTICIPANTE: _____

ASSINATURA: _____ DATA: ____/____/____

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR: Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicações de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

APÊNDICE I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)
Profissionais - Fluxo de Informação

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

“Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos”

Pesquisador responsável: Fábio Kellermann Schramm

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Telefone: (51) 981793794

SITUAÇÃO DO CONHECIMENTO ATUAL: Apesar do crescente número de pesquisas envolvendo o uso do BIM no setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), poucos estudos envolvem a aplicação do BIM na fase de manutenção, e com a temática modelos BIM para gestão da manutenção de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras é ainda mais escasso. Devido a isso, mostra-se a importância da realização da pesquisa na busca por contribuir para o conhecimento real sobre o processo de gestão da manutenção fazendo uso do BIM em IFES.

CONVITE: Sendo assim, você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos”, onde nós queremos saber em qual fase do ciclo de vida do projeto os requisitos de informação necessários para dar suporte ao processo de gestão da manutenção de prédios públicos de IFES devem ser inseridos no modelo BIM.

OBJETIVO DO ESTUDO: O objetivo geral visa a proposição de diretrizes para a organização e disponibilização de informações em modelos BIM de edifícios públicos de Instituições Federais de Ensino Superior, com o propósito de apoiar as atividades de manutenção dessas edificações. Vale frisar que os resultados serão mantidos em sigilo e somente serão utilizados para fins de pesquisa.

PROCEDIMENTOS: A pesquisa será realizada com profissionais atuantes no tema de operação e manutenção de Instituições Federais de Ensino Superior brasileiras. O procedimento utilizado na realização da pesquisa será por meio da aplicação de um questionário *online* aplicado com auxílio da ferramenta *LimeSurvey*. O participante receberá um documento contendo algumas perguntas e questões de múltipla escolha para que responda. Após a finalização do questionário o respondente enviará o documento contendo as respostas ao pesquisador. O questionário tem um tempo previsto de aproximadamente 1 hora.

RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES: A participação da pesquisa apresenta risco mínimo, como a possibilidade de quebra de anonimato. Para mitigar esta possibilidade, não haverá coleta de informações pessoais do respondente apenas questões demográficas, os questionamentos não apresentam nenhuma relação com a intimidade e/ou exposição do participante.

BENEFÍCIOS: Os benefícios de participar da pesquisa estão relacionados ao fato de que os resultados serão utilizados para elaboração de um documento que irá propor diretrizes para a implementação consciente e efetiva da Gestão da Manutenção em IFES brasileiras com base em um modelo BIM. Participando, você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

DANOS RELACIONADOS A PESQUISA: A participação na pesquisa não apresenta danos.

DESPESAS: Ao participar da pesquisa você não terá nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela participação.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: A sua participação se dará em caráter voluntário, podendo haver recusa ou desistência em qualquer momento, tendo absoluta liberdade de fazê-lo.

CONFIDENCIALIDADE: A sua identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo. Os dados obtidos serão utilizados apenas pela equipe de pesquisa.

Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato telefônico com o **Pesquisador Responsável através do telefone (51) 98179-3794**, aceitando ligação a cobrar e mensagens via WhatsApp ou como o **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Pelotas através do telefone (53) 3284-4332**.

CONSENTIMENTO: Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação.

Sendo assim, ao assinar abaixo, você confirma que leu as afirmações contidas neste termo de consentimento, que foram explicados os procedimentos do estudo, que teve a oportunidade de fazer perguntas, que está satisfeito com as explicações fornecidas e que decidiu participar voluntariamente desse estudo. Uma via será entregue a você e outra será arquivada pelo investigador principal.

Concordo em participar do estudo “Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos”. Estou ciente que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

NOME DO PARTICIPANTE: _____

ASSINATURA: _____ DATA: ____/____/____

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR: Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicações de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

APÊNDICE J – Conjunto Genérico de Requisitos de Informação e as Fases do Ciclo de Vida da Edificação

Grupo	Atributos	Fases
Contato	Informações de contato	Anteprojeto
	Categoria do contato	Anteprojeto
Instalação	Nome da instalação	Anteprojeto
	Descrição da instalação	Anteprojeto
	Categoria da instalação	Projeto
	Descrição do projeto	Projeto
	Estágio da instalação	Execução e Pré-operação
	Descrição do local	Anteprojeto
	Tipo da instalação	Anteprojeto
	Especificações da construção	Projeto
	Área da instalação	Anteprojeto
	Unidades de medida	Anteprojeto
	Classificação do estado atual	Operação e Manutenção
	Tipo de estrutura	Projeto
	Componentes da instalação	Projeto
Andar	Nome do andar	Projeto
	Descrição do andar	Projeto
	Localização do andar	Projeto
	Componentes no andar	Projeto
Espaço	Nome do espaço	Anteprojeto
	Descrição do espaço	Projeto
	Categoria do espaço	Projeto
	Função do espaço	Projeto
	Localização do espaço	Anteprojeto
	Nome do andar	Projeto
	Tipo do espaço	Projeto
	Dimensões do espaço	Projeto
	Padrão de ocupação	Projeto

Continua na próxima página

Grupo	Atributos	Fases
	Importância do espaço	Projeto
	Componentes no espaço	Projeto
Zona	Nome da zona	Anteprojeto
Tipo	Nome do tipo	Projeto
	Descrição do tipo	Projeto
	Categoria do tipo	Projeto
	Classe	Projeto
	Marca	Projeto
	Modelo	Projeto
	Tipo de ativo	Projeto
	Tipo de sistema	Projeto
	Características	Projeto
	Dimensões do tipo	Projeto
	Material	Projeto
	Potência	Projeto
	Funcionamento do ativo	Projeto
	Importância do ativo	Projeto
Componente	Nome do componente	Projeto
	Descrição do componente	Projeto
	Nome do tipo	Projeto
	Classificação do componente	Projeto
	Composição do componente	Projeto
	Tipo de componente	Projeto
	Anomalias	Operação e Manutenção
	Status do componente	Operação e Manutenção
	Funcionalidade	Projeto
	Localização da falha	Operação e Manutenção
	Grau de deteriorização	Operação e Manutenção
	Dimensões do componente	Projeto
	Tensão do componente	Projeto
	Localização do componente	Projeto
	Identificação de sensor	Projeto
Sistema	Nome do sistema	Projeto
	Descrição do sistema	Projeto
	Categoria do sistema	Projeto
	Componentes associados	Projeto
	Nomes dos componentes	Projeto

Continua na próxima página

Grupo	Atributos	Fases
	Tipo de sistema	Projeto
Montagem	Nome da montagem	Projeto
	Descrição da montagem	Projeto
	Nome da planilha	Projeto
	Dados de fabricação	Projeto
Conexão	Nome da conexão	Projeto
	Descrição da conexão	Projeto
	Nome da planilha	Projeto
	Nome da linha	Projeto
	Elemento realizando	Projeto
	Sistemas associados	Projeto
	Tipo da conexão	Projeto
Reposição	Nome da reposição	Operação e Manutenção
	Descrição da reposição	Operação e Manutenção
	Categoria da reposição	Operação e Manutenção
	Nome do tipo	Operação e Manutenção
	Número da peça	Operação e Manutenção
	Número do conjunto	Operação e Manutenção
Recurso	Nome do recurso	Operação e Manutenção
	Descrição do recurso	Operação e Manutenção
	Categoria do recurso	Operação e Manutenção
	Tipo de recurso	Operação e Manutenção
Tarefa	Nome da tarefa	Operação e Manutenção
	Descrição da tarefa	Operação e Manutenção
	Categoria da tarefa	Operação e Manutenção
	Tipo de tarefa	Operação e Manutenção
	Localização da tarefa	Operação e Manutenção
	Início	Operação e Manutenção
	Status da tarefa	Operação e Manutenção
	Nome do recurso utilizado	Operação e Manutenção
Impacto	Nome do impacto	Projeto
	Descrição do impacto	Projeto
	Componentes afetados	Projeto
	Locais atendidos pelo ativo	Projeto
	Número da tarefa	Projeto
	Tipo de impacto	Execução e Pré-operação
Documento	Nome do documento	Execução e Pré-operação

Continua na próxima página

Grupo	Atributos	Fases
	Descrição do documento	Projeto
	Categoria do documento	Execução e Pré-operação
	Estágio	Projeto
	Link para acesso ao documento	Execução e Pré-operação
	Nome da planilha	Execução e Pré-operação
Atributo	Nome do atributo	Projeto
	Descrição do atributo	Projeto
	Categoria do atributo	Projeto
	Unidade	Projeto
	Valor	Projeto
	Valores permitidos	Projeto
	Referência	Projeto
Coordenada	Nome da coordenada	Projeto
	Categoria da coordenada	Projeto
	Coordenadas	Projeto
	Eixo de rotação	Projeto
Problema	Nome do problema	Operação e Manutenção
	Descrição do problema	Operação e Manutenção
	Tipo do problema	Operação e Manutenção
	Proprietário	Operação e Manutenção

Fonte: O AUTOR, 2024.

APÊNDICE K – Processo de Implementação da Rotina Dynamo IFES

1 Apresentação

Este documento foi desenvolvido para apresentar de forma didática a implementação de uma rotina Dynamo criada para adicionar, em massa, atributos para gestão da manutenção de IFES a um diretório de famílias Revit a partir de um arquivo de parâmetros compartilhados. Para isso, será apresentada uma sequência de procedimentos que devem ser seguidos durante esta etapa.

Sabemos, contudo, que nem todas as situações serão contempladas em nosso exemplo, devido à diversidade de atributos a serem inseridos no modelo. Ainda assim, essas informações são indispensáveis para o desenvolvimento do trabalho, além de promoverem o aprofundamento e aprimoramento do seu conhecimento.

A elaboração deste processo foi realizada utilizando a versão 2022 do Autodesk Revit. No entanto, a rotina poderá ser implementada em outras versões da ferramenta. Assim, não há motivo para preocupação, basta seguir as etapas indicadas.

Por fim, o procedimento aqui apresentado deve ser utilizado como um guia. Nele, será demonstrado como importar o arquivo de parâmetros compartilhados, como elaborar um mapeamento para orientar os atributos selecionados e, finalmente, como importar e executar a rotina Dynamo para adicioná-los em massa ao diretório de famílias selecionado.

2 Arquivos de apoio

A inserção de dados em modelos BIM existentes será realizada por meio de uma rotina Dynamo. O arquivo dessa rotina, juntamente com todos os demais arquivos necessários para a execução dos procedimentos descritos neste documento, está disponível para download em um serviço de armazenamento em nuvem.

Para realizar o download dos arquivos de apoio, utilize o QR Code¹ abaixo:



Recomenda-se que esses arquivos sejam armazenados em um local conhecido, seguro, centralizado e de fácil acesso, especialmente quando utilizados por múltiplos usuários ou projetos. Após o armazenamento, é indicado evitar redirecioná-los para outro local ou alterar seus nomes, a fim de prevenir problemas de acesso e inconsistências nos parâmetros compartilhados.

3 Importação dos parâmetros compartilhados

O primeiro passo para a implementação da rotina Dynamo é importar um dos arquivos de parâmetros compartilhados no Autodesk Revit.

Esses arquivos atuam como bibliotecas, permitindo que o Revit interprete e utilize os parâmetros neles definidos. No total, foram disponibilizados seis arquivos no formato .txt, que devem ser carregados individualmente, conforme a categoria da família a ser atualizada².

A categorização das famílias com base na distribuição funcional da construção é importante para organizar e gerenciar as informações relacionadas à gestão da manutenção. Essa estruturação possibilita uma abordagem sistemática e integrada, assegurando a inserção apenas dos dados indispensáveis a cada família.

A seguir, apresentamos uma breve descrição de cada categoria:

- a) Estruturas: elementos que compõem a base e a sustentação da edificação, como pilares, vigas e lajes;
- b) Envoltória/Fechamentos: componentes que delimitam o espaço interno da edificação, incluindo paredes, fachadas, janelas, portas e coberturas;
- c) Instalações Prediais: sistemas responsáveis pelo funcionamento do edifício, como instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, AVAC, gás, entre outros;
- d) Acabamentos: itens que fornecem acabamento estético e funcional à edificação, como revestimentos de pisos, paredes e tetos;

¹Caso não consiga acesso, clique aqui ou utilize o link: <https://bit.ly/4g7rcId>

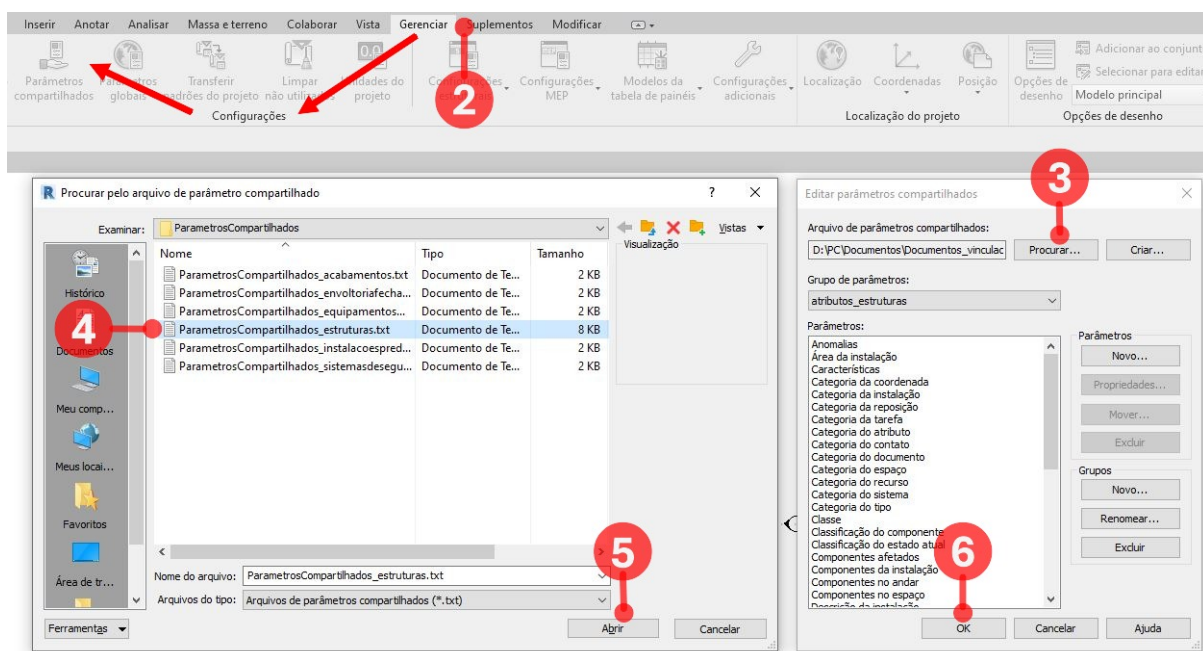
²Cada arquivo deve ser importado separadamente, respeitando a categoria correspondente à família que receberá os atributos.

e) Equipamentos/Mobiliário: conjunto de itens necessários para o uso e operação da edificação;

- Sistemas de Segurança: dispositivos e infraestruturas voltados à proteção do edifício e seus ocupantes.

Para adicionar o arquivo de parâmetros compartilhados (independentemente da categoria), siga as etapas descritas abaixo:

1. Abra o Revit.
2. Navegue para guia Gerenciar > painel de Configurações > Parâmetros Compartilhados.
3. Na caixa de diálogo Editar parâmetros compartilhados, clique em Procurar....
4. Na caixa de diálogo Procurar pelo arquivo de parâmetro compartilhado, localize o arquivo .txt desejado.
5. Selecione o arquivo e clique em Abrir.
6. Clique em OK.



Na primeira vez em que um arquivo de parâmetros compartilhados é carregado em um projeto, sua definição é armazenada no Revit. Caso seja necessário alterar o grupo de parâmetros compartilhados, basta repetir os passos descritos acima e carregar o novo arquivo correspondente.

4 Mapeamento dos atributos

Com o arquivo de parâmetros compartilhados importado para o Autodesk Revit, o próximo passo é realizar o mapeamento dos atributos.

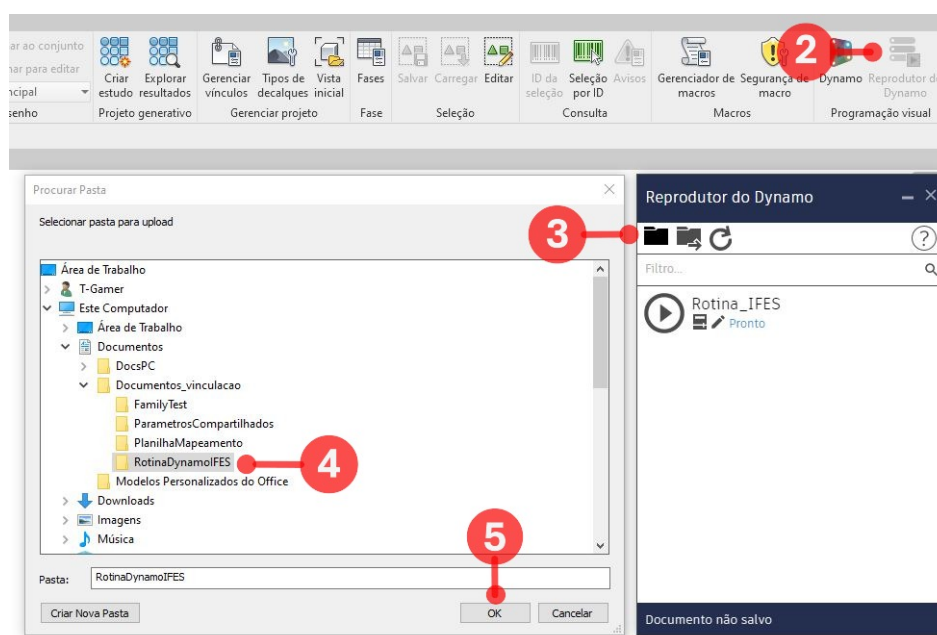
Para isso, é necessário armazenar a planilha Excel disponibilizada em um local conhecido e seguro. Ressalta-se que essa planilha não deve ser modificada em nenhuma hipótese e, preferencialmente, não deve ser renomeada.

O arquivo de mapeamento funcionará como uma orientação para o arquivo de parâmetros selecionado, possibilitando sua adição em massa nas famílias escolhidas por meio da rotina Dynamo.

5 Importação da rotina

Para incorporar a rotina Dynamo ao seu modelo no Autodesk Revit, recomendamos seguir estas etapas:

1. Abra o Revit.
2. Acesse a guia Gerenciar > painel Programação visual > Reprodutor do Dynamo.
3. No Reprodutor do Dynamo, clique no ícone Navegue para pasta, localizado no canto superior esquerdo.
4. Na caixa de diálogo Procurar Pasta, localize e selecione a pasta onde o arquivo da rotina Dynamo (.dyn) está salvo.
5. Clique em OK.

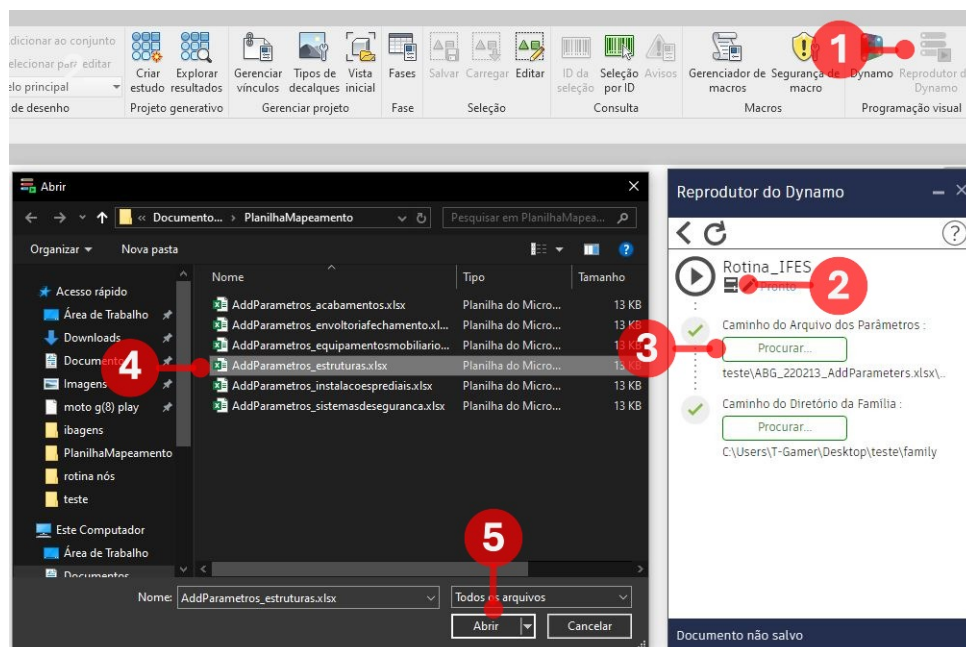


Seguindo essas etapas, a rotina Dynamo estará implementada no seu modelo e pronta para execução.

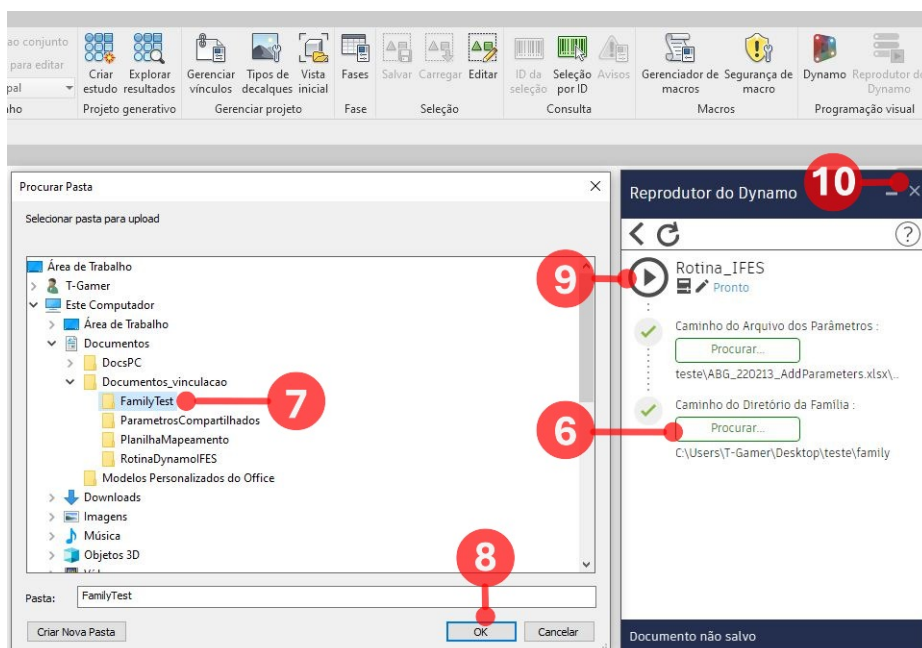
6 Execução da rotina

Para executar a rotina Dynamo e adicionar os atributos para gestão da manutenção em massa a um diretório de famílias, siga as etapas abaixo:

1. Clique na guia Gerenciar > painel de Programação visual > Reprodutor do Dynamo.
2. No Reprodutor do Dynamo, clique em Editar entradas da rotina IFES.
3. Em Caminho do Arquivo dos Parâmetros, clique em Procurar.
4. Na caixa de diálogo Abrir, busque a pasta onde o arquivo Excel (.xlsx) com os parâmetros está salvo.
5. Selecione o arquivo e clique em Abrir.



6. Em Caminho do Diretório da Família, clique em Procurar.
7. Na caixa de diálogo Procurar Pasta, busque a pasta onde o arquivo da família Revit (.rfa) que receberá os atributos está salvo.
8. Selecione a pasta e clique em OK.
9. Clique em Executar *script* para adicionar os atributos às famílias selecionadas.
10. Após a execução, feche a janela do Reprodutor do Dynamo.



Neste momento, as famílias selecionadas ³ já conterão a lista de atributos que darão suporte à gestão da manutenção das IFES brasileiras.

Para adicionar os atributos a novas famílias da mesma categoria, basta executar a rotina novamente e inserir os atributos listados de forma automatizada (processo descrito nas etapas 9 e 10 da seção 6). Para novas categorias, é necessário repetir os processos descritos nas seções 3 e 6.

³Recomendamos que não se selecione muitas listas de famílias ao mesmo tempo, para acelerar o processo de vinculação e reduzir a chance de erros.

Anexos

ANEXO A – Folha de Rosto - CEP UFPel

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos			
2. Número de Participantes da Pesquisa: 37			
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 6. Ciências Sociais Aplicadas			
PESQUISADOR RESPONSÁVEL			
5. Nome: Fábio Kellermann Schramm			
6. CPF: 620.904.020-91		7. Endereço (Rua, n.º): VEREADOR CELSO GARCIA D'AVILLA SELLAS, 254 TRES VENDAS PELOTAS RIO GRANDE DO SUL 96055810	
8. Nacionalidade: BRASILEIRO	9. Telefone: 53991390068	10. Outro Telefone:	11. Email: fkschramm@gmail.com
Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo. Data: ____ / ____ / ____ Assinatura			
INSTITUIÇÃO PROPONENTE			
12. Nome: Universidade Federal de Pelotas		13. CNPJ: 92.242.080/0001-00	
14. Unidade/Órgão:			
15. Telefone: (53) 3921-1021		16. Outro Telefone:	
Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução. Responsável: _____ CPF: _____ Cargo/Função: _____ Data: ____ / ____ / ____ Assinatura			
PATROCINADOR PRINCIPAL			
Não se aplica.			



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

DECLARAÇÃO ASSINATURA FOLHA DE ROSTO - CEP

Eu, FÁBIO KELLERMANN SCHRAMM, Professor Associado, vinculado(a) a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Pesquisador(a) Responsável pelo Projeto de Pesquisa intitulado Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos declaro que são verdadeiras as informações descritas na **FOLHA DE ROSTO** [2386679] e as demais informações descritas abaixo.

Nome da Instituição Proponente: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Responsável: Antonio César Silveira Baptista da Silva

CPF: 571.902.790-72

Cargo/Função: Diretor em exercício

Esta declaração vai assinada eletronicamente pelo(a) Pesquisador(a) Responsável e pelo(a) Responsável da Instituição Proponente.



Documento assinado eletronicamente por **FABIO KELLERMANN SCHRAMM, Professor do Magistério Superior**, em 16/10/2023, às 10:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **ANTONIO CESAR SILVEIRA BAPTISTA DA SILVA, Professor do Magistério Superior**, em 16/10/2023, às 11:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufpel.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2386690** e o código CRC **D850E6C7**.

Referência: Processo nº 23110.041273/2023-67

SEI nº 2386690



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Pelotas
Gabinete da Reitoria

PORTARIA DE PESSOAL Nº 3840/UFPEL, DE 06 DE OUTUBRO DE 2023

A **REITORA** DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, nomeada pelo Decreto Presidencial de 5 de janeiro de 2021, publicado no Diário Oficial da União em 06 de janeiro de 2021, no uso de suas atribuições legais e o que consta no Processo nº **23110.039565/2023-30**,

RESOLVE

Designar, o servidor **ANTONIO CESAR SILVEIRA BAPTISTA DA SILVA**, ocupante do cargo de Professor do Magistério Superior, SIAPE nº **2105116**, SIAPECAD nº **00324355**, lotado no(a) *Faculdade de Arquitetura e Urbanismo*, para substituir o(a) Diretor, CD - 03, do(a) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, tendo em vista o afastamento do titular para Férias, conforme estabelece o artigo 38 da Lei 8.112/90, pelo período de **10 de outubro de 2023 a 20 de outubro de 2023**.

Publicação: [Transparência Ativa](#) em 06 de outubro de 2023

Documento assinado eletronicamente sob [fundamentação](#), por:
ISABELA FERNANDES ANDRADE | Reitora

Data da Assinatura:
06 de outubro de 2023 as 10:53

Tipo de Documento:
Portaria



[Autenticidade](#)

ANEXO B – Parecer Consubstanciado do CEP UFPel

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Diretrizes para a implementação de BIM na gestão da manutenção de prédios públicos

Pesquisador: Fábio Kellermann Schramm

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 75117123.3.0000.5313

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pelotas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.500.917

Apresentação do Projeto:

Prédios públicos possuem uma relevância significativa para um país, e a preservação contínua desses ativos é uma preocupação constante da administração pública. Para garantir essa preservação e prolongar a vida útil das edificações, é essencial implementar estratégias voltadas ao controle adequado da manutenção, sendo de suma importância contar com recursos e ferramentas que promovam a segurança e sustentabilidade dessas construções. Uma das formas de potencializar os benefícios da manutenção e reforçar a conservação do ambiente construído é através de uma gestão eficiente da manutenção. O Building Information Modeling (BIM) tem demonstrado potencial como solução que oferece suporte à gestão da manutenção predial. A sua integração no processo de manutenção de edifícios mostra-se capaz de otimizar a eficiência e a qualidade dos processos ao longo do ciclo de vida das construções. Nesse sentido, é fundamental compreender quais informações são necessárias para apoiar a manutenção e superar os desafios relacionados à disponibilização de dados não estruturados. O objetivo desta pesquisa é estabelecer diretrizes para a implementação do BIM na gestão da manutenção de prédios públicos, buscando alcançar maior eficiência e prolongar a vida útil dessas construções. O estudo está inserido no escopo da Design Science Research, explorando os problemas reais enfrentados pelas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) na gestão da manutenção. A metodologia adotada inclui revisão de literatura, exploração, desenvolvimento e análise. Para embasar o estudo,

Endereço: Luis de Camões, 625 prédio da direção da ESEF sala do CEP ESEF s/n ao lado da sala da recepção

Bairro: Tablada

CEP: 96.055-630

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3284-4332

E-mail: etica.esef@ufpel.edu.br

realizou-se uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), na busca por identificar os requisitos de informação necessários a serem inseridos em modelos BIM para apoiar o processo de manutenção das edificações das IFES, assim como os principais atores envolvidos e suas responsabilidades no fluxo de informação. A segunda fase, composta por trabalho de campo, será realizada por um painel de especialistas no tema de O&M e pela aplicação de questionários a profissionais envolvidos no processo de O&M de IFES brasileiras, sendo dividida em três etapas. Primeira etapa da segunda fase será composta por painel com 12 especialistas no tema visando validar a relevância e a adequação destes agrupamentos no contexto da gestão da manutenção predial, por meio de questionário a ser aplicado por meio de videoconferência. Na segunda etapa, com a lista genérica de requisitos de informação definida e validada, serão aplicados questionários aos 25 profissionais atuantes no processo de O&M das IFES, visando obter a priorização dessas informações no contexto da gestão da manutenção. A coleta será realizada de forma online com aplicação de LimeSurvey. Na terceira etapa, os mesmos 25 profissionais que fizeram parte da segunda etapa, que estabeleçam por meio de um questionário contendo uma matriz de comparação, a relação entre os atributos agrupados e as diferentes fases do ciclo de vida do projeto.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com o projeto, o objetivo da pesquisa envolve propor diretrizes para a organização e disponibilização de informações em modelos BIM de edifícios públicos de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), com o propósito de apoiar as atividades de manutenção dessas edificações.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: De acordo com o projeto, a participação da pesquisa apresenta risco mínimo, como a possibilidade de quebra de anonimato. Para mitigar esta possibilidade, não haverá coleta de informações pessoais do respondente apenas questões demográficas, os questionamentos não apresentam nenhuma relação com a intimidade e/ou exposição do participante.

Benefícios: De acordo com o projeto, os benefícios constam em apresentar e deixar registrado, a partir do objeto de estudo da pesquisa, quais os requisitos são necessários para o processo de gestão da manutenção de IFES. Sendo assim, os benefícios de participar da pesquisa estão relacionados ao fato de que os resultados serão utilizados para elaboração de um documento que irá propor diretrizes para a implementação consciente e efetiva da Gestão da Manutenção de IFES com base em um modelo BIM, seguido as seguintes premissas: a. compreensão dos requisitos de

Continuação do Parecer: 6.500.917

informação necessários para o processo de manutenção; entendimento do fluxo de informação para manutenção ao longo do ciclo de vida do projeto; b. identificação dos atores envolvidos e suas responsabilidades em relação ao modelo BIM no contexto estudado; c. padronização dos requisitos de informação para manutenção a serem incorporados ao modelo BIM; d. potencialização da interoperabilidade por meio de um formato aberto que permita a formalização das informações para fins de gestão da manutenção; e. conexão dos processos licitatórios de projetos de obras públicas ao Modelo de Requisitos de Informação para Manutenção, servindo como termo de referência para o novo método; f. contribuir com o BIM Mandate nacional.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto de dissertação de mestrado, está bem descrito e apresenta metodologia adequadas aos objetivos propostos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Folha de rosto: solicito troca de fo
- TCLE: Ok
- Termos de Anuência: Ok
- Instrumentos de coleta das informações: Ok
- Cronograma: Ok
- Orçamento: Ok

Recomendações:

Prezado pesquisador,

Neste íterim fomos notificados sobre a necessidade de alteração da assinatura da folha de rosto, a qual deve ser realizada em próprio punho ou via sou-gov no próprio documento da folha de rosto. As assinaturas via SEI não estão sendo mais aceitas pela CONEP. Solicitamos, por gentileza, o envio da folha de rosto por meio de notificação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Solicitamos o envio da folha de rosto com assinatura via sougov ou em próprio punho com carimbo por meio de notificação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) Pesquisador(a)

O CEP considera o protocolo de pesquisa adequado, conforme parecer APROVADO, emitido pelo(a)

Endereço: Luis de Camões, 625 prédio da direção da ESEF sala do CEP ESEF s/n ao lado da sala da recepção
Bairro: Tablada **CEP:** 96.055-630
UF: RS **Município:** PELOTAS
Telefone: (53) 3284-4332 **E-mail:** etica.esef@ufpel.edu.br

ESCOLA SUPERIOR DE
EDUCAÇÃO FÍSICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PELOTAS - UFPEL



Continuação do Parecer: 6.500.917

relator(a). Solicita-se que o(a) pesquisador(a) responsável retorne com o RELATÓRIO FINAL ao término do estudo, considerando o cronograma estabelecido e atendendo à Resolução CNS nº510/2016.

Ficamos no aguardo do envio da folha de rosto com assinatura via sougov ou de próprio punho com carimbo, por meio de Notificação.

Att,

Elizabete Helbig

Coordenadora do CEP/ESEF/UFPEL

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2211224.pdf	07/11/2023 16:44:56		Aceito
Outros	CARTARESPOSTA.pdf	07/11/2023 16:38:58	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia_IFSUL_ASSINADA_modificada.pdf	07/11/2023 16:34:43	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Cronograma	Cronogramadepesquisa_modificado.docx	07/11/2023 16:03:41	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMODECONSENTIMENTOLIVREESCLARECIDOprofissionaisrequisitos_modificado.docx	07/11/2023 16:03:25	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMODECONSENTIMENTOLIVREESCLARECIDOprofissionaisfluxo_modificado.docx	07/11/2023 16:03:13	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMODECONSENTIMENTOLIVREESCLARECIDOespecialistas_modificado.docx	07/11/2023 16:02:57	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto_modificada.pdf	07/11/2023 16:02:32	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito

Endereço: Luis de Camões, 625 prédio da direção da ESEF sala do CEP ESEF s/n ao lado da sala da recepção

Bairro: Tablada

CEP: 96.055-630

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3284-4332

E-mail: etica.esef@ufpel.edu.br

**ESCOLA SUPERIOR DE
EDUCAÇÃO FÍSICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PELOTAS - UFPEL**



Continuação do Parecer: 6.500.917

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetodePesquisa_PlataformaBR_AndersonWojciechowski_n.pdf	20/10/2023 12:47:09	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia_UFCSPA_ASSINADA.pdf	19/10/2023 15:35:35	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia_UNIPAMPA_ASSINADA.pdf	18/10/2023 17:08:45	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia_UFSM_ASSINADA.pdf	18/10/2023 17:08:37	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia_UFPEL_ASSINADA.pdf	18/10/2023 17:08:23	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia_IFRS_ASSINADA.pdf	18/10/2023 17:08:01	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia_IFFAR_ASSINADA.pdf	18/10/2023 17:07:52	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia_FURG_ASSINADA.pdf	18/10/2023 17:06:58	Anderson Martins Wojciechowski	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracaodeconfidencialidadedosujeitonoestudo.pdf	10/09/2023 23:59:36	Fábio Kellermann Schramm	Aceito
Outros	RoteiroQuestionarioprofissionaisrequisitos.docx	10/09/2023 23:24:41	Fábio Kellermann Schramm	Aceito
Outros	RoteiroQuestionarioprofissionaisfluxo.docx	10/09/2023 23:23:34	Fábio Kellermann Schramm	Aceito
Outros	RoteiroQuestionarioespecialistas.docx	10/09/2023 23:22:43	Fábio Kellermann Schramm	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Luis de Camões, 625 prédio da direção da ESEF sala do CEP ESEF s/n ao lado da sala da recepção

Bairro: Tablada

CEP: 96.055-630

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3284-4332

E-mail: etica.esef@ufpel.edu.br

ESCOLA SUPERIOR DE
EDUCAÇÃO FÍSICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PELOTAS - UFPEL



Continuação do Parecer: 6.500.917

PELOTAS, 10 de Novembro de 2023

Assinado por:
ELIZABETE HELBIG
(Coordenador(a))

Endereço: Luis de Camões, 625 prédio da direção da ESEF sala do CEP ESEF s/n ao lado da sala da recepção
Bairro: Tablada **CEP:** 96.055-630
UF: RS **Município:** PELOTAS
Telefone: (53)3284-4332 **E-mail:** etica.esef@ufpel.edu.br