

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO

JOHN ALISON RIBEIRO DA COSTA MAIA

INOVAÇÃO NA GESTÃO DE OBRAS NO SETOR PÚBLICO: ELABORAÇÃO DE
NORMA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING*

Porto Velho/RO

2024

JOHN ALISON RIBEIRO DA COSTA MAIA

**INOVAÇÃO NA GESTÃO DE OBRAS NO SETOR PÚBLICO: ELABORAÇÃO DE
NORMA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING***

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT – Ponto Focal Instituto Federal de Rondônia.

Orientador (a): Dr.
Váldeson Amaro Lima

Porto Velho/RO

2024

JOHN ALISON RIBEIRO DA COSTA MAIA

**INOVAÇÃO NA GESTÃO DE OBRAS NO SETOR PÚBLICO: ELABORAÇÃO DE
NORMA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING***

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT – Ponto Focal Instituto Federal de Rondônia.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Váldeson Amaro Lima
PROFNIT - IFRO

Prof. Dra. Carla Marina Costa Paxiúba
PROFNIT - UFOPA

Dr. Allan Rodrigues Augusto
Setor Demandante: IFRO

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Maia, John Alison Ribeiro da Costa.
Inovação na gestão de obras no setor público: elaboração de
norma para implementação do Building Information Modeling / John
Alison Ribeiro da Costa Maia, Porto Velho-RO, 2024.
220 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Váldeson Amaro Lima.

Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e
Transferência de Tecnologia para Inovação - ProfNIT) – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO,
Porto Velho-RO, 2024.

1. Building Information Modeling. 2. BIM. 3. inovação de
processos. 4. transferência de tecnologia. 5. obra pública. I. Lima,
Váldeson Amaro (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Celia Reis Sales, CRB-CRB11/955 (Campus Porto Velho Zona Norte)

AGRADECIMENTOS

À minha família e meus amigos que sempre me fortaleceram e apoiaram em cada momento de minha vida, me incentivando a ir além.

Ao professor Váldeson Amaro Lima, que apoiou e tornou possível a realização desta pesquisa e o avanço de mais uma etapa da minha vida.

A todos os professores do programa de mestrado, em especial, ao professor Márcio Rodrigues Miranda que exerceu com maestria a coordenação do programa.

À banca da qualificação e defesa deste trabalho, que através de suas considerações, contribuíram para aperfeiçoar o seu desenvolvimento.

Ao IFRO e ao PROFNIT que apresentaram suporte e a possibilidade de cursar este mestrado.

Ao reitor, à Pró-Reitoria de Administração e à equipe da Diretoria de Engenharia e Infraestrutura do IFRO, que participaram e permitiram a realização desta pesquisa.

A todos vocês, eu registro a minha mais profunda gratidão por tornarem todo esse processo possível. Muito obrigado!

MAIA, John Alison Ribeiro da Costa. **Inovação na gestão de obras no setor público: elaboração de norma para implementação do *Building Information Modelign***. 2024. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Instituto Federal de Rondônia – *Campus* Porto Velho Zona Norte, Porto Velho, 2024.

RESUMO

Esta pesquisa teve o objetivo de investigar a situação atual do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia quanto ao uso do *Building Information Modeling* (BIM) na elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras e elaborar norma para efetivar a implementação BIM. Para isso, considerou-se o conceito abrangente do BIM, que integra políticas, procedimentos e tecnologias, permitindo o gerenciamento completo do ciclo de vida de uma edificação, desde sua concepção até a manutenção, por meio de objetos virtuais, o que se traduz em maior inteligência e eficiência processual, colaboração em tempo real, agilidade nos fluxos, minimização de erros e otimização do tempo de execução e fiscalização das obras. Assim, a proposição do BIM no IFRO se dá a partir de uma perspectiva de inovação de processos. As etapas da pesquisa seguiram a abordagem de pesquisa qualitativa, de cunho exploratório, respaldado nas técnicas de estudo de caso único e envolveram: (i) identificação do estado da arte e evolução do BIM através de busca de anterioridade e Revisão Sistemática da Literatura; (ii) mapeamento do processo atual de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras no IFRO, e classificação da organização quanto ao estágio BIM, através da aplicação de questionário à equipe de engenharia; e (iii) elaboração da norma organizacional. Os resultados revelam que, embora o Brasil não seja um destaque na produção tecnológica do BIM, possuindo um número baixo de patentes registradas, tem uma representação significativa nas publicações científicas, indicando que o BIM está em estágios iniciais no país. Nesse contexto, espera-se que o estudo de caso em questão contribua com o processo de implementação do BIM no setor público, utilizando o IFRO como recorte, visando incorporar a tecnologia por meio da transferência de conhecimento e tecnologias existentes. A análise dos processos permitiu identificar fraquezas no ambiente interno do IFRO, além de oportunidades e ameaças para as quais a instituição deve estar preparada. Além disso, foi identificado que o IFRO se encontra no Estágio BIM 1, caracterizado pelo uso parcial do BIM, elaboração de objetos paramétricos em 3D e pouca ou nenhuma interoperabilidade entre as disciplinas de projeto. Diante disso, a norma organizacional proposta visa o avanço gradativo para os estágios superiores do BIM, com foco inicial no Estágio BIM 2 e previsão dos primeiros passos para alcançar estágios subseqüentes, o que apresentará melhorias nos processos de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras.

Palavras-chave: *Building Information Modeling*; BIM; inovação de processos; transferência de tecnologia; obra pública;

MAIA, John Alison Ribeiro da Costa. **Innovation in construction management in the public sector: development of a standard for the implementation of Building Information Modeling**. 2024. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Instituto Federal de Rondônia – *Campus Porto Velho Zona Norte*, Porto Velho, 2024.

ABSTRACT

This research aimed to investigate the current situation of the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Rondônia (IFRO) regarding the use of Building Information Modeling (BIM) in the design, execution, and supervision of construction projects and to propose its implementation. For this purpose, the comprehensive concept of BIM was considered, integrating policies, procedures, and technologies that allow complete management of a building's lifecycle—from conception to maintenance—through virtual objects. This approach results in greater intelligence and procedural efficiency, real-time collaboration, streamlined workflows, error minimization, and optimized time for execution and supervision of works. Therefore, the proposition of BIM at IFRO is seen from a process innovation perspective. The research stages followed a qualitative, exploratory approach, supported by single-case study techniques and involved: (i) identifying the state of the art and evolution of BIM through prior art searches and a Systematic Literature Review; (ii) mapping the current process of project design, execution, and supervision of works at IFRO, and classifying the organization in terms of BIM maturity through a questionnaire administered to the engineering team; and (iii) developing the organizational standard. The results reveal that, although Brazil is not a leader in BIM technological production, with a low number of registered patents, it has a significant representation in scientific publications, indicating that BIM is in its early stages in the country. In this context, it is expected that the case study will contribute to the BIM implementation process in the public sector, using IFRO as a focal point, aiming to incorporate the technology through the transfer of existing knowledge and technologies. The analysis of the processes identified weaknesses in IFRO's internal environment, as well as opportunities and threats for which the institution should be prepared. Additionally, it was identified that IFRO is at BIM Stage 1, characterized by partial use of BIM, creation of parametric 3D objects, and little or no interoperability between project disciplines. In light of this, the proposed organizational standard aims for gradual advancement to higher BIM stages, with an initial focus on BIM Stage 2 and outlining the first steps towards reaching subsequent stages, which will result in improvements in project design, execution, and supervision processes.

Keywords: Building Information Modeling; BIM; process innovation; technology transfer; public construction;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa representativo da infraestrutura física de atuação do IFRO	12
Figura 2 - Representações do BIM a partir de diferentes perspectivas.....	37
Figura 3 - Etapas sequenciais para síntese quantitativa dos dados de publicações científicas e patentes.....	53
Figura 4 - Etapas sequenciais para síntese qualitativa dos dados de publicações científicas.	53
Figura 5 - Matriz de Validação/Amarração.	58
Figura 6 - Fluxo de elaboração de projetos.....	83
Figura 7 - Nuvens de palavras dos <i>softwares</i> mais utilizados pela equipe técnica e empresa contratada para elaboração de projetos.....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fases principais do processo de inovação.....	21
Quadro 2 - Outras atividades de inovação não enquadradas em P&D.	25
Quadro 3 - Tipos de atividades de inovação por um dado período.	26
Quadro 4 - Critérios a serem considerados na análise do mercado para planejar a transferência de tecnologia.	30
Quadro 5 - Conceitos de BIM.....	36
Quadro 6 - Benefícios do BIM, conforme as fases da edificação.....	39
Quadro 7 - Descrição dos Estágios de Maturidade BIM.....	41
Quadro 8 - Resultados encontrados e exportados, por base de dados e busca realizada.....	74
Quadro 9 - Resultado da seleção dos dados exportados nas bases.	75
Quadro 10 – Tempo de atuação dos respondentes e atividades desenvolvidas no setor.	81
Quadro 11 - Matriz SWOT do processo elaboração de projetos.....	88
Quadro 12 - Matriz SWOT do processo de execução de obras.	93
Quadro 13 - Matriz SWOT do processo de fiscalização da execução de obras.....	94

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
IFRO	Instituto Federal de Rondônia
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PROFNIT	Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	11
2.	INTRODUÇÃO	12
3.	JUSTIFICATIVA	14
3.1.	Lacuna a ser preenchida pelo TCC	14
3.2.	Aderência ao PROFNIT	15
3.3.	Impacto	16
3.4.	Aplicabilidade	17
3.5.	Inovação.....	17
3.6.	Complexidade	18
4.	OBJETIVOS	19
4.1.	Objetivo Geral	19
4.2.	Objetivos Específicos	19
5.	REFERENCIAL TEÓRICO	20
5.1.	Inovação de processos e transferência tecnológica	20
5.2.	O que é o BIM?	31
5.2.1.	Conceitos de BIM	33
5.2.2.	Os benefícios e desafios da utilização do BIM	38
5.2.3.	Maturidade BIM no Brasil e no Mundo	40
6.	METODOLOGIA	47
6.1.	Descrição detalhada de cada etapa metodológica	49
	Etapa metodológica 1: busca de anterioridade e revisão sistemática de literatura	49
	Etapa metodológica 2: análise do processo atual e classificação quanto ao estágio BIM	54
	Etapa metodológica 3: elaboração de norma organizacional	56
6.2.	Matriz de validação/amarração	58
7.	RESULTADOS	59
7.1.	Identificação do estado da arte e a evolução do BIM até os dias atuais	59
7.1.1.	Estado da arte de publicações científicas	61
7.1.2.	Estado da arte de tecnologias (patentes registradas).....	65
7.1.3.	Interrelação dos resultados apresentados sobre o estado da arte	72
7.1.4.	Resultados da Revisão Sistemática de Literatura	74
7.2.	Análise do processo atual e classificação do estágio BIM no IFRO	81
7.2.1.	Mapeamento de processo meio da matriz SWOT	81
7.2.2.	Classificação do Estágio BIM e percepção de disposição para mudança	95
7.3.	Proposta de norma organizacional para Implementação BIM no IFRO	97
8.	ENTREGÁVEIS DE ACORDO COM OS PRODUTOS DO TCC	99
9.	CONCLUSÕES	100
10.	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	102
	REFERÊNCIAS	103

APÊNDICE A – Matriz FOFA (SWOT).....	111
APÊNDICE B – Modelo de Negócio CANVAS.....	112
APÊNDICE C – Busca de Anterioridade.....	113
APÊNDICE D – Lista de significado dos IPCs	138
Classificação por Seção e Classe.....	138
Classificação por Seção, Classe e Subclasse	138
Classificação Completa	139
APÊNDICE E – Resumo das publicações científicas obtidas na RSL	141
APÊNDICE F – Questionário	164
APÊNDICE G – Norma Organizacional para implementação BIM no IFRO	183

1. APRESENTAÇÃO

A inovação de processos e a transferência de tecnologia são temas essenciais para o desenvolvimento tecnológico e a melhoria dos produtos e serviços ofertados por uma organização. No contexto do IFRO - instituição especializada em oferecer educação profissional e tecnológica, atuando na educação básica e ensino superior, além da pesquisa e desenvolvimento de produtos e serviços em estreita colaboração com a sociedade - e desta pesquisa, esses temas se fazem aplicáveis, por meio da possibilidade de promoção de melhorias nos processos internos da Diretoria de Engenharia e Infraestrutura (responsável pela gestão dos processos de planejamento e execução das obras) através da implementação do BIM, que tem se apresentado como alta tendência de mercado para o setor da construção civil, demonstrada, por exemplo, pela adoção de políticas públicas para o incentivo ao uso desta tecnologia.

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho surgiu pelo fato deste autor ser graduado em engenharia civil e servidor do IFRO, tendo atuado na Diretoria de Engenharia e Infraestrutura no período de 2018 a 2022, nas funções de Assistente em Administração, Coordenador de Projetos de Arquitetura e Engenharia e, por último, diretor do setor, vivenciando rotineiramente os desafios setoriais para garantir o bom desempenho das demandas existentes.

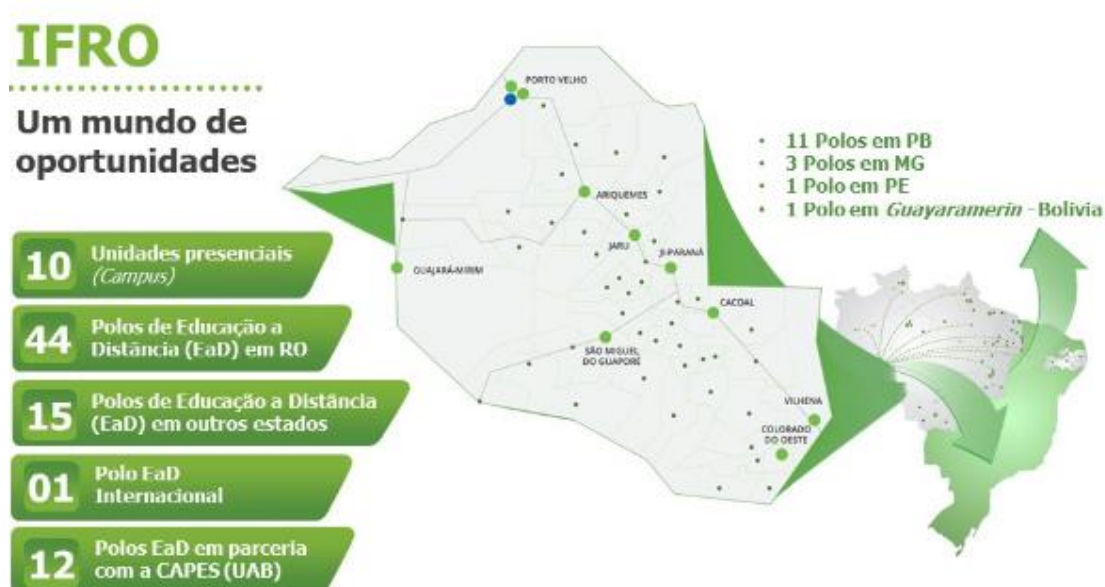
Nesse contexto, o trabalho visa compreender o estado da arte do BIM no Brasil e no Mundo; analisar os processos de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras do IFRO; e, por fim, elaborar norma organizacional para implementação do BIM na instituição, que poderá ainda, em momentos futuros, ser replicada em outras instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica ou de instituições que atuem de forma semelhante.

Espera-se que o trabalho, por meio da transferência de tecnologia, apresente melhorias no processo de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras do IFRO, instituição que se encontra em consolidação e expansão das atividades no estado de Rondônia com alto volume de demanda de obras. Desse modo, o trabalho contribuirá também indiretamente aos indicadores da educação brasileira que, por meio da infraestrutura adequada, permitirá a promoção da educação pública, gratuita, inclusiva e de qualidade.

2. INTRODUÇÃO

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) foi criado em 2008 pela Lei nº. 11.892, como autarquia vinculada ao Ministério da Educação (MEC) do Brasil. O IFRO é uma instituição especializada em oferecer educação profissional e tecnológica, atuando na educação básica e ensino superior, além da pesquisa e desenvolvimento de produtos e serviços em estreita colaboração com a sociedade. A instituição tem uma presença territorial significativa no Estado de Rondônia, com 10 unidades de ensino presenciais, além da Reitoria (com função administrativa). Além disso, mantém 44 polos de educação a distância em parceria com prefeituras e 12 polos em colaboração com a CAPES (UAB) em Rondônia, 11 polos na Paraíba, 01 polo em Pernambuco, 02 polos em Minas Gerais e 01 polo internacional em Guayaramerín – Bolívia (IFRO, 2022). A atuação do IFRO segue representada na Figura 1.

Figura 1 - Mapa representativo da infraestrutura física de atuação do IFRO



Fonte: IFRO, 2022.

Com uma ampla área de atuação e, principalmente, pelas unidades presenciais que ainda se encontram em consolidação, além da possibilidade de expansão com a criação de novas unidades, o IFRO possuiu, conforme seu Relatório de Gestão 2022 um montante de mais de R\$ 17 milhões empenhados em obras (IFRO, 2023b). Além disso, o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) para o período de 2023 a 2027 prevê a realização de um total de 121 obras, incluindo 66 construções novas e 55 reformas, com um investimento inicial estimado em aproximadamente R\$ 60 milhões.

A gestão desse considerável volume de obras, desde a fase de projetos até a execução e fiscalização, é conduzida por uma equipe composta por 07 servidores da Diretoria de Engenharia e Infraestrutura (IFRO, 2023a) que desempenha um papel crucial nas atividades de planejamento e implementação dessas. Nesse contexto, é fundamental que os processos relacionados às atividades de obras, sejam continuamente avaliados e aprimorados, visando melhores resultados e menores custos. É salutar observar que o processo empregado atualmente carece de uma integração sistêmica que poderia ser alcançada por meio da adoção do *Building Information Modeling* (BIM).

Simultaneamente a esse contexto, surgiu a metodologia BIM, que se destacou a partir dos anos 2000. O BIM, no seu conceito amplo, representa um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, quando combinados, permitem o gerenciamento completo do ciclo de vida de uma edificação ou instalação, desde sua concepção até a manutenção, fazendo uso de plataformas digitais baseadas em objetos virtuais (Catelani, 2016a). A adoção do BIM revoluciona o processo, incorporando maior inteligência e eficiência, incentivando o desenvolvimento de novas competências e permitindo verificações automatizadas das interações entre os diversos sistemas propostos para a edificação, viabilizando o trabalho simultâneo em tempo real. Essa evolução representa uma significativa melhoria em relação à tecnologia antecessora, o CAD (Eastman, 2011), que ainda é amplamente utilizado como base processual para a elaboração de projetos no IFRO.

Assim, a implementação do BIM pode agilizar os processos envolvidos na concepção de projetos de arquitetura e engenharia, ao mesmo tempo em que otimiza o tempo destinado à execução e fiscalização de obras, traduzindo-se em economia tanto em termos de prazos quanto na redução de incongruências de projeto.

Dessa forma, este trabalho se propõe a investigar a situação atual do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia quanto a adoção do *Building Information Modeling* em seus projetos, execução e fiscalização de obras e propor sua regulamentação para a instituição.

3. JUSTIFICATIVA

3.1. LACUNA A SER PREENCHIDA PELO TCC

Este projeto apresenta uma proposta de inovação por meio da aplicação do BIM - *Building Information Modeling* (Modelagem de Informação da Construção, em tradução livre) na Administração Pública, usando como recorte o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, uma instituição em expansão no estado de Rondônia que executa diversas obras públicas a fim de consolidar sua crescente infraestrutura.

O IFRO possui em seu PDI 2023-2027 um total de 121 obras previstas (sendo 66 novas e 55 reformas) e, em sua responsabilidade organizacional, está a Diretoria de Engenharia e Infraestrutura – DEINF que é, conforme o Regimento Geral (IFRO, 2015, p. 66), o “setor responsável pela gestão dos processos de planejamento, projeto, programação, construção e reformas, além da viabilização das obras”.

A equipe responsável por tais atividades é composta por arquitetos e engenheiros civil e eletricista que atualmente elaboram os projetos utilizando os conceitos de CAD - *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por Computador, em tradução livre), além de realizarem a orçamentação a partir de levantamentos feitos nos desenhos bidimensionais, exceto para os casos onde os projetos e orçamentos são elaborados mediante a contratação de empresas especializadas, situações em que se prioriza a modelagem tridimensional e a aplicação de princípios básicos do BIM.

Além disso, a execução e fiscalização dessas obras se dá por meio da utilização de projetos impressos e eventuais adequações necessárias aos mesmos nessa fase são realizadas diretamente nos desenhos bidimensionais e não na modelagem 3D obtida na fase de projeção, situação que faz com que, mesmo para os casos em que os princípios básicos do BIM são aplicados, estes são perdidos ao longo do processo, diminuindo a efetividade de sua utilização.

Desse modo, o volume de obras demandado, a quantidade de pessoal disponível e os processos empregados, sobretudo com a predominância do uso de CAD que, segundo Melhado e Violani (1992), promove a dissociação entre as fases de projeto e a construção, com ausência de interoperabilidade das informações, culminam em um baixo desempenho quando comparado à efetiva implementação do BIM (Back; Lima, 2021), que é uma tecnologia que, combinando pessoas, processos

e tecnologia, permite a criação da modelação de informações da construção (Succar, 2009), podendo garantir melhor aproveitamento de recursos nas obras, além do aumento da produtividade, eficiência e transparência das atividades (Broquetas; Volm, 2013).

Corroborando a isso, a partir de dezembro de 2023 todas as novas licitações públicas passam a ser regidas pela Lei nº 14.133/2021, conhecida como Nova Lei de Licitações, conforme prazo prorrogado por meio da Medida Provisória nº 1.167 de 31 de março de 2023. Esta define que, nos casos de contratação de obras e serviços de arquitetura e engenharia, sempre que adequado ao objeto da licitação, o BIM deverá ser preferencialmente adotado.

Desse modo, a implementação do BIM no IFRO, constituindo-se em uma inovação de processo a ser transferida a partir do PROFNIT, possibilita que os fluxos e processos de planejamento, elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras sejam mais céleres e eficientes, bem como que as contratações das obras e serviços de arquitetura e engenharia da instituição estejam mais adequadas à Nova Lei de Licitações, antecipando-se às tendências do mercado.

3.2. ADERÊNCIA AO PROFNIT

O PROFNIT tem como área de concentração a Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, englobando pesquisas sobre transferência de tecnologia nas suas diversas formas e nos vários setores estruturantes e seus inter-relacionamentos, identificação de gargalos e de oportunidades de mercado para transferir tecnologia adequadamente (inteligência competitiva), visando seu uso pela sociedade.

A inovação envolve a introdução de algo novo ou aprimorado no contexto produtivo e social, resultando em novos produtos, serviços ou processos. Isso também pode incluir a adição de novas funcionalidades ou características a um produto, serviço ou processo existente, com o objetivo de obter melhorias e ganhos efetivos em termos de qualidade ou desempenho (Brasil, 2016).

Segundo o Manual de Oslo (OCDE, 2005, p. 58), a “inovação de processo é a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares”. Assim, ao promover a implementação do BIM no processo de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras no IFRO, por meio de norma processual,

o órgão introduzirá a novidade da tecnologia BIM em seus processos, de forma original e distinta das demais soluções existentes, uma vez que a norma será produzida de modo a atender as peculiaridades da organização. Assim, o produto deste projeto refere-se, portanto, à implantação de processo tecnologicamente novo no âmbito do IFRO.

O produto do projeto encontra-se alinhado ao 9º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, que se refere à “construção de infraestruturas resilientes, promoção da industrialização inclusiva e sustentável e fomento da inovação”, uma vez que a norma de implementação do BIM é um mecanismo para promoção da industrialização inclusiva e sustentável por meio da inovação de processos tecnológicos do órgão público.

O produto está ainda em consonância com o Marco Legal da Inovação (Brasil, 2016), pois está relacionado ao princípio constante em seu art. 2º, parágrafo único, VIII, “incentivo à constituição de ambientes favoráveis à inovação e às atividades de transferência de tecnologia”.

3.3. IMPACTO

A escolha do tema é respaldada na necessidade de estabelecer a utilização do BIM “na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal” (Brasil, 2020), conforme o Decreto nº 10.306/2020, bem como de facilitar que as licitações de obras públicas sejam realizadas prioritariamente adotando-se o método, em atenção ao disposto na Lei nº 14.133/2021, conhecida como Nova Lei de Licitações.

A demanda é originária do IFRO, a fim de promover a inovação em seu processo de elaboração de projetos e ainda da execução e fiscalização de obras, de modo que a norma de implementação do BIM permitirá a adesão da instituição a esta modelagem de forma inovadora, antecipando-se em relação à Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*, denominada Estratégia BIM BR.

Conforme Back (2022), a indústria da Arquitetura Engenharia Construção e Operação - AECO historicamente possui baixos índices de inovação e, conseqüente, pouca transformação digital, sendo negativamente impactada pelo desperdício de materiais e tempo, erros de execução, atrasos de cronograma, dentre outros. O BIM apresenta diversos aspectos de inovação como, por exemplo, a modelagem tridimensional e a produção automática de orçamento e cronograma preciso que

permitem maior celeridade na tomada de decisões e principalmente maior eficiência, contrapondo-se a esse cenário de baixa inovação da AECO (Eastman, 2011a *apud* Back, 2022).

Dessa forma, o produto contribuirá para a celeridade dos fluxos de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, bem como para a otimização do tempo de execução e fiscalização das obras e, principalmente, de custos tanto pelo tempo economizado quanto pela minimização de inconsistências de projeto.

Assim, por meio do PROFNIT, haverá a transferência de tecnologia ao demandante inovando os seus processos, trazendo impacto imediato ao atendimento de uma legislação iminente e ainda, por meio da ampliação da demanda de produtos operacionalizados a partir do BIM, a promoção da inovação na área de Arquitetura Engenharia Construção e Operação, não somente do IFRO, mas das empresas contratadas para execução das obras e serviços de engenharia,

3.4. APLICABILIDADE

A aplicação do produto técnico oriundo deste projeto possui abrangência local, em nível do Instituto Federal de Rondônia, a partir da normatização do BIM como método estratégico para a elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, envolvendo todas as fases de projeto, bem como para execução e fiscalização de obras.

A partir dessa implementação no IFRO, o produto poderá ainda ser replicado aos demais Institutos e/ou Universidades Federais que possuem atuação semelhante em seus departamentos de arquitetura e engenharia, expandindo a sua aplicação no setor público. Será possível ainda, desde que sejam feitas as devidas adequações, a aplicação em outros órgãos públicos que executem as suas obras de forma indireta.

3.5. INOVAÇÃO

A proposta apresenta uma possibilidade de inovação com médio teor inovativo, a partir da combinação de conhecimentos pré-estabelecidos e existentes oriundos da qualificação e experiência do mestrando proponente com o método BIM, com formação em Engenharia Civil, e com a estrutura de gestão de projetos e obras existente atualmente no IFRO, por meio da Diretoria de Engenharia e Infraestrutura, sendo possível a transformação dos processos vigentes.

Além disso, combinam-se os conhecimentos do mestrando obtidos a partir de sua vivência profissional, tendo atuado no setor de engenharia do IFRO, conhecendo a fundo a realidade e dinâmica dos processos existentes e os conhecimentos adquiridos enquanto cursa-se o mestrado em questão, principalmente àqueles voltados à inovação de processos, possibilitando esta produção com médio teor inovativo.

3.6. COMPLEXIDADE

A proposta pode ser enquadrada como uma produção com média complexidade, resultante da combinação de conhecimentos existentes e estabelecidos, especialmente de órgãos públicos que já implementaram norma semelhante, bem como aqueles existentes no IFRO, além da análise da realidade mercadológica que proporciona o entendimento da dinâmica do BIM adotada pela iniciativa privada, especialmente em se tratando de empresas que atuam com obras do IFRO e, ainda, as experiências já existentes no cenário acadêmico.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GERAL

Investigar a situação atual do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia quanto ao uso do *Building Information Modeling* na elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras e elaborar norma para efetivar a implementação BIM.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar o estado da arte e a evolução do BIM até os dias atuais, por meio de revisão sistemática da literatura e busca de anterioridade;
- b) Analisar o processo atual de elaboração de projetos, execução e fiscalização das obras do IFRO e classificar a organização quanto ao estágio BIM;
- c) Elaborar norma organizacional para implementação do *Building Information Modelign* (BIM) no processo de elaboração de projetos, execução e fiscalização das obras no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. INOVAÇÃO DE PROCESSOS E TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA

A complexidade crescente do conhecimento e da tecnologia tem elevado a importância das interações entre empresas e outras organizações como um meio de adquirir conhecimento especializado para garantir sua sobrevivência na economia baseada em conhecimento. Esse termo descreve as tendências nas economias avançadas, nas quais há uma dependência maior do conhecimento, informação e níveis elevados de especialização, bem como uma necessidade crescente de acesso imediato a esses elementos tanto no setor privado quanto no setor público (OCDE, 2005).

Nesse sentido, o progresso econômico é impulsionado pela inovação em um processo dinâmico no qual as novas tecnologias substituem as antigas, um fenômeno conhecido como "destruição criativa". Esse processo é conduzido pelas organizações com a finalidade de melhoria do seu desempenho, motivado pelo aumento da demanda ou a redução dos custos. Assim, um novo produto ou processo pode apresentar uma vantagem mercadológica ao inovador em relação aos seus competidores, permitindo ganhar fatias do mercado, aumentar a sua demanda e, por fim, os lucros (Schumpeter, 1934; OCDE, 2005).

Assim, chega-se então ao conceito de inovação que, segundo o Manual de Oslo (2005, p. 55), "é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de *marketing*, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas".

Comumente a inovação pode ser confundida com a invenção, que se refere somente ao primeiro passo do processo inovativo, por isso a definição de inovação, embora possa apresentar diversas variedades teóricas, normalmente enfatizam a necessidade de completar aspectos de desenvolvimento e aprofundamento de novos conhecimentos e não somente de sua invenção (Tidd, 2015).

A inovação envolve a exploração de novas ideias que são bem recebidas no mercado, normalmente incluindo novas tecnologias, processos, *design* ou práticas de gestão aprimoradas e abrange diversas áreas, como a introdução de novos produtos, serviços ou processos de produção, que incorporam soluções técnicas, funcionais ou estéticas inovadoras, com o propósito de alcançar resultados específicos. Além disso,

a inovação tem a capacidade de causar impacto na política, nos processos administrativos, no processo de tomada de decisão, na alocação de recursos, na atribuição de responsabilidades, nas relações com colaboradores, clientes e outras organizações, bem como nos sistemas de recompensas e motivação das organizações (Mações, 2022).

Tidd (2015, p. 18) afirma que “não importa quão boa seja sua ideia, o público baterá à sua porta somente se também for dada atenção à gestão do projeto, à gestão financeira, ao comportamento organizacional e assim por diante” e conclui que, apesar de a inovação ser um importante modo de assegurar vantagem competitiva e um meio mais seguro de defender posições estratégicas, o seu sucesso não é garantido, pois a história está cheia de exemplos de ideias aparentemente boas que falharam.

A inovação é um processo de transformação de ideias em realidade e captura de valor às mesmas, composto por quatro fases principais necessárias para o sucesso que seguem detalhadas no Quadro 1 (Tidd, 2015).

Quadro 1 - Fases principais do processo de inovação.

1 - BUSCA	2 - SELEÇÃO
<p>O quê?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Detectar possibilidade de geração de variedade; ✓ Trazer novas ideias para o sistema; <p>Como?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Por meio de P&D; ✓ Espontaneamente; ✓ Indicadores do mercado; ✓ Regulamentações, etc. 	<p>O quê?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar as variantes mais promissoras; <p>Como?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Escolha estratégica, considerando as condições disponíveis e os riscos que podem ser assumidos; ✓ Qual a diferenciação competitiva? ✓ Quais as capacidades existentes para executar a ideia?
3 - IMPLEMENTAÇÃO	4 - CAPTURA DE VALOR
<p>O quê?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Transformar as ideias em realidade; <p>Como?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Gerenciar recursos (tempo, energia, dinheiro e, acima de tudo, a mobilização de conhecimentos de vários tipos) em um contexto de incertezas; 	<p>O quê?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capturar valor à ideia concretizada; <p>Como?</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Assegurar que os esforços desprendidos são justificados; ✓ Apropriar-se dos ganhos; ✓ Adquirir um conhecimento útil;

Fonte: Adaptado de Tidd (2015)

O Manual de Oslo (OCDE, 2005) classifica a inovação em quatro áreas: produto, processo, *marketing* e organização. Tidd (2015), por sua vez, apresenta quatro dimensões para a inovação, sendo elas: produto, processo, posição e paradigma.

A inovação de produto, segundo Tidd (2015, p. 24) refere-se às “mudanças no que (produtos/serviços) uma empresa oferece”. O Manual de Oslo (OCDE, 2005, p. 57) explica que “o termo ‘produto’ abrange tanto bens como serviços” e complementa que esse tipo de inovação é a “introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que concerne a suas características ou usos previstos”, incluindo-se os “melhoramentos significativos em especificações técnicas, componentes e materiais, *softwares* incorporados, facilidade de uso ou outras características funcionais”.

A inovação de *marketing*, apresentada pelo Manual de Oslo (OCDE, 2005, p. 59) como “a implementação de um novo método de *marketing* com mudanças significativas na concepção do produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços”, equipara-se à inovação de posição definida por Tidd (2015, p. 25) como “mudanças no contexto em que produtos/serviços são introduzidos”.

A inovação de organização, ou inovação organizacional, é definida pelo Manual de Oslo (OCDE, 2005, p. 59) como “a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas” e esse tipo de inovação equipara-se com a dimensão de inovação de paradigma definida por Tidd (2015, p. 25) como “mudanças nos modelos mentais subjacentes que orientam o que a empresa faz.”

A inovação de processo é definida por Tidd (2015, p. 25) como “mudanças na forma como os produtos/serviços são criados e entregues”. O Manual de Oslo (OCDE, 2005, p. 58), por sua vez, a define como “a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou *softwares*.”

Esse tipo de inovação pode objetivar a redução de custos de produção ou distribuição e/ou apresentar melhorias na qualidade ou, ainda, produzir ou distribuir produtos novos ou significativamente melhorados. Os métodos de inovação aqui aplicados se dividem entre os voltados à produção e aqueles voltados à distribuição, sendo que este se refere à logística, *softwares* e técnicas aplicados para fornecer,

alocar ou entregar os produtos, enquanto aquela objetiva a produção dos bens e serviços (OCDE, 1997).

O Manual de Oslo (OCDE, 2005, p. 59) destaca que as inovações de processo “podem envolver mudanças substanciais nos equipamentos e nos *softwares* utilizados em empresas orientadas para serviços ou nos procedimentos e nas técnicas que são empregados para os serviços de distribuição”. Essa inovação pode gerar redução de custos operacionais e de tempo, além de permitir que as empresas atendam melhor os seus clientes e incremente mecanismos de medição sistêmicos e eficazes (Santos *et al.*, 2022).

O processo consiste em um conjunto de atividades interconectadas e dependentes de tempo, pessoas e espaço, que recebem *inputs* (dados) e têm a finalidade de produzir *outcomes* (resultados) de valor agregado, seja para clientes internos ou externos (Joia, 2012). A gestão de processos, por sua vez, busca constantemente aprimorá-los, com o objetivo de criar um valor superior para o cliente (Pradella; Furtado; Kipper, 2016).

Para a boa gestão dos processos é importante que existam mecanismos suficientes para quantificá-los e que as métricas utilizadas para refletir o seu desempenho estejam claramente definidas, como, por exemplo: por meio de indicadores de desempenho (Mações, 2022). Para inovar os processos, as empresas direcionam suas iniciativas com foco em projetos que visam criar, recriar ou aprimorar processos de negócios específicos e buscam metodologias e ferramentas que possam auxiliá-las na condução de projetos de transformação empresarial (Santos *et al.*, 2022). Para identificar os aprimoramentos promovidos no processo é essencial realizar medições e avaliações contínuas do desempenho do produto e do próprio processo (Mações, 2022).

Uma empresa é considerada inovadora quando possui a capacidade de combinar processos de inovação independentes, implementando-os regularmente e de forma sistemática, por um período específico. A análise do processo de inovação tem como suma entender o processo desenvolvido, descartar os desperdícios encontrados e, somente após isso, incorporar as novas tecnologias identificadas a partir da análise de inovações tecnológicas existentes, incluindo as novas Tecnologias de Informação (Pradella; Furtado; Kipper, 2016; Mações, 2022).

A alta competitividade do mercado e as diferentes demandas que englobam fatores sociais, econômicos, ambientais e culturais exigem das empresas respostas

rápidas, práticas e precisas, pautadas na ética e transparência; o que tem sido atendido pelas organizações a partir da integração das soluções de Tecnologia da Informação, gestão empresarial e sustentabilidade. Nesse sentido, é preciso que os processos sejam conhecidos e aperfeiçoados antes de implementar novos sistemas de informação, pois, é comum que em muitas organizações os processos sejam simplesmente automatizados, sem avaliar as melhorias aos processos já existentes (Jesus; Macieira, 2014; Mações, 2022).

Existem duas maneiras principais para promoção da inovação organizacional: investir em atividades para desenvolver inovações internamente, ainda que em parceria com outras empresas; ou adotar inovações já desenvolvidas que estejam em processo de difusão por outras empresas (OCDE, 2005). O Manual de Oslo (OCDE, 2005, p. 44) explica que “as atividades inovadoras específicas utilizadas pelas empresas para o desenvolvimento ou aquisição de inovação abarcam a pesquisa e desenvolvimento (P&D) e muitas outras atividades”. O documento explica também que as seguintes propriedades estão englobadas nas atividades de inovação em P&D:

- Engajar-se na pesquisa básica ou aplicada a fim de alcançar novos conhecimentos e em pesquisas diretas a fim de buscar invenções específicas ou modificações das técnicas existentes;
- Desenvolver novos conceitos de produtos ou processos, ou ainda novos métodos para estimar se eles são factíveis e viáveis, atividade que pode compreender:
 - Desenvolvimento e teste; e
 - Pesquisas adicionais a fim de modificar desenhos ou funções técnicas.

Também podem ser desenvolvidas outras atividades de inovação não enquadradas em P&D, conforme disposto no Quadro 2, que podem gerar inovação por meio do fortalecimento de capacitações que permitem o desenvolvimento ou mediante a adoção bem-sucedida daquelas desenvolvidas por outras empresas (OCDE, 2005).

Quadro 2 - Outras atividades de inovação não enquadradas em P&D.

Atividade de inovação não enquadradas em P&D	Forma de execução
Identificar novos conceitos	a) Via marketing e relações com os usuários
	b) Identificação de oportunidades para comercialização, resultante seja de pesquisa própria ou de outras empresas
	c) Utilizando capacidades de concepção e desenvolvimento de produtos
	d) Monitorando os concorrentes
	e) Utilizando consultores
Comprar informações técnicas	Pagando taxas ou <i>royalties</i> por invenções patenteadas ou adquirindo experiência e <i>know-how</i> por meio de engenharia, <i>design</i> ou serviços de consultoria
Desenvolver habilidades humanas	Por meio de treinamento interno ou contratação, incluindo aprendizado tácito e informal (<i>learning by doing</i>)
Investir em equipamentos, softwares ou insumos intermediários que incorporam o trabalho inovador de outros	
Reorganizar sistemas de gerenciamento e negócios para promover inovação e melhorar as atividades de negócios	
Desenvolver novos métodos de marketing para vender produtos e serviços da empresa	

Fonte: Manual de Oslo (OCDE, 2005)

O Manual de Oslo (OCDE, 2005, p. 55) define que “as atividades de inovação são etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que conduzem, ou visam conduzir, à implementação de inovações” e explica que algumas dessas são inovadoras em si, enquanto outras não são novas, porém são necessárias para implementar a inovação. Explica ainda que a natureza dessas atividades apresenta grande variação entre as empresas, pois enquanto algumas buscam a inserção em projetos de inovação bem definidos, outras realizam o aprimoramento contínuo nos seus produtos, processos e operações.

As atividades de inovação podem ser impactadas negativamente por muitos motivos, havendo razões para que sejam obstruídas e não iniciadas ou refreadas durante o seu progresso. Esses motivos podem ser oriundos de fatores econômicos, fatores específicos a uma empresa, como a deficiência de pessoal especializado ou de conhecimentos; ou fatores legais, como regulações ou regras tributárias (OCDE, 2005).

As atividades de inovação podem, então, ser classificadas em três tipos, durante um dado período, conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Tipos de atividades de inovação por um dado período.

BEM-SUCEDIDA	EM PROGRESSO	ABANDONADA
Aquele que resultou na implementação de uma inovação. Não necessariamente está sendo comercializada.	Aquele que está em andamento e ainda não resultou na implementação de uma inovação.	Aquele atividade antes da implementação da inovação

Fonte: Manual de Oslo (OCDE, 2005)

Os processos de inovação são muito diferentes entre os diversos setores produtivos no que se refere ao desenvolvimento, taxa de mudança tecnológica, interações e acesso ao conhecimento, estruturas organizacionais e fatores institucionais. Alguns setores apresentam rápidas mudanças e inovações radicais, enquanto outros são marcados por mudanças incrementais, menores. Nos setores com alta tecnologia, a atividade de P&D possui atuação primordial dentre as atividades de inovação, enquanto nos outros setores o foco maior está na adoção de conhecimento e tecnologia desenvolvidos. Isso impacta em diferentes demandas na estrutura organizacional das empresas, bem como nos fatores de regulações e direitos de propriedade intelectual (OCDE, 2005).

A OCDE apresenta uma classificação dos setores produtivos a partir da sua intensidade em P&D, adotando uma hierarquia entre eles, dividida em cinco categorias: alta, média-alta, média, média-baixa e baixa intensidade em P&D (Morceiro, 2019). A partir dessa classificação, com base nos estudos divulgados pela OCDE, é possível observar que a maioria dos setores de serviços e não manufatureiros, como o comércio, transportes, serviços financeiros, agropecuária, construção civil, alojamento e alimentação, atividades imobiliárias, energia elétrica, atividades administrativas e serviços complementares (como segurança privada) fazem pouca P&D e, portanto, estão classificados como baixa e média-baixa intensidade em P&D, ao mesmo tempo em que representam uma parcela significativa do PIB ou da geração de emprego (Morceiro, 2019).

Nas indústrias de baixa e média tecnologia é dedicada menor atenção à inovação do que nas indústrias de alta tecnologia. As atividades de inovação naquelas indústrias são, portanto, marcadas pela inovação incremental e pela adoção de tecnologias existentes. Apesar disso, a inovação das indústrias de baixa e média

tecnologia pode apresentar um grande impacto no crescimento econômico devido ao peso desses setores na economia (OCDE, 2005).

Os processos de inovação estão diretamente ligados à globalização, uma vez que são, em diversos sentidos, internacionais e as tecnologias perpassam fronteiras devido a interação com empresas estrangeiras e instituições de ensino. Assim, as empresas multinacionais são agentes primordiais nesse processo, pois suas atividades envolvem transferências internacionais de capital, conhecimento e tecnologia (OCDE, 2005).

A difusão e propagação de inovações, seja por meios mercadológicos ou não, envolve mais do que somente adotar novos conhecimentos e tecnologias, mas, por meio desse processo, é possível que o inovador original proporcione novas mudanças e respostas em sua inovação, pois o receptor também aprende e desenvolve novos conhecimentos e tecnologias (OCDE, 2005). Acerca disso, Tidd (2015), explica que essa divulgação de conhecimentos gera a oportunidade para que sejam desenvolvidos e compreendidos novos conhecimentos, gerando a expansão do aprendizado organizacional quando estes são adquiridos e reconhecidos como úteis.

É importante distinguir os conceitos de tecnologia e conhecimento. Embora a tecnologia seja uma parte do conhecimento, este possui um conceito mais amplo, englobando diversos campos além da tecnologia. O conhecimento abrange desde linguagens até o que é aprendido no uso de artefatos no cotidiano do trabalho, não se limitando necessariamente à produção ou fabricação de produtos. Cita-se alguns exemplos de transferência de conhecimento (Frey; Tonholo; Quintella, 2019):

- conhecimento codificado transmitido por meio de linguagens, como a literatura científica ou patentes;
- conhecimento codificado e *know how*, adquirido por meio de estudos, instruções e experiências, e são transferidos através do trabalho, estágios ou até mesmo por meio do intercâmbio de pesquisadores experientes em empresas;
- conhecimento constante nos artefatos, sejam eles prontos para uso ou não, como máquinas, *software*, novos materiais ou até mesmo organismos modificados.

O conceito de tecnologia, por sua vez, tem evoluído ao longo da história de acordo com seu uso pela sociedade e os avanços tecnológicos e pode ser dividido em dois: amplo e restrito. O conceito amplo de tecnologia abrange o conjunto de

conhecimentos científicos que são úteis e utilizáveis pela sociedade. Já no sentido restrito, tecnologia refere-se ao conjunto de conhecimentos que podem ser aplicados no desenvolvimento, fabricação de produtos e prestação de serviços (Assafim, 2005; Frey; Tonholo; Quintella, 2019).

Assim, a transferência de tecnologia é um processo antigo que pode ser definido como a tradução e repasse entre as organizações de conhecimento técnico utilizado para desenvolver os produtos e processos. A partir dela é possível uma comercialização tecnológica que gera impacto econômico e pode ser usada como ferramenta para atingir objetivos comuns entre as organizações, sendo iniciada quando, ao analisar as necessidades do mercado, encontra-se uma tecnologia ou conjunto de tecnologias que satisfaçam tais necessidades. A transferência de tecnologia pode ser realizada entre organizações públicas e privadas (Braga; Pio; Antunes, 2009).

A transferência de tecnologia pode ser categorizada em duas formas distintas. Uma delas está relacionada ao desenvolvimento da tecnologia, envolvendo a modificação dos paradigmas tecnológicos por meio da inovação de produtos e processos. O outro tipo se baseia na difusão tecnológica, que abrange a adoção de tecnologias disponíveis comercialmente, bem como a utilização de informações técnicas provenientes de fontes externas para resolver problemas, utilizando os paradigmas tecnológicos existentes (Braga; Pio; Antunes, 2009).

As organizações envolvidas na transferência de tecnologia podem ser categorizadas em duas formas distintas: instituições fornecedoras de tecnologia (*supply-side*) e instituições responsáveis pela análise da demanda tecnológica (*demand-side*). As instituições fornecedoras de tecnologia são aquelas que desenvolvem ou representam o desenvolvimento de tecnologias. Seu objetivo é encontrar "consumidores" para a tecnologia desenvolvida (Braga; Pio; Antunes, 2009).

Sempre que ocorrer a troca ou transmissão de conhecimentos técnicos entre dois ou mais indivíduos, estaremos diante de uma operação de transferência de tecnologia (Assafim, 2005). Assim, para um melhor entendimento do processo de difusão dos conhecimentos e tecnologias e para ter a possibilidade de mapear interações e fluxos de conhecimentos, o que possui relevância direta nas políticas de inovação, é necessário identificar como a transferência de conhecimentos e tecnologias acontece, além de conhecer qual o significado das principais fontes desse

fluxo para as empresas atuantes no setor. Assim, será possível também identificar quais os parceiros importantes para o processo e os melhores fluxos a serem empregados (OCDE, 2005).

As interações e fluxos são classificadas em três tipos: fontes de informação abertas, compras ou aquisição de conhecimentos e tecnologia, e inovação cooperativa (OCDE, 2005).

As fontes de informação abertas permitem o acesso a conhecimentos sem a necessidade de pagamento pelo conhecimento propriamente dito, apesar de, em alguns casos existirem remunerações marginais para o acesso, como a necessidade de filiação a associações de comércio, participação em conferências, assinaturas de jornais, dentre outros (OCDE, 2005).

Em algumas situações, o conhecimento pode ser comercializado mediante licenciamentos ou venda de direitos à propriedade intelectual (Tidd, 2015). Esses casos se referem à aquisição de conhecimentos e de tecnologias que, segundo o Manual de Oslo (OCDE, 2005, p. 91), “envolve a compra de conhecimentos e de tecnologias externos sem cooperação ativa com a fonte” e incluem-se aí, segundo o documento, “a contratação de empregados que possuem o novo conhecimento, ou o uso de pesquisas contratadas e de serviços de consultoria”, além de “outras formas de *know-how*, patentes, licenças, marcas e *softwares*.”

A inovação cooperativa, por sua vez, refere-se à atuação conjunta com outras organizações, empresas ou instituições não comerciais, em projetos de inovação, permitindo que os atores tenham acesso à conhecimentos e tecnologias que não teriam aptidão para utilizar se estivessem em atuação solo. Esse tipo distingue-se das fontes de informação abertas, pois na inovação cooperativa todos os atores possuem um papel ativo no trabalho e aprendem uns com os outros (OCDE, 2005).

Diante disso, segundo Tidd (2015, p. 560), um dos fatores mais importantes a se entender acerca dos conhecimentos envolvidos no processo de inovação “é a compreensão de que esta raramente envolve uma única tecnologia ou um mercado, mas um conjunto de conhecimentos reunidos sob uma única configuração” e que o sucesso da gestão da inovação demanda conhecimento sobre os componentes e a forma como estes se reúnem no processo.

A transferência de certa tecnologia para uma organização necessita de boa infraestrutura e uma forte relação entre o fornecedor e o receptor, ou seja, não basta a transferência física da tecnologia, pois a implementação desta deve incluir o suporte

que torne o receptor capaz de utilizá-la adequadamente. Assim, o sucesso do processo está profundamente ligado à integração colaborativa dos setores de P&D e o corpo técnico (Braga; Pio; Antunes, 2009).

Nesse contexto, ao se planejar a transferência da tecnologia, deverão ser analisados os critérios apontados no Quadro 4, considerando o cenário em que está incluído o receptor (Braga; Pio; Antunes, 2009).

Quadro 4 - Critérios a serem considerados na análise do mercado para planejar a transferência de tecnologia.

1. Informação
Perguntas-chave: ✓ Como o mercado trata a informação? ✓ Qual a velocidade das mudanças das informações? ✓ Qual o grau de disponibilidade de informações? ✓ Como ocorre a difusão de informações nas empresas que atuam nesse mercado?
2. Custos de Transferência
Perguntas-chave: ✓ Quais serão os custos envolvidos no processo? ✓ Os custos são viáveis?
3. Recursos Não-Tecnológicos
Perguntas-chave: ✓ Quais recursos não-tecnológicos serão necessários? Ex: treinamento, reorganização do trabalho, etc.
4. Estratégias
Perguntas-chave: ✓ Quais os objetivos e metas da transferência? ✓ Quais os métodos mais efetivos disponíveis? ✓ Como alcançar o crescimento econômico através do desenvolvimento de uma ou mais indústrias? ✓ Qual a estratégia mais adequada?
5. Serviços
Perguntas-chave: ✓ Quais os tipos e grau de extensão dos serviços oferecidos? ✓ As necessidades dos setores envolvidos estão identificadas? ✓ Quais as correções necessárias nos serviços? Elas estão sendo atendidas?

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Braga, Pio e Antunes (2009).

Não há uma receita simples para que a inovação, incluindo a transferência de tecnologia, seja bem-sucedida, pois há muitas problemáticas envolvidas no caso. No entanto, apesar das incertezas existentes no processo, é possível identificar, em diversos estudos, padrões básicos de sucesso. É possível também lidar e gerenciar os possíveis fracassos, criando condições, dentro do ambiente organizacional, que facilitam a resolução eficaz dos desafios encontrados no processo (Tidd, 2015).

No contexto do Building Information Modeling (BIM), que constitui o foco central deste trabalho sob a ótica da inovação de processos, a transferência de tecnologia pode envolver a aquisição de recursos disponíveis no mercado, como *softwares* e equipamentos especializados, bem como a disseminação de conhecimento por meio

de programas de capacitação e treinamento. Além disso, no cenário mais específico deste trabalho, a proposta de implementação do BIM nos processos organizacionais, como aplicação prática dos resultados deste estudo, ilustra como a inovação de processos ser efetivamente realizada a partir de estudos acadêmicos que viabilizam a transferência de conhecimento e tecnologia de forma tangível e relevante.

5.2. O QUE É O BIM?

Neste trabalho, estão delimitados os conceitos de BIM no que se refere ao processo de planejamento, execução e manutenção da edificação, bem como aqueles relacionados ao BIM enquanto solução de Tecnologia da Informação, produto desta pesquisa. Serão apresentados, a seguir, os conceitos e as vantagens da utilização do BIM segundo os principais autores acerca da temática.

Quanto ao primeiro autor de referência, cita-se Charles M. Eastman que é um dos precursores da temática, pois, conforme Menezes (2011, p. 154), “o mais antigo exemplo do conceito do que se conhece hoje como BIM é o protótipo do ‘*Building Description System*’ publicado no, agora extinto, AIA Journal, pelo norte-americano Charles M. ‘Chuk’ Eastman, na então Carnegie-Mellon University, em 1975”.

No final da década de 1970 e início da década de 1980, foram conduzidos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento semelhantes ao de Chuck Eastman na Europa, principalmente no Reino Unido. Esses esforços foram realizados paralelamente aos primeiros avanços comerciais dessa tecnologia. No início dos anos 80, surgiram diferentes termos para descrever essa abordagem nos Estados Unidos, como “*building product models*” (modelos de produto da construção, em tradução livre) e na Europa, especialmente na Finlândia, como “*product information models*” (modelos de informação de produto, em tradução livre). Ambas as descrições enfatizavam a distinção entre modelos de “produto” e modelos de “processo”. Com o tempo, esses termos foram combinados e resultaram no conceito de “*building information model*” (modelo de informação da construção, em tradução livre) (Menezes, 2011).

No Brasil, a partir de 2000, começaram as discussões sobre a adoção do BIM. A partir de 2010, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) formou uma comissão para a normalização do BIM, com o objetivo de classificar e identificar objetos nas bibliotecas. Desde então, foram criadas as seguintes normas (Barros, Melo, 2020; Sodré, 2021):

- ABNT NBR 15965-1:2011, que trata do sistema de classificação da construção, abordando terminologia e estrutura;
- ABNT NBR 15965-2:2012, que trata das características dos objetos da construção;
- ABNT NBR 15965-3:2014, que aborda os processos da construção; e
- ABNT NBR 15965-7:2015, que aborda a gestão de informações da construção ou os dados referenciados e utilizados ao longo do processo de criação e manutenção de um objeto construído.
- Lançadas após o artigo que as citam (ABNT, 2023):
 - ABNT NBR 15965-4:2021, que define as diretrizes estruturais para os sistemas de classificação 2C (Produtos), 2N (Funções) e 2Q (Equipamentos);
 - ABNT NBR 15965-5:2022, que oferece as orientações estruturais para os sistemas de classificação de elementos e resultados dos trabalhos; e
 - ABNT NBR 15965-6:2022, que estabelece as orientações estruturais dos sistemas de classificação utilizados na elaboração das tabelas de unidades e espaços.

Em 2016, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC, entidade brasileira que “atua na articulação dos diversos segmentos da construção como interlocutora formal no encaminhamento de temas e propostas junto aos Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário; agentes financiadores; além de outras entidades em setores diversos e a Academia” (CBIC, 2023) publicou em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI, o guia “10 Motivos para evoluir com o BIM” e, no mesmo ano, a “Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras”, composta por 5 volumes, a fim de “tornar a plataforma ainda mais acessível às empresas do setor, a fim de que esse diferencial competitivo seja democratizado” (Catelani, 2016a).

Ainda com o objetivo de promover a disseminação do BIM no Brasil, foi estabelecido, em 2018, o Decreto nº 9.377, que institui a estratégia nacional do BIM por meio do Comitê Gestor da Estratégia BIM BR, a fim de incentivar o uso da modelagem e implementar bibliotecas e normas técnicas específicas para o setor da construção. Além disso, o decreto estabeleceu a criação da Câmara Brasileira de BIM

– CBIM, responsável por debater políticas públicas de adoção e disseminação do BIM no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção - AEC, promovendo discussões regionais e nacionais sobre *softwares*, contratos, licitações, normas e certificações relacionadas ao uso do BIM em obras públicas. Em 2021, foi promulgada a Lei nº 14.133, que estabelece a preferência pelo uso da tecnologia BIM na documentação para regularização e autorização de licitações em novas obras de engenharia e arquitetura (Brasil, 2018, 2021; Barros, Melo, 2020; Coan *et al.*, 2021; Sodré, 2021).

Assim, as publicações da CBIC, de autoria de Wilton Silva Catelani, são utilizadas neste trabalho como a principal referência acerca de BIM no Brasil somado ao trabalho mais atual de Charles M. Eastman, intitulado “*BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*” (Manual do BIM: um guia para modelagem de informações de construção para proprietários, gerentes, projetistas, engenheiros e empreiteiros, em tradução livre) em sua segunda edição, de 2011.

5.2.1. Conceitos de BIM

Os processos de organização do trabalho utilizados nas atividades da construção civil pelos egípcios, babilônicos, etruscos, assírios e persas milhares de anos antes do nascimento de Cristo eram completamente diferentes e incomparáveis com os adotados na atualidade. A primeira diferença marcante é que, atualmente, devido à utilização de projetos e documentos técnicos, a execução da obra se dá sem a necessidade da presença dos arquitetos ou engenheiros que a projetaram, enquanto naquela época era fundamental. Isso é possível devido ao avanço da matemática, da geometria e do desenvolvimento das técnicas de desenho em perspectiva que aprimoraram a forma de projetar (Catelani, 2016a).

Os projetos podem ser definidos como “instruções para construir” organizadas em momento específico por uns, para que sejam “lidas e interpretadas” posteriormente por outros e devem apresentar, de forma satisfatória, um adequado nível de detalhamento e organização. São utilizados, então, desenhos e gráficos para facilitar o entendimento do processo construtivo, inicialmente tendo o papel como o meio utilizado para armazenar as informações. Na evolução desses mecanismos, substituiu-se o papel opaco pelo vegetal, permitindo que, com a utilização de uma mesa de luz, fossem analisadas as interferências nos subsistemas. Nesse método, era fundamental o exercício da imaginação para ocorrer a apropriada leitura das

informações dispostas em projeção bidimensional composta por plantas, cortes e vistas 2D que levam o leitor à construção mental da volumetria da edificação (Catelani, 2016a).

Houve então, na década de 1980, o surgimento dos *softwares*, o que possibilitou o desenho e projeto de forma assistida por computador, havendo a substituição de pranchetas e lápis por telas, *mouses* e teclados. A partir disso, os desenhos puderam ser executados digitalmente em camadas, as *layers*, que podem ser ligadas ou desligadas com facilidade. (Catelani, 2016a). Para esse processo dá-se o nome de CAD – *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por Computador, em tradução livre) que é uma tecnologia para *design* e documentação técnica que substitui o desenho manual por um processo automatizado e pode ajudar a elaborar a documentação de construção, explorar ideias de projeto, visualizar conceitos por meio de renderizações foto realistas e simular como um projeto funciona no mundo real (Autodesk, 2023).

O CAD é uma tecnologia que combina a utilização de recursos computacionais com o ato de projetar e criar, e pode ser utilizada como apoio na concepção dos projetos, além de sua análise, dimensionamento e representação. As ferramentas de CAD revolucionaram a indústria da construção apresentando uma melhor metodologia de trabalho e eficiência na criação de projetos, além da diminuição do tempo de elaboração e da facilidade de aplicação das modificações necessárias (Santos *et al.*, 2017; Sodré, 2021).

Os *softwares* CAD geram arquivos digitais, que consistem principalmente em vetores, diferentes tipos de linha e identificações de camada (Eastman, 2011). O auxílio computacional nesse processo apresenta as vantagens do uso de diversas ferramentas que possibilitam verificar e acompanhar etapas de projeto importantes e, a partir dele, tornou-se possível elaborar com mais facilidade projetos que se tornavam cada vez mais complexos (Passos, 2018).

Apesar das facilidades encontradas a partir do CAD, ele não foi capaz de apresentar grandes mudanças de paradigmas, pois, a partir dele, as ferramentas de desenho foram transferidas para o computador, porém os produtos finais do projeto mantiveram-se como no método anterior (Santos *et al.*, 2017; Sodré, 2021). Eastman (2011) explica que um dos problemas mais comuns no CAD está relacionado ao tempo e despesas envolvidos na fase de projeção, especialmente quando se deseja obter informações completas e fazer a análise crítica do modelo proposto, o que só

pode ocorrer ao final do processo, limitando as alterações que podem ser realizadas com pouco impacto, além das dificuldades para se obter a estimativa de custos, análise do uso de energia, detalhes estruturais, etc.

Seguindo o seu processo histórico, os *softwares* de desenho tiveram a sua evolução intensificada pela indústria do cinema, sendo desenvolvidos aqueles que passaram a permitir a representação tridimensional (3D). Com o advento dos *softwares* 3D tornou-se possível a representação com precisão do que estava sendo projetado, o que não era possível com as representações em 2D. (Catelani, 2016a). À medida que os *softwares* CAD, em 2D e 3D, foram se tornando mais inteligentes e mais usuários queriam compartilhar dados associados a um determinado projeto, o foco mudou de desenhos para os próprios dados, ou seja, para a informação necessária para a construção e não somente as suas representações (Eastman, 2011).

Nos anos 2000, surgiu o BIM - *Building Information Modeling* (Modelagem de Informação da Construção, em tradução livre) que, além de visualizar com clareza o que está sendo projetado, passou a permitir saber, com exatidão adequada, o produto desejado, bem como as etapas construtivas, o desempenho da edificação e os subsistemas e componentes que compõem a obra, por meio da simulação da construção (Catelani, 2016a).

Apesar de sua implementação ainda estar em fase inicial na construção civil, o BIM não é uma tecnologia tão nova, pois soluções similares já são adotadas em outras indústrias que possuem elevada complexidade logística, como é o caso de montagens em alto mar, ou a repetição de um mesmo projeto, como na indústria automobilística e de aviação. A novidade é o acesso da indústria da construção civil ao método, que só se tornou possível devido ao avanço dos *softwares* e dos *hardwares*, especificamente com a facilidade de acesso a computadores pessoais com grande capacidade de processamento (Catelani, 2016a).

Catelani (2016a) apresenta os conceitos para o BIM descritos no Quadro 5.

Quadro 5 - Conceitos de BIM.

CONCEITO DE BIM	DESCRIÇÃO
Conceito amplo:	Conjunto de políticas, processos e tecnologias que, quando combinados, permitem gerenciar todo o ciclo de vida de uma edificação ou instalação, desde a concepção até a manutenção, utilizando plataformas digitais baseadas em objetos virtuais.
Enquanto processo:	Processo progressivo que permite a modelagem, armazenamento, troca e acesso fácil a diferentes grupos de informações sobre a edificação ou instalação em questão. Essas informações são consolidadas em uma única plataforma, possibilitando a sua utilização em todo o ciclo de vida do objeto construído.
Enquanto solução de Tecnologia da Informação:	BIM é uma nova plataforma da tecnologia da informação aplicada à construção civil, que se materializa em novas ferramentas, tais como <i>softwares</i> , oferecendo funcionalidades que permitem que os processos atuais, baseados apenas em documentos, sejam realizados de maneiras mais eficazes, a partir da modelagem dos dados do projeto e especificações da edificação ou instalação.

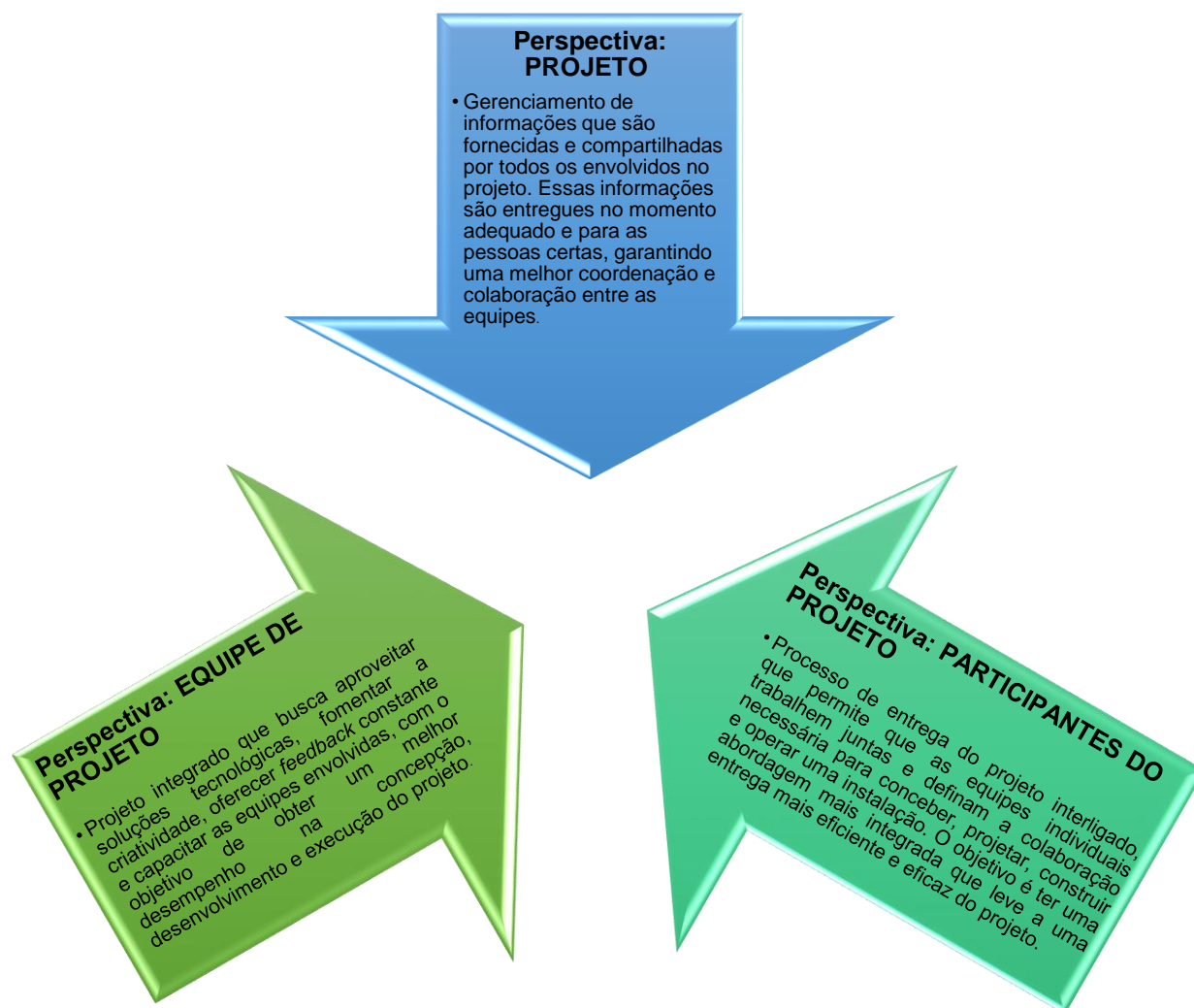
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Catelani (2016a).

Santos *et al.* (2017) afirma que o BIM pode ser definido como um sistema inteligente que permite criar um projeto a partir do seu modelo parametrizado. Com essa ferramenta, é possível visualizar a forma do projeto, estimar os custos, quantificar e qualificar o material utilizado, e ajustar o conforto ambiental, entre outras coisas. Além disso, o BIM simplifica a comunicação entre os diferentes profissionais envolvidos no processo.

Enquanto *softwares* de BIM, Santos *et al.* (2017) destaca que as principais opções incluem o Autodesk Revit, ArchiCAD da Graphisoft, Bentley Architecture da Bentley e Autodesk Navisworks. O Autodesk Revit, que é um *software* projetado especificamente para BIM, está disponível nas versões Autodesk Revit Architecture, Autodesk Revit MEP e Autodesk Revit Structure.

A *National BIM Standard-United States - NBIMS-US* (2023), define que, na prática, o BIM possui várias representações a depender da perspectiva de cada um, conforme Figura 2.

Figura 2 - Representações do BIM a partir de diferentes perspectivas.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de NBIM-US (2023).

O BIM não é somente um tipo de *software*, mas uma atividade humana que envolve, em última análise, amplas mudanças no processo de construção e gerenciamento de instalações. Assim, o BIM não se refere somente a uma mudança de tecnologia da informação, mas de processos e, não apenas está transformando o modo como os desenhos e as representações são feitos, mas altera os principais processos construtivos, especialmente: como os Planos de Necessidade são concebidos na relação inicial com o cliente; os aspectos da análise dos sistemas como estrutura, energia, distribuição do espaço, orientação, custo, métodos construtivos; além da forma como a equipe colabora no projeto e da modelagem que permite a percepção da edificação como será construída, incluindo elementos como a fabricação e subcontratação e ainda; ao final da construção, como o edifício será operado e a manutenção será realizada (Eastman, 2011).

O BIM pode ser utilizado em todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde a fase de concepção e ideia inicial, passando pelo desenvolvimento do projeto, construção e chegando até a fase de ocupação e gestão da manutenção. Os modelos BIM são capazes de gerenciar a ocupação e a manutenção da edificação. Dessa forma, sendo um conceito amplo, é difícil a compreensão adequada do que é o BIM e das novas formas de realizar processos, que se baseiam em modelos e não apenas em documentos, como ocorria na tecnologia anterior: o CAD (Catelani, 2016a).

5.2.2. Os benefícios e desafios da utilização do BIM

O BIM impacta o processo introduzindo mais inteligência e eficiência, desenvolvendo novas habilidades e permitindo a checagem automatizada das relações entre os diversos sistemas propostos para a edificação, permitindo a atuação simultânea no projeto em tempo real. Essas diferenças são grandes benefícios em relação a tecnologia predecessora, o CAD (Eastman, 2011).

O modelo de informações de construção obtido por meio do BIM é o resultado de um conjunto de dados referentes aos objetos modelados, que são representações inteligentes e paramétricas dos componentes dos sistemas e instalações da edificação. A partir disso, é possível que vários usuários tenham as visões apropriadas para realização das suas análises específicas, embasando seus *feedbacks* e propostas para melhoria do projeto (Catelani, 2016a).

Santos, Antunes e Balbinot (2014) afirmam que o BIM apresenta um grande potencial para a otimização de diversas atividades relacionadas à construção. A partir da modelagem de informações, é possível construir virtualmente o edifício antes de sua execução, possibilitando a realização de análises e simulações diversas. O modelo BIM gerado também funciona como um banco de dados unificado, permitindo a criação e extração de qualquer informação relacionada ao edifício.

Catelani (2016a) apresenta os benefícios da utilização do BIM de acordo com as fases de projeto, execução e utilização da edificação, conforme representado no Quadro 6.

Quadro 6 - Benefícios do BIM, conforme as fases da edificação.

FASE	BENEFÍCIOS
Preliminar à elaboração do projeto	- Facilitação da compreensão das ideias para a futura edificação ou instalação; - Maior confiabilidade e precisão nas estimativas de custos; - Garantia de desenvolvimento correto da edificação ou instalação;
Projeto	- Melhoria na qualidade do design, projeto e especificações; - Maior índice de pré-fabricação; - Maior nível de inovação;
Cotação, aquisição e contratação	- Processos de prospecção e aquisição mais rápidos e precisos; - Comparação de alternativas mais eficaz;
Construção	- Melhoria da eficiência no canteiro de obras; - Maior índice de pré-fabricação; - Melhores condições de dimensionamento das equipes de trabalho; - Eliminação de interferências entre subsistemas construtivos; - Redução da imprevisibilidade e dos aditivos contratuais; - Maior facilidade no registro da progressão da construção; - Viabilização de ciclos econômicos mais curtos e aderentes ao planejamento; - Redução da estrutura administrativa e custos de gestão;
Início de uso e ocupação	- Viabilização do ensaio virtual do uso e da ocupação; - Transição mais fácil e harmoniosa entre o final da construção e a fase de testes e início efetivo do uso e da ocupação;
Uso e operação	- Fácil acesso às informações valiosas para a operação e manutenção da edificação ou instalação; - Melhoria do desempenho e aumento da vida útil total da edificação ou instalação;

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Catelani (2016a).

Catelani (2016b) explica que a implementação do BIM, assim como ocorre com outras inovações tecnológicas, pode gerar riscos adicionais, especialmente quando as equipes não possuem experiência na sua implementação ou quando as pessoas não estão familiarizadas com as estratégias e procedimentos necessários. O autor também identifica os principais obstáculos para a adoção do BIM, sendo eles:

- A resistência à mudança por parte de organizações e indivíduos, juntamente com a tendência à inércia;
- A dificuldade em compreender plenamente o conceito do BIM e seus benefícios reais;
- Questões culturais e peculiaridades do mercado brasileiro, como, por exemplo: desvalorização do planejamento dos empreendimentos construtivos, modelos educacionais incompatíveis com a tecnologia, o investimento para

implementar o BIM é desproporcional a remuneração dos projetistas, poucos profissionais capacitados em BIM, busca por soluções rápidas e de baixo custo, profissionais e empresas que se valem de indefinições de projeto para tirar proveito, margem de lucro alta considerando erros e desperdícios, modelos educacionais incompatíveis com a tecnologia, investimento para implementar o BIM desproporcional a remuneração dos projetistas e baixo uso da Tecnologia da Informação no setor;

- As particularidades e aspectos intrínsecos da tecnologia BIM, como: requer esforço, aprendizado e investimento; dificuldades para calcular o retorno sobre o investimento no BIM; e dificuldade para mensurar o maior benefício do BIM que é a precisão dos projetos e do planejamento, sendo mais fácil perceber e avaliar os erros.

Assim, aprofundar e discutir cada um desses desafios pode ser valioso para empresas e organizações que desejam implementar o BIM, permitindo que elas se preparem e enfrentem possíveis ameaças e problemas que possam surgir durante a implementação. Em última análise, a adoção do BIM beneficia toda a equipe, uma vez que aumenta a qualidade do planejamento, reduz a incerteza no processo de execução e diminui o risco global do projeto (Catelani, 2016b).

5.2.3. Maturidade BIM no Brasil e no Mundo

O autor Bilal Succar, renomado por suas pesquisas sobre avaliação e medição dos níveis de maturidade BIM, juntamente com outros pesquisadores, desenvolveu uma tabela conhecida como "Matrix de Maturidade" (Catelani, 2016c). O modelo é formado por três estágios de capacidade, além de um estágio pré-BIM e um estágio pós-BIM, sendo este o *Integrated Project Delivery* – IPD; e cinco níveis de maturidade (Succar, 2009).

A maturidade BIM refere-se à qualidade, repetibilidade e excelência de uma capacidade BIM e está dividida em: i) inicial, com baixa maturidade; ii) definido, com média-baixa maturidade; iii) gerenciado, com média maturidade; iv) integrado, com média-alta maturidade; e v) otimizado, com alta maturidade (Succar, 2009; Lima, 2019).

A Capacidade BIM, por sua vez, refere-se à habilidade mínima necessária para realizar uma tarefa, fornecer um serviço ou produzir um produto no contexto do BIM. Os estágios de capacidade do BIM, também conhecidos como estágios BIM,

estabelecem os principais marcos a serem alcançados por equipes e organizações ao adotarem tecnologias e conceitos BIM e sua análise permite que as organizações aprimorem de forma sistemática sua capacidade e maturidade BIM (Succar, 2009; Lima, 2019). Os estágios BIM são descritos conforme o Quadro 7 .

Quadro 7 - Descrição dos Estágios de Maturidade BIM

Estágio BIM	Descrição
Pré-BIM	<p>A organização depende principalmente de desenhos bidimensionais (2D). Os modelos tridimensionais são limitados e não são utilizados para extrair informações quantitativas ou estimativas de custo. Não há interoperabilidade entre projetos.</p> <p>Caracterizado por um fluxo de trabalho sequencial, poucos investimentos em tecnologia e falta de interoperabilidade entre os projetos.</p>
BIM Estágio 1: Modelagem baseada no objeto	<p>A modelagem é baseada em objetos paramétricos em softwares 3D. Os modelos são criados apenas para visualização tridimensional, não havendo modificação dos atributos paramétricos. Ainda são gerados documentos bidimensionais (2D) e a interoperabilidade é limitada. É marcado pela criação de modelos de uma única disciplina, utilizados apenas para visualização em 3D.</p>
BIM Estágio 2: Colaboração baseada no modelo	<p>Ocorre a colaboração entre as disciplinas do projeto.</p> <p>A interoperabilidade pode ocorrer entre diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento, seja por meio de arquivos proprietários ou por sistemas de dados não proprietários, como a extensão IFC.</p>
BIM Estágio 3: Integração baseada em rede	<p>São criados modelos integrados que são compartilhados e mantidos colaborativamente durante todo o ciclo de vida do empreendimento. É possível alcançar um modelo multidimensional (nD) e realizar análises complexas.</p> <p>Requer mudanças contratuais e fluxos processuais para sua efetiva implementação.</p>
<i>Integrated Project Delivery</i> – IPD	<p>Estágio em que o conhecimento e a aplicação das tecnologias, processos e políticas se tornam cada vez mais avançados e aprimorados.</p>

(Entrega Integrada do Projeto, em tradução livre)	
---	--

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Succar (2009).

Acerca da utilização do BIM no mundo, existem países que são considerados verdadeiros exemplos na adoção do BIM, como o Reino Unido e Singapura. Ao analisar nações que priorizaram o BIM em suas estratégias nacionais, é possível identificar algumas similaridades nessas iniciativas como o fato de a conscientização sobre a importância do BIM, seja por parte da alta gestão governamental ou da alta direção empresarial, desempenhar um papel crucial na adoção do BIM em diversos países, com iniciativas *top-down* sendo fundamentais para uma implementação efetiva (Santana, 2020).

Na maioria dos casos, a esfera pública tem desempenhado um papel ativo, proporcionando condições para que o mercado se adapte à metodologia. Países como Estados Unidos, Holanda e França já exigem o uso do BIM em projetos financiados pelo governo, e o Brasil, de olho nesse mercado em crescimento, seguiu essa tendência ao lançar uma política setorial específica em 2018 (Santana, 2020).

Diversos países, como Estados Unidos, Singapura, Reino Unido e Chile, têm se destacado na adoção do BIM, pois, conforme explica Santana (2020):

- Nos Estados Unidos, o BIM teve uma importante atuação, liderando a implementação global. Em 2003, o país criou um programa nacional que incentivou o uso do BIM, e em 2006 tornou obrigatória a sua utilização na fase de projetos de novos edifícios públicos.
- Singapura é um exemplo de como um plano estruturado pode transformar a identidade de um país em poucas décadas e foi o primeiro país a implementar um sistema informatizado baseado em BIM para a entrega de projetos. Gradualmente, a partir de 2008, Singapura passou a exigir o uso do BIM em projetos com mais de 5 mil metros quadrados.
- No Reino Unido, houve um investimento significativo na metodologia BIM, alcançando a fase 1 de maturidade BIM em 2012. Em 2016, o país avançou para a segunda fase de maturidade, exigindo o uso do BIM em todas as obras públicas. O Reino Unido lidera as iniciativas de processos BIM na Europa e espera-se que alcance o nível 3 de maturidade em 2020.

- O Chile se destaca entre os países sul-americanos na adoção do BIM. O governo chileno estabeleceu que, a partir de 2020, todas as obras públicas devem ser elaboradas utilizando a metodologia. Desde 2011, o BIM já era exigido para algumas obras públicas no país.

De acordo com uma pesquisa realizada, em 2020, pela consultoria norte-americana Dodge Data & Analytics, intitulada *Accelerating Digital Transformation Through BIM* (Acelerando a Transformação Digital por meio do BIM, em tradução livre) que reúne as experiências de empreiteiros, arquitetos, engenheiros civis, engenheiros de MEP (Mecânica, Elétrica e Hidráulica) e engenheiros estruturais, refletindo dados de uma variedade de mercados globais, incluindo América do Norte, Reino Unido/Irlanda, França, Alemanha, Escandinávia, Japão e Austrália/Nova Zelândia, foi possível constatar que (Jones, 2021):

- 60% dos arquitetos utilizam o BIM em 50% ou mais dos projetos, esperando-se chegar a 89% de utilização nos próximos 2 a 3 anos.
- 51% dos engenheiros civis utilizam o BIM em 50% ou mais dos projetos, esperando-se chegar a 72% de utilização nos próximos 2 a 3 anos.
- 46% dos engenheiros de MEP (Mecânica, Elétrica e Hidráulica) e engenheiros estruturais utilizam o BIM atualmente em 50% ou mais dos projetos, esperando-se chegar a 51% de utilização nos próximos 2 a 3 anos.
- 41% dos empreiteiros utilizam o BIM em 50% ou mais dos projetos, esperando-se chegar a 69% de utilização nos próximos 2 a 3 anos.

A pesquisa constatou que menos de um quarto dos entrevistados (22%) são usuários de longo prazo, tendo adotado o BIM em 2012 ou antes, enquanto 59% começaram em 2016 ou antes, sendo que a maioria deles (37%) adotou o BIM a partir de 2018. Assim, a partir dessas informações, observa-se que existe um forte padrão de adoção do BIM no mundo, o que é um sinal encorajador de que ele está se estabelecendo em toda a indústria da construção civil (Jones, 2021).

No Brasil, o estudo "Mapeamento da Maturidade BIM no Brasil", realizado pela ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), Grant Thornton e Sienge em 2022, apontou que cerca de 60% das empresas reconhecem que estão no início do processo de desenvolvimento do BIM, situando-se entre os níveis 0 e 1 na autoavaliação de maturidade, enquanto uma minoria (2,51%) de organizações se encontram em estágios mais avançados de maturidade. Com isso, há uma alta

adoção do BIM na indústria da construção civil no Brasil, principalmente em empresas que oferecem serviços de engenharia, arquitetura, construção e gerenciamento e, predominantemente, em escritórios de projeto ainda que muitas atividades e ações sem encontrem em fases iniciais, com predominância de utilização (mais de 70%) nas regiões Sul e Sudeste (ABDI; Grant Thornton; Sienge, 2022).

No que se refere aos *softwares*, aqueles específicos para a modelagem 3D do projeto estão mais difundidos no segmento, no entanto, os específicos para analisar o ciclo de vida, especificamente a sustentabilidade e a gestão de ativos, são os menos utilizados. Apenas 2,5% dos participantes da pesquisa encontraram-se no nível 3 de maturidade, ou seja, em um processo de integração total. Ainda foi identificada a predominância do uso do AutoCAD por 100% dos participantes, Revit (que permite a modelagem 3D e é um *software* de BIM) em 84%, além dos NavisWorks e AutoCAD Civil 3D em 45% e 31%, respectivamente (ABDI; Grant Thornton; Sienge, 2022).

Ao analisar a forma como os *hardwares* estão sendo empregados na utilização do BIM, a maioria das organizações (63,6%) afirma possuir os equipamentos necessários, enquanto cerca de 20% indicam ter pouco ou nenhum equipamento adequado. Por sua vez, 9,4% das organizações não possuem equipamentos com configurações de *hardware* adequadas no momento, mas planejam implementá-los em até um ano, enquanto 7,53% declaram também não os possuir, mas têm perspectiva de implementá-los em um prazo de 1 a 3 anos (ABDI; Grant Thornton; Sienge, 2022).

No que diz respeito às pessoas, cerca de 26,5% das organizações ainda não contam com uma equipe qualificada para utilizar o BIM. Apesar disso, a alta gestão participou ativamente nas respostas da pesquisa citada, o que indicou um esforço na estruturação da empresa e na mudança de mentalidade. Acerca da capacitação de pessoal, identifica-se que 44,3% das organizações não oferecem treinamento ou incentivo para cursos, enquanto 17,45% oferecem treinamentos e *workshops* internos, além de apoiar e financiar cursos para seus funcionários (ABDI; Grant Thornton; Sienge, 2022).

Quanto ao conhecimento dos funcionários sobre os processos e procedimentos relacionados ao BIM em suas organizações, 27,8% dos usuários afirmam que não existem processos específicos, enquanto uma proporção semelhante (26,9%) indica que nem todos os funcionários possuem conhecimento e acesso aos processos existentes, enquanto quase 12% afirmam que todos os funcionários possuem

conhecimento e acesso aos processos BIM, utilizando-os em seu dia a dia (ABDI; Grant Thornton; Sienge, 2022).

Acerca da existência de um Ambiente Comum de Dados (CDE) que permita o trabalho colaborativo e a interoperabilidade de dados, pode-se concluir que 67% dos entrevistados na pesquisa citada não utilizam efetivamente um ambiente de dados comum em seus processos BIM. Em relação à compatibilização de projetos, em 33,6% dos casos não são realizados ou acompanhados os processos de detecção de conflitos e interferências no modelo BIM, enquanto mais de 24% dos processos de detecção de conflitos são realizados regularmente, e apenas 6,7% não utilizam processos de detecção de conflitos, pois não são necessários para o tipo de serviço prestado pela organização (ABDI; Grant Thornton; Sienge, 2022).

No geral, no Brasil, as empresas optam por um *roadmap* de implementação mais focado em tecnologia e pessoas, em detrimento de processos e planejamento estruturado. Essa abordagem é comum em processos disruptivos, quando uma tecnologia ou metodologia tem potencial para desempenhar um papel dominante no processo. No entanto, essa abordagem pode ser ineficiente e apresentar riscos de gastos desproporcionais aos benefícios (ABDI; Grant Thornton; Sienge, 2022).

A participação das lideranças das organizações na pesquisa realizada pela Sienge pode indicar um aumento da importância estratégica do BIM dentro das empresas vindo a apresentar um impacto positivo na superação dos principais desafios de implementação do BIM, que ainda estão relacionados à disponibilidade de treinamento e incentivos financeiros para capacitação profissional (ABDI; Grant Thornton; Sienge, 2022).

O processo de implementação do BIM ainda carece de um planejamento adequado na maioria das organizações, com poucos casos em que existe um processo organizado e em uso efetivo. Assim, para promover a digitalização da construção civil, em especial por meio do BIM, é necessário destacar a importância de um planejamento estruturado (ABDI; Grant Thornton; Sienge, 2022).

Apesar de parecer complexa, a implementação do BIM pode começar de forma simples e econômica com a utilização da modelagem 3D. Os benefícios iniciais são obtidos por meio da visualização mais completa e precisa do projeto de construção. (Catelani, 2016c). O estudo realizado pela ABDI, Grant Thornton e Sienge em 2022 apresenta as seguintes recomendações para a evolução de maturidade na utilização do BIM no Brasil:

- Elabore um planejamento prático e simples, considerando a proporcionalidade entre os gastos e os benefícios esperados. Implemente, teste e valide as ações planejadas de forma estruturada, pois o uso do BIM tem se tornado indispensável.
- Explore opções de treinamento e capacitação, seja por meio da colaboração entre os profissionais da organização, incentivando o estudo de casos, ou através de cursos e especializações formais. Crie roteiros de treinamento alinhados com os planos de carreira e modelos de reconhecimento.
- Equilibre os aspectos relacionados aos processos e à tecnologia, seguindo um planejamento claro e estruturado de implementação. Busque agregar valor ao negócio com o menor investimento possível, adotando ciclos de implementação de curto e médio prazo.

6. METODOLOGIA

Esta pesquisa é de caráter exploratório, pois é uma investigação empírica que busca formular questões ou problemas para familiarizar o pesquisador com o fenômeno e modificar conceitos, por meio da utilização de procedimentos sistemáticos para obtenção de observações empíricas e análises de dados, buscando obter descrições qualitativas do objeto de estudo (Lakatos; Marconi, 2010). A partir disso, será possível realizar questionamentos que abrem novas perspectivas, com o objetivo de identificar as características essenciais do objeto de estudo e compreender a natureza do fenômeno em análise. Essa abordagem possibilita uma visão inovadora, explorando aspectos até então desconhecidos ou pouco explorados (Quintella, Silva; 2021).

Diante disso, a pesquisa se concentrou na análise do processo construtivo do IFRO, com o objetivo de propor procedimentos sistemáticos fundamentados nas oportunidades de inovação tecnológica e transferência de tecnologia identificados no setor da construção civil, visando a mitigação das fraquezas identificadas e a valorização dos pontos fortes presentes nesse processo. Para alcançar os incrementos no processo, propõe-se por meio de norma organizacional a implementação do BIM como processo para a elaboração de projetos, execução e fiscalização das obras realizadas pelo IFRO o que permitirá modificar os conceitos no âmbito da instituição.

Para isso, adotou-se o delineamento de estudo de caso para conduzir a investigação, que é uma abordagem de pesquisa amplamente utilizada nas ciências sociais, envolvendo uma investigação profunda e detalhada de um ou poucos casos específicos. O estudo de caso é particularmente adequado para analisar fenômenos contemporâneos em seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claros, o que se alinha à presente pesquisa, visto que a implementação de uma inovação de processo a partir da sua institucionalização como norma organizacional não pode ser isolada do contexto real de sua aplicação no IFRO. Essa abordagem é útil para explorar situações complexas, manter a integridade do objeto de estudo, descrever o contexto da pesquisa, formular hipóteses, desenvolver teorias e explicar variáveis causais (Gil, 2022).

O caso selecionado é o processo de elaboração de projetos, execução e fiscalização das obras do IFRO. Conforme o delineamento do estudo de caso, proposto por Gil (2022), o trabalho possui as seguintes características:

- A formulação do problema se deu a partir da necessidade de aprimoramento nos processos do IFRO e de sua adequação à legislação vigente que prevê a preferência pelo uso do BIM nas licitações de obras públicas.
- O estudo é de caso único e típico, onde estudou-se o IFRO, permitindo que, por meio de outras pesquisas, os estudos sejam generalizados e expandidos à outras unidades-caso com perfil institucional semelhante.
- O caso foi selecionado pela relação de conveniência entre a necessidade do IFRO e o fato deste autor ser servidor da instituição, graduado em Engenharia Civil e ex-diretor da DEINF.
- A coleta de dados se deu a partir da aplicação de questionário visando mapear o processo atual de elaboração de projetos, execução e fiscalização das obras do IFRO e classificação a organização quanto ao estágio BIM.
- A análise e interpretação dos dados, caracterizada pela análise dos processos, se deu mediante a utilização da Matriz SWOT. Essa análise permitiu compreender os pontos fortes e fracos, relacionados ao ambiente interno da Diretoria de Engenharia e Infraestrutura e da instituição, e as oportunidades e ameaças, que marcam o ambiente externo à diretoria e à própria instituição.
- A redação do relatório seguiu a estrutura clássica e sendo elaborado o texto dissertativo no padrão definido pelo PROFNIT.

O método aplicado é o indutivo, que é uma abordagem de pesquisa que, originada na observação de casos particulares, formula generalizações ou conclusões gerais. Ele se baseia na coleta de dados empíricos e na identificação de padrões ou relações para inferir princípios ou leis mais abrangentes (Lakatos; Marconi, 2010). Assim, acredita-se ser possível, a partir do estudo do IFRO, estabelecer algumas generalizações que permitam a replicação do produto resultante para as demais instituições integrantes da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica; Universidades Federais e/ou outras organizações com estrutura semelhante.

6.1. DESCRIÇÃO DETALHADA DE CADA ETAPA METODOLÓGICA

Visando atender aos pressupostos do estudo de caso, a pesquisa é composta por uma divisão metodológica de três fases, descritas abaixo:

6.1.1. Etapa metodológica 1: busca de anterioridade e revisão sistemática de literatura para identificar o estado da arte e a evolução do BIM até os dias atuais

Essa etapa consistiu na elaboração da Revisão Sistemática de Literatura e da busca de anterioridade para identificar o estado da arte e a evolução do BIM até os dias atuais, incluindo a identificação de normas existentes em outros órgãos.

A busca de anterioridade consiste em levantar informações sobre o "estado da técnica" ou "estado da arte" de uma invenção específica para determinar se ela já foi desenvolvida ou apropriada anteriormente. A busca envolve uma minuciosa revisão do estado da técnica, procurando patentes e trabalhos científicos correlacionados e abrange desde a identificação de publicações iniciais até o progresso tecnológico em estágios avançados de desenvolvimento e é uma ferramenta importante para avaliar o nível de inovação e o estado da arte de uma tecnologia específica (Ribeiro, 2018).

Diversas fontes de informações científicas, tecnológicas e de mercado são usadas para a busca de anterioridade, variando desde bases de dados sofisticadas até fontes menos densas, como folhetos e jornais. As fontes mais comuns incluem publicações científicas, resumos de congressos, publicações técnicas, sites especializados, como a plataforma de Periódicos da CAPES e outras bases de documentos patentários, como (Ribeiro, 2018):

- Base de Patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI);
- Base de Patentes do Escritório Americano de Patentes e Marcas (USPTO);
- Base de Patentes do Escritório Europeu de Patentes (ESPACENET);
- Base de Patentes do LATIPAT;
- PATENSCOPE;
- Derwent Innovations Index (DII);
- Google Patents.

Para identificar se o conhecimento está em domínio público, é necessário consultar publicações de artigos e trabalhos de conclusão de projetos ou cursos, como teses e dissertações de estudantes em diferentes níveis acadêmicos. A busca deve

ser realizada em bases de dados de periódicos científicos, como Scielo, Scopus, ScienceDirect, PubMed, Google Acadêmico e Web of Science, além do portal de periódicos da CAPES e editoras conhecidas, como Elsevier, Thompson Reuters e TaylorFrancis (Ribeiro, 2018).

Assim, visando verificar se o conhecimento está em domínio público, foi realizada a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) para identificar publicações científicas de forma abrangente em dois bancos de dados que apresentam resultados de diversos países: o Portal Periódicos CAPES e a Base Scopus.

A RSL é uma abordagem de pesquisa que segue protocolos específicos para analisar e dar coerência a uma grande quantidade de documentos, visando identificar o que funciona e o que não funciona em um determinado contexto. Os métodos para realizá-la incluem: formulação da pergunta de pesquisa, busca na literatura, seleção de dados, extração de dados, avaliação da qualidade metodológica, síntese dos dados através de metanálise, avaliação da qualidade das evidências, e redação e publicação dos resultados (Akonberg, 2005; Galvão, Ricarte, 2019; Piccoli, Stecanella, 2023).

As perguntas a serem respondidas com a RSL, visando identificar o estado da arte da tecnologia BIM a partir de publicações científicas, são:

- Quais países possuem mais publicações científicas e qual a posição do Brasil nesse cenário?
- Como a tecnologia tem sido alvo de pesquisas científicas ao longo dos anos?
- Quais são os temas e áreas de estudo mais recorrentes?
- Quais os tipos de publicações mais recorrentes?

Além disso, foram utilizados os mesmos métodos para identificar o estado da arte sobre o registro de patentes, visando responder as seguintes perguntas:

- Quais países se destacam na invenção, pedido e registro/publicação de patentes ou modelos de invenção? Qual a situação do Brasil nesse cenário?
- Como a tecnologia tem sido registrada ao longo dos anos?
- Quais os ramos tecnológicos com maior registro de tecnologia, considerando a classificação IPC?

Para a busca e seleção dos dados, a fim de identificar o estado da arte de publicações científicas, inicialmente, em ambas as bases de dados, foram realizadas

buscas individuais no título e resumo da publicação usando os seguintes termos: "Modelagem da Informação da Construção", "Modelagem de Informação da Construção", "Building Information Modeling" e "BIM". Após isso, foi realizada uma nova rodada de buscas, consultando simultaneamente no título e no resumo, os termos "Building Information Modeling" e "BIM". Essa abordagem permitiu identificar de forma mais precisa recorrências em relação a elementos disponíveis nos filtros das páginas, como: idiomas predominantes, áreas de estudo, tipos de publicações, países de publicação, instituições afiliadas e anos de publicação.

A segunda rodada de buscas retornou uma quantidade significativa de publicações científicas em ambas as bases de dados. No pico de resultados do Portal de Periódicos CAPES, obteve-se 11.248 resultados ao pesquisar por "BIM", enquanto na Base Scopus foram encontrados 22.194 resultados para o mesmo termo. Devido ao volume elevado de publicações e às limitações dos sistemas para exportação de relatórios, não foi possível realizar uma análise qualitativa abrangente das publicações.

Visando identificar o estado da arte referente ao registro de patentes, foi realizada busca abrangente em dois bancos de dados, sendo o INPI, que reflete as patentes registradas no Brasil, e o Espacenet, que possui o registro de diversos países.

Na base de dados do INPI, foram realizadas buscas com os termos "Modelagem da Informação da Construção", "Modelagem de Informação da Construção" e "BIM" no título e no resumo das patentes, a fim de encontrar publicações em português.

Na base de dados Espacenet, foram realizadas buscas individuais, que envolviam procurar os termos "Building Information Modeling" e "BIM" separadamente no título e no resumo. Além disso, foi conduzida uma segunda rodada de buscas simultâneas dos mesmos termos no título e no resumo. Isso aprimorou a identificação de recorrências em relação a elementos como: países onde as patentes foram publicadas, país de origem dos inventores e requerentes, empresas solicitantes, inventores, idiomas, IPCs e outros critérios possíveis usando os filtros disponíveis no sistema. Essas informações foram devidamente exportadas e organizadas, em planilha do Excel, para possibilitar análises mais aprofundadas.

Na consulta das patentes, a extração dos dados chegou aos seguintes resultados:

- Todas as buscas no INPI retornaram um total de 04 resultados, após a exclusão das duplicadas, permitindo analisá-los de forma mais aprofundada.
- A busca no Espacenet retornou considerável quantidade de patentes, chegando a um pico de 11.456 resultados ao pesquisar o termo “BIM” no título e/ou resumo.
- Assim, o volume de resultados encontrados, bem como o limite de exportação de relatórios imposto pelo sistema Espacenet, que limita a um máximo de 500 patentes, tornou inviável realizar uma análise qualitativa abrangente das patentes encontradas nessa base.

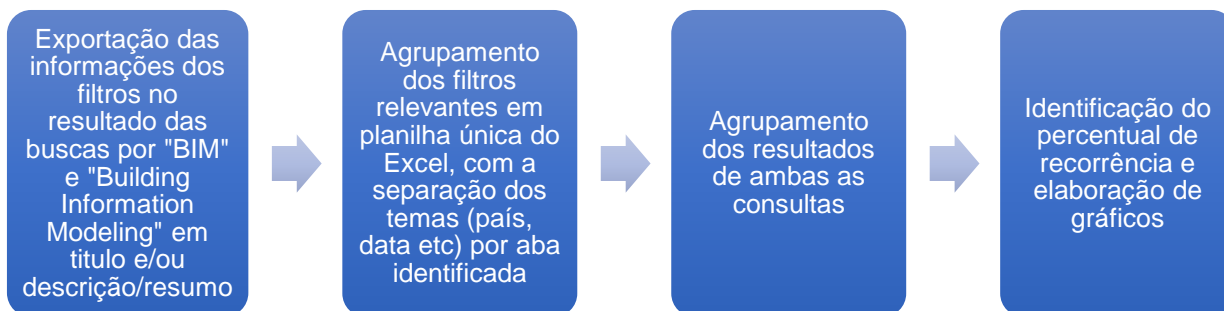
Já na busca por publicações científicas, a extração dos dados apresentou os seguintes resultados:

- Na base do Portal de Periódicos CAPES foram encontrados um total de 22.795 resultados para todos os argumentos utilizados. Desses, respeitando o limite imposto pelo sistema de 50 publicações a serem exportadas em cada busca, foram exportados 243 resultados para os próximos passos da revisão sistemática.
- Na base Scopus foram encontrados um total de 54.290 resultados para todos os argumentos utilizados. Desses, respeitando o limite imposto pelo sistema de 20.000 publicações a serem exportadas em cada busca, foram exportados 52.460 resultados para os próximos passos da revisão sistemática.

A avaliação da qualidade metodológica se deu por meio da análise qualitativa do material extraído e pela análise crítica dos argumentos utilizados. Maiores observações sobre esse método encontram-se nos resultados deste trabalho.

A síntese dos dados obtidos em meados de 2023 se deu, tanto na busca de patentes quanto em publicações científicas, por meio da organização desses em planilhas de Excel. Para os dados referentes ao estado da arte de tecnologias (patentes registradas) e das publicações científicas, no que se refere às questões quantitativas, foram realizadas as etapas sequenciais descritas na Figura 3.

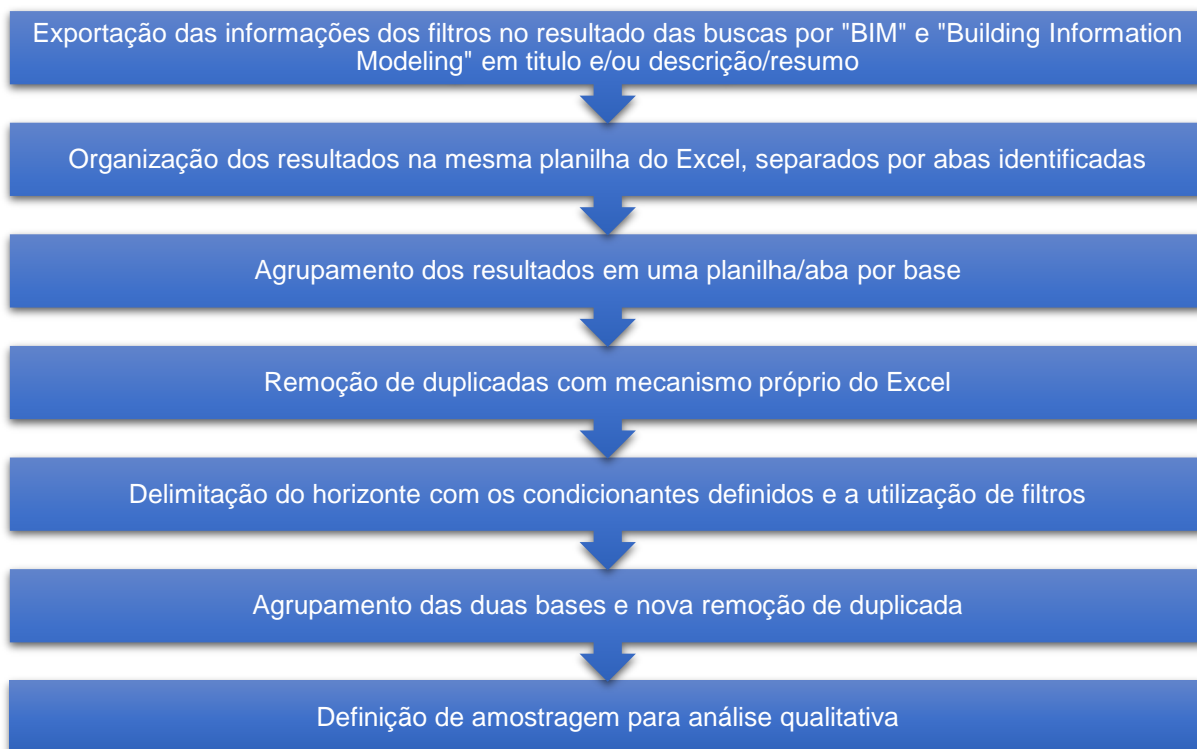
Figura 3 - Etapas sequenciais para síntese quantitativa dos dados de publicações científicas e patentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para garantir a síntese qualitativa dos dados das publicações científicas, delimitando o conteúdo a ser analisado, a fim de permitir a redação sobre o panorama abordado por essas publicações foram realizadas as etapas sequenciais descritas na Figura 4.

Figura 4 - Etapas sequenciais para síntese qualitativa dos dados de publicações científicas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da delimitação de uma amostragem com quantidade de publicações científicas que permitisse a análise qualitativa dos dados, foi então realizada a tradução dos resumos destas a fim de apresentar uma breve Revisão Sistemática de Literatura que demonstre o estado da arte do BIM.

Além disso, foram realizadas buscas, por meio do Google Search, de eventuais normas que regulamentem a implementação do BIM em organizações públicas, bem

como, especificamente nos *sites* das 41 instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica, na qual o IFRO está inserido, buscou-se mediante os mecanismos de buscas disponíveis e a navegação nas páginas referências à implementação do BIM nas mesmas.

6.1.2. Etapa metodológica 2: análise do processo atual de elaboração de projetos, execução e fiscalização das obras do IFRO e classificação da organização quanto ao estágio BIM, mediante a aplicação de questionário

A etapa se refere à aplicação de questionário para mapear o processo atual de elaboração de projetos, execução e fiscalização das obras do IFRO, o que permitirá a classificação da organização quanto ao estágio BIM e a análise dos processos por meio da Matriz SWOT.

Quintella e Silva (2021) destacam que a elaboração de um questionário é uma tarefa complexa que requer cuidado na escolha dos tipos, ordem e formulação das perguntas para garantir a obtenção de respostas válidas. Ressaltam que o pesquisador deve ter um bom conhecimento do assunto e selecionar temas alinhados aos objetivos da pesquisa e as perguntas devem ser redigidas de forma clara, objetiva, precisa e em linguagem acessível para que os respondentes compreendam claramente o que é solicitado.

Questões abertas proporcionam liberdade ao respondente para responder em sua própria linguagem e expressar opiniões, permitindo investigações detalhadas e precisas. As perguntas fechadas oferecem alternativas fixas, como sim ou não, permitindo maior facilidade na tabulação das respostas. Porém, é importante formular as perguntas de forma neutra para evitar indução nas respostas. As perguntas de múltipla escolha, que também são fechadas, apresentam algumas opções de resposta, geralmente até cinco, permitindo uma tabulação rápida. A combinação de perguntas de múltipla escolha com abertas possibilita obter informações mais abrangentes sobre o tema da pesquisa (RICHARDSON, 2012; QUINTELLA, SILVA; 2021).

O questionário foi gerado na plataforma Google Formulários, composto por perguntas abertas e fechadas, e foi compartilhado por correio eletrônico com todos os 7 servidores lotados Diretoria de Engenharia do IFRO (Deinf), além dos endereços eletrônicos da coordenação de projeto da própria diretoria. Obteve-se 5 respondentes.

Os sujeitos da pesquisa constituem um grupo que atua diretamente com o tema no seu cotidiano e, por isso, tem condições de indicar qual a situação atual do assunto na instituição.

Assim, o APÊNDICE F – Questionário - teve o objetivo primordial de obter a compreensão abrangente dos processos envolvidos na elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras. Além disso, ele permitiu uma análise aprofundada do contexto em que o IFRO se encontra, principalmente no que tange à transferência de tecnologia proposta para a organização, orientando-se pelos critérios apontados no Quadro 4, baseado nos conceitos de Braga, Pio e Melo (2009).

As questões aplicadas possibilitaram a classificação da instituição quanto ao Estágio BIM, de acordo com as definições de Succar (2009), expostas no Quadro 7 e a utilização da Matriz SWOT para analisar os processos. Destaca-se que foram desconsideradas as respostas de um integrante da equipe que marcou a opção “na maioria das vezes” para todas as alternativas nas perguntas objetivas, demonstrando erro de preenchimento ou ausência de conhecimento aprofundado sobre o tema por não atuar com essas atividades.

A fim de apresentar os resultados de forma mais clara e didática no que se refere à frequência com que as atividades e processos são realizados, as respostas das perguntas objetivas foram quantificadas utilizando uma escala de 1 a 4. Atribuiu-se as seguintes notas: 1 para "muito pouco ou nunca", 2 para "regularmente", 3 para "na maioria das vezes" e 4 para "sempre". Em seguida, foi calculada a média das respostas para cada processo a fim de representar a percepção geral dos respondentes sobre a frequência com que o processo ou atividade ocorre.

A técnica de Análise SWOT, que significa *Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities* e *Threats*, envolve a análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças de uma organização ou unidade geopolítica. Por meio da coleta e análise de informações relevantes, os fatores são classificados como forças ou fraquezas, referentes ao âmbito interno, e oportunidades ou ameaças, referentes ao âmbito externo, como mudanças ambientais, comportamento dos concorrentes e situação das regiões vizinhas. Essa técnica é amplamente empregada na formulação de estratégias e na tomada de decisões, permitindo aproveitar as forças e superar as fraquezas, fornecendo *insights* sobre os recursos e capacidades necessários para lidar com as mudanças nos ambientes. (Ribeiro, 2018).

Assim, foi elaborada a Matriz SWOT para cada processo (elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras) analisado, a fim de promover a análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças apontando fatores a serem considerados na elaboração do produto tecnológico e promover melhorias na unidade setorial responsável pelas obras do IFRO, minimizando suas fraquezas e expandindo as forças. Além disso, os aspectos relacionados ao ambiente externo - oportunidades e ameaças - também apontam ações que podem ser adotadas pelo IFRO a fim de melhor prevenir-se às ameaças e usufruir das oportunidades que venham a surgir.

6.1.3. Etapa metodológica 3: elaboração de norma organizacional para implementação BIM no IFRO

Essa etapa consistiu na elaboração de uma norma organizacional para implementação do BIM no IFRO. A norma é um produto técnico/tecnológico previsto na Cartilha PROFNIT de Produtos Técnico/tecnológicos e Bibliográficos (PROFNIT, 2021) que a define como “diretrizes que regulam o funcionamento do setor público e/ou privado”, com o objetivo de “estabelecer regras para sistemas, órgãos, serviços, instituições e empresas, com mecanismos de regulação, compensação e penalidade”. A cartilha cita a “especificação de produto ou padronização de processo” como exemplo de norma.

Para a produção da norma, foi observado o disposto no Volume 2 da Coletânea "Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras", de autoria de Catelani (2016b), publicada pela CBIC. Além disso, foram utilizados o estudo "BIM Project Execution Planning Guide" (Messner et al., 2024), que está na prévia da versão 3 (quinta atualização), e a publicação "The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses" (Kreider; Messner, 2013), ambas publicados pela Penn State University. Essas publicações fornecem diretrizes para a implementação do BIM, indicando os casos mais comuns de uso BIM e as formas de implementá-los e, portanto, foram fundamentais para a elaboração do produto tecnológico.

A norma organizacional visa definir O QUE deverá ser feito no IFRO durante a implementação do BIM, apresentando definições e parâmetros preliminares a serem observados, ao mesmo tempo em que prevê a designação de uma equipe responsável pela elaboração e efetivação do Plano de Implementação BIM no IFRO que, orientada pela norma organizacional, definirá COMO os processos BIM serão implementados, definindo os fluxos de processo para cada uso BIM previsto na norma.

O produto tecnológico foi desenvolvido visando implementar o BIM gradativamente na instituição e aumentar a sua maturidade BIM. Assim, a norma visa implementar os usos BIM relacionados aos ciclos pré-obra e obra, que englobam as fases de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras. Implementando-se o BIM nesses ciclos dos empreendimentos, espera-se que a instituição atinja o Estágio BIM 2. Após isso, a norma também prevê os passos iniciais necessários para a continuidade da implementação BIM para alcançar o Estágio BIM 3 e a *Integrated Project Delivery* – IPD (Entrega Integrada do Projeto, em tradução livre).

Para isso, a análise dos processos atuais do IFRO realizada neste estudo foi essencial para nortear as definições da norma. Exemplifica-se os casos em que houve a aplicação direta dos resultados da análise de processo:

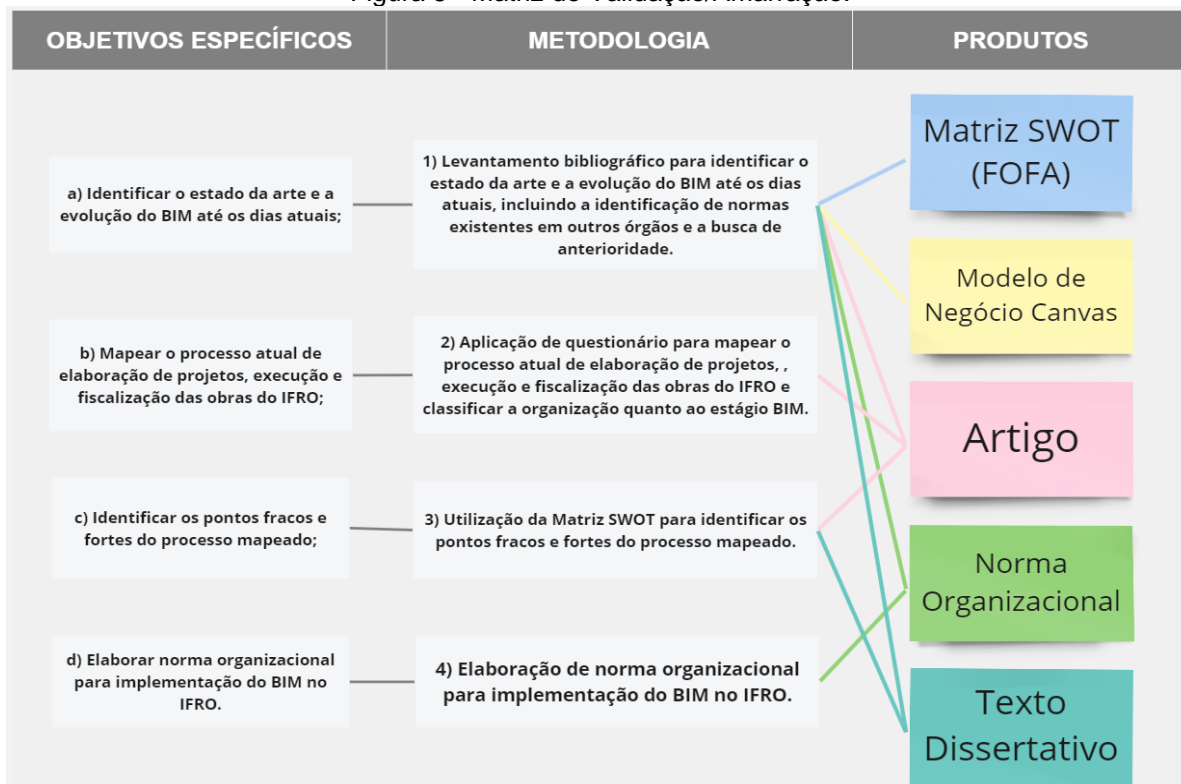
- Definição do ciclo de vida e fases do empreendimento;
- Definição dos objetivos e responsabilidades;
- Definição dos casos de uso BIM, adequando-os à realidade dos processos atuais;
- Definição de *softwares*, extensões e formatos;
- Definição dos níveis de desenvolvimento (LOD) conforme as estratégias de elaboração de projeto, execução e fiscalização de obras utilizadas no IFRO.

Além disso, a análise dos processos constante neste estudo também poderá auxiliar a equipe responsável pela elaboração do Plano de Implementação BIM no IFRO.

Assim, a 3ª etapa está concluída com a produção da norma que especifica critérios para a padronização do processo de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, execução e fiscalização das obras do IFRO, por meio da utilização da tecnologia BIM, considerando os levantamentos realizados nas etapas anteriores, em relação ao estado da arte da tecnologia, a situação dos processos relacionados a área no IFRO e suas potencialidades e desafios.

6.2. MATRIZ DE VALIDAÇÃO/AMARRAÇÃO

Figura 5 - Matriz de Validação/Amarração.



Fonte: Elaborado pelo autor.

7. RESULTADOS

Os resultados da pesquisa englobam a conclusão de todas as etapas metodológicas previstas. Nenhuma inviabilidade foi encontrada para a execução de qualquer etapa. Além dos resultados que serão apresentados, seguem algumas informações complementares sobre cada etapa:

- A etapa metodológica 1, que se refere à identificação do estado da arte e da evolução do BIM até a data da pesquisa, incluindo normas existentes em outros órgãos, possui os dados detalhados no APÊNDICE C – Busca de Anterioridade. O complemento de informações, com as classificações IPCs, está disposto no APÊNDICE D – Lista de significado dos IPCs.
- A etapa metodológica 2, que se refere à análise do processo de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras do IFRO, se deu inicialmente pela aplicação do questionário que está disponível no APÊNDICE F – Questionário. A partir disso, foi realizada a análise de processos por meio da Matriz SWOT, cujo conteúdo está totalmente expresso nos resultados.
- A etapa metodológica 3, que se refere à elaboração de norma organizacional para implementação do BIM no IFRO, possui a proposta disponível no APÊNDICE G – Norma Organizacional para implementação BIM no IFR

7.1. IDENTIFICAÇÃO DO ESTADO DA ARTE E A EVOLUÇÃO DO BIM ATÉ OS DIAS ATUAIS

O levantamento apresenta resultados em dois tópicos mais relevantes: aquele voltado às publicações científicas e o voltado ao registro das tecnologias existentes (patentes registradas). Além desses, o APÊNDICE C – Busca de Anterioridade - apresenta informações quanto às estratégias e normativos identificados em outras entidades públicas que foram utilizados para nortear as próximas etapas da pesquisa, especificamente a elaboração de norma para implementação do BIM no IFRO.

Foi possível observar a assertividade dos argumentos utilizados na busca devido à predominância de áreas de estudo e assuntos relacionados diretamente ao objeto da pesquisa. Ainda assim, foi observado também a recorrência de áreas e assuntos completamente distintos, tais como aqueles ligados à saúde. Tal situação se deu especialmente ao buscar o argumento “BIM” em título e/ou resumo que retornou

esses resultados devido à estudos e tecnologias relacionados à proteína BIM (Bcl-2-like *protein 11*) que é uma proteína envolvida na regulação do apoptose e é importante na pesquisa sobre câncer e desenvolvimento celular, porém não apresenta relevância ao tema desta pesquisa onde “BIM” está diretamente ligado à construção civil. Além disso, observou-se ainda que a busca por “BIM” também apresentou resultados que continham o termo compondo palavras como “bimodal” e “bimotor”, dentre outras distintas ao objeto da pesquisa.

Como exemplo dessa inconsistência da busca, é possível observar no APÊNDICE C – Busca de Anterioridade - que o ano da publicação científica mais antiga, ao buscar por “BIM”, é de 1857, enquanto ao buscar por “Building Information Modeling”, a mais antiga é de 2003. No caso das patentes, o termo “BIM” demonstra que a prioridade mais antiga é de 1907, enquanto “Building Information Modeling” revela a mais antiga em 2006.

Conforme explicado no capítulo “5.2.1. Conceitos de BIM” os *softwares* para desenho assistido por computador (CAD) surgiram a partir da década de 1980 e, somente nos anos 2000, o BIM, enquanto *software*, surgiu de fato (Catelani, 2016a). Ainda, conforme abordado no capítulo “5.2. O que é o BIM?”, os conceitos relacionados ao BIM, enquanto processo, tiveram seus primeiros relatos no ano de 1975 sendo, a partir disso, conduzidas pesquisas sobre o tema que só vieram a ser aprofundadas na década de 1980 (Menezes, 2011). Logo, publicações anteriores a essas datas comprovam as inconsistências da utilização desse argumento na busca.

Assim, prezando por uma maior assertividade das informações, os resultados aqui expressos considerarão prioritariamente aqueles obtidos com a busca do termo “Building Information Modeling” conjuntamente no título e/ou no resumo. Para os resultados relacionados às patentes, onde for analisada a recorrência nas buscas, considera-se também a busca pelo termo “BIM” no título e/ou no resumo, sendo que, esses casos serão destacados na análise.

Além disso, foram identificadas referências de implementação do BIM em outras entidades públicas no Brasil, como é o caso dos estados de Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais e o Distrito Federal que possuem estratégias próprias para implementar o BIM, bem como a Estratégia BIM BR, com todos os mecanismos existentes, tal como a Biblioteca BIM e a Plataforma BIM BR, que buscam a disseminação do BIM no país.

Foi identificado também, entre as 41 instituições que compõem a Rede Federal de EPCT, a divulgação de ações voltadas ao BIM em 16 instituições, equivalendo a quase 40%, com destaque para promoção de cursos, workshops, palestras e eventos para discutir a temática, sendo que dessas, 4, equivalente a quase 10%, divulgaram alguma ação diretamente ligada à implementação do BIM, como planejamento e aquisição de *softwares* e a criação de comissão para o planejamento. Todas essas informações podem ser encontradas integralmente no APÊNDICE C – Busca de Anterioridade.

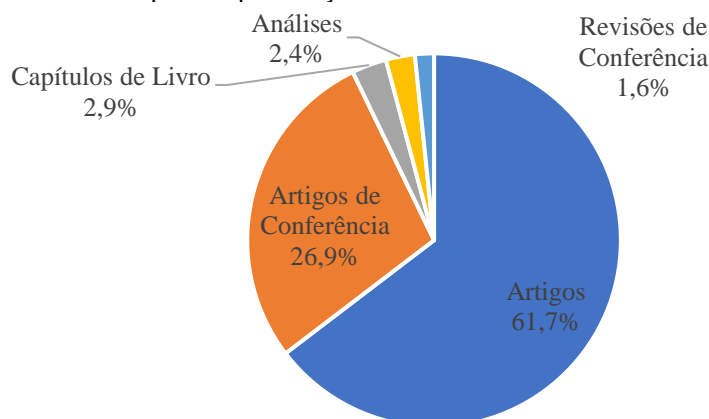
7.1.1. Estado da arte de publicações científicas

Foram realizadas buscas, em meados de 2023, nas bases Scopus e Portal de Periódicos Capes e, uma vez que a base Scopus possibilita a exportação dos resultados encontrados, organizando-os conforme os filtros do sistema, o conteúdo apresentado a seguir considera o obtido nessa plataforma durante a segunda rodada de buscas, procurando pelos argumentos “Building Information Modeling” e “BIM” (conforme explicado na metodologia) cumulativamente no título ou resumo da publicação.

É relevante destacar que, em relação ao Portal de Periódicos CAPES, embora não houvesse uma opção direta de exportação dos filtros, as informações disponíveis foram registradas para permitir análises mais aprofundadas. Contudo, com a estratégia adotada, não foi possível analisar detalhes específicos, como: país de publicação, instituição afiliada e ano de publicação; pois esses dados não foram localizados na plataforma e, no que diz respeito ao ano de publicação, o sistema permitia filtrar os resultados por ano, mas não informava a quantidade de publicações em cada período. Portanto, em determinados casos, serão fornecidas informações complementares à análise realizada na Base Scopus, com base no que foi obtido no Portal de Periódicos CAPES, sendo que, nesses casos, a utilização da base será destacada.

O Gráfico 1 apresenta os principais tipos de publicações científicas encontrados em todas as buscas principais realizadas (buscas individuais por “building information modeling” e “bim” em título e resumo, nas bases Scopus e Portal de Periódicos Capes), por percentual de recorrência, a fim de apresentar um panorama geral e inicial sobre a temática. É possível observar a predominância de artigos e artigos de conferência.

Gráfico 1 - Tipos de publicações científicas mais recorrentes nas buscas.



NOTA:

- Representação menor que 1%: Atas de Congresso, Breves Pesquisas, Cartas, Conjuntos de Dados, Dissertações, Documentos de Dados, Editoriais, Erratas, Entradas de Referência, Gravações de Vídeo, Imagens, Livros, Magazine Articles, Observações, Recursos Textuais, Relatórios, Resenhas e Retraídos.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de buscas nas bases Scopus e Portal de Periódicos Capes.

O Gráfico 2 apresenta as principais áreas de estudo encontradas na segunda rodada de buscas (buscas por “building information modeling” e “bim” em título e/ou resumo simultaneamente) na base Scopus, por percentual de recorrência, em um universo de 27 áreas de estudos identificadas. É notável a prevalência de disciplinas relacionadas ao foco da pesquisa, como engenharia, ciência da computação e ciências sociais, o que sugere que os argumentos utilizados se mostraram eficazes.

Gráfico 2 - Principais áreas de estudo identificadas na busca.



NOTA:

- Área de estudo com representação entre 1% e 5%: Artes e Humanidades, Ciência dos Materiais, Ciências da Decisão, Ciências da Terra e Planetárias, Engenharia Química, Energia, Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica, Física e Astronomia, Imunologia e Microbiologia, Matemática, Medicina, Negócios, Gestão e Contabilidade e Química

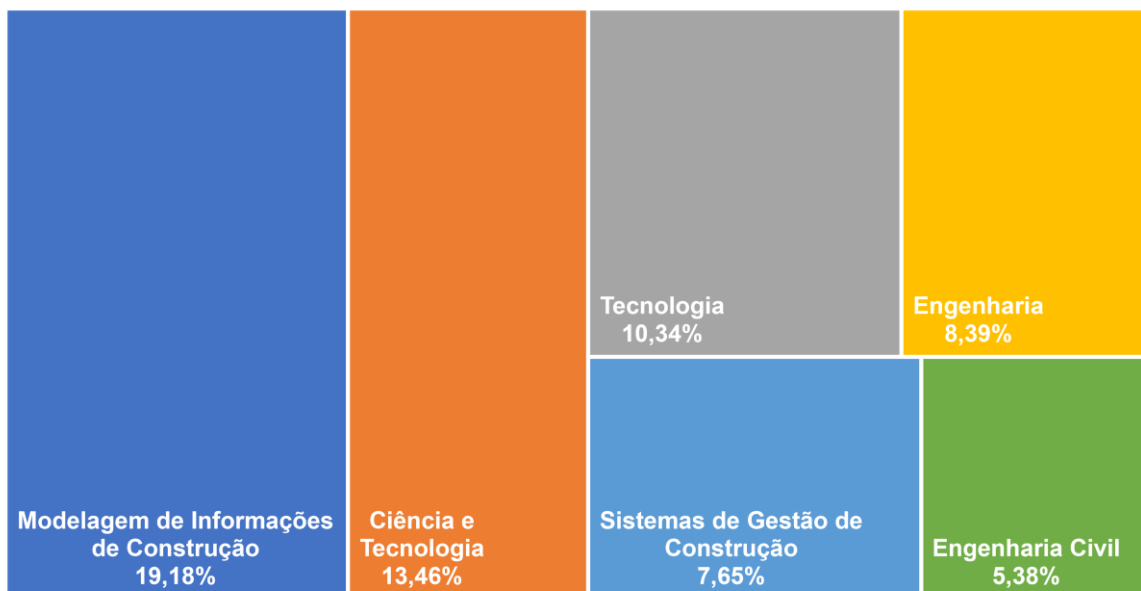
- Menor que 1%: Ciências Agrícolas e Biológicas, Economia, Econometria e Finanças, Enfermagem, Medicina Veterinária, Multidisciplinar, Neurociência, Odontologia, Profissões da Saúde e Psicologia.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de buscas na base Scopus.

De maneira complementar, o Gráfico 3 apresenta as informações relativas aos assuntos mais recorrentes, expressos em porcentagem, na segunda rodada de buscas realizadas no Portal de Periódicos CAPES (buscas por “building information

modeling” e “bim” em título e/ou resumo simultaneamente). Esses resultados corroboram a assertividade dos termos de pesquisa empregados para a identificação de publicações científicas pertinentes ao âmbito desta pesquisa.

Gráfico 3 - Assuntos mais recorrentes nas buscas.



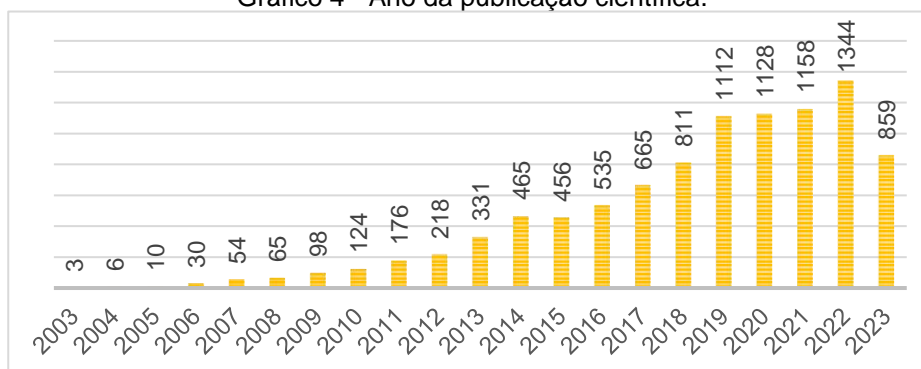
NOTA:

- Assuntos entre 2,5% e 5% de recorrência: Análise, Arquitetura, Ciências da Vida e Biomedicina, Construção, Engenharia Civil, Indústria da Construção e Tecnologia de Construção e Edificação.
- Entre 1,0% e 2,5% de recorrência: Apoptose, Humanos, Animais, Proteína Bcl-2-Like, Proteína Bim, Ciências Físicas, Edifícios, Modelagem, Software e Design.
- Menor que 1%: automação, colaboração e estudos de caso.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de buscas na base Portal de Periódicos Capes.

O Gráfico 4 fornece uma análise temporal das publicações científicas, destacando o ano de publicação, ao buscar por “Building Information Modeling” no título e resumo cumulativamente na base Scopus. Nota-se que a tecnologia teve sua primeira ocorrência registrada, no sistema consultado, em 2003 e destaca-se que ela possui uma trajetória ascendente, sugerindo não apenas sua consolidação, mas também sua crescente relevância como uma inovação de destaque no cenário mercadológico. Os dados foram extraídos em meados de 2023, o que reflete no baixo quantitativo nesse ano quando comparado aos precedentes.

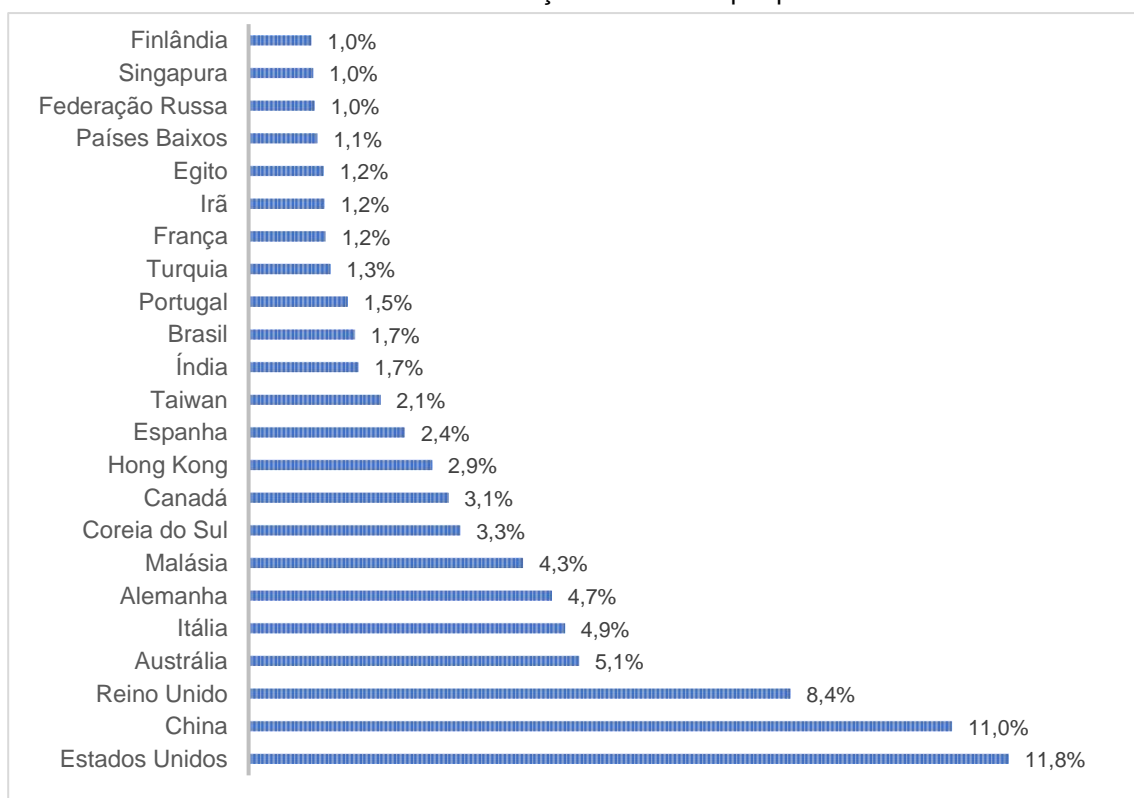
Gráfico 4 - Ano da publicação científica.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de buscas na base Scopus.

O Gráfico 5 oferece uma representação da distribuição de publicações científicas por país, destacando os Estados Unidos, China e Reino Unido como líderes nesse cenário. Essa observação está em consonância com os países em destaque previamente mencionados por Santana (2020) no capítulo “5.2.3. Maturidade BIM no Brasil e no Mundo”: Estados Unidos, Singapura, Reino Unido e Chile. Apesar de o Chile não aparecer em destaque no *ranking* da busca realizada, é possível estabelecer uma correlação evidente entre o sucesso da implementação da tecnologia BIM nesses países e seu compromisso com pesquisas científicas na área. Esse padrão sugere uma ligação intrínseca entre a excelência em inovação e a dedicação à pesquisa científica.

Gráfico 5 - Publicações científicas por país.



NOTA: os seguintes países possuem representação menor que 1%: África do Sul, Alemanha, Argentina, Arábia Saudita, Austrália, Áustria, Bélgica, Barein, Bangladesh, Bulgária, Camarões, Camboja, Chile, Colômbia, Croácia, Chipre, Dinamarca, Emirados Árabes Unidos, Equador, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estônia, Filipinas, Finlândia, França, Gana, Grécia, Hungria, Indonésia, Irlanda, Israel, Itália, Jamaica, Japão, Jordânia, Quênia, Kuwait, Laos, Letônia, Líbano, Líbia, Lituânia, Luxemburgo, Macau, Malta, Marrocos, Maurício, México, Namíbia, Nova Zelândia, Noruega, Paquistão, Panamá, Peru, Polônia, Portugal, Quênia, Qatar, República Tcheca, República Centro-Africana, Romênia, Ruanda, Sérvia, Sri Lanka, Sudão, Suécia, Suíça, Tanzânia, Tailândia, Ucrânia, Uganda, Uruguai, Uzbequistão, Venezuela, Vietnã, Zâmbia.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de buscas na base Scopus.

O APÊNDICE C – Busca de Anterioridade - oferece um panorama detalhado, incluindo informações adicionais ao aqui exposto, como: afiliações institucionais e idiomas predominantes nas publicações científicas analisadas. Esses detalhes fornecem uma visão mais completa do cenário em que as tecnologias em questão estão inseridas. Além disso, os dados apresentados não apenas ilustram a abrangência global dessas tecnologias, mas também ressaltam a sua relevância, sublinhada pelo volume substancial de publicações científicas que as envolvem. Esse conjunto de informações representa um sólido indicador do impacto e da importância contínua dessas tecnologias no cenário científico e tecnológico atual.

7.1.2. Estado da arte de tecnologias (patentes registradas)

Foram realizadas buscas, em meados de 2023, em dois bancos de dados: o INPI, que contém patentes registradas no Brasil, e o Espacenet que inclui registros de vários países. Os resultados são apresentados separadamente para cada banco de dados consultado.

Destaca-se que os grupos de classificação IPCs mencionados possuem a sua descrição detalhada no APÊNDICE D – Lista de significado dos IPCs. A Classificação IPC é um sistema de categorização e classificação de patentes que visa organizar e identificar tecnologias com base em suas características técnicas e funcionais. Ela é usada para facilitar a busca e o exame de patentes, permitindo que invenções semelhantes sejam agrupadas em categorias específicas. A IPC é amplamente utilizada em todo o mundo para padronizar a descrição e a pesquisa de patentes.

No Brasil, por meio da Lei nº 9279/96, os programas de computadores (*softwares*) não são considerados invenção ou modelo de utilidade, porém, conforme definido na Lei 9609/98, o regime de proteção à propriedade intelectual de programa de computador é o conferido às obras literárias pela legislação de direitos autorais e conexos vigentes no país (Brasil, 1996, 1998). Além disso, o registro dos *softwares* é facultado ao seu titular, mediante o INPI que disciplina o registro por meio da Instrução

Normativa/INPI/PR Nº 99/2019 (INPI, 2019). Assim, de forma auxiliar, realizou-se a consulta dos *softwares* registrados junto ao INPI, a fim de melhor compreender o cenário da tecnologia.

7.1.2.1. Resultados obtidos no INPI

Os quatro resultados encontrados em todas as buscas realizadas na base de patentes do INPI referem-se aos grupos IPCs, conforme seção, classe e subclasse; C07D, G06Q e H04W, sendo que o C08F foi descartado da análise uma vez que não se refere à temática do estudo, aparecendo nos resultados devido à expressão “bimodal” no título da patente. Além disso, o uso do termo “BIM” nas buscas apresentou resultado relacionado a campos químicos (IPCs C07D e C08F), que por sua vez têm conexões com a área da saúde, associação devida à correspondência com a proteína BIM (Bcl-2-like protein 11), conforme já explicado.

Assim, das patentes e invenções registradas no Brasil, relevantes ao tema, observa-se que os IPCs G06Q e H04W se referem à Tecnologia da Informação e Comunicação aplicada ao setor da Construção Civil.

Observa-se ainda que o depósito dessas patentes ocorreu nos anos de 2017 e 2020, respectivamente, expressando o quão recente é o registro de patentes para a área no Brasil.

Ao buscar os *softwares* registrados, foram encontrados 06 resultados e observou-se que todos são, de fato, relacionados ao objeto deste trabalho. Acerca disso, foi possível observar que o *software* registrado mais antigo é datado de 2016, demonstrando que, pelo menos, o registro da tecnologia, enquanto programa de computador, é recente no Brasil

7.1.2.2. Resultados obtidos no Espacenet

O Gráfico 6 apresenta a recorrência, em percentual, dos principais grupos IPCs, considerando a sua seção e classe, encontrados nas buscas pelos termos “Building Information Modeling” e “BIM” onde se identificou um universo de 26 grupos. É possível observar a predominância do IPC G06, equivalente a quase 50% do total dos 26 grupos encontrados, seguido do E04, com 5%, F16 e G01, com 2%. Os demais grupos apresentam percentual inferior a 1% e foram desconsiderados. A partir disso, observa-se que os argumentos utilizados na pesquisa foram adequados, uma vez que

os grupos predominantes estão ligados à Tecnologia da Informação e Comunicação e à Engenharia.

Gráfico 6 - Recorrência de Grupo IPC por Seção e Classe.

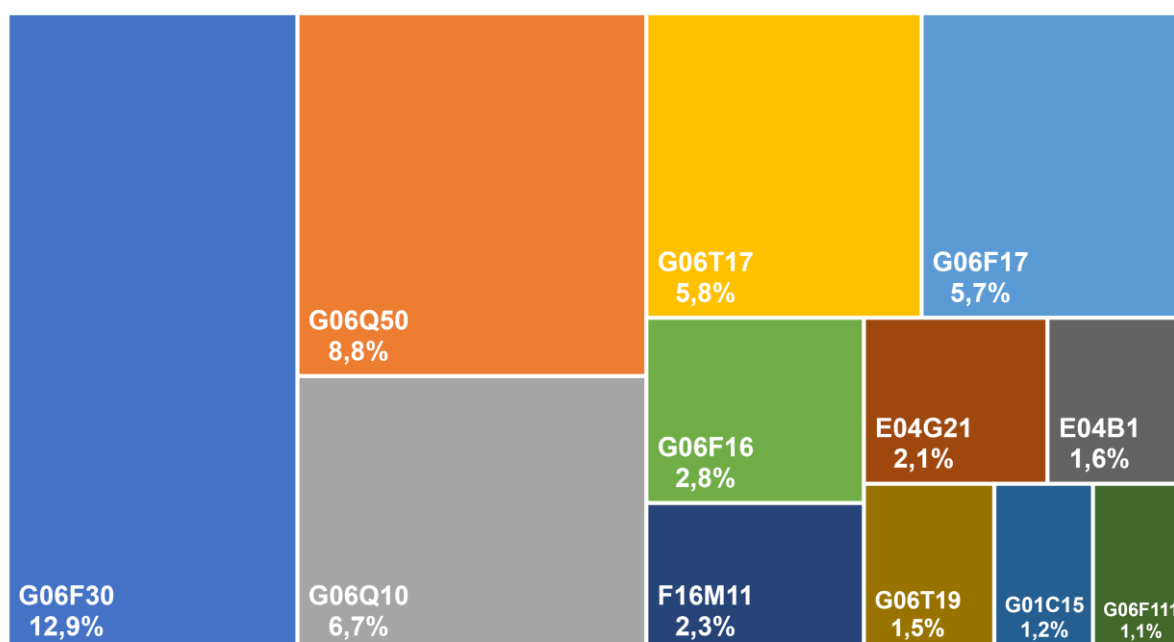


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de busca no Espacenet.

O Gráfico 7 apresenta as recorrências, nas buscas envolvendo o termo “Building Information Modeling” e “BIM”, de Grupos IPCs, considerando a classificação completa, com percentuais maiores que 1%, de um universo de 160 grupos identificados. É possível observar a predominância de patentes relacionadas ao IPC G06F30, com recorrência maior que 10%, seguida dos IPCs G06Q50, G06Q10, G06T17 e G06F17, com recorrência entre 5% e 10%. Ainda há a recorrência significativa dos grupos G06F16, F16M11, E04G21, E04B1, G06T19, G01C15 e G06F111, entre 1% e 5%.

A partir disso, observa-se que a predominância de patentes registradas se refere à Tecnologia da Informação e Comunicação aplicada ao setor da Construção Civil, com maior destaque ao desenvolvimento de *softwares*, conforme predominância dos IPCs do grupo G06, seguido de desenvolvimento de peças e equipamentos diversos, marcado pela presença dos grupos F16 e E04.

Gráfico 7 - Recorrência de Grupo IPC por classificação completa.

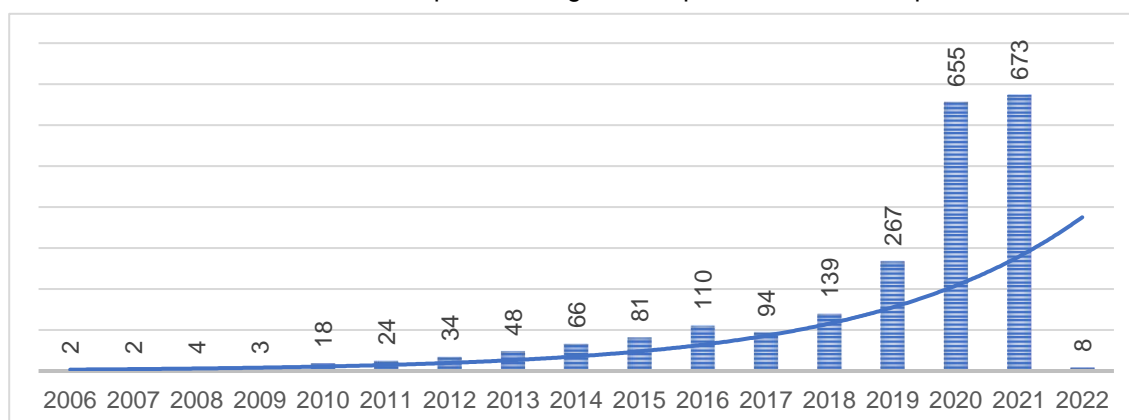


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de busca no Espacenet.

A partir do Gráfico 8 os resultados serão referentes somente àqueles obtidos ao buscar o argumento “Building Information Modeling” no título e/ou descrição do registro da tecnologia.

O Gráfico 8 apresenta a quantidade de patentes registradas por ano de sua data de prioridade. É possível perceber que a prioridade mais antiga se deu em 2006 e que o registro de patentes se deu em escala crescente, apresentada pela linha de tendência, chegando a um total de 673 prioridades em 2021. É possível observar uma queda na quantidade em 2022, situação que se dá por dois possíveis motivos: impactos da pandemia da Covid-19 e o fato de os pedidos recentes ainda estarem em análise, não sendo computados.

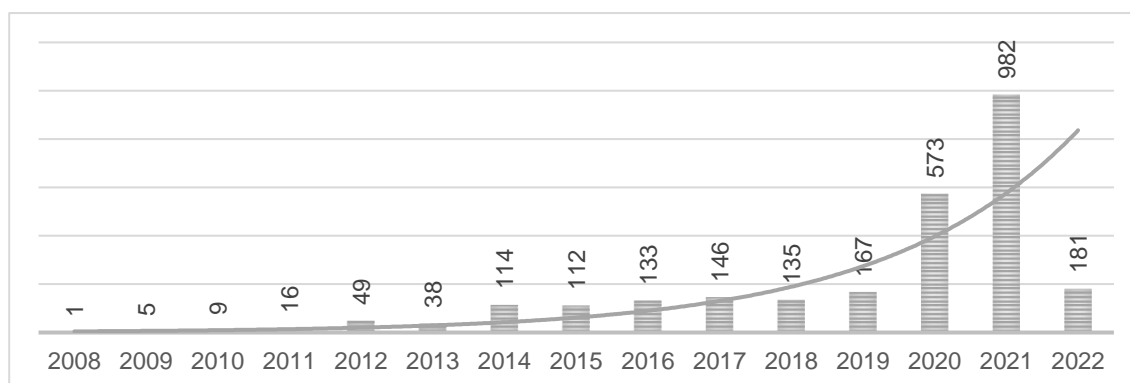
Gráfico 8 – Quantidade de patentes registradas por ano da data de prioridade.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de busca no Espacenet.

O Gráfico 9 apresenta a quantidade de patentes registradas por ano de publicação e, assim como o gráfico anterior, demonstra a tendência crescente da tecnologia. Também é possível constatar que a queda na quantidade de patentes em 2022 não é tão brusca como no Gráfico 8, demonstrando que, de fato, o desenvolvimento da tecnologia permanece em alta, apesar dos efeitos da pandemia da Covid-19.

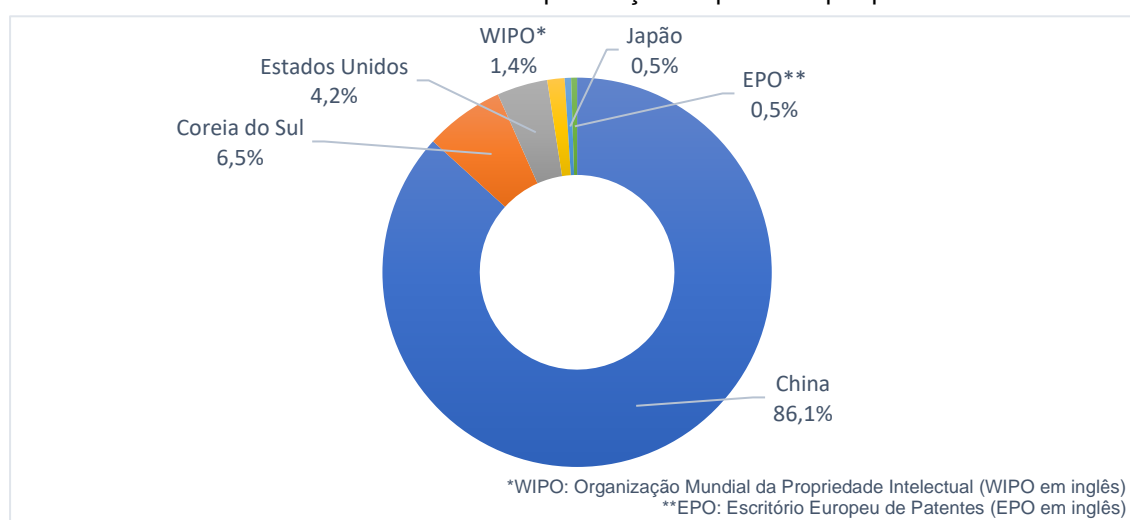
Gráfico 9 - Quantidade de patentes por ano de publicação do registro.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de busca no Espacenet.

O Gráfico 10 apresenta a distribuição de publicações por país. A sua análise revela que a China detém a maior parcela de patentes registradas, com uma diferença significativa em relação ao segundo colocado, a Coreia do Sul. Notavelmente, a diferença entre esses dois países é de quase 80% do total. Além disso, os Estados Unidos e o Japão também figuram entre os quatro principais países em termos de publicações e é importante destacar a presença de patentes registradas pela WIPO e pelo EPO no gráfico.

Gráfico 10 - Percentual de publicação de patentes por país.

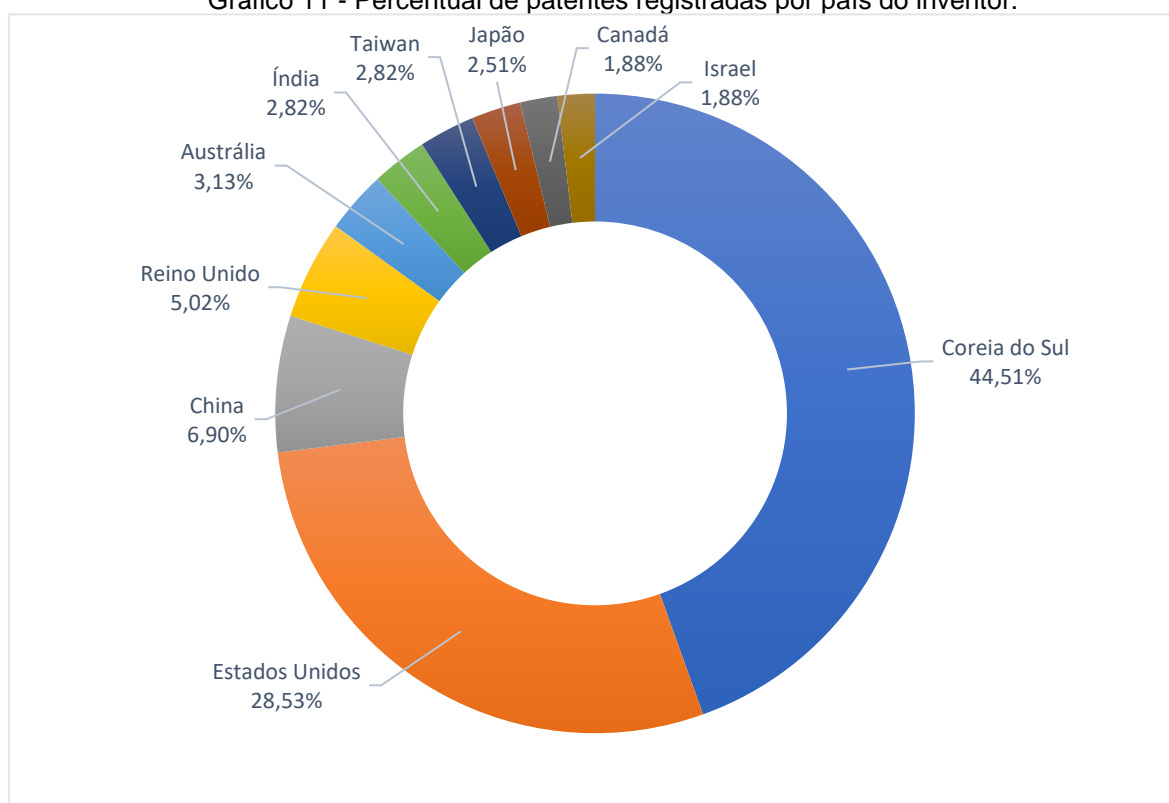


NOTA: Austrália, Canadá, Taiwan, México, Luxemburgo, Filipinas e África do Sul possuem menos de 10 publicações cada e, juntos, correspondem a cerca de 0,8% do total de patentes publicadas.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de busca no Espacenet.

O Gráfico 11 apresenta o percentual de patentes registradas por país do inventor. A partir desses dados, torna-se evidente que a Coreia do Sul e os Estados Unidos desempenham um papel de liderança no processo de invenção de patentes, seguidos pela China e pelo Reino Unido. Além disso, observa-se que países que não foram destacados no gráfico anterior, em relação ao registro de patentes, agora se destacam na produção dessas. É relevante ressaltar que, embora a China detenha mais de 80% das patentes registradas na busca, ela representa apenas 6% do total de patentes inventadas, indicando um interessante contraste entre registro e invenção de patentes.

Gráfico 11 - Percentual de patentes registradas por país do inventor.



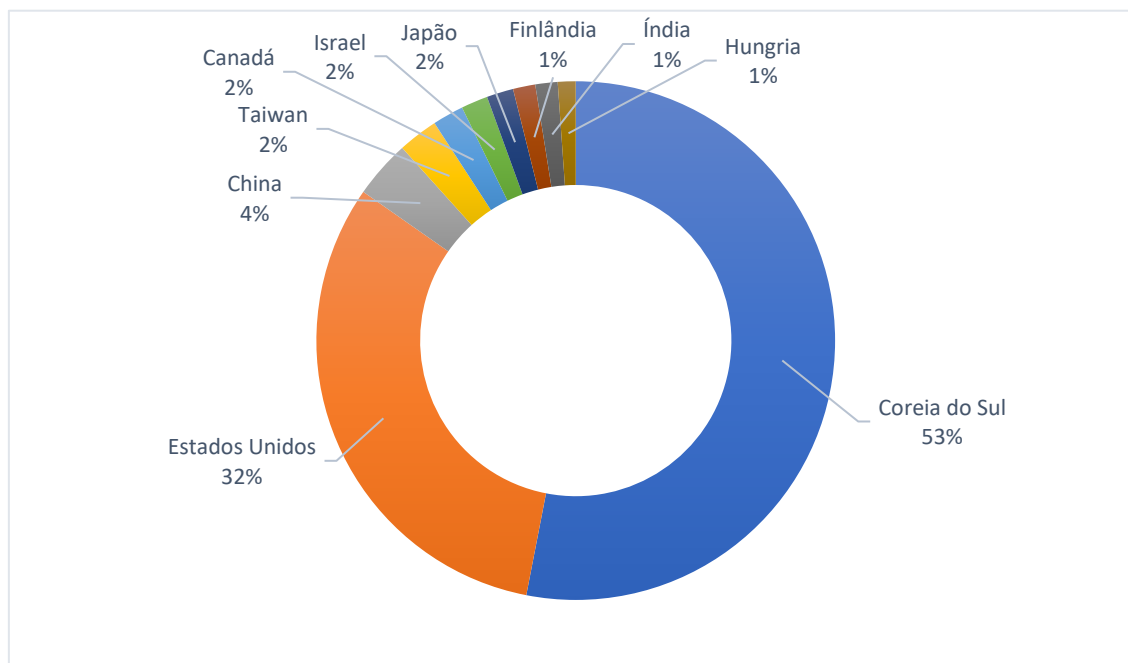
NOTA: Alemanha, Dinamarca, Finlândia, Hungria, Holanda, Nova Zelândia e Tailândia, juntos, correspondem a cerca de 6% das patentes inventadas.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de busca no Espacenet.

O Gráfico 12 apresenta o percentual de patentes registradas por país do requerente. Em alinhamento com as informações anteriores referentes ao país de origem do inventor, pode-se notar que a Coreia do Sul e os Estados Unidos lideram os requerimentos de patentes, seguidos pela China. No entanto, é interessante observar que o Reino Unido, que ocupava a 4ª posição no ranking de invenção, não aparece no de requerentes. Além disso, países como Holanda, Tailândia e Dinamarca, que foram mencionados como origem dos inventores no gráfico anterior, embora com percentuais baixos, agora não constam como requerentes. Essa situação sugere que

a transferência de tecnologia tem ocorrido entre os países de maneira que o inventor não necessariamente é o requerente das patentes.

Gráfico 12 - Percentual de patentes registradas por país do requerente.



NOTA: Alemanha, Austrália, Nova Zelândia e Singapura, juntos, correspondem a cerca de 2,15% do total de patentes requeridas.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de busca no Espacenet.

O APÊNDICE C – Busca de Anterioridade - fornece informações adicionais, identificando os inventores (pessoas físicas) e requerentes (geralmente empresas) que se destacam nesse nicho. Os dados demonstram uma dinâmica interessante: a transferência de tecnologia não se restringe aos limites de um país. É notável como o inventor, muitas vezes, não coincide com o requerente da patente, evidenciando um cenário de colaboração e intercâmbio global no desenvolvimento e aplicação das tecnologias BIM.

Essa interconexão entre inovação e negócios transcende fronteiras, impulsionando a evolução e a disseminação do BIM em escala internacional. Portanto, além de indicar os protagonistas nesse campo, a pesquisa de anterioridades nos proporciona valiosas *insights* sobre o funcionamento dessa rede global de inovação no contexto do BIM.

7.1.3. Interrelação dos resultados apresentados sobre o estado da arte

Com base nos resultados apresentados, é notável que o BIM se encontra em evolução tecnológica ascendente, sendo objeto de estudos científicos e da criação de produtos tecnológicos com o registro de patentes. A análise revelou que as publicações científicas relacionadas ao *Building Information Modeling* (BIM) iniciaram em 2003, enquanto a prioridade da patente mais antiga data de 2006, com a publicação ocorrendo em 2008. Essa cronologia sugere que o BIM seguiu o modelo linear de inovação, começando com pesquisas acadêmicas antes de se tornar um produto comercializado no mercado tecnológico. É importante esclarecer que os conceitos pioneiros do BIM tiveram origem nos anos de 1970 e atravessaram décadas de pesquisa e desenvolvimento antes de serem oficialmente denominados como "Building Information Modeling" nos anos 2000, marco em que a tecnologia iniciou de fato a sua ascensão.

Foi observado que parte dos países mencionados no referencial teórico como exemplos em políticas e estratégias para a implementação do BIM também se destacaram na produção científica e no desenvolvimento, requerimento ou registro de patentes relacionadas à tecnologia. Esses dados enfatizam a conexão entre as iniciativas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e o sucesso na implementação de novas tecnologias destinadas a aprimorar setores, mesmo os tão tradicionais e convencionais, como a construção civil.

A análise revelou também que:

- Entre os cinco países com os maiores índices de publicações científicas - Estados Unidos, China, Reino Unido, Austrália e Itália, organizados por ordem de maior representação - a Itália não se destacou como país de origem dos inventores ou requerentes de patentes. Isso sugere que possivelmente a Itália está em uma fase inicial de desenvolvimento tecnológico, focando em pesquisas científicas, ou que pode estar adquirindo tecnologia de outros países em vez de gerá-la internamente.
- A Austrália se destaca entre os inventores, mas tem menos destaque entre os requerentes de patentes.
- O Reino Unido se sobressai entre os inventores, mas não apresenta nenhum pedido de patente.
- Os Estados Unidos e a China lideram tanto em publicações científicas quanto em patentes.

- A Coreia do Sul, embora tenha menos destaque em publicações científicas, ocupa o topo do *ranking* em termos de invenções e pedidos de patentes.
- O Japão, que tem pouquíssimo destaque em publicações científicas, é um dos principais países em termos de patentes.

Acerca dessas constatações, é importante esclarecer que a comparação dos países em relação às publicações de patentes não é apropriada, uma vez que o Espacenet considera as publicações da WIPO (Organização Mundial da Propriedade Intelectual) e da EPO (Escritório Europeu de Patentes) em sua análise, agrupando os países integrantes.

Observa-se também que Santana (2020) destaca o Reino Unido, Singapura, Estados Unidos e Chile como líderes na estratégia de implementação do BIM por meio de políticas públicas adotadas. No entanto, é notável que Singapura e Chile não se destacam em termos de publicações científicas e patentes na área, enquanto os Estados Unidos e o Reino Unido possuem uma presença significativa nesse contexto. Além disso, muitos países que se destacam em publicações científicas ou no registro de patentes não são mencionados como referências na implementação do BIM. Isso sugere a importância da integração entre Pesquisa e Desenvolvimento e o engajamento das autoridades públicas para garantir a implementação eficaz da tecnologia por meio de políticas públicas.

Quanto ao Brasil, ele não figura como um destaque na produção tecnológica do BIM, uma vez que foi identificado um número muito baixo de patentes registradas. No entanto, o país possui uma representação significativa nas publicações científicas identificadas, que embora muito pequena em comparação com os líderes do *ranking*, encontra-se na média dos demais países. Isso sugere que a produção de tecnologia BIM está em estágios iniciais no Brasil, corroborando com as conclusões do estudo "Mapeamento da Maturidade BIM no Brasil" realizado pela ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), Grant Thornton e Sienge em 2022, conforme mencionado no capítulo sobre 5.2.3. Maturidade BIM no Brasil e no Mundo do referencial teórico.

É essencial observar que a tecnologia utilizada por uma organização não se limita apenas àquela desenvolvida internamente, princípio que se aplica também aos países. Portanto, mesmo que o Brasil tenha uma baixa produção tecnológica relacionado ao BIM, isso não impede que as organizações utilizem tecnologias

desenvolvidas por outros países, realizando assim a transferência de tecnologia discutida nesta pesquisa.

É relevante destacar que o Brasil estabeleceu sua própria política de implementação do BIM desde 2018, que prevê até mesmo a utilização dessa tecnologia em contratos de obras públicas. Nesse contexto, o estudo de caso em questão aborda a implementação do BIM por meio da adoção das tecnologias disponíveis já no mercado, de acordo com os parâmetros a serem definidos nas próximas etapas metodológicas.

7.1.4. Resultados da Revisão Sistemática de Literatura

Conforme as buscas no Portal de Periódicos CAPES e na Base Scopus, inicialmente foram encontrados 22.795 resultados naquela base e 54.290 nesta. Considerando os limites de exportação de dados das bases por busca realizada, sendo 50 para a CAPES e 20.000 para a Scopus, foram exportados 243 e 52.460 resultados, respectivamente, considerando aqueles de maior relevância definidos pela própria base. O Quadro 8 - Resultados encontrados e exportados, por base de dados e busca realizada apresenta os resultados exportados por busca e base.

Quadro 8 - Resultados encontrados e exportados, por base de dados e busca realizada

	Argumento	Local	Data	Resultados	TOTAL	EXPORTAÇÃO limite 50			
	Base CAPES	"Modelagem da Informação da Construção"	Título	13/08/2023	11	22.795	11	243	
Resumo			12/08/2023	30	30				
"Modelagem de Informação da Construção"		Título		2	2				
		Resumo		0	0				
"BIM"		Título		7.983	50				
		Resumo		6.576	50				
"Building Information Modeling"		Título		1.617	50				
		Resumo		6.576	50				
"BIM"					11.248		não exportado		
"Building Information Modeling"		Título e Resumo*		30/08/2023	6.275		não exportado		
* busca auxiliar para identificar recorrência do ano de criação, área e país de publicação.									
	Argumento	Local	Data	Resultados	TOTAL	EXPORTAÇÃO limite 20.000			
	Base SCOPUS	"Modelagem da Informação da Construção"	Título	13/08/2023	1	54.290	1	52.460	
Resumo			0		0				
"Modelagem de Informação da Construção"		Título	0		0				
		Resumo	0		0				

"BIM"	Título	26/08/2023	10.038	10.038
	Resumo		21.374	20.000
"Building Information Modeling"	Título	26/08/2023	2.421	2.421
	Resumo		20.456	20.000
"BIM"		30/08/2023	22.194	não exportado
"Building Information Modeling"	Título e Resumo*		9.648	não exportado
* busca auxiliar para identificar recorrência do ano de criação, área e país de publicação.				

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das buscas nas bases Scopus e Portal de Periódicos Capes.

A partir dos resultados exportados, foram estabelecidos critérios para assegurar a síntese dos dados em um horizonte adequado para análise qualitativa das publicações científicas. Os resultados da aplicação dessas condições são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Resultado da seleção dos dados exportados nas bases.

Critério	Capes	Scopus
Exportado na base:	243	52.460
1. Exclusão de duplicatas:	193	32.119
2. Possui "implement" em resumo:	80	6.384
3. Possui "implement" em título:	9	708
4. Documento do tipo "article":	8	não aplicado
5. Ano de publicação "de 2018 a 2023":	não aplicado	483
6. Possui "building information modeling" em título:	não aplicado	61
7. Documento do tipo "article" OU "review":	não aplicado	39
<i>SUBTOTAL (soma das bases)</i>		47
8. Exclusão de duplicatas:		46
TOTAL		46

Fonte: Elaborado pelo autor.

Acerca dos critérios utilizados, é necessário observar o seguinte:

- O critério 4 não foi aplicado aos dados da base Scopus, devido ao elevado número de resultados ainda presentes. A aplicação deste critério nesta etapa poderia resultar na exclusão inadequada de documentos relevantes.
- A partir do critério 5, as condições não foram aplicadas nos resultados do Portal de Periódicos CAPES, pois o quantitativo dessa base já estava limitado a 8 publicações, o que permitiria uma análise qualitativa.
- O critério 5 buscou abranger os resultados mais recentes, considerando-se os últimos 5 anos. Assim, uma vez que a exportação dos dados se deu em agosto de 2023 e que as bases de dados não permitiam o filtro

por mês, optou-se por delimitar os últimos 5 anos completos anteriores a 2023 e incluir adicionalmente as publicações desse ano;

- Após a aplicação do critério 7, os resultados das duas bases foram unificados para a verificação de duplicatas. Em seguida, foi realizada a exclusão das duplicatas identificadas (critério 8), obtendo-se assim o resultado para a continuação da revisão sistemática da literatura.
- Os resultados obtidos para a base de dados CAPES, após a aplicação do critério 4, representam 0,04% do total de resultados exportados na base. Enquanto isso, na base Scopus, após a aplicação do critério 7, o resultado representa 0,07% do total exportado.

Assim, após sintetizar os dados chegou-se a um total de 46 publicações científicas que atendem ao recorte definido, equivalente a 0,06% do exportado. Com base nisso foi elaborado um compilado dos resumos dessas publicações, com tradução feita pelo autor, que se encontra no APÊNDICE E – Resumo das Publicações . Além disso, é apresentado a seguir os trechos mais relevantes das publicações encontradas na RSL.

7.1.4.1. Implementação do BIM

A implementação do BIM na indústria da construção é um processo complexo que envolve considerar várias perspectivas. Embora as promessas iniciais do BIM sejam encorajadoras, é crucial adotar uma abordagem realista e pragmática para sua implementação, levando em conta as condições específicas de cada contexto (Miettinen; Paavola, 2014).

Enquanto o BIM é amplamente utilizado nas fases iniciais dos projetos, o seu uso diminui progressivamente nas fases posteriores (Eadie *et al.*, 2013). Assim, a superação dos obstáculos à adoção do BIM não garante sua implementação efetiva. É necessário um plano estratégico cuidadoso para remover impedimentos preliminares, reduzir barreiras e promover a aceitação contínua do BIM, visando benefícios a longo prazo (Olugboyega, 2023).

A introdução do BIM na indústria da construção trouxe melhorias significativas, permitindo uma cooperação mais profunda entre os participantes do projeto e acelerando a resolução de problemas (Samimpay; Saghatforoush, 2020). No entanto, a falta de orientações e manuais para a implementação do BIM tem sido um obstáculo significativo em muitos países em desenvolvimento (Faghihi *et al.*, 2022).

O cliente público desempenha um papel crucial como agente de mudança na indústria da construção, conforme destacado por Lindblad (2019). A estratégia predominante para envolver os *stakeholders* na implementação do BIM é exigir seu uso na aquisição de todos os projetos de construção, visando estabelecer o BIM como uma "Caixa Preta" para esses projetos. No entanto, a aceitação dessa abordagem tem sido desafiadora e resulta em efeitos variados na demanda por BIM em projetos contratados (Lindblad, 2019).

Yusuf *et al.* (2022) observam que a maioria das medidas de alto impacto identificadas não é amplamente utilizada pelo setor público na implementação do BIM em seus projetos. Conseqüentemente, os autores sugerem que o setor público adote medidas de melhoria específicas para aprimorar suas capacidades em BIM na entrega de projetos. Os resultados da pesquisa dos autores sugerem implicações que poderiam permitir que o setor público ajuste e promulgue políticas necessárias na tentativa de melhorar a implementação do BIM na entrega de projetos.

7.1.4.2. Os desafios da implementação do BIM

Os baixos níveis de eficiência e a falta de integração de processos e participantes do projeto têm sido problemas significativos na construção por muito tempo (Karahhan, Ozorhon, 2017). O desenvolvimento tecnológico é necessário, inclusive na construção, onde uma das tecnologias desenvolvidas é a Modelagem de Informação da Construção (BIM). Para os profissionais que adotam o BIM ou planejam investir no BIM em projetos futuros, é crucial compreender as principais prioridades de investimento, os riscos associados e as maneiras de aumentar os retornos (Altassan, 2023). Diante disso, o estudo de Altassan (2023) identificou três principais dificuldades na implementação do BIM na construção do Oriente Médio: treinamento, custo e restrições econômicas; dificuldades essas relatadas por diversos outros autores que estudaram as dificuldades para implementar o BIM.

Hyarat, Hyarat e AL Kuisi (2020) afirmam que a implementação do BIM enfrenta diversas barreiras, como o custo de treinamento, a falta de conhecimento técnico, a ausência de diretrizes adequadas e o grande investimento inicial. Segundo Rezahoseini *et al.* (2021), o "mal-entendido sobre a tecnologia BIM" é reconhecido como o desafio mais importante, seguido pela "falta de apoio governamental" e "falta de interação e trabalho em equipe", enquanto Olanrewaju (2020) observa que as

barreiras para a implementação do BIM estão relacionadas a fatores como tecnologia, treinamento, custo, padrões, processos e economia.

O estudo de Enshassi, Al Hallaq, & Tayeh (2019) apontou a exigência de uma grande mudança cultural, falta de apoio da alta administração, falta de conhecimento sobre como implementar o BIM, falta de experiência e habilidades da equipe e a necessidade de mudar os fluxos de trabalho são os fatores mais importantes que dificultam a implementação do BIM.

7.1.4.3. Os benefícios da implementação do BIM

A implementação do BIM traz diversos benefícios em diferentes fases do ciclo de vida de um prédio, abrangendo desde o processo de licitação, projeto, construção, conclusão, operação e manutenção até a demolição do edifício. Apesar de ainda ser um desafio, é crucial destacar que a troca de informações do BIM pode e deve ser implementada em todas as fases da construção, possibilitando uma abordagem mais integrada e abrangente ao longo de todo o ciclo de vida do edifício (Suliyanti; Sari, 2020).

Oliveira e Zaidan (2022) destacam que a identificação e eliminação de conflitos e interferências de espaço e tempo durante a construção são os maiores benefícios do BIM, juntamente com a integração e comunicação entre os envolvidos no projeto. Além disso, também destacam que o esforço reduzido na visualização e interpretação mental do planejamento é ressaltado como um aspecto prático.

No contexto de projetos de engenharia geotécnica *offshore*, Waqar *et al.* (2023) destacam melhorias significativas na comunicação, colaboração e tomada de decisões, bem como a superação de desafios como condições climáticas adversas e a necessidade de equipamentos especializados. Eles também apontam os benefícios potenciais da implementação do BIM, incluindo eficiência aprimorada, economia de custos e cooperação entre várias partes interessadas.

Hyarat, Hyarat e Al Kuisi (2022) ressaltam que o BIM oferece oportunidades significativas para a gestão da construção, proporcionando um método eficaz para o projeto, documentação, comunicação e colaboração, além de melhorar fatores importantes do projeto, como tempo, custo e qualidade.

Os resultados da pesquisa de Paneru *et al.* (2023) mostram que os interessados da AEC estão ansiosos para aprender, explorar e implementar o BIM em seus fluxos de trabalho de práticas de design e construção. A implementação mais

ampla do BIM pode melhorar a produtividade de design e construção em países em desenvolvimento, como o Nepal.

7.1.4.4. O BIM em outros países

O estudo de Aka *et al.* (2021), realizado na Nigéria, destacou que o BIM não foi amplamente adotado por empresas de construção no país. Uma estratégia significativa para impulsionar a implementação do BIM na indústria nigeriana é o estabelecimento de órgãos de fiscalização que garantam sua aplicação em cada projeto.

A aplicação do BIM entre os profissionais nigerianos permanece limitada, predominantemente restrita ao uso por arquitetos para o *design* e apresentação de desenhos e outro estudo identificou quatro principais fatores para impulsionar o sucesso da implementação do BIM. Os fatores são impulsionadores relacionados à construção; digitalização de processos e impulsionadores relacionados à economia; impulsionadores relacionados à sustentabilidade e eficiência; e impulsionadores relacionados à visualização e produtividade (Olanrewaju *et al.*, 2021).

Na Indonésia, o estudo indicou que estratégias governamentais críticas para melhorar a implementação do BIM incluem o desenvolvimento de programas para integrá-lo nos currículos educacionais e na academia, assim como o estabelecimento de diretrizes específicas para sua implementação (Rani *et al.*, 2023).

Em outro estudo, nos Emirados Árabes Unidos, sobre a implementação eficaz do BIM como prática sustentável na construção, os aspectos sociais foram identificados como o fator crítico de sucesso mais significativo em comparação com outros critérios, como econômico, ambiental e tecnológico. Dentro dessa perspectiva, a comunicação eficaz entre as partes interessadas foi reconhecida como o elemento mais crucial. Especialistas no assunto consideram fundamental obter o apoio de todas ou da maioria das partes interessadas em um projeto de construção para alcançar o objetivo estratégico de implementar o BIM. (Abumoeilak *et al.*, 2023).

No estudo de Altassan (2023) sobre a implementação do BIM no Oriente Médio, a análise descritiva e empírica revelou poucos estudos sobre o BIM, falta de conhecimento, políticas governamentais insuficientes, altos custos de implementação, coordenação contratual inadequada, falta de padrões especificados, custo de compartilhamento de dados e informações, problemas de disponibilidade tecnológica, relutância das partes interessadas, mudanças nos negócios e culturais, problemas de

dados e propriedade intelectual e problemas de interoperabilidade. Assim, no Oriente Médio, a falta de conhecimento sobre os processos, protocolos e fluxos de trabalho bem-sucedidos do BIM levou algumas organizações a criarem seus próprios sistemas, nem sempre escolhendo o BIM.

Na Malásia, o estudo de Yussof e Brahim (2021) sobre a implementação do BIM em prédios históricos indica que ele não é amplamente utilizado na Malásia, apesar de sua importância na preservação do patrimônio cultural. A falta de conscientização e a negligência na conservação durante a operação e manutenção são alguns dos desafios. A pesquisa destaca a necessidade de tecnologias avançadas, como a Modelagem de Informação de Edifícios Históricos (HBIM), para melhorar a eficiência da manutenção.

A implementação do BIM em Singapura enfrenta desafios, apesar da obrigatoriedade em novos projetos de construção acima de 5000 m². A falta de colaboração em todo o projeto é um dos principais obstáculos. Um estudo identificou 21 obstáculos críticos, sendo a necessidade de envolvimento de todas as partes interessadas chave o principal. Esses obstáculos foram agrupados em falta de colaboração e integração de modelos, falta de envolvimento contínuo e capacidades, e falta de visão executiva e treinamento. Um *framework* proposto pelo estudo pode ajudar na identificação de ajustes específicos para uma implementação mais eficiente do BIM em Singapura, além de auxiliar implementadores no exterior na personalização de suas próprias estratégias. (Liao, Teo, Chang, 2019).

O estudo de Jiang *et al.* (2022) apresenta uma revisão sobre os esforços e papéis do governo na implementação do BIM em três países de referência: Cingapura, Reino Unido e Estados Unidos da América. A análise revela que Cingapura e o Reino Unido adotam uma abordagem impulsionada pelo governo, caracterizada por um desenvolvimento em fases. Na primeira fase, o foco é o setor da construção, visando aumentar rapidamente o uso do BIM, com o governo desempenhando o papel de iniciador principal. Na segunda fase, o BIM é expandido para outras áreas, como cidades inteligentes, e a importância do papel de iniciador do governo diminui. Nessa fase, o governo se concentra mais em funções de apoio, como pesquisador, educador e regulador.

Em contraste, nos EUA, a implementação do BIM é impulsionada pela indústria. O governo tem um papel principalmente regulador, enquanto instituições de pesquisa apoiam ativamente a adoção do BIM. O estudo também apresenta roteiros gerais das

abordagens mandatórias, destacando as diferenças entre os métodos impulsionados pelo governo e pela indústria, bem como suas implicações para a adoção do BIM em diferentes contextos (Jiang *et al.*, 2022).

7.2. ANÁLISE DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE PROJETOS, EXECUÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE OBRAS E CLASSIFICAÇÃO DO ESTÁGIO BIM NO IFRO

Os 5 respondentes do questionário representam cerca de 70% dos 7 servidores lotados no setor (IFRO, 2023a). Os respondentes são 3 engenheiros civis, 1 engenheiro eletricista e 1 técnico em edificações, sendo que um dos engenheiros civis é o diretor do setor.

O Quadro 10 representa o perfil dos respondentes, por tempo de atuação no setor, e as principais atividades desenvolvidas pela equipe.

Quadro 10 – Tempo de atuação dos respondentes e atividades desenvolvidas no setor.

Tempo de atuação no setor:	Menos de 1 ano: - Entre 01 e 03 anos: 1 respondente Entre 03 e 05 anos: 2 respondentes Mais de 05 anos: 2 respondentes
Principais atividades desenvolvidas:	Elaboração de projetos, fiscalização de obras, análise/perícia técnica, elaboração de documentos técnicos e rotina administrativa.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da aplicação de questionário.

As respostas de um integrante da equipe, que marcou a opção “na maioria das vezes” para todas as alternativas nas perguntas objetivas, demonstrou erro de preenchimento ou ausência de conhecimento aprofundado sobre o tema e, portanto, os resultados apresentados a seguir desconsideram um dos respondentes.

As respostas abertas e fechadas serão abordadas a seguir no mapeamento dos processos e na classificação do Estágio BIM do IFRO.

7.2.1. Mapeamento do processo de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras do IFRO por meio da matriz SWOT

O questionário mapeou os processos do IFRO com base na percepção dos respondentes, utilizando perguntas fechadas e abertas que permitiram uma análise detalhada da realidade da instituição.

7.2.1.1. Processo de elaboração de projetos

No processo de elaboração de projetos foi possível identificar:

- Como as demandas de obras são priorizadas antes de iniciar a etapa de elaboração de projetos;
- Quais são as etapas sequenciais da fase de elaboração de projetos;
- Quem elabora os projetos e com que frequência;
- Quais os tipos mais comuns de obras com projetos elaborados no setor;
- Qual a fase de projeto comumente utilizada no caso de contratação de empresa especializada para elaborar o projeto;
- Quais os *softwares* rotineiramente utilizados na elaboração de projetos;
- Como se dá a interoperabilidade dos diferentes tipos de projetos;
- Os prazos ideais e reais para a elaboração de projetos;
- Quais os procedimentos adotados no caso de fiscalização da elaboração de projeto por terceiros;
- A situação do processo por meio da Matriz SWOT.

As obras do IFRO passam por um planejamento inicial por meio de seu PDI, que dentre outras definições, prevê a demanda plurianual de infraestrutura para cada unidade/*campus*. Em seguida, considerando a disponibilidade orçamentária anual, o Colégio de Dirigentes (CODIR) delibera sobre a prioridade de obras para o exercício orçamentário. Após isso, as unidades demandantes das obras encaminham suas demandas formalizadas e detalhadas ao setor de engenharia. Esse setor, em conjunto com a Pró-Reitoria de Administração, a quem está diretamente subordinado, analisa o dimensionamento da força de trabalho existente e define a ordem de prioridade para iniciar a elaboração dos projetos, que podem ser realizados pela equipe interna ou por contratação de terceiros.

A elaboração de projetos possui as etapas sequenciais representadas na Figura 6, sendo concluída com a preparação dos documentos para licitação da execução da obra ou serviço de engenharia.

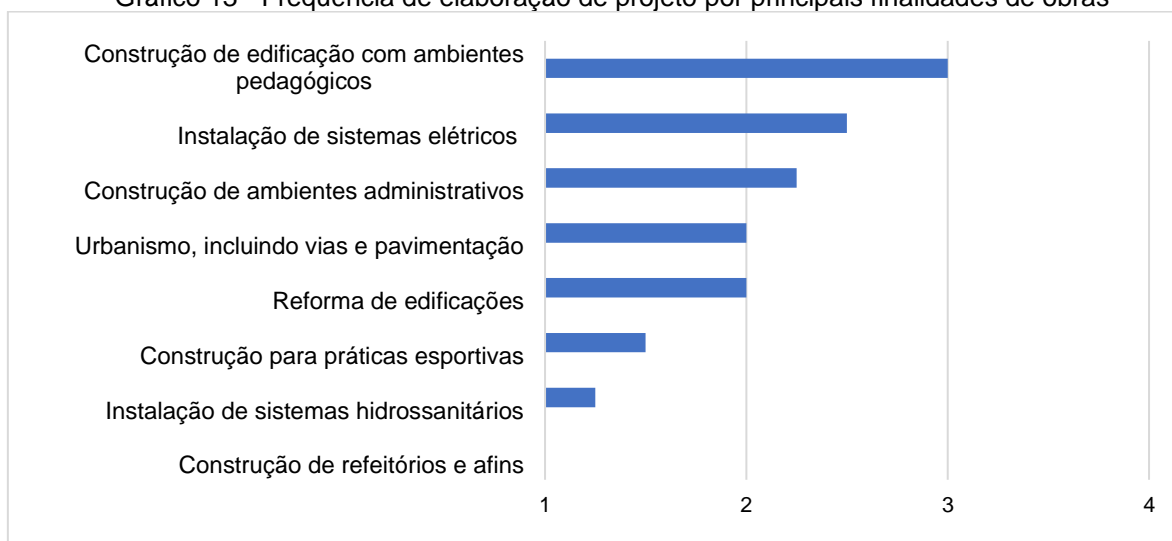
Figura 6 - Fluxo de elaboração de projetos.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir da aplicação de questionário.

O Gráfico 13 representa a frequência de elaboração de projetos por finalidade. É possível observar que a maior frequência ocorre para construções de ambientes pedagógicos que tende a ser “na maioria das vezes”, seguindo por instalações elétricas, ambientes administrativos, urbanismo e reformas que estão entre uma frequência “regular” e a “maioria das vezes”. As demais finalidades possuem menor frequência, tendendo a “muito pouco ou nunca”.

Gráfico 13 - Frequência de elaboração de projeto por principais finalidades de obras

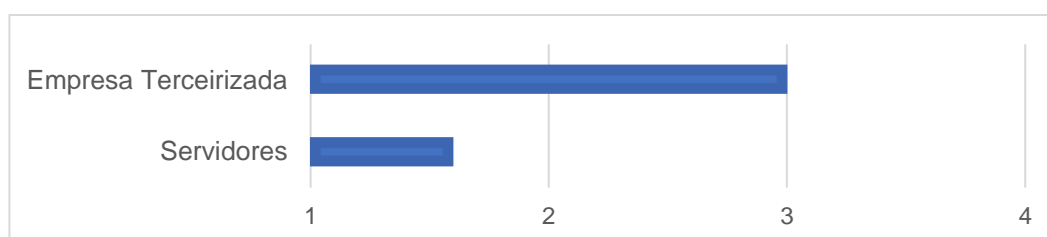


Nota: 1: muito pouco ou nunca; 2: regularmente; 3: na maioria das vezes; e 4: sempre.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da aplicação de questionário.

Os projetos de arquitetura e engenharia do IFRO são elaborados tanto pela equipe técnica do próprio IFRO quanto por empresa terceirizada, conforme aponta o Gráfico 14. No gráfico, observa-se uma predominância na elaboração de projetos por empresas terceirizadas, ocorrendo "na maioria das vezes", enquanto a participação da equipe técnica interna varia entre "muito pouco ou nunca" e "regularmente".

Gráfico 14 - Frequência de elaboração de projeto por servidores ou empresa terceirizada.

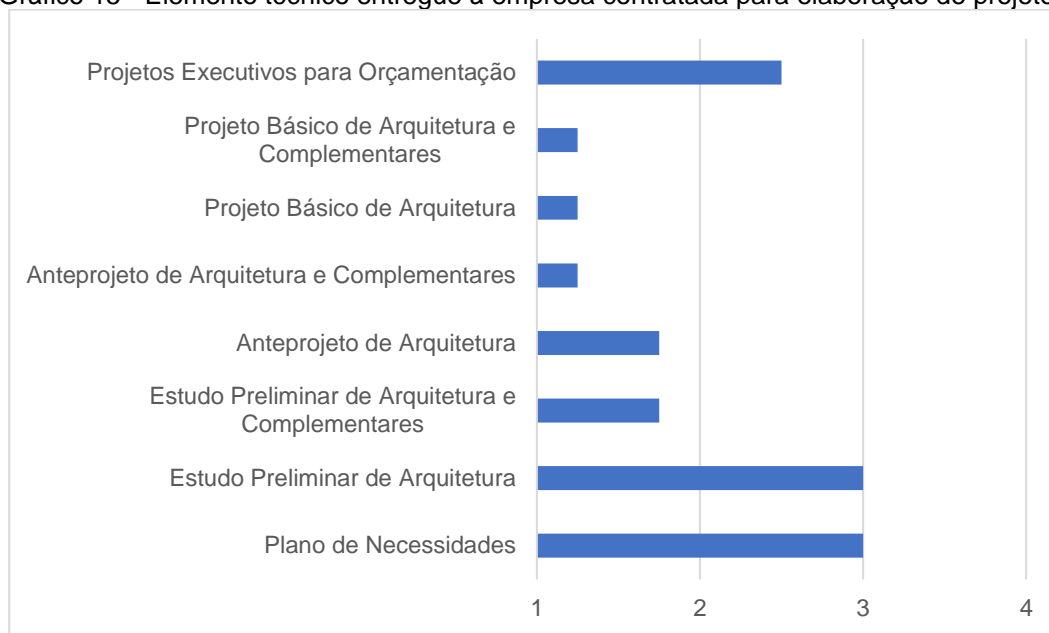


Nota: 1: muito pouco ou nunca; 2: regularmente; 3: na maioria das vezes; e 4: sempre.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da aplicação de questionário.

Quando ocorre a contratação de empresa especializada na elaboração de projetos, é necessário que sejam entregues definições iniciais que venham a direcionar como se espera que os projetos sejam elaborados. No caso do IFRO ocorre, na maioria das vezes, a disponibilização dos primeiros elementos da elaboração de um projeto, sendo o Plano de Necessidades ou o Estudo Preliminar. A partir disso, a empresa contratada prossegue com as demais fases da elaboração de projeto. Também é comum que seja contratada somente a orçamentação de algum projeto já finalizado, podendo ter sido elaborado pela equipe técnica do IFRO ou por outra empresa contratada. O Gráfico 15 demonstra esses apontamentos.

Gráfico 15 - Elemento técnico entregue à empresa contratada para elaboração de projetos.



Nota: 1: muito pouco ou nunca: 2: regularmente: 3: na maioria das vezes: e 4: sempre.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da aplicação de questionário.

A Figura 7 apresenta, em nuvem de palavras, os *softwares* mais utilizados para a elaboração de projetos pela equipe do IFRO (à esquerda da imagem) e por empresa contratada (à direita da imagem). A partir disso, é possível constatar que há um ponto comum entre os *softwares* atualmente utilizados por ambos e que, além disso, uma parte importante desses são programas de BIM, como o caso do Autodesk Revit e da plataforma AEC Collection que é toda a base da AutoDesk, incluindo *softwares* 2D e BIM.

Figura 7 - Nuvens de palavras dos *softwares* mais utilizados pela equipe técnica e empresa contratada para elaboração de projetos.



Softwares utilizados pela equipe técnica

Softwares utilizados por empresa contratada

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da aplicação de questionário.

No referencial teórico foi apresentado Santos *et al.* (2017) destacando que os principais *softwares* de BIM são aqueles da plataforma AutoDesk, além do ArchiCAD da Graphisoft e o Bentley Architecture da Bentley. Enquanto isso o estudo apresentado pela ABDI, GRANT THORNTON e SIENGE em 2022 apresentou a

predominância do uso do AutoCAD por 100% dos participantes na pesquisa, Revit (que permite a modelagem 3D e é um *software* de BIM) em 84%, além dos NavisWorks e AutoCAD Civil 3D em 45% e 31%, respectivamente.

Nesse contexto, é possível observar que o IFRO, tanto por sua equipe técnica quanto por empresa contratada, utiliza *softwares* que possuem funcionalidades parciais ou completas em BIM, sendo alguns citados na pesquisa bibliográfica, como é o caso de *softwares* da Autodesk, mas também são utilizados outras plataformas não citadas, sendo elas: o Qi Builder e Eberick, principais *softwares* da AltoQi, uma empresa brasileira que possui diversas soluções em BIM, e o Orçafascio, um programa em website da *startup* brasileira de mesmo nome, que permite orçamentação em BIM.

É importante notar que o IFRO, bem como as empresas que elaboram projetos para a instituição, fazem o uso de *softwares* e soluções tecnológicas desenvolvidas no Brasil. Um fator diferencial em relação ao apresentado na pesquisa bibliográfica que demonstrou a predominância de programas de autoria de empresas multinacionais que, conforme o caso, também são utilizadas pelo IFRO.

Esse fator se apresenta como um potencial para implementação do BIM na instituição, pois a equipe técnica já possui contato com *softwares* BIM, com os quais o mercado nacional encontra-se alinhado. Além disso, a promoção do uso desses programas pode ser considerada um potencial fator de desenvolvimento socioeconômico ao consumir tecnologia desenvolvida nos parques tecnológicos brasileiros.

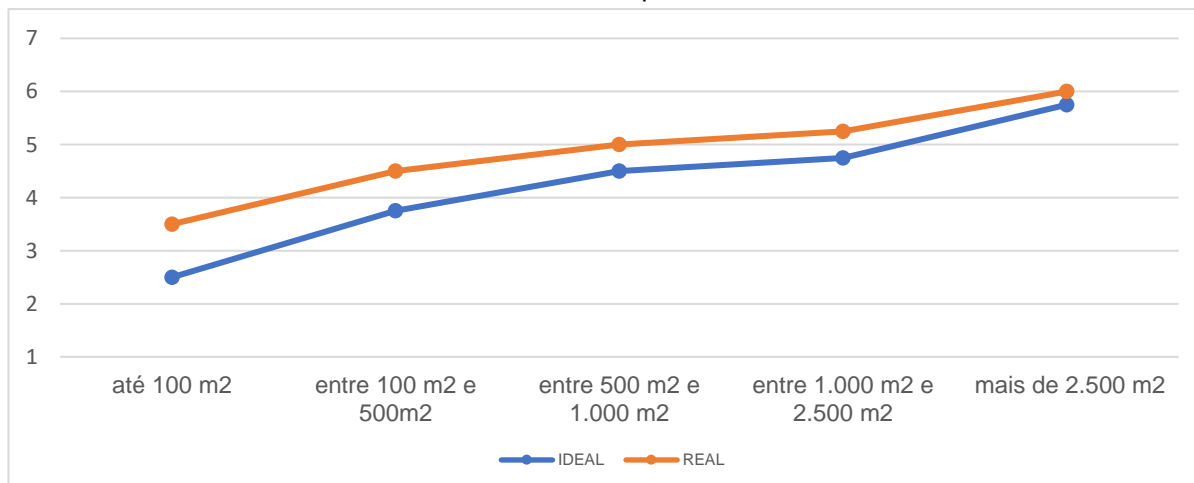
No questionário, também se indagou sobre os *hardwares* empregados no processo de estudo e elaboração de projetos. As respostas revelaram o uso de computadores com capacidade adequada para executar os programas mencionados, além de *notebooks* e *tablets*, sem apresentar *hardwares* ou equipamentos específicos como *drones*, sensores etc. Ressalta-se que os principais estudos para iniciar a elaboração de projetos – topografia e sondagem - são terceirizados.

Assim, é possível notar que o IFRO possui o mínimo de *hardwares* necessários para implementar o BIM, incluindo computadores com capacidade para operar os *softwares* específicos. Para os estudos preliminares à elaboração do projeto, é realizada a contratação de empresa especializada, sendo viável estabelecer critérios na contratação que garantam a entrega de um produto BIM.

Ao questionar sobre a interoperabilidade das informações e colaboração simultânea dos profissionais na elaboração do projeto, foi observado que os projetos complementares (estrutura, elétrica, hidrossanitário etc.) são concebidos simultaneamente, por diferentes profissionais, após a definição do anteprojeto da arquitetura, porém sem integração do seu desenvolvimento, sendo cada elemento elaborado isoladamente com a compatibilização ao final da elaboração de todos os projetos. Essa dinâmica é compatível com o Estágio BIM 1 em que se encontra o IFRO onde, segundo Succar (2009), há a predominância de modelagens 3D com uma interoperabilidade limitada.

O Gráfico 16 apresenta um comparativo entre o tempo considerado ideal para elaborar um projeto e o tempo realmente despendido para tal atividade, considerando área construída da edificação projetada. A partir do gráfico é possível concluir que o processo atualmente estabelecido na Diretoria de Engenharia e Infraestrutura do IFRO apresenta uma insuficiência quanto ao atendimento do prazo idealizado para a elaboração dos projetos, pois os prazos reais têm sido superiores àqueles esperados.

Gráfico 16 - comparativo entre o tempo considerado ideal para elaborar um projeto e o tempo realmente despendido.



Nota: 1: até 30 dias; 2: até 60 dias; 3: até 90 dias; 4: até 120 dias; 5: até 180 dias; 6: até 365 dias; 7: mais de 365 dias.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse contexto, como apresentado no referencial teórico, o BIM se apresenta como um importante instrumento de inovação que permitirá maior celeridade na tomada de decisões e principalmente maior eficiência, contrapondo-se ao cenário de baixa inovação que marca a construção civil (Eastman, 2011a *apud* Back, 2022).

Acerca do fluxo para fiscalização da elaboração de projetos quando há contratação de empresa, o procedimento padrão utilizado é: 1. emissão de ordem de

serviço pelo IFRO; 2. elaboração de projeto pela empresa; 3. análise e aprovação ou solicitação de correções à empresa pelo IFRO; 4. quando apto, recebimento final do projeto e liberação de pagamento do IFRO. Esse fluxo é marcado por etapas sequenciais e não apresenta interoperabilidade através de sistemas, principalmente entre a equipe técnica do IFRO e da empresa, fazendo com que os projetos somente sejam disponibilizados para análise quando prontos, devolvendo-se para correções quando necessário e repetindo o processo. Aqui fica evidenciado novamente a ausência de um processo inovador que apresente maior celeridade.

A partir do entendimento do processo de elaboração de projetos do IFRO e das perguntas específicas que foram apresentadas no questionário, foi possível fazer análise desse processo por meio da Matriz SWOT, conforme o Quadro 11. Para isso, destaca-se que além da percepção dos respondentes, a matriz incorpora apontamentos complementares identificados pelo autor dessa pesquisa, a partir de sua própria experiência de quase 4 anos atuando no setor, sendo mais da metade do período como diretor. As respostas na íntegra poderão ser encontradas no APÊNDICE F – Questionário.

Quadro 11 - Matriz SWOT do processo elaboração de projetos.

<p>Forças (<i>Strengths</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipe com experiência em projetos similares; • Há uma cultura organizacional de capacitação da equipe; • Acesso a tecnologias e ferramentas úteis; • Engajamento da equipe, colaboração e proatividade dos colegas. 	<p>Fraquezas (<i>Weaknesses</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de tecnologias e ferramentas modernizadas; • Ausência ou pouca capacitação para o uso de ferramentas e tecnologias atuais; • Problemas de fluxo, burocracia e processos ineficientes;
<p>Oportunidades (<i>Opportunities</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprimoramento dos instrumentos legais para seleção da empresa a ser contratada; • Contratação de empresas terceirizadas para a elaboração de projetos mais eficientes; • Aumento da equipe técnica do IFRO; • Novas tecnologias que auxiliem na cooperação conjunta • Planejamento e definição antecipada das obras a serem realizadas. 	<p>Ameaças (<i>Threats</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de recursos orçamentários; • Perda de pessoal que compõe a equipe; • Mudanças tecnológicas com dificuldade de acompanhamento; • Mudanças na legislação que exijam reconfiguração dos processos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise do processo de elaboração de projetos evidenciou forças e fraquezas no ambiente interno que podem ser exploradas e aprimoradas através da norma organizacional proposta nesta pesquisa. A implementação do BIM visa melhorar o processo atual, que tem apresentado ineficiências.

A experiência da equipe técnica, seu engajamento, colaboração e proatividade, aliados à cultura organizacional de capacitação e ao acesso a tecnologias e ferramentas existentes, são fatores cruciais para o sucesso da implementação BIM. A adoção do BIM permitirá minimizar as fraquezas identificadas, impactando positivamente as tecnologias utilizadas, possibilitando o uso efetivo de novas ferramentas e a capacitação adequada para seu emprego, além de promover a definição de fluxos e processos mais eficientes.

Embora as ameaças e oportunidades estejam relacionadas ao ambiente externo e não possam ser diretamente controladas pela equipe, a norma proposta permitirá mitigar os efeitos das ameaças e maximizar as oportunidades. Isso inclui a promoção de melhorias nas contratações de empresas para a elaboração de projetos ou execução das obras, a atualização frequente das novas tecnologias emergentes, um melhor planejamento das obras pela alta gestão devido às facilidades proporcionadas pelo BIM, e a aceleração dos processos, o que pode reduzir a sensação de sobrecarga da equipe.

Assim, a norma organizacional proposta não só aborda as fraquezas internas, mas também cria um ambiente mais resiliente e adaptável às mudanças e desafios externos, garantindo uma melhoria contínua na elaboração de projetos no IFRO.

7.2.1.2. Processo de execução e fiscalização de obras

As obras do IFRO são executadas indiretamente, ou seja, por meio da contratação de empresa especializada. Assim, a equipe técnica do IFRO é responsável pela fiscalização da execução desses serviços, garantindo que o interesse e a demanda do órgão sejam cumpridos conforme definido no contrato.

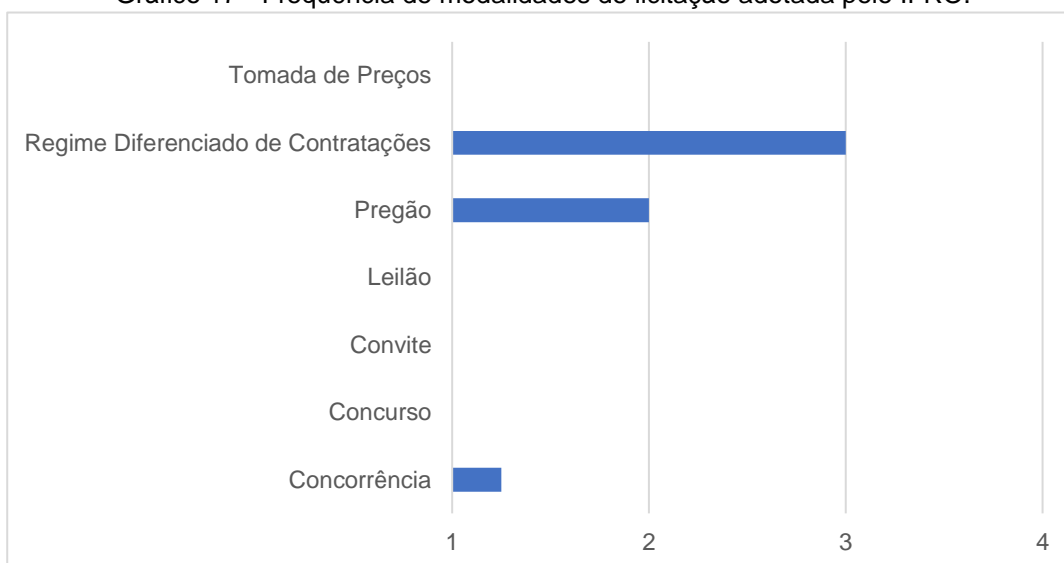
A partir do questionário aplicado foi possível identificar:

- A frequência com que são usadas as modalidades de licitação para contratar a empresa;
- Os mecanismos existentes para orientar os procedimentos para fiscalização de obras, bem como os atores envolvidos no processo;

- Se há divergência entre o prazo e o valor estabelecido no cronograma da obra e quais os eventuais motivos;
- Se há integração entre as fases de projeto, execução e fiscalização da obra por meio do BIM;
- A situação do processo por meio da Matriz SWOT.

As principais modalidades de licitação utilizadas pelo IFRO, pautado nas Leis 8.666/1993 (Brasil, 1993) e 10.520/2002 (Brasil, 2002) seguem representadas no Gráfico 17. É importante esclarecer que as modalidades de licitação, a partir do artigo 28 da Lei 14.133/2021 são: pregão; concorrência; concurso; leilão e diálogo competitivo. Com isso, a predominância de licitações realizadas por Regime Diferenciado de Contratações no IFRO, observada no Gráfico 17, a partir da Nova Lei de Licitações, passará a ser realizada unicamente por concorrência quando se referir a contratação de obras. Acerca da licitação de serviços de engenharia, essa continuará sendo por pregão (Brasil, 2021).

Gráfico 17 - Frequência de modalidades de licitação adotada pelo IFRO.



Nota: 1: muito pouco ou nunca; 2: regularmente; 3: na maioria das vezes; e 4: sempre.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conhecer a modalidade de licitação usualmente utilizada pelo IFRO é importante na definição da norma organizacional para implementação do BIM, pois os critérios estabelecidos na legislação acerca de licitação devem ser cumpridos em todo o processo construtivo, principalmente na fase de elaboração de projeto e definição dos elementos da contratação da execução. Assim conhecendo-se que a concorrência e o pregão serão as modalidades comumente utilizadas, é possível

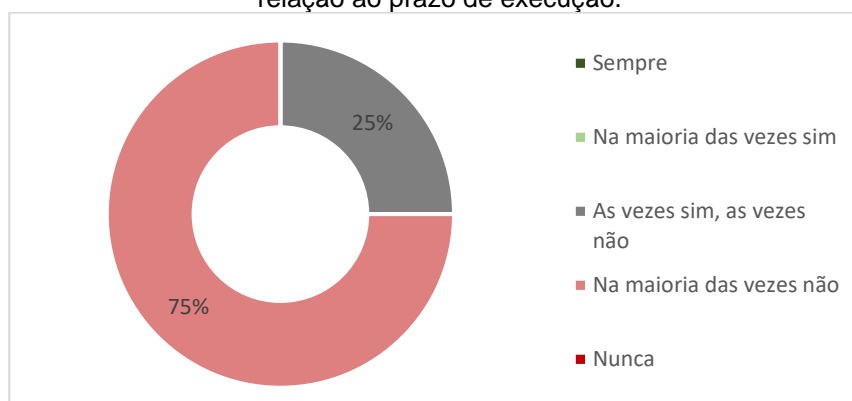
incluir os critérios específicos dessas modalidades no fluxo previsto na norma de implementação do BIM no IFRO.

Foi identificado que o IFRO possui vários documentos que orientam a fiscalização das obras. No entanto, esses documentos não incluem instrumentos específicos da própria instituição. Isso evidencia a ausência de uma normatização formal do processo de fiscalização, destacando uma lacuna significativa que pode ser preenchida pela implementação do BIM no IFRO. Os documentos atualmente utilizados são os seguintes:

- Definições do instrumento de licitação;
- Nova Lei de Licitações (14.133/21).
- Instrução Normativa Nº 05/2017, do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão;
- Instruções técnicas emitidas pelas SEGES;
- Manuais do TCU e documentos similares;

O Gráfico 18 apresenta a percepção dos respondentes quanto à assertividade e adequação à realidade do prazo previsto no cronograma da obra, desconsiderando eventuais impactos por fatores alheios às partes ou por modificações de projeto. A partir disso, é possível observar que a maior frequência percebida é que “na maioria das vezes” o cronograma não é assertivo, seguido pela frequência de “às vezes sim às vezes não”, o que indica que geralmente o cronograma de obra possui inconsistências, não apresentando assertividade nos prazos e, de igual modo, nos custos, o que será abordado a seguir.

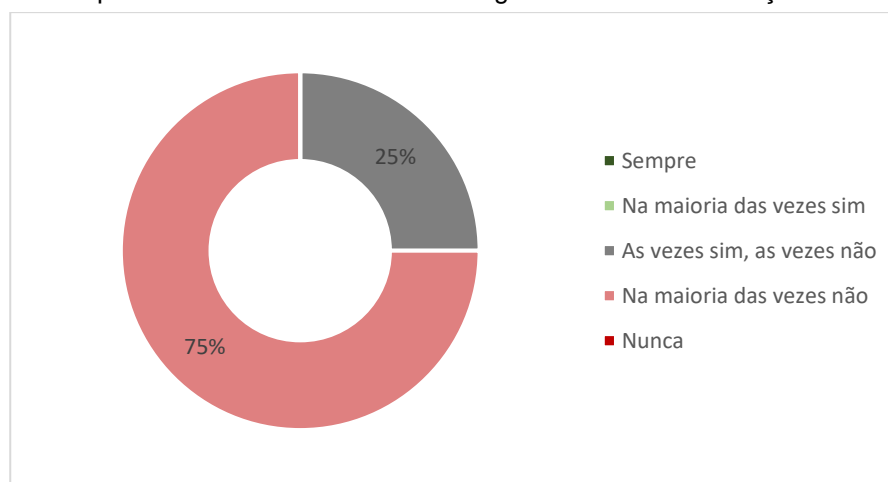
Gráfico 18 - Frequência de assertividade do cronograma da obra em relação ao prazo de execução.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 19 demonstra a percepção dos respondentes quanto ao valor da obra. Com isso, é possível concluir que o cronograma também não tem sido assertivo quanto ao valor estimado da obra.

Gráfico 19 - Frequência de assertividade do cronograma da obra em relação ao valor da obra.



Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante notar que as inconsistências de prazo e custo no planejamento das obras podem resultar em frequentes demandas por aditivos contratuais. Além de atrasos causados pelas próprias inconsistências, esses aditivos podem estender ainda mais o tempo necessário para concluir a obra, devido aos trâmites técnicos, administrativos e jurídicos necessários para formalizar os ajustes.

Os respondentes identificaram várias causas para os problemas no cronograma das obras: projetos e orçamentos elaborados apressadamente, ausência de checklists e padronização nos padrões de projeto, divergências entre os projetos e os quantitativos orçados, e atrasos gerados pelas contratadas. Compreender esses motivos é essencial para que a implementação BIM, conforme previsto na norma organizacional proposta, possa alcançar maior eficiência e assertividade. Isso também demonstra que o BIM é uma solução adequada para abordar as lacunas existentes nos processos do IFRO.

Ao questionar se há algum tipo de interação BIM entre as fases de projeto e a execução e/ou fiscalização da obra, todas as respostas apontaram para a inexistência de mecanismos, ratificando que, quando utilizado, o uso BIM se dá somente durante a elaboração dos projetos.

A partir do entendimento do processo de execução e fiscalização de obras no IFRO e das perguntas específicas que foram apresentadas no questionário, foi possível fazer análise desses processos por meio da Matriz SWOT, conforme o

Quadro 12 e o Quadro 13. Para isso, destaca-se que além da percepção dos respondentes, a matriz incorpora apontamentos complementares identificados pelo autor dessa pesquisa, a partir de sua própria experiência de quase 4 anos atuando no setor, sendo mais da metade do período como diretor. As respostas na íntegra poderão ser encontradas no APÊNDICE F – Questionário.

Quadro 12 - Matriz SWOT do processo de execução de obras.

<p>Forças (<i>Strenghts</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedimentos claros e concisos para o executor da obra; • Bons documentos e instrumentos licitatórios que definem as obrigações da contratada; • Os projetos têm sido cada vez mais assertivos. 	<p>Fraquezas (<i>Weaknesses</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falhas de projeto; • Falhas na elaboração do orçamento estimativo; • Definições ineficientes para a seleção da empresa responsável pela execução da obra.
<p>Oportunidades (<i>Oportunities</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parceiros (contratados) mais eficientes; • Novas tecnologias que auxiliem; • Cooperação conjunta com outros setores; • Existência de fiscalização efetiva permanente nas obras; • Existência de servidores técnicos em cada unidade que possam acompanhar diariamente as execuções; • Empenho da contratada para executar. 	<p>Ameaças (<i>Threats</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de recursos orçamentários; • Problemas com logística e clima; • Mudanças tecnológicas constantes com dificuldade de acompanhamento; • Empresa responsável pela execução com pouco fluxo de caixa; • Paralisação de obra por fatores alheios; • Acidente de trabalho; • Acidente de trânsito em viagem; • Colapso ou acidente estrutural na fase de execução; • Roubos e perdas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, no Quadro 13, há a Matriz SWOT do processo de fiscalização da execução de obras que se dá de forma indireta, ou seja, mediante empresa contratada.

Quadro 13 - Matriz SWOT do processo de fiscalização da execução de obras.

<p>Forças (<i>Strengths</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existem procedimentos, ainda que incompletos e não formalizados, que norteiam a equipe de fiscalização; • Bons documentos e instrumentos licitatórios que definem as obrigações da contratada e experiência da equipe para acompanhar o processo; • Empenho da equipe para solucionar os problemas e entregar as obras; • Engajamento e cooperação entre os fiscais. 	<p>Fraquezas (<i>Weaknesses</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alto volume de serviços a serem fiscalizados em pouco tempo por conta das viagens e diárias serem limitantes e a equipe de engenharia ser centralizada na reitoria; • Alto volume de demandas e carga horária incompatível entre a dedicada à fiscalização e as demais atribuições dos servidores; • Falta de definição formal de procedimentos.
<p>Oportunidades (<i>Opportunities</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cooperação conjunta com outros setores; • Autorização para existência de fiscalização permanente nas obras; • Alocação de servidores habilitados em engenharia e arquitetura em cada unidade que possam acompanhar diariamente as execuções; 	<p>Ameaças (<i>Threats</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paralisação de obra por fatores alheios; • Execução inadequada pela Contratada e conflitos dessa com a equipe; • Falta de recursos orçamentários; • Perda de pessoal que compõe a equipe; • Mudanças tecnológicas com dificuldade de acompanhamento; • Mudanças na legislação que exijam reconfiguração dos processos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise dos processos de execução e fiscalização de obras no IFRO revelou uma série de desafios e oportunidades cruciais para a melhoria contínua da gestão de infraestrutura. Internamente, foram identificadas forças como a competência técnica da equipe e a existência de documentos e instrumentos licitatórios bem estruturados, porém também foram destacadas fraquezas, incluindo a falta de procedimentos formalizados, as falhas de projetos, a necessidade de mecanismos para melhor seleção da contratada e a sensação de sobrecarga da equipe. A implementação BIM se apresenta como uma estratégia promissora para superar essas limitações, proporcionando maior precisão nos projetos, elaboração de orçamentos mais acurados e seleção mais eficiente das empresas executoras.

Além das questões internas, o estudo identificou ameaças e oportunidades externas que influenciam diretamente a eficácia dos processos. A instabilidade econômica, as variações na legislação, a possibilidade de redução da equipe e fatores diretamente ligados à obra, como acidentes de trabalho, representam ameaças significativas. Em contrapartida, a possibilidade de parcerias estratégicas que tornem o processo de fiscalização mais robusto, somado à melhoria no processo de

contratação de empresas e a introdução de novas tecnologias representam oportunidades valiosas para a instituição.

Assim, a norma organizacional proposta visa não somente corrigir deficiências internas, mas busca estabelecer um ambiente institucional que fomente a inovação e aprimore continuamente os processos de execução e fiscalização de obras no IFRO. Ao adotar o BIM e fortalecer a gestão através de procedimentos claros e parcerias estratégicas com as responsabilidades bem delimitadas, a instituição estará melhor preparada para enfrentar os desafios presentes e futuros, garantindo não apenas a eficiência operacional, mas também o alinhamento com as melhores práticas do setor de infraestrutura.

7.2.2. Classificação do Estágio BIM e percepção de disposição para mudança

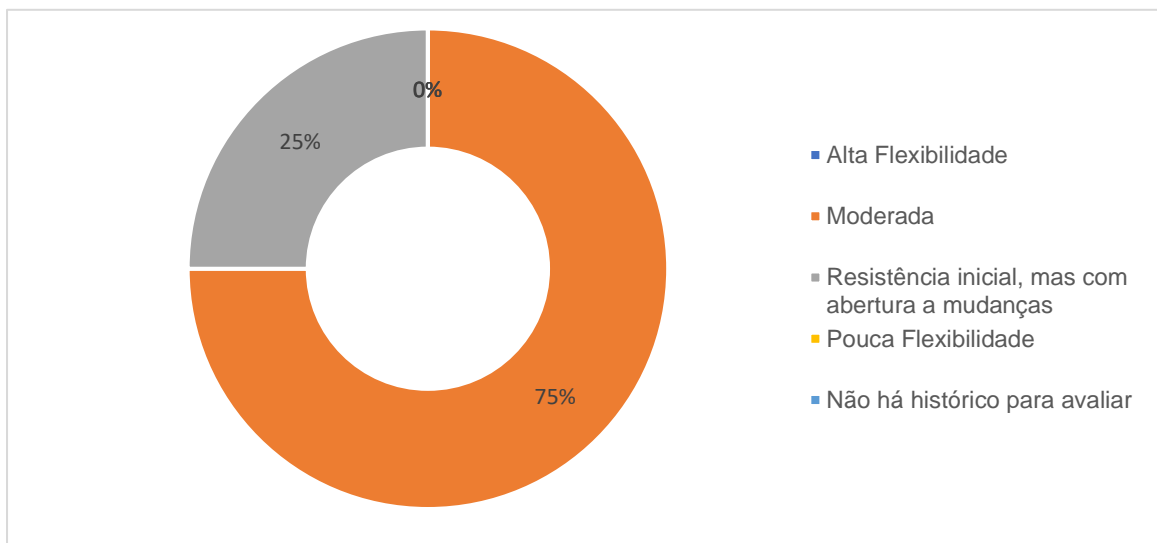
A classificação do Estágio BIM se deu a partir das perguntas constantes no formulário, em consonância com as definições de Succar (2009), expostas no Quadro 7 do referencial teórico.

A partir disso, foi possível observar que o IFRO se encontra no Estágio 1 do BIM, com uma modelagem baseada no objeto, onde o seu uso se dá parcialmente, a partir da modelagem baseada em objetos paramétricos em *softwares* 3D, mas os modelos são usados apenas para visualização tridimensional, sem modificação dos atributos paramétricos. Além disso, ainda são produzidos documentos bidimensionais (2D) e a interoperabilidade é limitada. Geralmente, os modelos são criados apenas para uma única disciplina e destinam-se principalmente à visualização em 3D (Succar, 2009).

Essa classificação foi possível porque, na pergunta fechada que avalia a percepção dos respondentes sobre a maturidade do uso do BIM, 100% das respostas válidas indicaram que o uso do BIM se dá em configurações características do Estágio BIM 1. Além disso, a análise dos processos de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras confirmou essa percepção.

Além disso, foi possível identificar a disposição da equipe técnica para adotar e incorporar novos recursos, tecnologias ou processos. Esse fator é altamente relevante a se considerar quando busca evoluir o estágio BIM da instituição. As respostas estão no Gráfico 20.

Gráfico 20 -- Disposição da equipe técnica para adotar e incorporar novos recursos, tecnologias ou processos



Nota: alternativas completas:

- Alta flexibilidade e entusiasmo para adotar novos recursos.
- Flexibilidade moderada, com disposição para considerar mudanças, mas com algum grau de cautela.
- Resistência inicial, mas aberta a experimentar novidades com o tempo.
- Pouca flexibilidade e relutância em adotar novas tecnologias ou processos.
- Não se aplica, pois não há histórico de implementação de novos recursos ou mudanças processuais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do Gráfico 20 é possível observar que apesar de a equipe apresentar certa resistência para as mudanças processuais, ela tem, segundo a sua própria percepção, predominância de uma flexibilidade moderada onde as mudanças são consideradas com um grau de cautela. Isso indica a viabilidade de ações para maior implementação do BIM, desde que haja medidas contingenciais para aprimorar o diálogo com os envolvidos buscando envolver suas propostas nas soluções a serem adotadas e fortalecendo sua conscientização quanto à necessidade emergente.

A norma organizacional propõe a formação de uma equipe responsável pela definição do Plano de Implementação BIM do IFRO, composta por representantes da Diretoria de Engenharia e Infraestrutura, Diretoria de Administração (especialmente em licitação e contratos), e Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional. Se necessário, poderá contar com o apoio de professores de engenharia e arquitetura dos campi como colaboradores eventuais ou membros permanentes da equipe. Esta abordagem visa assegurar que os fluxos e processos detalhados sejam pela própria equipe, que possui experiência cotidiana nos processos do IFRO, minimizando eventuais resistências ao Plano de Implementação BIM.

7.3. PROPOSTA DE NORMA ORGANIZACIONAL PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM NO IFRO

A proposta de norma organizacional apresenta a definição das fases e ciclo de vida das edificações do IFRO e do uso BIM previsto para elas, detalhando os objetivos institucionais e as responsabilidades dos envolvidos na implementação da tecnologia nos processos da instituição.

Para isso, a norma prevê a criação de uma equipe responsável pela elaboração do Plano de Implementação BIM no IFRO, que definirá como essa implementação ocorrerá, visando que a instituição atinja o Estágio BIM 2 e, após isso, dê os primeiros passos para alcançar os próximos estágios: Estágio BIM 3 e IPD.

Além dessas definições, a norma estabelece os seguintes elementos:

- Especificação das responsabilidades da equipe responsável pela elaboração e efetivação do Plano de Implementação BIM no IFRO;
- Detalhamento dos casos de uso BIM definidos para a instituição e orientações acerca dos fluxos de processos que deverão ser detalhados no Plano de Implementação BIM.
- Estabelecimento de padrões de informações, incluindo:
 - Formatos, extensões, qualidade e ferramentas;
 - Níveis de Desenvolvimento (LOD) para cada uso BIM previsto;
 - Aspectos legais, exemplos e bibliografia a serem observados durante a implementação BIM.
- Diretrizes a serem observadas no Plano de Implementação BIM para definição de:
 - Infraestrutura e tecnologia;
 - Interoperabilidade e procedimentos de comunicação;
 - Estratégias e requisitos para a contratação de serviços BIM;
 - Processos de ajuste e controle da qualidade dos modelos;
 - Elaboração e execução de projeto-piloto delineado pelos objetivos institucionais expressos na norma.

A partir dessa proposta de norma que define O QUE deve ser feito para efetivar a implementação do BIM e a posterior elaboração do Plano de Implementação BIM, que definirá COMO os processos BIM serão implementados, o IFRO poderá avançar para outros estágios BIM.

Esse avanço garantirá melhorias nos processos de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras, ao alcançar o Estágio BIM 2, que é marcado pela

colaboração entre as diferentes disciplinas do projeto e a interoperabilidade entre as diversas fases do ciclo de vida do empreendimento, seja por meio de arquivos nativos ou por sistemas de dados neutros, como a extensão IFC (SUCCAR, 2009).

Além disso, espera-se que o IFRO continue avançando gradativamente para os próximos estágios, o que proporcionará diversos benefícios que não são objeto deste estudo, pois englobam, resumidamente, as fases operação e manutenção das edificações.

8. ENTREGÁVEIS DE ACORDO COM OS PRODUTOS DO TCC

Serão apresentados os seguintes entregáveis:

1. Matriz de SWOT (FOFA) sendo um Anexo do texto dissertativo do TCC.
2. Figura Diagrama do Modelo de Negócio CANVAS como um Anexo do texto dissertativo do TCC.
3. Pelo menos 01 artigo em avaliação ou já publicado por revista Qualis B3 ou mais da área do PROFNIT, em coautoria do discente e do orientador pelo menos, sendo um Anexo do texto dissertativo do TCC.
4. Texto Dissertativo no formato mínimo do PROFNIT Nacional.
5. Norma Organizacional de Implementação do BIM no IFRO.

9. CONCLUSÕES

Este estudo investigou a situação atual do IFRO nos processos de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras buscando compreendê-los e identificar qual a maturidade do uso BIM na instituição. A pesquisa revelou que, apesar do reconhecimento dos benefícios do BIM, a sua adoção está em fases iniciais e que o IFRO se encontra no Estágio BIM 1.

Por meio da aplicação de questionário à equipe da Diretoria de Engenharia e Infraestrutura (DEINF) e da análise dos processos por meio da Matriz SWOT, foi possível identificar as suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. Entre as forças destacam-se o engajamento, colaboração e proatividade da equipe, além da cultura organizacional de capacitação e acesso a tecnologias. Nas fraquezas ficou evidente a falta de procedimentos formalizados, inconsistências nos projetos, a necessidade de melhores mecanismos de seleção de contratadas e a sensação de sobrecarga da equipe.

Externamente, foram identificadas ameaças como instabilidade econômica, variações na legislação, possibilidade de redução da equipe e fatores diretamente ligados à obra, como acidentes de trabalho. Em contrapartida, as oportunidades percebidas incluem parcerias estratégicas, melhorias no processo de contratação de empresas, introdução de novas tecnologias e melhor planejamento das obras pela alta gestão.

Diante disso, a compreensão dos processos do IFRO, aliada ao entendimento do estado da arte do BIM no Brasil e no mundo, forneceu uma base sólida que possibilitou desenvolver uma proposta de norma organizacional fundamentada nas melhores práticas e conhecimentos adquiridos, visando a implementação BIM no IFRO.

Essa proposta de norma abrange desde a designação de uma equipe responsável pela elaboração e execução do Plano de Implementação BIM, até a definição dos padrões de informação e diretrizes para definição da infraestrutura tecnológica, interoperabilidade e estratégias de contratação. A implementação da norma permitirá ao IFRO avançar para o Estágio BIM 2, melhorando a qualidade dos projetos, reduzindo erros, aumentando a eficiência das obras, aprimorando, assim, os processos de elaboração de projetos, execução e fiscalização das obras.

O percurso de formação do programa de mestrado possibilitou que os conhecimentos adquiridos nas disciplinas e atividades do PROFNIT fossem aplicados no desenvolvimento deste trabalho. Nesse contexto, a pesquisa permitiu a prática dos principais métodos aprendidos em sala de aula, como a prospecção tecnológica, que embasou o conhecimento sobre a situação atual do BIM no Brasil e no mundo e assegurou que a norma proposta fosse fundamentada nas tecnologias e métodos atuais. Além disso, foram incorporados ao trabalho os conhecimentos adquiridos nas disciplinas do programa, como aqueles voltados às políticas públicas e à transferência de tecnologia, além das metodologias para o desenvolvimento da pesquisa, dentre outros.

Portanto, a pesquisa possibilitou a aplicação prática do conteúdo aprendido e a proposição de um produto de grande valor tanto para o pesquisador quanto para o IFRO. A norma proposta poderá não apenas melhorar os fluxos e processos da DEINF, mas também contribuir para um ambiente organizacional mais eficiente, o que, por sua vez, promoverá a educação pública no estado de Rondônia.

10. PERSPECTIVAS FUTURAS

Este trabalho apresenta meios para que o IFRO aprimore os seus processos de elaboração de projetos, execução e fiscalização de obras mediante a implementação BIM. Assim, o uso do BIM se dará nas fases dos ciclos pré-obra e obra, abrangendo desde a concepção do empreendimento até o seu comissionamento, ou seja, sua entrega para uso. Este trabalho, no entanto, não aborda o ciclo pós-obra, que envolve o uso, a operação, a manutenção e o monitoramento.

Diante disso, trabalhos futuros poderão estudar a implementação do BIM no IFRO para o ciclo pós-obra, permitindo que a instituição atinja o Estágio BIM 3 e, posteriormente, a Integrated Project Delivery (IPD). Também é possível que sejam realizados estudos para analisar a efetividade da aplicação da norma proposta e do Plano de Implementação BIM a ser desenvolvido.

Além disso, é possível que haja a replicação do produto resultante deste estudo para as demais instituições integrantes da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica; Universidades Federais e/ou outras organizações com estrutura semelhante.

REFERÊNCIAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; Grant Thornton; SIENGE. **Mapeamento de Maturidade BIM no Brasil**. Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://conteudo.sienge.com.br/mapeamento-maturidade-bim-no-brasil-2022>. Acesso em: 23 abr. 2023.

ABUMOEILAK, Lama *et al.* Critical Success Factors for Building Information Modeling Implementation as a Sustainable Construction Practice in the UAE. **Buildings**, v. 13, n. 6, p. 1406, 2023.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resultado da busca por “NBR 15965” na página de consulta do catálogo**. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/grd.aspx>. Acesso em: 06 jun. 2023.

AKA, Adefemi *et al.* Assessing the relationships between underlying strategies for effective building information modeling (BIM) implementation in Nigeria construction industry. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 17, n. 5-6, p. 434-446, 2021.

AKOBENG, Anthony Kwaku. Understanding systematic reviews and meta-analysis. **Archives of Disease in Childhood**, [S. l.], v. 90, n. 8, p. 845-848, 2005.

ALTASSAN, Abdulrahman *et al.* A Qualitative Investigation of the Obstacles Inherent in the Implementation of Building Information Modeling (BIM). **Buildings**, v. 13, n. 3, p. 700, 2023.

ASSAFIM, Marcelo. **A transferência de tecnologia no Brasil: aspectos contratuais e concorrenciais de propriedade industrial**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005.

AUTODESK. **Projeto assistido por computador - software CAD**. [2023?]. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-software>. Acesso em: 22 abr. 2023.

BACK, Rodrigo Buss. **Inovação de processos no Governo do Estado de Rondônia: estratégia para implantação de Building Information Modeling na Secretaria Estadual de Obras e Serviços Públicos**. 2022. 128 p. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) – Instituto Federal de Rondônia, *Campus* Porto Velho Zona Norte. Porto Velho, Rondônia, 2022.

BACK, Rodrigo Buss; AMARO LIMA, Váldeson. **Estratégia para implantação de Building Information Modeling (BIM) no Governo do Estado de Rondônia (Brasil)**. 2021. Anais 1. XIX Congresso ALTEC, 27 a 29 de outubro - 2021, Lima, Perú. Disponível em: <http://3.143.189.23/handle/20.500.13048/1967>. Acesso em: 29 maio 2023.

BARROS, Fernando da Costa. MELO, Humberto Coelho de. Estudo sobre os benefícios do BIM na interoperabilidade de projetos. **Revista Científica**

Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 01, Vol. 08, pp. 74-91. Janeiro de 2020. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenhariacivil/interoperabilidade-de-projetos>>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/interoperabilidade-deprojetos>. Acesso em: 29 maio 2023.

BRAGA JR, Edi; PIO, Marcello; ANTUNES, Adelaide. **O processo de transferência de tecnologia na indústria têxtil.** Journal of technology management & innovation, v. 4, n. 1, p. 125-133, 2009.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, p. 8269-8288, 22 jun. 1993, republicado em 6 jul. 1994 e retificado em 6 jul. 1994.

BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial da União,** Brasília, DF, 15 maio 1996.

BRASIL. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União,** Brasília, 18 maio 2018.

BRASIL. Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, 20 fev. 1998, retificado em 25 fev. 1998.

BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União,** Brasília, 23 ago. 2019.

BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 65, p 5-7, 03 abr, 2020.

BRASIL. Decreto nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling - BIM BR.. **Diário Oficial da União,** Brasília, 23 jan. 2024.

BRASIL. Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002. Institui, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição

de bens e serviços comuns, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 18 jul. 2002 e retificado em 30 jul. 2002.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 61-F, p 1-27, 03 abr. 2020.

CATELANI, Wilton Silva. **Coletânea Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**: Formas de contratação BIM - Parte 5. Câmara Brasileira da Indústria da Construção–CBIC. Brasília, DF, 2016c.

CATELANI, Wilton Silva. **Coletânea Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**: Fundamentos BIM - Parte 1. Câmara Brasileira da Indústria da Construção–CBIC. Brasília, DF, 2016a.

CATELANI, Wilton Silva. **Coletânea Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**: Implementação BIM - Parte 2. Câmara Brasileira da Indústria da Construção–CBIC. Brasília, DF, 2016b.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Representação, Articulação e Produção de Conhecimento para a Indústria da Construção** - História. [2023?]. Disponível em: <https://cbic.org.br/institucional/>. Acesso em: 30 maio 2023.

COAN, *et al.* Implantação do Building Information Modeling aos projetos de engenharia do sistema federal Brasileiro. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 06, Ed. 12, Vol. 01, pp. 84-110. Dezembro de 2021. ISSN: 2448-0959, Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/projetos-de-engenharia>. Acesso em: 29 maio 2023.

EADIE, Robert *et al.* BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in construction**, v. 36, p. 145-151, 2013.

EASTMAN, Chuck *et al.* **A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. BIM handbook, v. 2, p. 147-150, 2011.

ENSHASSI, Mohammed A.; AL HALLAQ, Khalid A.; TAYEH, Bassam A. Limitation factors of building information modeling (BIM) implementation. **The Open Construction & Building Technology Journal**, v. 13, n. 1, 2019.

FAGHIHI, Vahid *et al.* Effects of Contractual Challenges in Building Information Modeling on Successful Implementation. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 14, n. 4, p. 05022003, 2022.

FREY, Irineu Afonso; TONHOLO, Josealdo; QUINTELLA, Cristina M. PROFNIT, **Conceitos e aplicações de Transferência de Tecnologia**; V. 1. Salvador (BA): IFBA, 2019. Disponível em: <http://fortec.org.br/documentos/materias/>. Acesso em: 06 jun. 2023.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.

GIL, Antonio Carlos *et al.* **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

HYARAT, E.; HYARAT, T.; AL KUISI, M. Barriers to the Implementation of Building Information Modeling among Jordanian AEC Companies. **Buildings**. (2022).

IFRO – Instituto Federal de Rondônia. **Apresentação: Breve Histórico da IES**. [Rondônia], publicado em 2016. Revisado em 2022. Disponível em: <https://portal.ifro.edu.br/sobre-o-ifro>. Acesso em: 29 set. 2023.

IFRO – Instituto Federal de Rondônia. **Portaria Nº 1963/REIT - CGAB/IFRO, de 26/09/2023**. Atualiza a lotação dos servidores da Reitoria do IFRO. Porto Velho/RO, 2023a.

IFRO – Instituto Federal de Rondônia. **Relatório de Gestão 2022**. Porto Velho/RO, 2023b. Disponível em: <https://portal.ifro.edu.br/relatorio-de-gestao>. Acesso em: 29 set. 2023.

IFRO – Instituto Federal de Rondônia. **Resolução Nº 65/CONSUP/IFRO, de 29/12/2015**. Dispõe sobre o Regimento Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia. Porto Velho/RO, 2015.

INPI. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Instrução Normativa INPI/PR nº 99, de 08 de fevereiro de 2019. Estabelece normas e diretrizes para a execução dos procedimentos relativos ao processamento de pedidos de patente. **Revista Eletrônica da Propriedade Industrial**, Brasília, DF, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/legislacao>>. Acesso em: 13 jul 2024.

JESUS, Leandro; MACIEIRA, André. **Repensando a gestão por meio de processos** – Como BIM pode transformar negócios e gerar crescimento e lucro. Rio de Janeiro: Algo Mais, v. 1, 2014.

JIANG, Rui *et al.* Government efforts and roadmaps for building information modeling implementation: Lessons from Singapore, the UK and the US. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 29, n. 2, p. 782-818, 2022.

JOIA, Andre Antunes Luiz Antonio. **Gestão estratégica da tecnologia da informação**. Editora FGV, 2012.

JONES, Stephen A. DODGE DATA & ANALYTICS. **Accelerating Digital Transformation Through BIM**. Dodge Data & Analytics, 2021. Disponível em: <https://www.construction.com/resource/digital-transformation-through-bim/>. Acesso em: 03 jun. 2023.

KREIDER, R.; MESSNER, J. The uses of BIM: Classifying and selecting BIM uses version 0.9. **Penn State Computer Integrated Construction**, 2013.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica**. In: Fundamentos da metodologia científica. 2010. p. 320-320.

LIAO, Longhui; TEO, Evelyn Ai Lin; CHANG, Ruidong. Reducing critical hindrances to building information modeling implementation: the case of the Singapore construction industry. **Applied Sciences**, v. 9, n. 18, p. 3833, 2019.

SUCCAR, Bilal. Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n.3, p. 357-375, 2009.

LINDBLAD, Hannes. Black boxing BIM: The public client's strategy in BIM implementation. **Construction management and economics**, v. 37, n. 1, p. 1-12, 2019.

MAÇÃES, Manuel. **Inovação de Processos e Sustentabilidade Organizacional: Estudo de Caso**. e3-Revista de Economia, Empresas e Empreendedores na CPLP, v. 8, n. 2, p. 027-041, 2022.

MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 18, n. 22, p. 152-152, 2011.

MESSNER, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C., and Zikic, N. (EM DESENVOLVIMENTO). **BIM Project Execution Planning Guide**, versão 3.0. Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, University Park. Pensilvânia, Estados Unidos. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>>. Acesso em: 03 jul. 2024.

MIETTINEN, Reijo; PAAVOLA, Sami. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in construction**, v. 43, p. 84-91, 2014.

MORCEIRO, Paulo César. **Nova classificação de intensidade tecnológica da OCDE e a posição do Brasil**. Setor Externo: Equilíbrio Com Um Ar de Dúvida, v. 8, 2019.

NBIM-US. National BIM Standard, United States. **Perguntas frequentes sobre o padrão nacional BIM - Estados Unidos** (em tradução livre). Disponível em: <https://www.nationalbimstandard.org/faqs#faq1>. Acesso em: 22 abr. 2023.

OCDE - Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento. **Manual de Oslo**: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. 2005.

OLANREWAJU, Oludolapo Ibrahim *et al.* Drivers for implementation of building information modeling (BIM) within the Nigerian construction industry. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, v. 26, n. 3, p. 366-386, 2021.

OLIVEIRA, Emerson Viana de; Z AidAN, Fernando Hadad. Implementação da modelagem da informação da construção (BIM) em projetos pesquisa e proposta de melhoria no contexto da governança, risco e conformidade (GRC). **Exacta**, v. 20, n. 4, p. 810-831, 2022.

OLUGBOYEGA, Oluseye. Differential relationships in the BIM implementation process in a developing country: the role of essential BIM implementation strategies. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2023.

OZORHON, Beliz; KARAHAN, Ugur. Critical success factors of building information modeling implementation. **Journal of management in engineering**, v. 33, n. 3, p. 04016054, 2017.

PANERU, Suman *et al.* An Exploratory Investigation of Implementation of Building Information Modeling in Nepalese Architecture–Engineering–Construction Industry. **Buildings**, v. 13, n. 2, p. 552, 2023.

PASSOS, Jorge Miguel Afonso de. **A competência tecnológica do sistema Computer Aided Design (CAD) no design de novos conceitos espaciais: um caso de estudo**. 2018. Dissertação (Mestrado em Design Integrado) – Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2017.

PICCOLI, Marcia Speguen de Quadros; STECANELLA, Nilda. Popularização da ciência: uma revisão sistemática de literatura. **Educação e Pesquisa: Revista da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo**, v. 49, n. 1, p. 33, 2023.

PRADELLA, Simone; FURTADO, João Carlos; KIPPER, Liane Mahimann. **Gestão de Processos: da Teoria à Prática – Aplicando a Metodologia de Simulação para a Otimização do Redesenho de Processos**. São Paulo, Editora Atlas, 2016.

PROFNIT. **Cartilha PROFNIT de Produtos Técnico-Tecnológicos e Bibliográficos**: Subsídio para o desenvolvimento de Trabalhos de Conclusão de Curso. Brasil, 2021. Disponível em: <https://profnit.org.br/wp-content/uploads/2021/11/TCC-Cartilha-de-Prod-Tecnico-Tecnologicos-e-Bibliograficos-em-211018o-enviada-para-publicacao-em-04nov21.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2023.

QUINTELLA, Cristina M.; SILVA, Glória Maria Marinho. **PROFNIT, Metodologia da pesquisa científico-tecnológica e inovação**; V.1. Salvador (BA). IFBA, 2021. Disponível em: <https://profnit.org.br/wp-content/uploads/2022/05/PROFNIT-Serie-Metodologia-da-Pesquisa-Volume-1-Final-publicado.pdf>. Acesso em 07 jul. 2023.

RANI, Hafnidar A. *et al.* Critical government strategies for enhancing building information modeling implementation in Indonesia. **Infrastructures**, v. 8, n. 3, p. 57, 2023.

RIBEIRO, Núbia Moura. **PROFNIT, Prospecção tecnológica**; V.1. Salvador (BA). IFBA, 2018. Disponível em: <https://profnit.org.br/wp-content/uploads/2018/08/PROFNIT-Serie-Prospeccao-Tecnologica-Volume-1-1.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2023.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3. ed. Ver. e Amp. São Paulo: Atlas, 2012.

SAMIMPAY, Rozita; SAGHATFOROUSH, Ehsan. Benefits of implementing building information modeling (BIM) in infrastructure projects. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, v. 10, n. 2, p. 123-140, 2020.

SANTANA, Leonardo. **BIM no mundo: a revolução mundial da construção inteligente**. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/bim-no-mundo/>. Acesso em 23 abr. 2022.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda; ANTUNES, Cristiano Eduardo; BALBINOT, Guilherme Bastos. Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia BIM. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, v. 6, n. 12, p. 134-155, 2014.

SANTOS, Carlos César Ribeiro *et al.* Inovação de processos: fundamentos teóricos, casos e aplicações na transição para Indústria 4.0. *Revista Produção Online*, v. 22, n. 2, p. 2809-2832, 2022.

SANTOS, Renan Félix dos; et.al. Estudo da Modelagem do Software Revit com foco nas Inovações da Tecnologia BIM. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Edição 09. Ano 02, Vol. 05. pp 30-50, dez. 2017.

SODRÉ, Wyllyam Washington Borges. Tecnologia BIM: A importância do decreto 10306 na democratização da metodologia no país. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 06, Ed. 12, Vol. 07, pp. 66-85. Dezembro de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/decreto-10306>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/decreto-10306. Acesso em: 29 maio 2023.

SUCCAR, Bilal. Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, v. 18, n.3, p. 357-375, 2009.

SULIYANTI, Widya Nita; SARI, Riri Fitri. Blockchain-based implementation of building information modeling information using hyperledger composer. *Sustainability*, v. 13, n. 1, p. 321, 2020.

TIDD, Joe; BESSANT, Joe. **Gestão da inovação**. Bookman Editora, 2015.

WAQAR, Ahsan *et al.* Implementing building information modeling (BIM) for the success of geotechnical offshore construction projects: malaysian construction industry. *Quality & Quantity*, p. 1-26, 2023.

YUSOFF, Seri Nanisa Sima; BRAHIM, Juliana. Implementation of building information modeling (Bim) for social heritage buildings in kuala

lumpur. **International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology**, v. 12, n. 1, p. 88-99, 2021.

YUSUF, Anthony Olukayode *et al.* Capability improvement measures of the public sector for implementation of building information modeling in construction projects. **Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal**, v. 14, n. 1, p. 2710-2730, 2022.

APÊNDICE A – MATRIZ FOFA (SWOT)

	AJUDA	ATRAPALHA
<p>INTERNA (Organização)</p>	<p>FORÇAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Equipe do IFRO com expertise em obras públicas; 2. Cultura de Inovação Processual no IFRO; 3. O IFRO possui a intenção de implementar o BIM; 4. Há conhecimento técnico no IFRO sobre o BIM; 5. O IFRO possui histórico de investimento em capacitação de pessoal; 6. O IFRO já contratou projetos em BIM; 	<p>FRAQUEZAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Não há <i>softwares</i> de BIM no IFRO; 2. Demanda financeira para capacitação de pessoal e contratação de <i>softwares</i>; 3. Eventual resistência da equipe na adesão ao produto;
<p>EXTERNA (Ambiente)</p>	<p>OPORTUNIDADES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Antecipação à Estratégia BIM BR, em atendimento ao Decreto 10.306/2020; 2. Possibilidade de replicação para os demais Institutos e/ou Universidades Federais 3. Diversidade de empresas atuando com o BIM; 4. Outros órgãos públicos já implementaram o BIM em seus processos; 5. Maior celeridade e transparência nos processos perante a sociedade e órgãos de controle. 	<p>AMEAÇAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Necessidade de adequação do produto à Lei de Licitações para não limitar a concorrência nas licitações; 2. Limitações orçamentárias; 3. Pouca variedade de softwares que permitam a integração total de todas as etapas do BIM.

APÊNDICE B – MODELO DE NEGÓCIO CANVAS

Parcerias Chave: 1. Órgãos públicos que já implementaram o BIM;	Atividades Chave: 1. Capacitação dos envolvidos; 2. Utilização de <i>softwares</i> de BIM; 3. Envolvimento do quadro técnico;	Propostas de Valor: 1. Agilidade; 2. Otimização de custos; 3. Eficiência nos processos; 4. Transparência; 5. Interoperabilidade;	Relacionamento: 1. Ferramentas de gestão de processo;	Segmentos de Clientes: 1. Administração Pública; 2. Prestadores de serviços de engenharia;
	Recursos Chave: 1. <i>Softwares</i> de BIM; 2. Equipamentos de TI apropriados para o uso do BIM;		Canais: 1. Portaria Institucional; 2. Normatização de Processo;	
Estrutura de Custos: 1. Contratação de <i>softwares</i> em BIM; 2. Eventual aquisição de equipamentos de TI (computadores) apropriados para o BIM; 3. Capacitação do corpo técnico do IFRO;			Fontes de Receita: 1. Orçamento previsto na LOA	

APÊNDICE C – BUSCA DE ANTERIORIDADE

RELATÓRIO DE PESQUISA EM BANCOS DE DADOS

Busca prévia de anterioridade em documentos de patentes e outras publicações técnicas

Nome do Responsável: John Alison Ribeiro da Costa Maia

Campus: Porto Velho Zona Norte **Data:** Ago. a Nov./2023

Título da Tecnologia: Building Modeling Information – BIM

OBJETO DA PESQUISA: Verificar anterioridade da tecnologia BIM.

BANCO E BASES DE DADOS CONSULTADOS:

- **PATENTES:**
 - INPI - Base de dados de Patente e Modelo de Utilidade (Brasil);
 - Espacenet - European Patent Office (diversos países);
- **SOFTWARES** (consulta complementar sobre a anterioridade no Brasil):
 - INPI - Base de dados de Patente e Modelo de Utilidade (Brasil);
- **PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS:**
 - Portal de Periódicos CAPES (diversos países);
 - Base de Dados Scopus (diversos países).
- **NORMAS E ESTRATÉGIAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM ÓRGÃOS PÚBLICOS**
 - Consulta aberta no Google Search.
- **CASOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM OUTRAS INSTITUIÇÕES DA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**
 - Consulta no site de cada instituição.

ESTRATÉGIA DE BUSCA:

Busca Simples e Avançada nas bases de dados citadas, utilizando-se de:

- Palavras-chave em título e resumo/assunto de documentos de patentes com uso de conectores Booleanos.
- Busca por número de classificação internacional de patentes.

PORTUGUÊS:

- **Base de Dados de Patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)**

Disponível em <<https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchAvancado.jsp>>

Tipo	Argumento	Local	Resultados	Data
Sem Filtro de	"Modelagem da Informação da Construção"	Título	0	12/08/2023
		Resumo	0	

**PATENTES
RESUMO DE
RESULTADOS DA
BUSCA**

Classificação	"Modelagem de Informação da Construção"	Título	0
		Resumo	0
	"BIM"	Título	1
		Resumo	4

INGLÊS:

- **Base de Dados de Patentes do Escritório Europeu de Patentes (ESPACENET)**

Disponível em: <<https://worldwide.espacenet.com/patent/search>>

Tipo	Argumento	Local	Resultados	Data
Sem Filtro de Classificação	"Building Information Modeling"	Título	1.202	10/08/2023
		Resumo	1.665	
	"BIM"	Título	8.820	08/08/2023
		Resumo	11.262	
IPC G06*	"Building Information Modeling"	Título	621	10/08/2023
		Resumo	947	
	"BIM"	Título	4.950	
		Resumo	6.705	
IPC E04**	"Building Information Modeling"	Título	219	12/08/2023
		Resumo	259	
	"BIM"	Título	1.117	
		Resumo	1.418	

* IPC G06: physics - instruments - computing; calculating; counting.
 * IPC E04: fixed constructions - building.

SEM FILTRO DE IDIOMA (busca auxiliar para analisar as recorrências)

- **Base de Dados de Patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)**

Disponível em <<https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchAvancado.jsp>>

Nota: A busca anterior demonstrou um número muito baixo de patentes registradas nesta base, não havendo necessidade de uma busca auxiliar.

- **Base de Dados de Patentes do Escritório Europeu de Patentes (ESPACENET)**

Disponível em: <<https://worldwide.espacenet.com/patent/search>>

Tipo	Argumento	Local	Resultados	Data
Sem Filtro de Classificação	"Building Information Modeling"	Título e Resumo	11.456	27/08/2023
	"BIM"		2.228	

- **Base de Dados de Patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)**

Disponível em <<https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/programas/ProgramaSearchBasico.jsp>>

Argumento	Contendo	Local	Resultados	Data
"Building Information Modeling"	todas as palavras	Título	0	31/10/2023
	a expressão exata		0	
"BIM"	todas as palavras		6	
	a expressão exata		6	
"Modelagem da Informação da Construção"	todas as palavras		0	
	a expressão exata		0	
"Modelagem de Informação da Construção"	todas as palavras	0		
	a expressão exata	0		

**SOFTWARES
RESUMO DE
RESULTADOS DA
BUSCA**

- **Portal de Periódicos CAPES**

Disponível em: <<https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php?>>.

Argumento	Local	Resultados	Data
"Modelagem da Informação da Construção"	Título	11	13/08/2023
	Resumo	30	12/08/2023
"Modelagem de Informação da Construção"	Título	2	
	Resumo	0	
"BIM"	Título	7.983	
	Resumo	6.576	
"Building Information Modeling"	Título	1.617	
	Resumo	6.576	
"BIM"	Título e	11.248	30/08/2023
"Building Information Modeling"	Resumo*	6.275	

* busca auxiliar para identificar recorrência do ano de criação, área e país de publicação.

**PUBLICAÇÕES
CIENTÍFICAS
RESUMO DA
BUSCA**

- **Base de Dados Scopus**

Disponível em: <<https://www-scopus.ez1.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic#basic>>.

Argumento	Local	Resultados	Data
"Modelagem da Informação da Construção"	Título	1	13/08/2023
	Resumo	0	
"Modelagem de Informação da Construção"	Título	0	26/08/2023
	Resumo	0	
"BIM"	Título	10.038	30/08/2023
	Resumo	21.374	
"Building Information Modeling"	Título	2.421	30/08/2023
	Resumo	20.456	
"BIM"	Título e	22.194	30/08/2023
"Building Information Modeling"	Resumo*	9.648	

* busca auxiliar para identificar recorrência do ano de criação, área e país de publicação.

- **Consulta aberta no Google Search**

A busca encontrou os seguintes instrumentos normativos e de estratégias de implementação do BIM no setor público que poderão ser utilizados como referência para a elaboração de norma específica para o IFRO:

**NORMAS E
ESTRATÉGIAS
DE
IMPLEMENTAÇÃO
DO BIM
GERAL**

- ✓ **Estratégia BIM BR - Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM.**
 - Disponível em: <<https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-externo/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>>.
- ✓ **Plataforma BIM BR.** Plataforma do Governo Federal, gerenciada pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI.
 - Disponível em: <<https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/#/>>.
- ✓ **Estratégia BIM SC,** disponível em portal próprio do Estado de Santa Catarina com diversos conteúdos estratégicos e normativos para a implementação do BIM no estado.
 - Disponível em: <<https://www.bim.sc.gov.br/>>.
- ✓ **Estratégia BIM PR,** disponível em portal próprio do Estado do Paraná com diversos conteúdos estratégicos e normativos para a implementação do BIM no estado.
 - Disponível em: <<https://www.bim.pr.gov.br/>>.
- ✓ **Estratégia BIM MG,** disponível em portal próprio do Estado de Minas Gerais com diversos conteúdos estratégicos e normativos para a implementação do BIM no estado.
 - Disponível em: <<http://www.bim.mg.gov.br/?start=4>>.
- ✓ **Manual Bim para Desenvolvimento de Projetos de Urbanismo e Infraestrutura da Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal.**
 - Disponível em: <<https://www.so.df.gov.br/manual-bim-para-desenvolvimento-de-projetos-de-urbanismo-e-infraestrutura-da-secretaria-de-estado-de-obras-e-infraestrutura-do-distrito-federal/>>.

• **Consulta no site de cada instituição**

A busca encontrou a seguinte situação das instituições no que se refere à implementação do BIM:

Situação	Instituição	Site da Instituição	Data
Alguma ação para implementação do BIM	IFAC	https://www.ifac.edu.br/	03/11/2023
	IFAL	https://www2.ifal.edu.br/	
	IFBA	https://portal.ifba.edu.br/	
	IFRJ	https://portal.ifrj.edu.br	
Eventos, cursos ou outras atividades de capacitação ou diálogo sobre o BIM, especialmente para o público externo	IF Sertão-PE	https://www.ifsertao-pe.edu.br/	03/11/2023
	IF Sudeste MG	https://www.ifsudestemg.edu.br/	
	IFAM	http://www2.ifam.edu.br/	
	IFCE	https://ifce.edu.br/	
	IFF	https://portal1.iff.edu.br/	
	IFG	https://www.ifg.edu.br/	
	IFMG	https://www.ifmg.edu.br/portal	
	IFPB	https://www.ifpb.edu.br/	
	IFRN	https://portal.ifrn.edu.br/	
	IFRO	https://portal.ifro.edu.br/	
	IFSC	https://www.ifsc.edu.br/	
IFPE	https://www.ifpe.edu.br/	14/11/2023	
Sem resultados relevantes	CEFET-MG	https://www.cefetmg.br/	03/11/2023
	CEFET-RJ	https://cefet-rj.br/	
	CPII	https://cp2.g12.br/	
	IF Baiano	https://ifbaiano.edu.br/portal/	
	IF Farroupilha	https://www.iffarroupilha.edu.br/	

CASOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM INSTITUIÇÕES DA RFEPECT

IF Goiano	https://ifgoiano.edu.br/	
IFAP	https://www.ifap.edu.br/	
IFC	https://ifc.edu.br/	
IFES	https://www.ifes.edu.br/	
IFMA	https://portal.ifma.edu.br/inicio/	
IFMS	https://www.ifms.edu.br/	
IFMT	https://ifmt.edu.br/inicio/	
IFPI	https://www.ifpi.edu.br/	
IFPR	https://ifpr.edu.br/	
IFRR	https://www.ifrr.edu.br/	
IFRS	https://ifrs.edu.br/	
IFS	https://www.ifs.edu.br/	
IFSP	https://www.ifsp.edu.br/	
IFSul	http://www.ifsul.edu.br/	
IFSULDEMINAS	https://portal.ifsuldeminas.edu.br/	
IFTM	https://iftm.edu.br/	
IFTO	http://www.ifto.edu.br/	
IFNMG	https://www.ifnmg.edu.br/	
IFPA	https://ifpa.edu.br/	14/11/2023
IFB	https://www.ifb.edu.br/	

▪ **“Building Information Modeling” em título e/ou resumo – Espacenet**

✓ Registro de patentes por país de publicação:

País de Publicação	Patentes
CN - China	2.290
KR – Coreia do Sul	174
US – Estados Unidos	111
WO - Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO em inglês)	38
JP - Japão	14
EP - Escritório Europeu de Patentes (EPO em inglês)	13
AU – Austrália CA – Canadá TW – Taiwan MX – México IL – Israel LU - Luxemburgo PH – Filipinas ZA - África do Sul	<10

✓ Registro de patentes por país do inventor e do requerente:

País do Inventor	Patentes	País do Requerente	Patentes
KR - Coreia do Sul	142	KR - Coreia do Sul	191
US - Estados Unidos	91	US - Estados Unidos	114
CN - China	22	CN - China	13
GB - Reino Unido	16	TW - Taiwan	9
AU - Austrália	10	CA - Canadá	7
IN - Índia	9	IL - Israel	6
TW - Taiwan	9	JP - Japão	6
JP - Japão	8	FI - Finlândia	≤5
CA - Canadá	6	IN - Índia	
IL - Israel	6	HU - Hungria	
FI – Finlândia	≤5	DE - Alemanha	
HU - Hungria		AU - Austrália	
DE - Alemanha		NZ - Nova Zelândia	
NL - Holanda		DK - Dinamarca	
NZ - Nova Zelândia		SG - Singapura	

**PRINCIPAIS
PAÍSES
COM PATENTES
REGISTRADAS**

TH - Tailândia
DK - Dinamarca
SG - Singapura

• **“BIM” em título e/ou resumo - Espacenet**

✓ Registro de patentes por país de publicação:

País	Patentes
CN – China	12.520
KR - Coreia do Sul	458
US - Estados Unidos	359
JP – Japão	213
WO - Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO em inglês)	174
EP - Escritório Europeu de Patentes (EPO em inglês)	74
CA – Canadá	36
AU – Austrália	35
DE – Alemanha	29
GB - Reino Unido	23
RU – Rússia	16
TW – Taiwan	12
ZA - África do Sul	11
LU – Luxemburgo MX – México FR – França HK - Hong Kong SG – Singapura SU - União Soviética AT – Áustria IN – Índia MD - Moldávia PH – Filipinas BE – Bélgica CH - Suíça CZ - República Tcheca DD - Alemanha Oriental FI – Finlândia HU – Hungria MA - Marrocos MY – Malásia NL - Países Baixos NZ - Nova Zelândia RS – Sérvia SA - Arábia Saudita TN - Tunísia UA - Ucrânia	<10

✓ Registro de patentes por país do inventor e do requerente:

País do Inventor	Patentes	País do Requerente	Patentes
KR - Coreia do Sul	318	KR - Coreia do Sul	484
US - Estados Unidos	283	US - Estados Unidos	358
CN - China	114	CN - China	116
IN - Índia	59	JP - Japão	45
JP - Japão	50	DE - Alemanha	38
DE - Alemanha	48	CH - Suíça	31
GB - Reino Unido	31	AU - Austrália	30
AU - Austrália	30	TW - Taiwan	19
CH - Suíça	24	CA - Canadá	16
FR - França	24	FI - Finlândia	16
CA - Canadá	20	FR - França	16
TW – Taiwan	<20	GB - Reino Unido	16
AT - Áustria		IL - Israel	16
IL - Israel		SG - Singapura	12
SG - Singapura		IT - Itália	11
FI – Finlândia		DK - Dinamarca	<10
BE - Bélgica		IN - Índia	
DK – Dinamarca		RU - Rússia	
IT - Itália		HK - Hong Kong	

RU – Rússia NL - Países Baixos SE – Suécia ES – Espanha HK - Hong Kong LK - Sri Lanka IE – Irlanda HU - Hungria LU – Luxemburgo MX - México NO – Noruega NZ - Nova Zelândia PL – Polônia VE - Venezuela BY – Bielorrússia CL - Chile DD - Alemanha Oriental MD – Moldávia PK - Paquistão RS – Sérvia SU - União Soviética UA - Ucrânia	LU - Luxemburgo NL - Países Baixos AT - Áustria BE - Bélgica HU - Hungria SU - União Soviética MX - México NO - Noruega NZ - Nova Zelândia BY - Bielorrússia CL - Chile DD - Alemanha Oriental ES - Espanha IE - Irlanda KE - Quênia LI - Liechtenstein MD - Moldávia RS - Sérvia UA - Ucrânia
---	--

- **“Building Information Modeling” em título e/ou resumo - Espacenet**

- ✓ Registro de patentes por requerente e inventor, que possuem a partir de 10 registros:

Requerente	Patentes
CHINA MCC17 GROUP CO LTD	39
CHINA CONSTR 8TH ENG DIVISION	31
CHINA CONSTR 1ST BUILDING GROUP CORP LTD	15
SHANGHAI TONGZHU INFORMATION TECHNOLOGY CO LTD	15
CHINA CONSTR 2ND ENG BUREAU	14
SHANGHAI BAOYE GROUP CORP LTD	14
CHINA MCC20 GROUP CORP LTD	13
CHINA MCC5 GROUP CORP LTD	13
SHAOXING DANENG STEEL STRUCTURE DETAIL DESIGN CO LTD	11
SHANGHAI MUNICIPAL ELEC POWER	10

Inventor	Patentes
KANG TAE WOOK	12
CHEN XINXI	11
GUO KUI	10
WANG LEI	10
YIN SHIYOU	10

- **“BIM” em título e/ou resumo em título e/ou resumo - Espacenet**

- ✓ Registro de patentes por requerente e inventor, com mais de 30 registros:

Requerente	Patentes
CHINA MCC17 GROUP CO LTD	236
CHINA CONSTR 8TH ENG DIVISION	107

**PRINCIPAS
EMPRESAS
QUE ATUAM
COM A
TECNOLOGIA
NO MUNDO**

SHANGHAI BAOYE GROUP CORP LTD	81
CHINA MINGSHENG DRAWIN TECH INVESTMENT LTD	80
CHINA MCC20 GROUP CORP LTD	69
WANYI TECH CO LTD	57
CN RAILWAY SIYUAN SURVEY & DES	47
CHINA CONSTR 1ST BUILDING GROUP CORP LTD	44
CHINA CONSTR 2ND ENG BUREAU	44
CHINA RAILWAY 18TH BUREAU GROUP CO LTD	43
SHANGHAI CIVIL ENG CO LTD OF CREC	40
STATE GRID CORP CHINA	38
TOSHIBA ELEVATOR CO LTD	38
GLODON CO LTD	36
UNIV SOUTHEAST	34
CHINA FIRST METALLURGICAL GROUP CO LTD	33
CHINA RAILWAY DESIGN CORP	32
NANTONG SIJIAN CONSTRUCTION GROUP CO LTD	30

Inventor	Patentes
WANG WEI	67
LIU YANG	63
WANG TAO	62
LIU WEI	59
WANG SHENJIE	52
ZHANG WEI	51
LU XIXIN	44
WANG HAO	43
WANG JIAN	42
LI WEI	40
WANG LEI	40
WANG XIN	39
YIN SHIYOU	35
LI JUN	33
LIU YAN	33
ZHANG JIE	33
LI YAN	31
SUN HUI	31
WANG LIANG	31

- **“Building Information Modeling” em título e/ou resumo – Espacenet**

- ✓ Recorrência de idiomas no registro de patentes:

Idioma	Recorrência*
en - inglês	2.607
zh - chinês	2.294
ko - coreano	172
ja - japonês	18
de - alemão	6
fr - francês	3

*Uma mesma patente pode estar registrada em mais de um idioma. O resultado demonstra a recorrência do idioma em todas as buscas principais na base.

IDIOMAS MAIS RECORRENTE S NO REGISTRO DE PATENTES NO MUNDO

- **“BIM” em título e/ou resumo - Espacenet**

✓ Recorrência de idiomas no registro de patentes:

Idioma	Recorrência*
en - inglês	13.705
zh - chinês	12.545
ko - coreano	451
ja - japonês	229
de - alemão	67
fr - francês	28
ru - russo	19
es - espanhol	2
cs - tcheco ro - romeno sr - sérvio	1

*Uma mesma patente pode estar registrada em mais de um idioma. O resultado demonstra a recorrência do idioma em todas as buscas principais na base.

• **“Building Information Modeling” em título e/ou resumo - Espacenet**

✓ Registro de patentes por data de prioridade mais antiga e de publicação:

Prioridade mais antiga	Patentes	Publicação	Patentes
2006	2	-	-
2007	2	-	-
2008	4	2008	1
2009	3	2009	5
2010	18	2010	9
2011	24	2011	16
2012	34	2012	49
2013	48	2013	38
2014	66	2014	114
2015	81	2015	112
2016	110	2016	133
2017	94	2017	146
2018	139	2018	135
2019	267	2019	167
2020	655	2020	573
2021	673	2021	982
2022	8	2022	181

• **“BIM” em título e/ou resumo - Espacenet**

✓ Registro de patentes por data de prioridade mais antiga e de publicação:

Prioridade mais antiga	Patentes	Prioridade mais antiga	Patentes
1907	1	1996	1
1908	3	1997	2
1922	1	1998	6
1931	1	1999	4
1942	1	2000	7
1964	1	2001	4
1966	1	2002	6
1969	1	2003	1
1972	1	2004	6
1973	1	2005	11
1975	2	2006	18
1976	1	2007	11
1977	2	2008	13
1980	1	2009	11
1981	3	2010	42

**ANO DE
PRIORIDADE E
PUBLICAÇÃO
DAS PÁTENTES
NO MUNDO**

1982	2	2011	70
1984	5	2012	91
1985	1	2013	104
1986	2	2014	214
1987	1	2015	398
1988	2	2016	827
1989	2	2017	994
1990	3	2018	1.580
1992	1	2019	2.265
1993	1	2020	2.641
1994	3	2021	2.043
1995	1	2022	40

Publicação	Patentes	Publicação	Patentes
1907	1	1998	4
1908	2	1999	7
1909	1	2000	4
1923	1	2001	10
1933	1	2002	6
1934	1	2003	10
1951	1	2004	7
1967	1	2005	8
1970	1	2006	13
1973	1	2007	11
1976	2	2008	22
1977	2	2009	27
1979	2	2010	23
1980	1	2011	59
1982	4	2012	115
1984	1	2013	138
1985	7	2014	283
1987	2	2015	386
1988	2	2016	745
1989	3	2017	1.122
1991	2	2018	1.773
1992	3	2019	2.221
1993	2	2020	3.202
1995	2	2021	3.090
1996	6	2022	669
1997	1		

- **“Building Information Modeling” em título e/ou resumo - Espacenet**

- ✓ IPC – “International Patent Classification” (Classificação Internacional de Patentes) mais recorrente:

IPC - Grupos Principais	Patentes
G06F30	628
G06Q50	389
G06F17	283
G06Q10	267
G06T17	257

**PRINCIPAIS
TECNOLOGIA
S
POR IPC
NO MUNDO**

E04G21	136
F16M11	129
E04B1	106
G06F16	101
G01C15	80
G06T19	72
E04B2	61
G06F111	58
G06F119	57
A47B13, A47B21, A47B37, A47B63, A47B97, A47F5, A47F7, B01D46, B08B1, B08B17, B23K37, B66C1, B66C13, B66C23, E01D19, E01D21, E02D17, E02D29, E02D33, E03B3, E03F5, E04B5, E04B9, E04C2, E04C3, E04F13, E04G1, E04G13, E04G25, E04G5, E04G9, E21D11, E21D9, F16F15, F16L3, F16L55, F16M13, F21V33, F24F13, G01B11, G01B21, G01C21, G01D21, G05B19, G06F113, G06F19, G06F1, G06F21, G06F3, G06F40, G06F8, G06F9, G06K17, G06K19, G06K9, G06N20, G06N3, G06Q30, G06T13, G06T15, G06T3, G06T7, G06V10, G06V20, G06V30, G06T15, G08B17, G08B21, G08B25, G08C17, G09B25, G09F9, H02G3, H02J7, H04L29, H04N5, H04N7, H04W4, H05K5, H05K7.	<50

- **“BIM” em título e/ou resumo - Espacenet**

- ✓ IPC – “International Patent Classification” (Classificação Internacional de Patentes) mais recorrente:

IPC - Grupos Principais	Patentes
G06F30	3.490
G06Q50	2.426
G06Q10	1.869
G06T17	1.605
G06F17	1.522
G06F16	794
F16M11	588
E04G21	542
G06T19	415
E04B1	412
G06F111	296
G01C15	288
H04N7	262
G06F119	243
E04B2	227
G06K9	214
G01D21	204
A47B13, A47B21, A47B27, A47B37, A47B97, A47F5, A47F7, A62C31, A62C37, E01D19, E01D21, E02D17, E02D29, E02D33, E02D5, E03F5, E04B9, E04C2, E04C3, E04F21, E04G1, E04G11, E04G13, E04G17, F16F15, F16L3, F16M13, F21V33, F24F11, G01B11, G01B21, G01C11, G01C21, G01D11, G01N33, G01S19, G05B19, G06F1, G06F113, G06F17, G06F21, G06F3, G06F40, G06F8, G06F9, G06K17, G06K19, G06K7, G06N3, G06Q30, G06T11, G06T13, G06T15, G06T3, G06T5, G06T7, G06V10, G06V20, G07C9, G08B17, G08B21, G08B25, G08B7, G08C17, G08G1, G09B25, G09F9, G16Y10, G16Y40, H02G3, H02J7, H04L29, H04L67, H04N5, H04W4, H05K5, H05K7.	<200

Os IPCs apresentados acima, com recorrência maior que 50 na primeira consulta e maior que 200 na segunda, possuem os seguintes significados:

- E04B1: Construção geral de edifícios; Elementos de construção de edifícios, em geral.
- E04B2: Construção geral de edifícios; Isolamento térmico em geral.
- E04G21: Andaimos; Molduras; Plataformas suspensas ou móveis.
- F16M11: Estruturas para suportar dispositivos de iluminação ou dispositivos de iluminação e outras utilidades; Suportes ou braços para dispositivos de iluminação.
- G01C15: Instrumentos de medição para medição de distâncias, níveis ou características similares; Disposições para medição em relação ao terreno ou características similares.
- G01D21: Instrumentos de medição não previstos em outros lugares, para medir duas ou mais variáveis de medição de uma vez; Detalhes dos instrumentos de medição, não previstos em outros lugares.
- G06F16: Informática; Teste de processamento de dados.
- G06F17: Métodos ou sistemas para processamento de dados auxiliado por computador ou para computador, especialmente adaptados para aspectos específicos de sistemas de informação, não abrangidos por outro local.
- G06F30: Processamento de dados auxiliado por computador; Equipamentos de processamento de dados, não especificamente adaptados para funções específicas.
- G06F111: Detalhes dos métodos ou sistemas para processamento de dados auxiliado por computador, especialmente adaptados para aplicações específicas.
- G06F119: Detalhes dos métodos ou sistemas para processamento de dados auxiliado por computador, especialmente adaptados para processamento administrativo, comercial, financeiro, de gestão, de supervisão ou preditivo.
- G06Q10: Sistemas ou métodos especialmente adaptados para fins de gestão, administração, prestação de serviços ou negócios, não abrangidos por outro local.
- G06Q50: Sistemas ou métodos de processamento de dados, especialmente adaptados para fins administrativos, comerciais, financeiros, de gestão, de supervisão ou preditivos; Sistemas ou métodos especialmente adaptados para fins administrativos, comerciais, financeiros, de gestão, de supervisão ou preditivos, não abrangidos por outro local.
- G06T17: Renderização gráfica por computador, p. ex., processamento de modelagem 3D ou geração de imagem.
- G06T19: Técnicas de modelagem computacional.
- G06K9: Métodos ou disposições para leitura ou reconhecimento de caracteres impressos ou escritos ou para reconhecimento de formas, p. ex., pela análise das características do padrão.
- H04N7: Sistemas de televisão (métodos ou arranjos para codificar, decodificar, comprimir ou descomprimir sinais de vídeo digitais; distribuição seletiva de conteúdo)

• **“Building Information Modeling” em título e/ou resumo - Scopus**

✓ Publicações científicas por país de publicação:

País	Publicações
Estados Unidos	1456
China	1347

**PRINCIPAIS
PAÍSES
COM
PUBLICAÇÕES
CIENTÍFICAS**

Reino Unido	1038
Austrália	633
Itália	606
Alemanha	581
Malásia	526
Coreia do Sul	406
Canadá	383
Hong Kong	352
Espanha	300
Taiwan	253
Índia	211
Brasil	204
Portugal	190
Turquia	157
França	148
Irã	146
Egito	144
Países Baixos	132
Federação Russa	127
Cingapura	124
Finlândia	121
Áustria	112
Polônia	105
Arábia Saudita, Bélgica, República Tcheca, Dinamarca, Emirados Árabes Unidos, Indonésia, Irlanda, Iraque, Israel, Itália, Japão, Lituânia, Noruega, Nova Zelândia, Paquistão, Arábia Saudita, Eslováquia, África do Sul, Suécia, Suíça, Vietnã.	50<100
Argentina, Barein, Bangladesh, Bulgária, Camboja, Camarões, Chile, Colômbia, Croácia, Chipre, Equador, Eslovênia, Estônia, Gana, Grécia, Hungria, Islândia, Jamaica, Jordânia, Cazaquistão, Quênia, Kuwait, Letônia, Líbano, Líbia, Lituânia, Luxemburgo, Macau, Malta, Marrocos, Maurício, México, Nepal, Panamá, Peru, Filipinas, Catar, Romênia, Sérvia, Sri Lanka, Sudão, Tailândia, Ucrânia. Bangladesh, Chile, Colômbia, Chipre, Croácia, Grécia, Hungria, Jordânia, Luxemburgo, Marrocos, Peru, Eslovênia, Sri Lanka, Tailândia, Ucrânia. Camboja, República Centro-Africana, Geórgia, Islândia, Jamaica, Laos, Líbia, Malta, Maurícia, Montenegro, Moçambique, Namíbia, Nepal, Panamá, Ruanda, Tanzânia, Uganda, Uruguai, Uzbequistão, Venezuela, Zâmbia.	<50
Indefinido	323

- **“BIM” em título e/ou resumo – Scopus**

✓ Publicações científicas por país de publicação:

País	Publicações
China	4843
Estados Unidos	4036
Reino Unido	1762
Alemanha	1356
Itália	1340
Austrália	1180
Coreia do Sul	875
Canadá	802
Espanha	692
Malásia	604
França	540
Japão	540
Hong Kong	496
Índia	476
Taiwan	469
Federação Russa	411
Brasil	352
Países Baixos	340

Portugal	299
Turquia	287
Áustria	278
Cingapura	265
Suíça	250
Suécia	242
Polônia	240
Irã	239
Bélgica	227
Finlândia	220
Egito	219
Arábia Saudita, Dinamarca, Emirados Árabes Unidos, Indonésia, Irlanda, Israel, Noruega, Nova Zelândia, Paquistão, República Tcheca, África do Sul.	100<200
Argentina, Bangladesh, Bulgária, Chile, Chipre, Colômbia, Croácia, Egito, Emirados Árabes Unidos, Eslováquia, Eslovênia, Estônia, Grécia, Hungria, Indonésia, Irã, Iraque, Israel, Itália, Jordânia, Líbano, Lituânia, Luxemburgo, Marrocos, México, Nigéria, Noruega, Nova Zelândia, Paquistão, Peru, Qatar, República Tcheca, Romênia, Sérvia, Arábia Saudita, Sri Lanka, Tailândia, Ucrânia, Vietnã.	20<100
Afeganistão, Argélia, Azerbaijão, Armênia, Bahrain, Bangladesh, Benin, Bermudas, Bosnia e Herzegovina, Brunei Darussalam, Bulgária, Camarões, Cambodja, Catar, Central African Republic, Chile, Chipre, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Etiópia, Geórgia, Ghana, Iceland, Indonésia, Iran, Iraq, Israel, Jamaica, Jordan, Kazakhstan, Kenya, Kuwait, Laos, Latvia, Lebanon, Libya, Macao, Malta, Mauritius, Montenegro, Mozambique, Myanmar, Nepal, Nigéria, North Macedonia, Oman, Palestine, Peru, Philippines, Puerto Rico, Russia, Rwanda, Saudi Arabia, Serbia, Slovenia, Sudan, Syria, Thailand, Tunisia, Ukraine, Uruguay, Uzbekistan, Venezuela, Yemen, Zambia.	<20
Indefinido	902

Nota: não foi possível realizar esta análise no Portal de Periódicos Capes.

• **“Building Information Modeling” em título e/ou resumo – Scopus**

✓ Publicações científicas por instituição afiliada:

Instituição Afiliada	Publicações
University of Florida	157
Politecnico di Milano	156
Curtin University	151
The Hong Kong Polytechnic University	144
Tongji University	126
Universiti Teknologi Malaysia	120
Georgia Institute of Technology	112
The University of Hong Kong, Hong Kong University of Science and Technology, UNSW Sydney, Technische Universität München, University of Salford, École de Technologie Supérieure, University College London, National University of Singapore, Politecnico di Torino, Tsinghua University, University of Northumbria, Pennsylvania State University, Southeast University, Universidade de Lisboa, Cardiff University, Ministry of Education China, Universiti Teknologi MARA, Ruhr-Universität Bochum, Deakin University, Chongqing University, Kyung Hee University, Cairo University, Hanyang University, Loughborough University, National Taiwan University, Universidad de Sevilla, Universiti Teknologi PETRONAS, Faculty of Engineering, The Bartlett Faculty of the Built Environment, Yonsei University, Bauhaus-Universität Weimar, Purdue University, Czech Technical University in Prague, University of Melbourne, College of Engineering, National Taiwan University, Texas A&M University, Australasian Joint Research Centre for Building Information Modelling, Delft University of Technology, Birmingham City University, Shenzhen University, Concordia University, University of Alberta	50≤100
RMIT University, Western Sydney University, University of Tehran, Universiti Malaya, Universiti Sains Malaysia, Università degli Studi di Napoli Federico II,	25≤49

**INSTITUIÇÃO
AFILIADA DAS
PUBLICAÇÕES
CIENTÍFICAS
NO MUNDO**

<p>Sapienza Università di Roma, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Technische Universität Wien, Tianjin University, Technion - Israel Institute of Technology, University of South Australia, The University of Texas at Austin, Moscow State University of Civil Engineering, Oxford Brookes University, İstanbul Teknik Üniversitesi, Queensland University of Technology, Universidade do Minho, Aalto University, University of Johannesburg, Universidade de São Paulo, University of the West of England, Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah, Huazhong University of Science and Technology, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Universitat Politècnica de València, Auburn University, KU Leuven, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology KICT, Universidade do Porto, University of Cambridge, Arizona State University, Instituto Superior Técnico, City University of Hong Kong, Technische Universität Dresden, Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas, Harbin Institute of Technology, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, Carleton University, University of Technology Sydney, South China University of Technology, The University of British Columbia, University of Reading, National Taipei University of Technology, Technische Universität Graz, Shanghai Jiao Tong University, ETH Zürich, Technická Univerzita v Košiciach, Technische Universiteit Eindhoven, Karlsruher Institut für Technologie, The University of Auckland, Sungkyunkwan University, Universitat Politècnica de Catalunya, University of Washington, RMIT University, School of Property, Construction and Project Management, Universiti Teknologi Malaysia Kuala Lumpur, Nanyang Technological University, Virginia Polytechnic Institute and State University, OsloMet – storbyuniversitetet, Warrington College of Business, Stanford University, Università degli Studi di Brescia, Consiglio Nazionale delle Ricerche, National Central University, University of Liverpool, Autodesk Inc., University of Wolverhampton, CNRS Centre National de la Recherche Scientifique, Razak Faculty of Technology and Informatics, The University of Manchester, University of Nottingham, Central South University, National Taiwan University of Science and Technology, National University of Sciences and Technology Pakistan, Sino-Australia Joint Research Center in BIM and Smart Construction</p>		
<p>Universiti Kebangsaan Malaysia, Dalian University of Technology, The University of Newcastle, Australia, Chung-Ang University, Monash University, University of Birmingham, Beijing University of Technology, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Wuhan University, University of Reading Malaysia, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Universidad de Granada, Chang'an University, University of Southern California, Universiti Tunku Abdul Rahman, Universidade Federal do Rio de Janeiro, University of Colorado Boulder, California State University, Fresno, Universiti Utara Malaysia, Univerza v Mariboru, Universität Stuttgart, Wuhan University of Technology, University of Michigan, Ann Arbor, Universidad Politécnica de Madrid, University of Huddersfield, National University of Civil Engineering, Xi'an Jiaotong-Liverpool University, Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering, School of Civil and Environmental Engineering, Western Michigan University, University of Brighton Southwest Jiaotong University, Obafemi Awolowo University, Universiteit Twente, Universidade de Vigo</p>	<p><25</p>	

• **“BIM” em título e/ou resumo - Scopus**

✓ Publicações científicas por instituição afiliada:

Politecnico di Milano	294
University of Melbourne	235
Ministry of Education China	205
University of Florida	203
Tongji University	198
Walter and Eliza Hall Institute of Medical Research	192
Technische Universität München	188
The Hong Kong Polytechnic University	182
Georgia Institute of Technology	181
National University of Singapore	163
Curtin University	160

Chinese Academy of Sciences	149
The University of Hong Kong	148
Tsinghua University	140
UNSW Sydney	135
Harvard Medical School	134
CNRS Centre National de la Recherche Scientifique	127
University College London	127
Universiti Teknologi Malaysia	125
Hong Kong University of Science and Technology	124
Southeast University	122
Politecnico di Torino	122
Moscow State University of Civil Engineering	120
Huazhong University of Science and Technology	118
Sapienza Università di Roma	115
Inserm	111
École de Technologie Supérieure	110
University of Salford	109
University of Northumbria	103
Cardiff University	102
University of Alberta	101
National Taiwan University, Ruhr-Universität Bochum, Universidad de Sevilla, Chongqing University, Hanyang University, Pennsylvania State University, Università degli Studi di Napoli Federico II, Czech Technical University in Prague, Universidade de Lisboa, Kyung Hee University, University of Cambridge, Dana-Farber Cancer Institute, Texas A&M University, Delft University of Technology, Yonsei University, Deakin University, University of Texas MD Anderson Cancer Center, KU Leuven, Technische Universität Dresden, University of Illinois Urbana-Champaign, Tianjin University, Cairo University, Loughborough University, Dalian University of Technology, Bauhaus-Universität Weimar, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Monash University, Technion - Israel Institute of Technology, Stanford University, Shanghai Jiao Tong University, Concordia University, Shenzhen University, Universidade de São Paulo, Harbin Institute of Technology, Purdue University, Technische Universität Wien, College of Engineering, National Taiwan University, ETH Zürich, Universiti Teknologi MARA, National Institutes of Health NIH, Sun Yat-Sen University, University of Michigan, Ann Arbor, Faculty of Engineering, University of Toronto, Central South University, İstanbul Teknik Üniversitesi, University of Washington, Universidade do Porto, The University of British Columbia, The Bartlett Faculty of the Built Environment, Universiti Malaya, Technische Universiteit Eindhoven, Birmingham City University, Fudan University, University of Tehran, The University of Texas at Austin, RMIT University, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, Sichuan University, Universidade do Minho, Aalto University, Howard Hughes Medical Institute, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Universiti Teknologi PETRONAS, Virginia Commonwealth University, Medizinische Universität Innsbruck, Sungkyunkwan University, Virginia Polytechnic Institute and State University, Xi'an University of Architecture and Technology, Mayo Clinic, Ipsen, Jiangsu University, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology KICT, University of Johannesburg, Western Sydney University, Universiti Sains Malaysia, Wuhan University of Technology, South China University of Technology, The University of Manchester, Instituto Superior Técnico, Università degli Studi di Brescia, University of the West of England, Università degli Studi di Firenze, Oxford Brookes University, University of Technology Sydney, The University of Sydney, University of South Australia, Australasian Joint Research Centre for Building Information Modelling, Queensland University of Technology, Auburn University, Karlsruher Institut für Technologie, The University of Auckland, Chung-Ang University, Biomeasure, Inc., La Trobe University, Kyungpook National University, Carleton University, Wuhan University, National Academy of Sciences of Belarus.	50≤100
Nanyang Technological University, Universitat Politècnica de Catalunya, University of Reading, University of Southern California, Imperial College London, Consiglio Nazionale delle Ricerche, University of California, San Diego, Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Southwest Jiaotong University, University of Ferrara, Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas, Arizona State University, VA Medical Center, Chang'an University, Zhejiang University, University of Waterloo, Aalborg University, National Taiwan University of Science and Technology, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, University of Colorado Anschutz Medical Campus, City University of Hong Kong, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, OsloMet – storbyuniversitetet,	40≤49

Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Universitat Politècnica de València, Shanghai University, National Taipei University of Technology, University of Birmingham.

sem resultados

<40

Nota: não foi possível realizar esta análise no Portal de Periódicos Capes.

Periódicos Capes:

- ✓ Recorrência de idioma de publicação nas buscas principais:

Idioma	Recorrência*
Inglês	20.886
Japonês	429
Alemão	386
Português	307
Espanhol	160
Italiano	70
Chinês	60
Francês	46
Russo	18
Croata	12
Tcheco	10
Africâner, Árabe, Bielo-russo, Bósnio, Catalão, Dinamarquês, Esloveno, Indonésio, Lituano, Norueguês, Persa, Polonês e Turco.	<10 por busca

*Uma mesma publicação pode ocorrer em mais de um idioma. O resultado demonstra a recorrência do idioma em todas as buscas principais na base.

Base de Dados Scopus:

- ✓ Recorrência de idioma de publicação nas buscas principais:

Idioma	Recorrência*
Inglês	52.109
Chinês	1.106
Alemão	546
Espanhol	202
Italiano	101
Russo	98
Coreano	79
Japonês	63
Português	39
Francês	14
Búlgaro, Coreano, Croata, Finlandês, Húngaro, Moldávio, Persa, Polonês, Romena, Sérvio, Sueco, Tcheco, Turco e Ucrânio.	<10 por busca

*Uma mesma publicação pode ocorrer em mais de um idioma. O resultado demonstra a recorrência do idioma em todas as buscas principais na base.

- “Building Information Modeling” em título e/ou resumo - Scopus

- ✓ Publicações científicas por ano de publicação:

Ano	Publicações	Ano	Publicações
2003	3	2014	465
2004	6	2015	456
2005	10	2016	535
2006	30	2017	665

IDIOMAS MAIS RECORRENTE S NAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS NO MUNDO

ANO DAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS NO MUNDO

2007	54	2018	811
2008	65	2019	1112
2009	98	2020	1128
2010	124	2021	1158
2011	176	2022	1344
2012	218	2023	859
2013	331		

- **“BIM” em título e/ou resumo - Scopus**

✓ Publicações científicas por ano de publicação:

Ano	Publicações	Ano	Publicações
1857	2	1995	40
1933	1	1996	44
1957	1	1997	44
1960	1	1998	46
1961	1	1999	42
1963	2	2000	53
1965	3	2001	74
1967	1	2002	69
1970	3	2003	97
1971	1	2004	141
1975	2	2005	188
1976	3	2006	188
1978	4	2007	314
1979	4	2008	333
1980	3	2009	388
1981	1	2010	460
1982	1	2011	563
1983	8	2012	695
1984	8	2013	845
1985	1	2014	1055
1986	7	2015	1066
1987	4	2016	1218
1988	17	2017	1504
1989	16	2018	1698
1990	26	2019	2145
1991	27	2020	2189
1992	26	2021	2380
1993	28	2022	2538
1994	25	2023	1550

Nota: não foi possível realizar esta análise no Portal de Periódicos Capes.

Periódicos Capes:

✓ Recorrência de tipos de publicações científicas nas buscas principais:

Tipo de Publicação	Recorrência*
Artigos	19.570
Atas de Congresso	536
Capítulos de Livro	456
Livros	412
Magazine Articles	278
Conjuntos de Dados	151
Dissertações	48
Relatórios	35
Imagens	32
Gravações de Vídeo, Resenhas, Recursos Web,	<15

**TIPOS DE
PUBLICAÇÃO
S MAIS
RECORRENTES
NO MUNDO**

Recursos Textuais, Entradas de Referência, Gravações de Vídeos, Entrada de Referência, Recurso Textual, Resenha

* O resultado demonstra a recorrência do tipo de publicação em todas as buscas principais na base.

Base de Dados Scopus:

- ✓ Recorrência de tipos de publicações científicas nas buscas principais:

Tipo de Publicação	Recorrência
Artigos	27.986
Artigos de Conferência	20.746
Análises	1.843
Capítulos de Livro	1.765
Revisões de Conferência	1.214
Livros	291
Breves Pesquisas	106
Observações	92
Editoriais	76
Erratas	65
Atas de Congresso	34
Cartas	23
Retraídos	21
Documentos de Dados Relatórios	<15

* O resultado demonstra a recorrência do tipo de publicação em todas as buscas principais na base.

- “Building Information Modeling” em título e/ou resumo - Periódicos Capes

- ✓ Publicações científicas por assunto:

Assunto	Resultados
Modelagem de Informações de Construção	4.655
Ciência e Tecnologia	3.840
Tecnologia	3.590
Engenharia	2.952
Sistemas de Gestão de Construção	2.782
Engenharia Civil	1.945
Indústria da Construção	1.626
Tecnologia de Construção e Edificação	1.579
Construção	1.430
Modelagem de Informações de Construção	1.129
Modelagem de Informações de Construção	1.060
Arquitetura	919
Análise	842
Edifícios	772
Modelagem	768
Software	750
Design	745
Estudos de Caso	688
Automação	629
Colaboração	626

**PRINCIPAIS
ÁREAS
DAS
PUBLICAÇÕES
CIENTÍFICAS
NO MUNDO**

- “BIM” em título e/ou resumo – Periódicos Capes

- ✓ Publicações científicas por assunto:

Assunto	Resultados
Ciência e Tecnologia	6.032
Tecnologia	3.998
Modelagem de Informações de Construção	3.319
Engenharia	3.202
Modelagem de Informações de Construção	3.031
Sistemas de Gestão de Construção	2.831
Ciências da Vida e Biomedicina	2.166
Engenharia Civil	2.002
Tecnologia de Construção e Edificação	1.706
Indústria da Construção	1.500
Apoptose	1.493
Construção	1.438
Humanos	1.101
Análise	1.067
Arquitetura	1.031
Animais	902
Modelagem de Informações de Construção	875
Proteína Bcl-2-Like	791
Proteína Bim	784
Ciências Físicas	773

- **“Building Information Modeling” em título e/ou resumo - Scopus**

✓ Publicações científicas por área de estudo:

Área de Estudo	Publicações
Engenharia	7.047
Ciência da Computação	3.133
Ciências Sociais	1.384
Ciências Ambientais	1.190
Negócios, Gestão e Contabilidade	1.170
Ciências da Terra e Planetárias	813
Energia	739
Matemática	648
Ciência dos Materiais	578
Física e Astronomia	491
Ciências da Decisão	401
Artes e Humanidades	366
Engenharia Química	238
Química	117
Medicina	98
Economia, Econometria e Finanças	95
Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	69
Ciências Agrícolas e Biológicas	68
Multidisciplinar	52
Psicologia	13
Profissões da Saúde	10
Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica	9
Neurociência	8
Imunologia e Microbiologia	3
Enfermagem	1

- **“BIM” em título e/ou resumo - Scopus**

✓ Publicações científicas por área de estudo:

Área de Estudo	Publicações
Engenharia	11.577
Ciência da Computação	5.735
Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	3.272

Medicina	2.515
Ciências Sociais	2.319
Ciências Ambientais	2.125
Ciências da Terra e Planetárias	1.695
Negócios, Gestão e Contabilidade	1.552
Matemática	1.447
Física e Astronomia	1.377
Ciência dos Materiais	1.355
Energia	1.230
Química	884
Imunologia e Microbiologia	732
Ciências da Decisão	673
Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica	645
Engenharia Química	634
Artes e Humanidades	601
Neurociência	495
Ciências Agrícolas e Biológicas	363
Multidisciplinar	362
Economia, Econometria e Finanças	136
Profissões da Saúde	43
Psicologia	37
Enfermagem	23
Odontologia	12
Medicina Veterinária	12

OBSERVAÇÕES SOBRE AS PATENTES:

Base Nacional - INPI

Para a consulta na base de dados do INPI, com os argumentos expressos neste documento, foram encontrados 4 resultados após excluir as duplicatas, estando os mesmos listados abaixo.

Pedido	Depósito	Título	IPC
BR 11 2016 014760 0	24/12/2014	COMPOSTO, COMPOSIÇÃO FARMACÊUTICA, MÉTODOS PARA TRATAMENTO DE UMA CONDIÇÃO, PARA INIBIR E VALIDAR ATIVIDADE DE CINASE, PARA MODULAR O TRAJETO DE B-CATENINA E O TRAJETO DE TGFB/BMP EM UMA CÉLULA, PARA MODULAR A ATIVIDADE DE STAT1 E DE HIF-1-ALFA EM UMA CÉLULA, PARA AUMENTAR A EXPRESSÃO DE BIM E PARA PREPARAR UM COMPOSTO, MUTANTE, E, PROTEÍNA.	C07D 493/08
BR 10 2020 012433 1	18/06/2020	SISTEMA E MÉTODO PARA DETECÇÃO E RASTREAMENTO DE ATIVOS, INTEGRAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS	H04W 4/70
BR 11 2018 070530 6	06/04/2017	MÉTODO E DISPOSITIVO PARA PLANEJAR E CONTROLAR A OPERAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE CONSTRUÇÃO, MÁQUINA DE CONSTRUÇÃO E PRODUTO DE PROGRAMA	G06Q 10/0631
PI 0820910-3	12/12/2008	PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM POLIPROPILENO BIMODAL COM BAIXO TEOR DE GINZAS*	C08F 110/06

* descartado da análise, uma vez que não se refere à temática do estudo. Apareceu nos resultados devido à expressão "bimodal" no título.

Acerca das patentes registradas no Brasil, encontradas na base do INPI, é possível observar os IPCs registrados representam os seguintes grupos tecnológicos, resumidamente:

- C07D: química: metalurgia - química orgânica - compostos heterocíclicos (preparação de compostos macromoleculares);

- G06Q: física: cálculo ou contagem - tecnologia da informação e comunicação [TIC] especialmente adaptada para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento ou de supervisão; sistemas ou métodos especialmente adaptados para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento ou de supervisão, não incluídos em outro local.

- H04W: eletricidade: técnica de comunicação elétrica - redes de comunicação sem fio (comunicação por radiodifusão; sistemas de comunicação usando ligações sem fio para comunicação não-seletiva, p. ex. extensões sem fio);

Os grupos tecnológicos demonstram consonância com o encontrado no Espacenet acerca do registro de patentes em diversos países. Observa-se a presença de resultados diretamente ligado à química e, conseqüentemente, ligados à área da saúde. Situação recorrente ao utilizar o termo "BIM" na busca que pode retornar resultados conectados a proteína BIM (Bcl-2-like protein 11) que é uma proteína envolvida na regulação do apoptose, um processo de morte celular programada. BIM desempenha um papel crítico na promoção do apoptose, ajudando as células a morrer quando necessário para manter a homeostase do organismo. É uma proteína importante na pesquisa sobre câncer e desenvolvimento celular, porém não apresenta relevância ao tema da pesquisa onde o termo BIM está diretamente ligado à construção civil.

Bases Internacionais - Espacenet

Para a consulta na base de dados Espacenet foram utilizados os argumentos descritos neste documento. Dada a considerável quantidade de patentes obtidas nas buscas, chegando a um pico de 11.456 resultados ao pesquisar o termo "BIM" no título e/ou resumo, bem como devido ao limite de exportação de relatórios imposto pelo sistema, que limita a um máximo de 500 patentes, não foi viável realizar uma análise qualitativa das patentes encontradas.

Para ampliar a análise, além das pesquisas primárias, que envolviam a busca dos termos separadamente no título e no resumo, também foram conduzidas pesquisas secundárias, realizando uma busca simultânea dos termos "BIM" e "Building Information Modeling" no título e no resumo. Isso aprimorou a identificação de recorrências em relação a elementos como: países onde as patentes foram publicadas, país de origem dos inventores ou requerentes, empresas solicitantes, inventores, idiomas, IPCs e outros critérios possíveis, usando os filtros disponíveis no sistema. Essas informações foram devidamente exportadas para possibilitar análises mais aprofundadas. Portanto, os resultados apresentados refletem a consideração das consultas auxiliares.

OBSERVAÇÕES SOBRE OS SOFTWARES:

Base Nacional - INPI

A fim de aprofundar as investigações sobre a Tecnologia BIM no Brasil e, uma vez que os softwares são registrados em ambiente específico, também na Base Nacional do INPI, pesquisou-se de forma complementar pelo registros disponíveis na plataforma, conforme os argumentos expressos neste documento, foram encontrados 6 resultados, estando os mesmos listados abaixo.

Pedido	Depósito	Título
BR 51 2023 001434 6	22/05/2023	QUANTUM BIM
BR 51 2023 000160 0	19/01/2023	Twin-City: Plataforma Web de Serviços de Gêmeo Digital Preditivo Urbano e BIM Reverso
BR 51 2023 000120 1	16/01/2023	Prova de Conceito do Aplicativo Field-to-BIM
BR 51 2020 001391 0	20/07/2020	SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE EXECUÇÃO DE OBRAS UTILIZANDO MODELOS BIM
BR 51 2019 001652 1	31/07/2019	Software Online Bitável BitGol 4D BIM/VDC: Acompanhamento e FeedBack de Obras, Projetos e Portfólio antes, durante e após a construção.
BR 51 2016 001719 8	14/12/2016	BIM ANALYSIS

Acerca dos *softwares* encontrados, observa-se que todos são, de fato, relacionados ao objeto da pesquisa. Observa-se também que o mais antigo é datado de 2016, demonstrando que a tecnologia é recente no Brasil, também no que se refere à *softwares* registrados.

OBSERVAÇÕES SOBRE AS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS:

Portal de Periódicos Capes

Para a consulta na base foram utilizados os argumentos descritos neste documento. Dada a considerável quantidade de publicações obtidas nas buscas, chegando a um pico de 11.248 resultados ao pesquisar o termo "BIM" no título e/ou resumo, bem como devido ao limite de exportação de relatórios imposto pelo sistema, não foi viável realizar uma análise qualitativa das publicações científicas encontradas.

Para ampliar a análise, além das pesquisas primárias que envolviam a busca dos termos separadamente no título e no resumo, também foram conduzidas pesquisas secundárias, realizando uma busca simultânea dos termos "BIM" e "Building Information Modeling" no título e no resumo. Isso auxiliou na identificação de recorrências relacionadas a aspectos como idiomas predominantes, temas de pesquisa e tipos de publicações. Apesar da falta de uma opção de exportação direta dos filtros, as informações disponíveis foram registradas para possibilitar análises mais detalhadas.

É importante ressaltar que, com base na estratégia adotada (análise pelos filtros), não foi possível obter informações específicas, como país de publicação, instituição afiliada e ano de publicação, uma vez que esses dados não estavam disponíveis. No caso do ano de publicação, o sistema permitia filtrar os resultados por ano, mas não disponibilizava a quantidade de publicações por ano.

Base de Dados Scopus

Para a consulta na base foram utilizados os argumentos descritos neste documento. Dada a considerável quantidade de publicações obtidas nas buscas, chegando a um pico de 22.194 resultados ao pesquisar o termo "BIM" no título e/ou resumo, bem como devido ao limite de exportação de relatórios imposto pelo sistema, que limita a um máximo de 20000 publicações, não foi possível realizar uma análise qualitativa das publicações científicas encontradas.

Para ampliar a análise, além das pesquisas primárias que envolviam a busca dos termos separadamente no título e no resumo, também foram conduzidas pesquisas secundárias, realizando uma busca simultânea dos termos "BIM" e "Building Information Modeling" no título e no resumo, aprimorando assim a capacidade de identificar recorrências relacionadas a elementos como idiomas predominantes, áreas de estudo, tipos de publicações, país de publicação, instituições afiliadas e ano de publicação, usando os filtros disponíveis no sistema. Essas informações foram devidamente exportadas para possibilitar análises mais aprofundadas. Portanto, os resultados apresentados refletem a consideração das consultas auxiliares.

OBSERVAÇÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM OUTRAS INSTITUIÇÕES DA REDE FEDERAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA:

A busca foi realizada nos *sites* de cada instituição, utilizando os mecanismos de pesquisa disponíveis e navegando pelo conteúdo para identificar ações voltadas à implementação do BIM. Durante a busca, foram encontradas dificuldades em alguns *sites*, cujos mecanismos de pesquisa apresentaram inconsistências ou não funcionaram. Nessas situações, a busca foi repetida em diferentes datas a fim de verificar se as inconsistências do sistema seriam resolvidas. Após isso, foi possível utilizar o mecanismo de busca em 40 das 41 instituições que compõem o universo da pesquisa, com exceção do IFB, onde a instabilidade impediu a realização da busca.

A situação descrita reflete a percepção obtida a partir das informações coletadas. A seguir, são apresentadas observações detalhadas sobre os resultados relevantes encontrados nas instituições:

Situação	Instituição	Observações
Alguma ação para implementar o BIM	IFAC	Foi encontrado, através do Relatório de Gestão 2021, a aquisição de softwares BIM para utilização na Diretoria de Obras e Infraestrutura.
	IFAL	Foram encontrados: publicação de trabalhos acadêmicos sobre a temática desde 2020; notícias de eventos sobre a temática desde 2018; edital de seleção de empresas para incubadora, com uma das áreas prioritárias sendo o BIM, em 2023; e ainda um Edital 75/2021 sobre a aquisição de softwares em BIM.
	IFBA	Foram encontradas notícias sobre a oferta de cursos, workshops e capacitações desde 2017. Além disso, foram encontradas portarias que compõem comissão responsável por planejar a contratação de contratação de empresa especializada em consultoria para elaboração do Plano de Implantação BIM, de 2022 e 2023.
	IFRJ	Foi encontrada uma matéria, de outubro/2023, anunciando o Programa de Aceleração de Investimentos para melhorar a Infraestrutura das unidades, que possui um eixo com foco em BIM.
Eventos, cursos ou outras atividades de capacitação ou diálogo sobre o BIM, especialmente para o público externo	IF Sertão-PE	Foram encontradas notícias acerca de capacitação de BIM ofertadas pelo <i>Campus Pretolina</i> , enquanto curso de extensão, no ano de 2018. Além disso, encontrou-se notícia sobre a discussão da temática no 3º Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação do IF Sertão-PE, em 2019, envolvendo estudantes, servidores e profissionais da área.
	IF Sudeste MG	Foram encontrados: publicação de artigos sobre a temática em anais e relatório de atividades de docente, no qual consta o ensino da temática.
	IFAM	Foram encontradas notícias que mostram a temática sendo abordada em eventos como a Semana da Construção Civil e discussões de possíveis parcerias da instituição, desde 2018.
	IFCE	Foram encontradas notícias sobre a oferta de cursos, workshops e capacitações. Além disso, foi encontrado o RELATÓRIO DE AUDITORIA INTERNA Nº 05/2022 que aborda as dificuldades para o setor de engenharia cumprir a meta de obras estabelecida no PDI, apresentando a demanda dos servidores de atualizar os processos para o BIM.
	IFF	Foram encontrados planos de curso e trabalhos acadêmicos sobre a temática.

	IFG	Foram encontradas notícias sobre workshops e capacitações.
	IFMG	Foram encontradas notícias sobre a oferta de cursos, workshops e capacitações.
	IFPB	Foram encontradas notícias sobre a oferta de cursos, workshops e capacitações.
	IFRN	Foram encontradas notícias sobre workshops e capacitações. A instituição possui a LABIM, a Liga Acadêmica de Building Information Modeling do <i>Campus</i> Natal - Central e o Núcleo de Pesquisa em BIM, e ainda um projeto de implementação da metodologia BIM (Building Information Modeling) no IFRN-CNAT, coordenado pela professora Josyanne Giesta, integra um Grupo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos (GIP). Foi encontrado ainda o site: https://npbimcnat.ifrn.edu.br/ .
	IFRO	Foi encontrada uma matéria sobre palestra de BIM e outras sobre parceria para o uso de software BIM nas práticas acadêmicas.
	IFSC	Foram encontradas notícias sobre a oferta de cursos, workshops e capacitações.
	IFPE	Foram encontradas notícias sobre a oferta de cursos e capacitações para servidores, além do anúncio de disponibilização de licenças educacionais nos laboratórios. O site não informa a quantidade de resultados.

APÊNDICE D – LISTA DE SIGNIFICADO DOS IPCS

1. CLASSIFICAÇÃO POR SEÇÃO E CLASSE

- E04: construções fixas: edificação;
- F16: engenharia mecânica; iluminação; aquecimento; armas; explosão: elementos ou unidades de engenharia; medidas gerais para assegurar e manter o funcionamento efetivo de máquinas ou instalações; isolamento térmico em geral;
- G01: física: medição; teste;
- G06: física: cômputo; cálculo ou contagem.

2. CLASSIFICAÇÃO POR SEÇÃO, CLASSE E SUBCLASSE

- C07D: química: metalurgia: química orgânica - compostos heterocíclicos (preparação de compostos macromoleculares).
- C08F: química; metalurgia: compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou seu processamento químico; composições baseadas nos mesmos - compostos macromoleculares obtidos por reações compreendendo apenas ligações insaturadas carbono-carbono (produção de misturas de hidrocarboneto líquidos a partir de hidrocarboneto de número de carbono baixo, p. ex. por oligomerização; processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica; polimerização de monômeros enxertados contendo ligações insaturadas carbono-carbono sobre fibras, linhas, fios, tecidos ou artigos fibrosos produzidos a base de tais materiais).
- G06Q: física: cômputo; cálculo ou contagem - tecnologia da informação e comunicação [TIC] especialmente adaptada para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento ou de supervisão; sistemas ou métodos especialmente adaptados para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento ou de supervisão, não incluídos em outro local.
- H04W: eletricidade: técnica de comunicação elétrica - redes de comunicação sem fio (comunicação por radiodifusão; sistemas de comunicação usando ligações sem fio para comunicação não-seletiva, p. ex. extensões sem fio).

3. CLASSIFICAÇÃO COMPLETA

- E04B1: construções fixas: edificação - estrutura geral de edificações; paredes, p. ex. divisórias; telhados; soalhos; tetos; isolamento ou outras proteções de edificações (estruturas de moldura para aberturas em paredes, soalhos ou tetos e06b 1/00) - construções em geral; estruturas não restritas a paredes p. ex. divisórias ou pisos ou tetos ou telhados (andaimes, fechamento e04g; estruturas especialmente adaptadas a edificações para fins especiais, plano geral das edificações, p. ex. coordenação modular, e04h; elementos especiais de edificações, ver grupos pertinentes a esses elementos).

- E04G21: construções fixas: edificação - andaimes; armações; fechamentos; implementos ou outros acessórios de construção, ou seu uso; manipulação de materiais de construção no canteiro de obras; reparo, demolição e outros trabalhos em edificações já existentes - Preparo, transporte ou manipulação dos materiais de construção in situ; Outros dispositivos ou medidas relativas a trabalhos de construção (manipulação de materiais pedregosos B28D; transporte em geral B65G; dispositivos de içamento B66; instrumentos de medição G01).

- F16M11: engenharia mecânica; iluminação; aquecimento; armas; explosão: elementos ou unidades de engenharia; medidas gerais para assegurar e manter o funcionamento efetivo de máquinas ou instalações; isolamento térmico em geral - armações, carcaças ou bases de motores, de máquinas ou de aparelhos, não específicos para motores, máquinas ou aparelhos incluídos em outro local; cavaletes; suportes - plataformas ou cavaletes de pau como suportes para aparelhos ou artigos colocados nos mesmos (sem cabeçotes f16m 13/00; cavaletes ou suportes para quadros negros ou similares a47b 97/04; estantes para exposição a47f 7/00; para operários e04g 1/32; suportes, suspensão ou fixação de dispositivos de iluminação f21v 21/00; modificações especiais para aparelhos ou artigos particulares, ver as subclasses apropriadas).

- G01C15: física: medição; teste - medição de distâncias, níveis ou rumos; topografia; navegação; instrumentos giroscópicos; fotogrametria ou videogrametria - Instrumentos de topografia ou acessórios não abrangidos pelos grupos G01C 1/00- G01C 13/00.

- G06F17: física: cômputo; cálculo ou contagem - processamento elétrico de dados digitais (sistemas de computadores baseados em modelos computacionais específicos) - Computação Digital ou equipamento ou métodos de processamento de dados, especialmente adaptados para funções específicas (recuperação de informação, estruturas de bases de dados ou estruturas de sistemas de arquivos dela).
- G06F30: física: cômputo; cálculo ou contagem - processamento elétrico de dados digitais - Desenho Auxiliado por Computador [CAD].
- G06Q10: física: cômputo; cálculo ou contagem - Tecnologia da Informação e Comunicação [TIC] especialmente adaptada para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento ou de supervisão; sistemas ou métodos especialmente adaptados para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento ou de supervisão, não incluídos em outro local - Administração; Gerenciamento.
- G06Q50: física: cômputo; cálculo ou contagem - Tecnologia da Informação e Comunicação [TIC] especialmente adaptada para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento ou de supervisão; sistemas ou métodos especialmente adaptados para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento ou de supervisão, não incluídos em outro local - Sistemas ou métodos especialmente adaptados para setores de negócios específicos.
- G06T17: física: cômputo; cálculo ou contagem - processamento de dados de imagem ou geração, em geral - Modelagem 3D [tridimensional] para computação gráfica.
- G06T19: física: cômputo; cálculo ou contagem - processamento de dados de imagem ou geração, em geral - Manipulando modelos em 3D ou imagens para computação gráfica.

APÊNDICE E – RESUMO DAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS OBTIDAS NA RSL

REFERÊNCIA	RESUMO (TRADUZIDO PELO AUTOR)
<p>ABUMOEILAK, Lama <i>et al.</i> Critical Success Factors for Building Information Modeling Implementation as a Sustainable Construction Practice in the UAE. <i>Buildings</i>, v. 13, n. 6, p. 1406, 2023.</p>	<p>O setor da construção é amplamente reconhecido como um motor por trás da prosperidade nacional. No entanto, existem consideráveis desafios na transição da indústria da construção para práticas sustentáveis, incluindo tecnologias de Modelagem de Informação da Construção (BIM). Os Emirados Árabes Unidos têm feito progressos significativos no Oriente Médio na adoção de tecnologias BIM. Abordagens de construção verde foram avançadas por meio de sua incorporação em práticas de construção conscientes do meio ambiente, com uma ampla literatura respondendo a essa questão. Vários projetos nos Emirados Árabes Unidos têm utilizado a natureza complementar de BIM e as políticas sustentáveis dos Emirados Árabes Unidos. No entanto, nem todos exploraram o pleno potencial da implementação de BIM na construção sustentável. Este artigo visa identificar e priorizar os Fatores Críticos de Sucesso (CSFs) para uma implementação eficaz de BIM como prática sustentável na construção nos Emirados Árabes Unidos, examinando sua classificação e relacionamentos. Uma lista de fatores críticos de sucesso foi reunida a partir de uma revisão da literatura anterior para identificar os fatores essenciais para uma implementação bem-sucedida. Um questionário padronizado foi distribuído a organizações de consultoria e empresas de engenharia para verificar a existência desses CSFs e medir sua importância no contexto da indústria da construção nos Emirados Árabes Unidos. Os dados da pesquisa foram analisados usando a técnica de Processo Analítico Hierárquico (AHP) para elaborar e validar os resultados, que eram especificamente aplicáveis às necessidades deste estudo. Os resultados da análise AHP mostram que os aspectos sociais foram classificados como o fator crítico de sucesso mais alto em comparação com os outros critérios, ou seja, econômico, ambiental e tecnologia da informação. Dentro desse critério, constatou-se que a comunicação eficaz entre as partes interessadas é o elemento mais importante, pois especialistas no assunto consideraram imperativo obter o apoio de todos ou da maioria das partes interessadas no projeto de construção para alcançar o objetivo estratégico de implementar o BIM. Também são antecipados um quadro corporativo eficaz para apoiar o sistema BIM e financiamento governamental para construir o sistema BIM. © 2023 pelos autores.</p>
<p>ADEL, Mohamed; CHENG, Zhuo; LEI, Zhen. Integration of Building Information Modeling (BIM) and Virtual Design and Construction (VDC) with Stick-Built Construction to Implement Digital Construction: A Canadian General Contractor's</p>	<p>A Modelagem de Informação da Construção (BIM) e a Construção Virtual (VDC) são processos e metodologias de gestão úteis para aprimorar a comunicação e coordenação de projetos. Nas últimas décadas, pesquisadores e profissionais têm se esforçado para promover a adoção de BIM e VDC na indústria da construção. No entanto, atualmente, a promoção e adoção de BIM e VDC são relativamente lentas na América do Norte. Este artigo se concentra no desenvolvimento de uma abordagem para impulsionar a adoção dessas tecnologias por meio da cooperação entre as partes interessadas do projeto e propõe um método de colaboração por meio de um estudo de caso. Neste artigo, os autores realizaram uma pesquisa e entrevistaram uma importante empreiteira geral canadense sobre a implementação de BIM e VDC em projetos de construção. O objetivo era avaliar o status das aplicações de</p>

<p>Perspective. Buildings, v. 12, n. 9, p. 1337, 2022.</p>	<p>BIM e VDC na região do Atlântico do Canadá, do ponto de vista de uma empreiteira geral. Tanto as pesquisas quanto as entrevistas foram conduzidas com vários participantes do projeto em toda a organização. Com base nos resultados, é proposto um "Framework de Construção Digital para o Futuro" para aumentar a adoção de BIM e VDC. Esta pesquisa pode fornecer uma compreensão geral da adoção de BIM e VDC nesta empreiteira geral específica e áreas de melhoria na transição para um ambiente de trabalho mais digital na construção. © 2022 pelos autores.</p>
<p>AKA, Adefemi <i>et al.</i> Assessing the relationships between underlying strategies for effective building information modeling (BIM) implementation in Nigeria construction industry. Architectural Engineering and Design Management, v. 17, n. 5-6, p. 434-446, 2021.</p>	<p>A comunicação efetiva entre os intervenientes na construção tem sido um desafio sério na indústria global. A implementação da Modelagem de Informação da Construção (BIM) foi estabelecida como uma abordagem útil para superar esse desafio. No entanto, a falta de uma única estratégia para a implementação efetiva da ferramenta BIM durante as atividades de construção tornou sua aplicação em um país em desenvolvimento, como a Nigéria, muito lenta. Portanto, este artigo tem como objetivo identificar uma única estratégia que possa ser usada para implementar efetivamente o BIM na indústria da construção na Nigéria. Isso foi alcançado por meio de uma pesquisa de métodos mistos em algumas empresas de construção selecionadas em Abuja, capital da Nigéria, no ano de 2019. Entrevistas e questionários foram os principais instrumentos usados para coleta de dados no design de pesquisa de métodos mistos. Os resultados do estudo mostraram que o BIM não foi maximamente utilizado por empresas de construção na Nigéria. A descoberta do estudo também revelou que o estabelecimento de órgãos de fiscalização que garantirão a aplicação do BIM em cada projeto é uma estratégia significativa para a implementação do BIM na indústria da construção na Nigéria. Essa descoberta direcionou várias estratégias que podem ser usadas pelos intervenientes do projeto para entender o conceito de adoção do BIM no contexto do estudo. Isso poderia levar a uma entrega acessível de projetos BIM na Nigéria e, conseqüentemente, melhorar o desempenho da indústria global da construção. O estudo recomenda que as estratégias subjacentes que podem ser usadas para superar os desafios da fiscalização do BIM na indústria da construção na Nigéria sejam investigadas por futuros pesquisadores de BIM. © 2020 Informa UK Limited, operando como Taylor & Francis Group.</p>
<p>ALTASSAN, Abdulrahman <i>et al.</i> A Qualitative Investigation of the Obstacles Inherent in the Implementation of Building Information Modeling (BIM). Buildings, v. 13, n. 3, p. 700, 2023.</p>	<p>A indústria da construção no Oriente Médio é fragmentada, o que torna os dados do projeto inacessíveis e subutilizados. A Modelagem de Informação da Construção (BIM) oferece soluções inovadoras para a indústria AEC. Devido à falta de conhecimento sobre os processos, protocolos e fluxos de trabalho bem-sucedidos do BIM, algumas organizações do Oriente Médio tentaram criar seus próprios sistemas, mas nem sempre escolheram o BIM. Alguns usuários não compreenderam os benefícios do BIM, e o setor da construção não estava preparado para a tecnologia BIM. Além disso, os benefícios do BIM não eram amplamente conhecidos. Este estudo visa investigar a conscientização dos praticantes da construção sobre o campo do BIM, a situação de adoção do BIM e os procedimentos em empresas de design do Oriente Médio, identificando e avaliando as percepções dos profissionais da construção sobre os obstáculos à implementação do BIM na construção do Oriente Médio. Esta pesquisa conduziu uma entrevista semiestruturada para coletar dados e informações de equipes de design que estão atualmente adotando o BIM na fase de design do projeto. Treze de trinta e nove aceitaram participar, com quatro amostras inválidas. A coleta de dados atingiu um ponto de saturação após a quinta entrevista. A análise descritiva e empírica mostrou poucos estudos sobre o BIM, falta de conhecimento, políticas governamentais insuficientes, altos custos de</p>

	<p>implementação, coordenação contratual inadequada, falta de padrões especificados, custo de compartilhamento de dados e informações, problemas de disponibilidade tecnológica, relutância das partes interessadas, mudanças nos negócios e culturais, problemas de dados e propriedade intelectual e problemas de interoperabilidade. A análise fatorial identificou três principais dificuldades na implementação do BIM na construção do Oriente Médio. Esses fatores são treinamento, custo e restrições econômicas. © 2023 pelos autores.</p>
<p>ARUNKUMAR, S.; SUVEETHA, V.; RAMESH, Aishwarya. A feasibility study on the implementation of building information modeling (BIM): from the architects' & engineers' perspective. Asian Journal of Civil Engineering, v. 19, p. 239-247, 2018.</p>	<p>A Modelagem de Informação da Construção (BIM) é um processo inteligente baseado em modelos tridimensionais que é mais eficiente e efetivamente utilizado por profissionais de arquitetura, engenharia e construção para o planejamento, projeto, construção e gerenciamento eficiente de edifícios. Esta revisão de literatura no presente artigo ilustra os benefícios da adoção do BIM e as barreiras para sua implementação. Cerca de 131 profissionais, incluindo arquitetos e engenheiros da indústria de arquitetura, engenharia e construção (AEC), fazem parte deste estudo. A indústria AEC foi escolhida para a realização da pesquisa, entre os quais apenas 102 deles concluíram a pesquisa, uma vez que os restantes nem sequer tinham conhecimento do BIM. O objetivo do estudo é conhecer a atitude dos profissionais em relação aos fatores positivos e negativos que influenciam a implementação do BIM na indústria AEC. O artigo conclui com estratégias para a implementação do BIM em grande escala. © 2018, Springer International Publishing AG, parte da Springer Nature.</p>
<p>BELAY, Solomon <i>et al.</i> Building information modeling implementation strategies for public infrastructure projects in emerging markets: The case of Ethiopia. Cogent Engineering, v. 10, n. 1, p. 2220481, 2023.</p>	<p>O objetivo deste estudo é investigar as estratégias críticas de adoção de Modelagem de Informação de Construção (BIM) para projetos públicos de construção em países em desenvolvimento, visando aprimorar esquemas bem-sucedidos de implementação de BIM na indústria de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). Inicialmente, realizou-se um estudo empírico por meio de uma pesquisa de questionário estruturado, que foi validado por meio de um teste piloto. Em seguida, o estudo investigou a discrepância entre grupos profissionais na percepção das estratégias críticas de adoção usando diferentes ferramentas estatísticas. Além disso, a análise fatorial foi conduzida para identificar fatores latentes potenciais associados a projetos públicos de construção. O resultado indica que as estratégias de adoção de BIM mais bem classificadas são infraestrutura de TI estratégica e adequada, disponibilidade de padrões e diretrizes para a adoção de BIM, e políticas governamentais. Da mesma forma, seis construtos latentes foram desenvolvidos a partir da análise fatorial: organização, aplicação e ferramentas, mercado, gerenciamento de informações, projeto e processo. O estudo destaca estratégias críticas consideradas mais importantes por diversos profissionais e proprietários de negócios, na tentativa de aprimorar a adoção de BIM em países em desenvolvimento. A novidade deste estudo está relacionada às estratégias de implementação de BIM para projetos de construção de infraestrutura em países em desenvolvimento, especialmente na região da África Oriental. Este artigo também pode ser particularmente benéfico para empresas de construção envolvidas em projetos públicos de construção para facilitar a implementação de BIM em sua própria natureza organizacional. Além disso, a análise comparativa entre países fornece uma perspectiva global para melhorar a compreensão e a adoção de BIM na região da África Subsaariana. © 2023 O Autor (es). Publicado pela Informa UK Limited, operando como Taylor & Francis Group.</p>

<p>BOTON, Conrad; FORGUES, Daniel; HALIN, Gilles. A framework for Building Information Modeling implementation in engineering education. <i>Canadian Journal of Civil Engineering</i>, v. 45, n. 10, p. 866-877, 2018.</p>	<p>As universidades enfrentam muitos desafios em seus esforços para introduzir a Modelagem de Informação da Construção (BIM) no ensino de engenharia. Muitos esforços de pesquisa foram dedicados ao assunto e abordaram alguns aspectos específicos da questão. Assim, não existe um quadro abrangente que forneça aos tomadores de decisão diretrizes práticas e neutras. O quadro proposto neste artigo identifica os principais desafios a serem abordados. Um estudo de caso de uma escola de engenharia canadense é usado para avaliar e validar o quadro proposto, além de ilustrar os desafios. A estratégia de integrar o BIM no ensino de engenharia deve ser baseada nas habilidades específicas que se espera que os estudantes adquiram. É possível, então, definir as abordagens de ensino adequadas. Uma estratégia de implementação eficaz deve ser gradual para aumentar progressivamente a conscientização na comunidade, aprender com os erros e identificar as melhores práticas. Deve-se dar uma ênfase particular às necessidades da indústria local. © 2018, Canadian Science Publishing. Todos os direitos reservados.</p>
<p>CHEN, Yansheng <i>et al.</i> The values and barriers of Building Information Modeling (BIM) implementation combination evaluation in smart building energy and efficiency. <i>Energy Reports</i>, v. 8, p. 96-111, 2022.</p>	<p>Com o contínuo aumento no número de edifícios, o fenômeno do consumo excessivamente alto de energia torna-se cada vez mais sério. Reduzir o consumo de energia durante a operação de todo o ciclo de vida do edifício é especialmente importante. A tecnologia de Modelagem de Informações da Construção (BIM) baseia-se nos parâmetros relevantes de projetos de construção e usa simulação de informações digitais para estabelecer modelos de informações de construção. É um dos meios técnicos de análise de consumo de energia de construção e gestão de economia de energia, que pode ser explicado como a principal razão para orientar as mudanças de energia e eficiência dos stakeholders no fator de condução em edifícios. Iniciamos estatísticas de coocorrência e análise de tipo com base na análise de contexto de coocorrência, construímos as informações de coocorrência que afetam a combinação de valores e barreiras da implementação do BIM para energia e eficiência de edifícios inteligentes. Escolhemos o banco de dados de especialistas da Associação Chinesa de Construção da Construção Verde e Edifício Inteligente (GCIBB) da China Construction Association, que obteve 104 amostras por meio de amostragem de bola de neve modificada, usando análise fatorial exploratória com funções lineares de carga de fator, e combinamos pesos de taxa de contribuição de variância de fator. Criamos uma função de índice da combinação de valores e barreiras da implementação do BIM na energia e eficiência de edifícios inteligentes, classificamos e calculamos a pontuação abrangente de cada fator de acordo com o índice de avaliação de classificação e mapeamos seu significado prático. Os resultados mostram que os 18 indicadores de avaliação combinada propostos neste trabalho são adequados para avaliar os três elementos de benefício, eficiência e qualidade de edifícios inteligentes, e podem alcançar a otimização contínua do consumo de energia de construção. O modelo de avaliação de combinação multifatorial construído, a taxa de contribuição cumulativa de variância do fator extraído é superior a 80%. © 2022 O Autor (s)</p>
<p>CHONG, Heap-Yih; CHENG, Mengyuan. Smart Contract Implementation in Building Information Modeling–Enabled Projects: Approach to Contract</p>	<p>As práticas detalhadas para a implementação de contratos inteligentes podem ser complicadas ao trabalhar em projetos habilitados para a Modelagem de Informação da Construção (BIM), especialmente do ponto de vista da administração de contratos. Esta pesquisa tem como objetivo explorar e determinar práticas contratuais eficazes e suas disposições contratuais associadas para a implementação de contratos inteligentes em projetos habilitados para BIM. Foi adotada uma abordagem de métodos mistos com base em um estudo de caso exploratório e uma pesquisa</p>

<p>Administration. Journal of Construction Engineering and Management, v. 149, n. 5, p. 05023004, 2023.</p>	<p>de questionário. As descobertas qualitativas foram usadas para identificar inicialmente os critérios essenciais dos aspectos contratuais associados a contratos inteligentes. A análise quantitativa foi então aplicada para determinar as disposições contratuais críticas. Esta pesquisa oferece novos insights e conhecimentos práticos para implementar contratos inteligentes legalmente sólidos em projetos habilitados para BIM por meio dos aspectos contratuais de (1) relacionamentos e obrigações contratuais, (2) segurança e privacidade, e (3) outros termos específicos e estrutura geral do contrato. Um framework de contrato também é desenvolvido para futuras pesquisas e práticas na implementação de contratos inteligentes em projetos habilitados para BIM. © 2023 American Society of Civil Engineers.</p>
<p>CIRIBINI, A. L. C.; VENTURA, S. Mastrolembro; PANERONI, Michela. Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project. Automation in construction, v. 71, p. 62-73, 2016.</p>	<p>A Modelagem da Informação da Construção (BIM) representa um investimento de longo prazo que poderia permitir a redução de tempo e aprimoramento de custos por meio de processos de projeto e construção otimizados. O artigo foca no primeiro Projeto Piloto Público Italiano oficial, lidando com a implementação de validação baseada em BIM e otimização da construção em um processo construtivo. O estudo de caso refere-se a um edifício residencial localizado em um distrito urbano denso, resultando em um canteiro de obras confinado afetado por escassez de espaço e problemas de coordenação. A pesquisa tem como objetivo implementar um processo interoperável baseado em IFC para apoiar as fases de projeto e construção, realizando Modelagem e Verificação de Código avançadas e analisando a fase de construção por meio de BIM 4D. Modelos arquitetônicos, estruturais e MEP foram enriquecidos com atributos alfanuméricos conforme exigido por processos de validação semi-automáticos. Um emparelhamento automático entre objetos BIM e atividades de construção também foi alcançado. Os resultados iniciais mostraram a possibilidade de uma validação semi-automática baseada em BIM de escolhas de projeto e uma coordenação aprimorada entre disciplinas de design. Além disso, a simulação do canteiro de obras permitiu a comparação de diferentes opções de layout e cronogramas base. A pesquisa também testou o uso conjunto de ferramentas de Verificação de Modelo e BIM 4D para analisar os progressos da construção, exportando uma configuração de canteiro de obras baseada em IFC diretamente da ferramenta BIM 4D. O processo testado criou uma abordagem aberta, interoperável e multidisciplinar. As principais descobertas relativas às restrições especiais domésticas são descritas e analisadas. • O primeiro Projeto Piloto BIM italiano oficial para um Cliente Público é descrito. • O BIM foi implementado entre a fase de projeto detalhado e a de construção. • Um ambiente BIM baseado em IFC foi configurado para implementar Verificação de Modelo e BIM 4D. • Benefícios e limitações da implementação do BIM em abordagens tradicionais são descritos.</p>
<p>EADIE, Robert <i>et al.</i> BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. Automation in construction, v. 36, p. 145-151, 2013.</p>	<p>Impactos substanciais por meio da implementação do BIM podem ser alcançados em todas as etapas do processo de construção. O artigo mede o uso do BIM ao longo do ciclo de vida do projeto, confirmando que o BIM é mais frequentemente utilizado nas fases iniciais, com uso progressivamente menor nas fases posteriores. Esta pesquisa, com base em 92 respostas de uma amostra de usuários de BIM, demonstra que os aspectos de colaboração produzem o maior impacto positivo. Os aspectos do processo são mais importantes do que a tecnologia de software. O BIM exige investimento em software e treinamento, no entanto, práticas menores podem arcar com isso. Os benefícios financeiros para as partes interessadas são classificados, concluindo que os clientes se beneficiam mais</p>

	<p>financeiramente com o BIM, seguidos pelos Gerentes de Instalações. Apesar disso, mais de 70% não fornecem um modelo 3D e conjunto de dados Cobie ao concluir um projeto. A identificação dos Indicadores-Chave de Desempenho atualmente utilizados para o BIM é fornecida, e os resultados indicam uma falta de expertise e treinamento na indústria, proporcionando uma oportunidade para os provedores de educação.</p> <ul style="list-style-type: none"> • O BIM não está sendo utilizado em seu pleno potencial na Fase de Gerenciamento de Instalações. • A maioria dos respondentes não fornece um modelo 3D e conjunto de dados Cobie no final de um projeto. • Produz uma classificação de benefícios ao longo do Ciclo de Vida do Projeto (Classificação 1 para colaboração). • O BIM é usado com mais frequência nas fases iniciais do ciclo de vida do projeto • Clientes seguidos por Gerentes de Instalações se beneficiam mais financeiramente com o BIM.
<p>ENSHASSI, Mohammed A.; AL HALLAQ, Khalid A.; TAYEH, Bassam A. Limitation factors of building information modeling (BIM) implementation. <i>The Open Construction & Building Technology Journal</i>, v. 13, n. 1, 2019.</p>	<p>Antecedentes: A Modelagem de Informação da Construção (BIM) tem sido recomendada como a melhor ferramenta para melhorar os processos de construção por muitos pesquisadores. No entanto, a maioria das empresas de construção não adota o BIM devido a muitas limitações que retardam a adoção do BIM. Objetivo: O objetivo deste artigo é investigar os fatores que limitam a implementação do BIM na indústria da construção. Métodos: Para investigar os objetivos da pesquisa, foi adotada uma abordagem quantitativa e um questionário estruturado foi projetado. Um total de sessenta e oito cópias do questionário foram distribuídas, e sessenta e cinco delas foram preenchidas de maneira satisfatória, resultando em uma taxa de resposta total de 95,58%. O método de amostragem em bola de neve ajudou a obter uma alta taxa de resposta e, assim, aumentar a precisão. Resultados e Conclusão: Os fatores limitadores do BIM foram divididos em cinco categorias. Os resultados ilustraram que a categoria de pessoal foi classificada como a mais importante, enquanto a categoria legal foi classificada como a menos importante. As descobertas mostraram que a exigência de uma grande mudança cultural dentro da organização, a falta de apoio da alta administração, a falta de conhecimento sobre como implementar o BIM, a falta de experiência e habilidades da equipe e a necessidade de mudar os fluxos de trabalho para cumprir os novos requisitos foram classificados como os fatores mais importantes que dificultam a implementação do BIM. © 2019 Enshassi <i>et al.</i> Todos os direitos reservados.</p>
<p>FAGHIHI, Vahid <i>et al.</i> Effects of Contractual Challenges in Building Information Modeling on Successful Implementation. <i>Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in</i></p>	<p>A Modelagem de Informação da Construção (BIM) é uma tecnologia e processo que promove mudanças profundas nos métodos de construção, afetando diretamente a otimização do procedimento de execução e os métodos delineados nos contratos de projetos de construção. Há uma falta de manuais para a implementação de contratos BIM na maioria dos países em desenvolvimento. Essa falta de instrução levou a uma aceitação e implementação lentas do BIM em muitos países em desenvolvimento. Estudos anteriores identificaram desafios atuais nas relações, papéis e riscos de um contrato focado em BIM. Portanto, esta pesquisa investiga e determina como esses desafios contratuais</p>

<p>Engineering and Construction, v. 14, n. 4, p. 05022003, 2022.</p>	<p>podem afetar o procedimento de implementação e, por fim, a execução bem-sucedida das obrigações contratuais relacionadas ao uso do BIM em projetos. Assim, após uma revisão abrangente da literatura e listagem dos desafios identificados, dois conjuntos de coleta de dados de empresas de construção foram utilizados para definir os efeitos dos desafios contratuais do BIM. Como resultado, a verificação de dados dos desafios contratuais nesses dois projetos de caso indica um aumento no sucesso do BIM devido ao seu tratamento superior da execução do projeto em comparação com a forma como projetos não BIM lidam com desafios semelhantes. © 2022 American Society of Civil Engineers.</p>
<p>GHANEM, Sahar Y. Implementing virtual reality-building information modeling in the construction management curriculum. Journal of Information Technology in Construction, v. 27, 2022.</p>	<p>À medida que a indústria avança para incorporar o BIM em projetos de construção, é essencial contar com estudantes e especialistas adequadamente qualificados para essa transição. Tornou-se evidente que os programas de gestão de construção precisavam integrar a Modelagem de Informação da Construção (BIM) no currículo. Ao trazer a tecnologia de Realidade Virtual (RV) para o BIM, a RV-BIM transformaria a indústria de arquitetura, engenharia e construção (AEC), e a aprendizagem imersiva tridimensional (3D) pode ser uma plataforma valiosa para aprimorar a capacidade dos estudantes de reconhecer diversos princípios de construção. O estudo apresenta uma metodologia para implementar o VR-BIM no programa de graduação em gestão de construção. Com base na revisão da literatura anterior, análise aprofundada do programa e requisitos de credenciamento, o VR-BIM será implementado ao longo do currículo, combinando aulas autônomas e integração no método de cursos existentes. Os desafios que o programa pode enfrentar ao planejar a implementação do VR-BIM são discutidos, e algumas soluções são propostas. O layout da sala de aula de laboratório apropriado para as aplicações é projetado para ser ajustado para várias configurações, a fim de acomodar todos os estilos e objetivos de aprendizagem. Uma comparação entre diferentes óculos de visualização montados na cabeça (HMD) é realizada para escolher o equipamento apropriado para o laboratório. © 2022 O autor. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Internacional Creative Commons Attribution 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.</p>
<p>GOLDOBINA, Lyubov Aleksandrovna; DEMENKOV, Petr Alexeevich; TRUSHKO, Vladimir Leonidovich. The implementation of building information modeling technologies in the training of bachelors and masters at Saintpetersburgmining University. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, v. 15, n. 6, p. 803-813, 2020.</p>	<p>O artigo aborda a qualidade do treinamento de bacharéis e mestres nos cursos de construção, capazes de oferecer e implementar abordagens técnicas e tecnológicas fundamentalmente novas no design moderno da construção, com base na integração de conhecimentos obtidos em várias áreas da ciência e tecnologia. O artigo apresenta a experiência de implementar conexões interdisciplinares usando tecnologias de Modelagem de Informações da Construção (BIM) no curso de estudo de disciplinas profissionais gerais e específicas, em particular, o conceito de uma abordagem para o estudo de produtos de tecnologias BIM, como Autodesk Revit (Revit) e Autodesk Robot Structural Analysis Professional (Robot), por meio da implementação de projetos de curso e dissertações. As ferramentas desses produtos permitem atualmente a organização de troca bidirecional de dados entre eles. © 2006-2020 Rede de Publicações de Pesquisa Asiática (ARPN).</p>

<p>HYARAT, E.; HYARAT, T.; AL KUISI, M. Barriers to the Implementation of Building Information Modeling among Jordanian AEC Companies. Buildings doi:(2022).</p>	<p>A Modelagem de Informação da Construção (BIM) oferece oportunidades significativas para a gestão da construção, pois proporciona um método eficaz para o design e documentação, apoia a comunicação e colaboração, e aprimora os fatores mais importantes de um projeto (tempo, custo e qualidade). O objetivo deste estudo é investigar as barreiras para a implementação do BIM em empresas de AEC (arquitetura, gerenciamento, construção e levantamento de quantidades) na Jordânia, e analisar as semelhanças e diferenças nas percepções sobre a importância dessas barreiras entre os respondentes de diferentes empresas de AEC. Para alcançar esses objetivos, foi criada uma pesquisa de questionário para obter feedback sobre as 20 principais barreiras para a implementação do BIM identificadas por meio de uma revisão abrangente da literatura. As principais barreiras significativas foram identificadas usando o Índice de Importância Relativa (RII) e o valor médio; e para avaliar as variações entre os respondentes das quatro empresas de AEC, foi utilizado uma análise de variância unidirecional (ANOVA). A partir disso, concluiu-se que o "custo de treinamento", "custo do software BIM", "conhecimento técnico insuficiente e falta de conscientização sobre o BIM", "falta de diretrizes adequadas para o BIM" e "grande investimento inicial em BIM" são as principais barreiras que afetam a implementação do BIM em empresas de AEC na Jordânia. Considerando isso, este estudo representa um passo importante para uma melhor compreensão da implementação do BIM na Jordânia. © 2022 pelos autores. Licenciado pela MDPI, Basel, Suíça.</p>
<p>JIANG, Rui <i>et al.</i> Government efforts and roadmaps for building information modeling implementation: Lessons from Singapore, the UK and the US. Engineering, Construction and Architectural Management, v. 29, n. 2, p. 782-818, 2022.</p>	<p>Objetivo: O governo desempenha um papel crucial no impulsionamento da implementação da Modelagem de Informação da Construção (BIM). O objetivo deste estudo é investigar os esforços governamentais para impulsionar a implementação do BIM em três países de referência, a saber, Cingapura, o Reino Unido e os EUA, a fim de desenvolver roteiros apropriados para aumentar as implementações do BIM em outros países. Metodologia/abordagem: Este estudo realiza uma revisão sobre os esforços e papéis do governo na implementação do BIM em três países de referência, a saber, Cingapura, o Reino Unido e os EUA. Resultados: Por meio da comparação com a literatura existente, observa-se que Cingapura e o Reino Unido adotam uma abordagem impulsionada pelo governo, e um padrão de desenvolvimento fase a fase é observado. A primeira fase concentra-se no setor da construção para aumentar rapidamente o uso do BIM, e o governo geralmente desempenha o papel de iniciador. Na segunda fase, o BIM é expandido para outras áreas de implementação, como cidades inteligentes. A importância do papel de iniciador diminui, e mais atenção é dada a papéis de apoio, como pesquisador, educador e regulador. Em contraste, uma abordagem impulsionada pela indústria é adotada nos EUA. O principal papel do governo é o de regulador, com instituições de pesquisa apoiando ativamente a implementação do BIM. Limitações/implicações da pesquisa: Roteiros gerais das duas abordagens mandatórias são apresentados. Os resultados podem fornecer uma referência útil para países e regiões que pretendem desenvolver roteiros para aumentar seu nível de maturidade do BIM e aprimorar a prontidão para aceitar e implementar o BIM. Originalidade/valor: Este estudo é um dos primeiros a investigar os roteiros passo a passo para implementar o BIM do ponto de vista das mudanças nos papéis do governo. © 2021, Emerald Publishing Limited.</p>

<p>JUNG, Dong Eun <i>et al.</i> Appropriate level of development of in-situ building information modeling for existing building energy modeling implementation. <i>Journal of Building Engineering</i>, v. 69, p. 106233, 2023.</p>	<p>Os edifícios existentes deterioram-se ao longo do tempo, e o consumo de energia continua a aumentar. Para melhorar a eficiência energética, a avaliação do desempenho energético dos edifícios existentes por meio de simulações é necessária antecipadamente. No entanto, para a maioria dos edifícios existentes, as informações de desenho para avaliação do desempenho energético são omitidas. Sem essas informações, a energia do edifício não pode ser modelada e a previsão energética não é possível. Para resolver esse problema, o processo de modelagem de informação da construção (BIM) - modelagem de energia de edifícios (BEM) com base em digitalização a laser 3D tem chamado consideravelmente a atenção recentemente. Quando não há informações de desenho nesse processo, as informações geométricas do edifício existente podem ser implementadas por meio do BIM. Além disso, é extremamente importante determinar o nível de desenvolvimento (LOD) do BIM, pois a precisão da previsão de energia depende do LOD. Em outras palavras, o LOD do BIM in-situ deve ser determinado para uma avaliação precisa do desempenho energético do edifício. Portanto, este estudo propõe um LOD apropriado do BIM in-situ para a implementação de modelagem de energia de edifícios existentes. De acordo com isso, o processo BIM-BEM foi aplicado e o desempenho energético do edifício foi avaliado. Além disso, a incerteza e a precisão foram analisadas por meio de comparação com os consumos de energia do edifício medidos. Como resultado da análise, o LOD 350 foi determinado como um LOD adequado, capaz de simular o desempenho energético de um edifício real. © 2023 Elsevier Ltd.</p>
<p>KESKIN, Basak; SALMAN, Baris. Building information modeling implementation framework for smart airport life cycle management. <i>Transportation Research Record</i>, v. 2674, n. 6, p. 98-112, 2020.</p>	<p>A conectividade é fundamental nesta nova era de infraestrutura inteligente. Aeroportos inteligentes utilizam novas tecnologias conectadas para aprimorar a experiência do usuário, garantindo ao mesmo tempo a viabilidade operacional nos segmentos aeronáuticos e não aeronáuticos. A crescente necessidade de digitalizar os ciclos de vida de design, construção, operação e manutenção de aeroportos pode ser atendida pela implementação da modelagem de informações de construção (BIM), que permite o acesso, gerenciamento, utilização e conexão de dados físicos e operacionais em um ambiente digital colaborativo. Este estudo investiga o estado atual da prática em BIM de aeroportos (ABIM) e o uso dos processos ABIM em operações e manutenção digitais de aeroportos, conectando fontes de dados existentes e integrando sistemas de aeroportos inteligentes. O estudo propõe um framework de gerenciamento ABIM abrangente e adaptativo que retrata a alinhamento e a conectividade dos processos ABIM, recursos e partes interessadas com os requisitos operacionais do aeroporto, identificando lacunas na indústria e literatura, e desenvolvendo uma compreensão global nas visões do ABIM. Dados de pesquisa são coletados por meio de revisão de literatura e indústria, pesquisas online e entrevistas semiestruturadas com profissionais da aviação. Métodos mistos, incluindo análise estatística não paramétrica e análise qualitativa, são utilizados para determinar os elementos do framework. Princípios e linguagem de engenharia de sistemas baseada em modelo (MBSE) são usados para gerar o framework. Para validação do framework, uma prova de conceito (POC) é conduzida pelo desenvolvimento e implementação de um aplicativo web. O framework ABIM desenvolvido espera-se que oriente os principais interessados dos aeroportos em seus processos de implementação de BIM, aprimorando as eficiências operacionais do aeroporto e estrategiando iniciativas digitais em uma plataforma BIM conectada. © Academia Nacional de Ciências: Junta de Pesquisa em Transportes 2020.</p>

<p>KINEBER, Ahmed Farouk <i>et al.</i> Challenges to the Implementation of Building Information Modeling (BIM) for Sustainable Construction Projects. <i>Applied Sciences</i>, v. 13, n. 6, p. 3426, 2023.</p>	<p>Conceitos bem-sucedidos são adotados ao longo das fases do ciclo de vida da construção para proporcionar máximo conforto e benefícios aos ocupantes, sem comprometer a função de tal projeto. Embora haja informações limitadas sobre a execução da Modelagem de Informação da Construção (BIM) em países em desenvolvimento, os impulsionadores do BIM têm recebido atenção significativa de diferentes pesquisadores, mas com uma investigação limitada sobre a influência das barreiras do BIM em tais projetos de construção. Nosso objetivo com esta pesquisa é identificar e superar quaisquer desafios que possam impedir o uso do BIM em projetos de construção em países em desenvolvimento. Para isso, uma busca abrangente na literatura revelou obstáculos à implementação do BIM. Para avaliar a importância relativa dos inúmeros desafios do BIM mencionados na literatura, um questionário de pesquisa foi distribuído a uma amostra de especialistas na indústria da construção. A Análise Fatorial Exploratória (EFA) foi utilizada para classificar esses desafios, e a Modelagem de Equações Estruturais com Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM) foi criada para destacar os mais urgentes no contexto da adoção do BIM. Os resultados desta pesquisa informarão os formuladores de políticas em nações subdesenvolvidas interessadas na adoção do BIM sobre as armadilhas que devem evitar. © 2023 pelos autores.</p>
<p>LATTUCH, Frank; HICKEY, Rebecca Barbara. From intention to action: An organizational learning case of implementing Building Information Modeling. <i>Development and Learning in Organizations: An International Journal</i>, v. 34, n. 4, p. 1-4, 2020.</p>	<p>Objetivo: O objetivo deste artigo é examinar a implementação bem-sucedida de um método de trabalho digital chamado Modelagem de Informação da Construção (BIM) e fazer recomendações para ajudar as organizações a testar e implementar abordagens de trabalho inovadoras de maneira mais eficaz. As experiências de aprendizado não apenas fornecem insights para o setor da construção, mas também para qualquer organização interessada em cultura e mecanismos de resposta eficazes durante a mudança tecnológica. Metodologia/abordagem: Aplicando uma técnica de incidentes críticos, especialistas em BIM em uma organização de porte médio foram entrevistados para examinar as experiências de aprendizado na conversão de intenções de implementação em ações. As informações dessas entrevistas foram utilizadas para formular várias recomendações práticas. Resultados: As entrevistas destacaram as diversas oportunidades de desenvolvimento que a implementação de novos métodos digitais pode oferecer para a alta administração e os funcionários. Investir em pequenos projetos que funcionam e a mudança comportamental correspondente, juntamente com revisões regulares de projetos, ajudam a construir capacidades únicas e a moldar uma cultura que apoia o desenvolvimento organizacional. Originalidade/valor: A discussão dos vários benefícios e condições sob as quais a implementação de novas tecnologias pode melhorar a aprendizagem organizacional fornece aos profissionais insights sobre como converter efetivamente intenções de mudança em ação. © 2019, Emerald Publishing Limited.</p>
<p>LIAO, Longhui; TEO AI LIN, Evelyn; LOW, Sui Pheng. Assessing building information modeling implementation readiness in building projects in Singapore: A fuzzy synthetic evaluation</p>	<p>Objetivo: O objetivo deste artigo é identificar atividades críticas de implementação da Modelagem de Informação da Construção (BIM) que não agregam valor (NVA) no processo atual de entrega de projetos de construção, desenvolver um modelo de avaliação de prontidão para implementação do BIM (BIMIR) e avaliar os estados de BIMIR em projetos de construção em Cingapura.</p>

<p>approach. Engineering, construction and architectural management, v. 27, n. 3, p. 700-724, 2020.</p>	<p>Design/metodologia/abordagem: Uma pesquisa por questionário e quatro entrevistas pós-pesquisa foram conduzidas em Cingapura. Uma abordagem de avaliação sintética difusa foi adotada no desenvolvimento do modelo. Resultados: No total, 38 das 44 atividades de implementação do BIM que não agregam valor foram consideradas críticas e utilizadas no modelo proposto, entre as quais "falta de envolvimento dos empreiteiros para contribuir com o conhecimento do local" na fase de desenvolvimento do projeto foi classificada como a mais importante. Este modelo foi validado em cinco projetos. Constatou-se que a maioria dos 73 projetos de construção pesquisados estava em um estado baixo de prontidão para implementação do BIM e os resultados da avaliação foram consistentes com as práticas atuais da indústria de implementação do BIM em Cingapura</p> <p>Limitações/implicações da pesquisa: Pode haver limitação geográfica na identificação das atividades críticas de implementação do BIM que não agregam valor. No entanto, como a exigência de BIM se espalha globalmente, os resultados podem ajudar equipes de projetos no exterior a personalizar suas próprias atividades NVA e modelos de avaliação.</p> <p>Implicações práticas: Como a implementação do BIM é obrigatória em Cingapura, a avaliação do BIMIR ajuda equipes locais de projetos a identificar áreas fracas de suas atividades de implementação do BIM e priorizar recursos para aprimorar essas áreas.</p> <p>Originalidade/valor: Nenhuma ferramenta foi desenvolvida para avaliar o BIMIR no nível do projeto na indústria da construção em Cingapura ou em grande parte na Ásia. Quatro estados de BIMIR são definidos, consistentes com as diretrizes e padrões de BIM de Cingapura. © 2019, Emerald Publishing Limited.</p>
<p>LIAO, Longhui; TEO, Evelyn Ai Lin; CHANG, Ruidong. Reducing critical hindrances to building information modeling implementation: the case of the Singapore construction industry. Applied Sciences, v. 9, n. 18, p. 3833, 2019.</p>	<p>O governo de Singapura tornou obrigatória a implementação da modelagem de informações da construção (BIM) em novos projetos de construção com áreas brutas acima de 5000 m², mas a implementação ainda enfrenta obstáculos, como a falta de colaboração em todo o projeto. Os objetivos deste estudo são identificar fatores críticos que dificultam a implementação do BIM na indústria da construção de Singapura, analisar suas inter-relações e identificar estratégias para reduzir essas dificuldades. Os resultados de uma pesquisa com 87 especialistas e cinco entrevistas pós-pesquisa na indústria da construção de Singapura identificaram 21 obstáculos críticos, entre os quais "necessidade de envolvimento de todas as partes interessadas chave para trocar informações" foi classificado como o principal. Esses obstáculos foram categorizados em falta de colaboração e integração de modelos (LCMI), falta de envolvimento contínuo e capacidades (LCIC) e falta de visão executiva e treinamento (LEVT). LEVT e LCIC contribuíram para LCMI; LEVT causou LCIC. O framework proposto, que implica os obstáculos-chave e suas estratégias gerenciais correspondentes, pode ajudar os profissionais a identificar ajustes específicos em suas atividades de implementação do BIM, o que permite alcançar eficientemente uma implementação aprimorada do BIM. Os obstáculos identificados neste estudo facilitam aos implementadores de BIM no exterior personalizar suas próprias listas de obstáculos. © 2019 pelos autores.</p>
<p>LINDBLAD, Hannes. Black boxing BIM: The public client's strategy in</p>	<p>Modelagem de Informação para Construção (BIM) é amplamente discutida tanto na indústria quanto na academia, e estudos têm argumentado que os clientes públicos desempenham um papel importante na implementação do BIM</p>

<p>BIM implementation. Construction management and economics, v. 37, n. 1, p. 1-12, 2019.</p>	<p>pela indústria. Embora as iniciativas dos clientes públicos tenham despertado muito interesse em pesquisas anteriores, ainda há uma falta de conhecimento explorando o papel dos clientes públicos e a escolha de estratégias ao implementar o BIM com o objetivo de transformar a indústria. Com base em um estudo de caso da implementação do BIM no maior cliente de infraestrutura da Suécia, este artigo aplica a teoria da sociologia da tradução para explorar o papel do cliente público como impulsionador da mudança na indústria e a estratégia utilizada durante esse processo. O estudo de caso mostra como o cliente público tenta influenciar sua própria organização e a indústria da construção como um todo. Os resultados mostram que a principal estratégia para envolver os atores na implementação do BIM é exigir seu uso na aquisição de todos os projetos de construção, tentando assim estabelecer a questão do BIM como uma "Caixa Preta". Uma Caixa Preta, um elemento de rede bloqueado, que inclui inscrições associadas com o objetivo de prescrever o uso do BIM em projetos conduzidos por este cliente. A aceitação dessa Caixa Preta, no entanto, tem sido problemática, resultando em uma influência diversificada na demanda por BIM em projetos de construção contratados.</p>
<p>MANZOOR, Bilal <i>et al.</i> Influence of building information modeling (Bim) implementation in high-rise buildings towards sustainability. Applied Sciences, v. 11, n. 16, p. 7626, 2021.</p>	<p>Para garantir todos os benefícios sem comprometer a viabilidade do projeto, padrões de sustentabilidade no design de edifícios de grande altura devem ser incluídos em todas as fases do processo de tomada de decisão. No entanto, há estudos empíricos limitados sobre a influência da implementação da Modelagem de Informação da Construção (BIM) em edifícios de grande altura. A implementação do BIM é uma técnica viável para melhorar o desempenho de sustentabilidade de edifícios de grande altura. Portanto, o objetivo desta pesquisa é explorar a influência da implementação do BIM em edifícios de grande altura, integrando as abordagens de análise fatorial exploratória (EFA) e modelagem de equações estruturais (SEM). Após uma revisão detalhada da literatura para identificar os fatores críticos de sucesso (CSFs) para a implementação do BIM, evidências empíricas foram coletadas por meio de uma pesquisa com questionário junto a 205 stakeholders em projetos de construção. A EFA revelou cinco componentes, a saber, produtividade, visualização, coordenação, sustentabilidade e melhoria da segurança, todos os quais têm um impacto significativo na construção de longo prazo de edifícios de grande altura. Além disso, a SEM foi conduzida para desenvolver o modelo para edifícios de grande altura. No entanto, foi revelado que o nível de conscientização e uso da tecnologia BIM em edifícios de grande altura ainda parece ser limitado. Essa situação abre caminho para futuros pesquisadores desenvolverem mais modelos no domínio de edifícios de grande altura para melhorar o desenvolvimento sustentável. © 2021 pelos autores. Licenciado pela MDPI, Basileia, Suíça.</p>
<p>MIETTINEN, Reijo; PAAVOLA, Sami. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. Automation in construction, v. 43, p. 84-91, 2014.</p>	<p>A Modelagem de Informação para Construção (BIM) refere-se a uma combinação ou conjunto de tecnologias e soluções organizacionais são esperadas para aumentar a colaboração interorganizacional e interdisciplinar na indústria da construção, melhorando a produtividade e a qualidade do projeto, construção e manutenção de edifícios. Neste artigo, analisamos primeiramente a dimensão retórico-promocional da implementação do BIM, por vezes caracterizada como uma "utopia do BIM". Em segundo lugar, analisamos as perspectivas do aprimoramento da implementação do BIM. Embora visões e promessas sobre o BIM sejam necessárias para a implementação, elas precisam ser complementadas por uma visão mais realista das condições da implementação. Para isso, delineamos uma visão atividade-teórica e evolutiva, utilizando ferramentas conceituais provenientes de estudos de ciência e</p>

	<p>tecnologia e outras literaturas científicas relevantes. De acordo com essa visão, além de padrões e diretrizes destacados por abordagens normativas, a experimentação local e a aprendizagem contínua desempenham um papel central na implementação do BIM. • As promessas promocionais da modelagem de informações para construção são analisadas criticamente. • Quatro elementos da utopia da modelagem de informações para construção são discutidos. • Uma visão alternativa, atividade-teórica e evolutiva, é delineada. • Ela se baseia na psicologia cultural, estudos de inovação, ciência e tecnologia. • A implementação do BIM requer experimentação local e aprendizagem contínua.</p>
<p>MUÑOZ-LA RIVERA, Felipe <i>et al.</i> Methodology for building information modeling (BIM) implementation in structural engineering companies (SECs). <i>Advances in Civil Engineering</i>, v. 2019, 2019.</p>	<p>Empresas de Engenharia Estrutural (EEE) atualmente possuem uma série de deficiências que dificultam seus processos e interações, diminuindo sua produtividade, carecendo de processos colaborativos e interconectados, sem incluir metodologias de trabalho atuais como a Modelagem de Informação da Construção (BIM). A metodologia BIM busca integrar processos e profissionais envolvidos em tarefas de engenharia, trabalhando em plataformas com modelos virtuais 3D coordenados e inteligentes. O BIM tem grande potencial para empresas de engenharia estrutural (EEE) e resolve seus problemas mais salientes. Este artigo define uma metodologia para implementar o BIM na EEE, focada em solucionar as complexidades da fase de design, aquelas que tornam a implementação do BIM nessas empresas uma tarefa não trivial. Caracterizada pela otimização de recursos, flexibilidade e adaptabilidade, a metodologia proposta para implementação do BIM dentro da EEE identifica claramente e objetivamente os recursos e expectativas das organizações, estabelece os requisitos necessários para desenvolver a metodologia BIM e fornece recomendações práticas e técnicas para o planejamento e monitoramento da implementação. © 2019 Felipe Muñoz-La Rivera <i>et al.</i></p>
<p>OLANREWAJU, Oludolapo Ibrahim <i>et al.</i> Drivers for implementation of building information modeling (BIM) within the Nigerian construction industry. <i>Journal of Financial Management of Property and Construction</i>, v. 26, n. 3, p. 366-386, 2021.</p>	<p>Objetivo: A indústria da construção na Nigéria, assim como na maioria das economias emergentes, tem sido lenta em adotar avanços tecnológicos, como a modelagem de informações da construção (BIM). Além disso, a aplicação do BIM entre os profissionais nigerianos é bastante limitada, geralmente restrita ao uso por arquitetos para o design esquemático e apresentação de desenhos. O objetivo deste estudo é melhorar a adoção do BIM, explorando os impulsionadores para a implementação do BIM na indústria da construção na Nigéria. Metodologia: Foi adotado um design epistemológico interpretativista para revisar extensivamente e pesquisar manualmente a literatura sobre os impulsionadores de implementação do BIM. Com base em 14 impulsionadores identificados para a implementação do BIM, um questionário de pesquisa foi utilizado para coletar dados de profissionais da construção nigerianos. Os dados obtidos foram então submetidos a estatísticas descritivas, inferenciais e técnicas multivariadas, como a análise de fatores.</p> <p>Resultados: O estudo, por meio da análise de fatores, categorizou os 14 impulsionadores para a implementação do BIM em quatro fatores principais. Os fatores são impulsionadores relacionados à construção; digitalização de processos e impulsionadores relacionados à economia; impulsionadores relacionados à sustentabilidade e eficiência; e impulsionadores relacionados à visualização e produtividade.</p>

	<p>Implicações práticas: Para adotar efetivamente o BIM na indústria da construção, é necessário identificar os impulsionadores de implementação do BIM, que podem atuar como catalisadores de mudança e, assim, levar à adoção sustentada do BIM. Portanto, os impulsionadores identificados e a categorização dos fatores principais podem fornecer implicações gerenciais para uma execução e adoção melhores do BIM, bem como a criação da mudança necessária para a implementação do BIM.</p> <p>Originalidade/valor: A pesquisa fornece insights sobre os impulsionadores de implementação do BIM em estudos limitados em um país em desenvolvimento, como a Nigéria. O estudo contribui ainda mais para esta esfera de pesquisa usando a análise de fatores para personalizar e contextualizar os impulsionadores previamente identificados. © 2020, Emerald Publishing Limited.</p>
<p>OLANREWAJU, Oludolapo Ibrahim <i>et al.</i> Investigating the barriers to building information modeling (BIM) implementation within the Nigerian construction industry. <i>Engineering, Construction and Architectural Management</i>, v. 27, n. 10, p. 2931-2958, 2020.</p>	<p>Investigação das Barreiras para a Implementação da Modelagem de Informação da Construção (BIM) na Indústria da Construção Nigeriana.</p> <p>Objetivo: Este artigo tem como objetivo identificar e avaliar as percepções de profissionais da construção sobre as barreiras à implementação da modelagem de informação da construção (BIM) na indústria da construção nigeriana.</p> <p>Método: Foi conduzida uma revisão bibliográfica abrangente para identificar as quatorze barreiras à implementação do BIM, que foram utilizadas para elaborar uma pesquisa por questionário. Os dados coletados foram analisados usando estatísticas descritivas, pontuação média, teste de Kruskal–Wallis, análise de variância e técnicas multivariadas, como a análise de fatores.</p> <p>Resultados: A análise descritiva e empírica demonstrou uma disparidade na classificação dos catorze fatores de barreiras entre os grupos; no entanto, não houve diferenças estatisticamente significativas entre as 14 barreiras para o BIM. Com base nos resultados da classificação da pontuação média, apenas três (de 14) barreiras foram identificadas como críticas (pontuação média superior a 3,5): poucos estudos disponíveis sobre o BIM e falta de conhecimento, inexistência ou políticas governamentais inadequadas e alto custo de implementação.</p> <p>Os resultados dos testes t de uma amostra mostram que houve diferenças estatisticamente significativas em 10 das 14 barreiras, conforme a seguir: poucos estudos disponíveis sobre o BIM e falta de conhecimento, falta de demanda e aceitação do BIM, coordenação contratual inadequada, falta de padrões especificados, custo de compartilhamento de dados e informações, problemas de disponibilidade tecnológica, relutância de outros stakeholders, mudanças nos negócios e culturais, questões de dados e propriedade intelectual e problemas de interoperabilidade.</p> <p>Através da análise de fatores, o estudo categorizou as catorze barreiras para a implementação do BIM em quatro fatores principais: barreiras relacionadas à tecnologia e aos negócios; barreiras relacionadas a treinamento e pessoas; barreiras relacionadas a custo e padrões; e barreiras relacionadas a processos e economia.</p>

	<p>Implicações práticas: A identificação e avaliação das principais barreiras para a implementação do BIM seriam úteis para os profissionais da construção e outros stakeholders da indústria da construção, com o objetivo de avançar a adoção do BIM na Nigéria. Isso também poderia ser estendido a outros países em desenvolvimento, considerando as condições econômicas locais, dado o status do BIM como estando em estágio inicial de desenvolvimento na África. Originalidade/valor: O estudo fornece insights sobre as barreiras para a implementação do BIM em diversos ambientes da indústria da construção na Nigéria. O aspecto inovador do estudo é a identificação do conjunto ordenado e agrupado (composto) de barreiras para o BIM, que poderia ser utilizado para desenvolver soluções mitigadoras apropriadas. © 2020, Emerald Publishing Limited.</p>
<p>OLIVEIRA, Emerson Viana de; Z Aidan, Fernando Hadad. Implementação da modelagem da informação da construção (BIM) em projetos pesquisa e proposta de melhoria no contexto da governança, risco e conformidade (GRC). <i>Exacta</i>, v. 20, n. 4, p. 810-831, 2022.</p>	<p>O objetivo desta pesquisa é identificar os ganhos com o desenvolvimento e a implementação de um modelo de compatibilização entre projetos, planejamento e custos na ótica do building information modeling (BIM), em empresas de engenharia, com estruturas de governança, riscos e conformidade (GRC), que priorizam a melhoria nos resultados corporativos. A identificação e eliminação de conflitos e interferências de espaço e tempo durante a construção é apontada como maior benefício do BIM. A integração e a comunicação entre todos os envolvidos no projeto também têm seu grau de importância evidenciado e a redução do esforço na visualização e interpretação mental do planejamento é destaque em termos de aplicabilidade dos projetos. Como conclusão, a combinação das dimensões 3D, 4D e 5D do BIM, em empresas de engenharia que adotarem políticas estruturadas de GRC, garante impactos positivos nos resultados dos empreendimentos. Recomenda-se este estudo para os profissionais que se interessem pela inovação e ampliação dos conhecimentos dos benefícios da implementação do BIM, bem como perceber como as políticas de GRC podem ser avaliadas.</p>
<p>OLUGBOYEGA, Oluseye. Differential relationships in the BIM implementation process in a developing country: the role of essential BIM implementation strategies. <i>Engineering, Construction and Architectural Management</i>, 2023.</p>	<p>Propósito: Algumas estratégias de implementação do BIM são críticas, enquanto outras são insignificantes e ineficazes na redução dos obstáculos à adoção do BIM e na promoção da aceitação generalizada do BIM em projetos. A literatura sobre o BIM não forneceu evidências para apoiar essa afirmação ou identificar as estratégias fundamentais de implementação do BIM. Este estudo preencheu essa lacuna, identificando e investigando o efeito das metodologias fundamentais de implementação do BIM na ocorrência de impactos proporcionais entre as fases. Design/Metodologia/Abordagem Os resultados indicam uma relação positiva e crucial entre as fases das estratégias de implementação do BIM e a redução de barreiras ($r = 1,79$, $z = 2,15$), barreiras preliminares e sustentadas à adoção do BIM ($r = 1,53$, $z = 60,83$), adoção do BIM em projetos e integração e colaboração habilitadas pelo BIM ($r = 0,7$, $z = 2,74$). Isso valida as hipóteses do modelo e demonstra que as estratégias fundamentais de implementação do BIM acelerarão a redução dos obstáculos à adoção do BIM. O impacto, no entanto, será o mesmo tanto para barreiras sustentadas quanto preliminares. Isso implica que a redução dos obstáculos por si só não garantirá a adoção do BIM. Resultados A validação das hipóteses do modelo demonstrou que as estratégias fundamentais de implementação do BIM acelerarão a redução dos obstáculos à adoção do BIM. O impacto, no entanto, será o mesmo tanto para barreiras sustentadas quanto preliminares. Isso implica que a redução dos obstáculos à adoção do BIM por si só não garantirá</p>

	<p>a adoção do BIM. Este estudo propõe que as táticas de implementação do BIM sejam escolhidas cuidadosamente para remover impedimentos preliminares, reduzir barreiras e energizar a aceitação do BIM.</p> <p>limitações e Implicações para Pesquisas Futuras</p> <p>De acordo com os resultados deste estudo, a adoção do BIM deve ser consistente e de longo prazo antes que os benefícios na execução do projeto se tornem evidentes e comprovados. As habilidades de BIM dos participantes do projeto, a viabilidade das convenções do BIM e a proficiência dos supervisores de BIM podem desempenhar um papel nisso.</p> <p>Implicações Práticas</p> <p>Esta pesquisa implica algumas abordagens e táticas para implementar o BIM de maneira eficiente e benéfica. Os resultados do estudo indicam que as táticas de implementação do BIM devem ser escolhidas cuidadosamente para remover impedimentos preliminares, reduzir barreiras e energizar a aceitação do BIM. Também explica como estruturar estratégias de implementação do BIM em países em desenvolvimento. Outra implicação prática significativa é a conclusão do modelo sobre os benefícios da adoção do BIM.</p> <p>Originalidade/Valor</p> <p>Este estudo destaca a importância de compreender a inter-relação entre as fases do processo de implementação do BIM para promover uma adoção do BIM inevitável e de alta qualidade, além de identificar as estratégias essenciais que orientarão formuladores de políticas e profissionais do setor na melhoria e busca bem-sucedida da implementação do BIM. Este estudo acrescenta às teorias de implementação do BIM, fornecendo novas informações sobre os modelos, estágios e interconexões do processo de implementação do BIM. No entanto, o estudo não conseguiu identificar os fatores que impedem a adoção do BIM, apesar da redução das barreiras e do uso de estratégias fundamentais de implementação do BIM.</p>
<p>OZORHON, Beliz; KARAHAN, Ugur. Critical success factors of building information modeling implementation. Journal of management in engineering, v. 33, n. 3, p. 04016054, 2017.</p>	<p>Os baixos níveis de eficiência e a falta de integração de processos e participantes de projetos têm sido problemas significativos na construção por muito tempo. A Modelagem de Informação da Construção (BIM) pode ser uma solução para esses problemas; no entanto, a implementação do BIM não está isenta de riscos e desafios. Este estudo investiga os fatores críticos de sucesso (FCS) da implementação do BIM em países em desenvolvimento, onde o BIM é relativamente novo na indústria da construção. Nesse sentido, é elaborada uma pesquisa de questionário e administrada tanto a participantes do setor público quanto privado na Turquia. Noventa e seis respondentes forneceram respostas válidas entre os 282 formulários de questionário enviados. Com base nos dados coletados, a importância relativa de 16 FCS para a implementação do BIM é examinada. Os resultados da análise estatística revelam os três fatores mais importantes como (1) disponibilidade de pessoal qualificado, (2) liderança eficaz e (3) disponibilidade de informações e tecnologia. A análise fatorial também foi aplicada aos dados, e os resultados indicam</p>

	<p>que os fatores subjacentes para os 16 FCS são relacionados a humanos, à indústria, ao projeto, à política e aos recursos. Além disso, os FCS foram analisados com base em várias características de projeto e organizacionais. Os resultados deste estudo são esperados para fornecer uma compreensão melhor dos elementos essenciais da implementação do BIM e orientar os profissionais da indústria no desenvolvimento de estratégias adequadas para a gestão eficaz do processo de implementação.</p>
<p>PANERU, Suman <i>et al.</i> An Exploratory Investigation of Implementation of Building Information Modeling in Nepalese Architecture–Engineering–Construction Industry. <i>Buildings</i>, v. 13, n. 2, p. 552, 2023.</p>	<p>A Modelagem de Informação da Construção (BIM) ganhou muita atenção no Nepal recentemente devido ao desejo de muitas empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) de melhorar sua produtividade. Esta pesquisa explora o estado atual e o potencial da Modelagem de Informação da Construção no contexto nepalês. O principal objetivo desta pesquisa foi obter uma visão abrangente da abordagem de design e construção digital nos setores de AEC, identificar o estado atual das práticas, as tendências e oportunidades futuras, bem como os desafios para a ampla adoção do BIM no setor de AEC. Foi conduzida uma pesquisa sistemática entre vários interessados da AEC; com base em suas respostas, o status de maturidade do BIM é apresentado neste artigo. Constatamos que a falta de padrões e diretrizes dificulta os esforços dos interessados em unificar a implementação do BIM em projetos. No entanto, os resultados da pesquisa mostram que os interessados da AEC estão ansiosos para aprender, explorar e implementar o BIM em seus fluxos de trabalho de práticas de design e construção. A implementação mais ampla do BIM pode melhorar a produtividade de design e construção em países em desenvolvimento, como o Nepal. As contribuições desta pesquisa são metodológicas e práticas. Este estudo demonstra que dados qualitativos e quantitativos podem ser integrados de diferentes maneiras para permitir diferentes abordagens de análise. O modelo de regressão logística utilizado neste estudo identifica os determinantes do uso do BIM e a intensidade de seus efeitos no uso futuro do BIM na indústria nepalesa de AEC. As descobertas deste estudo podem ajudar a formular padrões de BIM e materiais de treinamento específicos para a indústria de AEC no Nepal. © 2023 pelos autores.</p>
<p>PURNAMA, Adhitya Yoga <i>et al.</i> Implementation of building information modeling on slope stability and mitigation analysis in Aceh, Indonesia. <i>Journal of Applied Engineering Science</i>, v. 20, n. 1, p. 293-299, 2022.</p>	<p>A falha na encosta na área do poço em Aceh, Indonésia, causou a interrupção da distribuição de gás e resultou em perda financeira. Com base na observação visual, a encosta falhou devido à alta intensidade de chuva, que influenciou a redução da resistência ao cisalhamento do solo no aterro da encosta. Além disso, o reforço da encosta foi danificado devido às árvores caídas no aterro da encosta. A análise de estabilidade da encosta foi realizada utilizando um método numérico bidimensional (2D) em várias seções para determinar o reforço adequado da encosta ou contramedidas. Com base na análise de estabilidade da encosta 2D, a Modelagem de Informação da Construção (BIM) foi realizada usando um desenho de projeção 3D para avaliar as informações detalhadas da área que foram aplicadas pelo sistema de contramedidas. Este método descreve a área total e a quantidade de material coberta pelo sistema de contramedidas para determinar a quantidade de material e a área de aquisição de terra. Além disso, a implementação do BIM neste estudo fornece informações detalhadas durante o processo de construção para garantir uma mitigação abrangente de deslizamentos de terra. © 2022 Institut za Istrazivanja. Todos os direitos reservados.</p>

<p>RANI, Hafnidar A. <i>et al.</i> Critical government strategies for enhancing building information modeling implementation in Indonesia. <i>Infrastructures</i>, v. 8, n. 3, p. 57, 2023.</p>	<p>A Modelagem de Informação da Construção (BIM) possibilita melhorias substanciais na indústria de arquitetura, engenharia e construção (AEC). Para aprimorar a implementação do BIM, os formuladores de políticas devem desenvolver estratégias apropriadas que abordem as necessidades locais da indústria AEC. No entanto, trabalhos anteriores que exploraram estratégias governamentais para aprimorar a implementação do BIM na Indonésia são escassos. Portanto, este estudo teve como objetivo investigar as estratégias governamentais críticas para aprimorar a implementação do BIM na Indonésia. Uma revisão sistemática da literatura e entrevistas semiestruturadas com profissionais da AEC resultaram em 12 potenciais estratégias governamentais. Os dados foram analisados por meio de classificação de pontuação média, normalização, sobreposição, concordância e análises de correlação. Os resultados ilustram que seis estratégias são cruciais para aprimorar a implementação do BIM na Indonésia. Duas das seis estratégias se sobrepuseram entre todos os principais interessados em projetos de construção (ou seja, consultores, empreiteiros e clientes): (1) desenvolver programas para integrar o BIM nos currículos educacionais e na academia e (2) desenvolver diretrizes para a implementação do BIM. Essas duas estratégias apresentaram alta correlação, e todos os interessados em projetos tiveram visões consistentes sobre sua criticidade para aprimorar a implementação do BIM na Indonésia. Os resultados beneficiam os formuladores de políticas ao destacar estratégias específicas que devem ser implementadas para aprimorar a implementação do BIM na Indonésia. © 2023 pelos autores.</p>
<p>REZAHOSEINI, Ali <i>et al.</i> Implementation of building information modeling (BIM) using hybrid Z-DEMATEL-ISM approach. <i>Advances in Civil Engineering</i>, v. 2021, p. 1-35, 2021.</p>	<p>Devido às deficiências do sistema tradicional de gestão de projetos de construção, há um sentimento entre os envolvidos nessa indústria de que novas ferramentas e abordagens devem ser utilizadas para facilitar operações simples e complexas. Por outro lado, não há um banco de dados integrado para todos os setores da construção, e, é claro, a relação entre esses setores é um problema significativo para qualquer projeto de construção. A tecnologia e a ferramenta que superam muitas dessas deficiências são a tecnologia BIM. Este artigo busca identificar todos os desafios que dificultam a implementação bem-sucedida do BIM e determinar desafios importantes com base nas abordagens híbridas Z-DEMATEL-ISM. O método DEMATEL é usado para obter o peso dos desafios e os desafios mais influentes e influenciados. A abordagem ISM é então empregada para projetar uma rede hierárquica de desafios e tenta determinar o nível e o impacto de cada desafio na estrutura planejada. Para maior proximidade com a realidade, o número Z (um par ordenado de números fuzzy, onde o primeiro componente controla uma variável fuzzy, e o segundo componente é uma medida de confiabilidade para o componente fuzzy) também é usado para considerar as incertezas mentais do especialista nos resultados finais. Esta pesquisa tenta examinar a literatura relacionada ao assunto e considerar as fontes e opiniões de muitos professores e especialistas universitários com base nos questionários preenchidos. Os resultados deste artigo mostram que "mal entendido sobre a tecnologia BIM" é reconhecido como o desafio mais importante com o maior peso. Ao mesmo tempo, "falta de apoio governamental" é o desafio mais influente, e "falta de interação e trabalho em equipe" é o desafio influenciado. © 2021 Ali RezaHoseini <i>et al.</i></p>

<p>SAMIMPAY, Rozita; SAGHATFOROUSH, Ehsan. Benefits of implementing building information modeling (BIM) in infrastructure projects. Journal of Engineering, Project, and Production Management, v. 10, n. 2, p. 123-140, 2020.</p>	<p>A indústria da construção está mudando constantemente e se tornando mais complexa. Ela exige novas estratégias para cumprir os cenários nacionais e internacionais. O desenvolvimento de cada projeto está associado a muitas limitações, incluindo tempo, custo, mudanças, desperdícios e erros, que frequentemente não podem ser evitados. Devido às inúmeras etapas e complexidades nos projetos da construção, geralmente ocorrem diferentes erros e duplicações. Enquanto isso, a Modelagem de Informação da Construção (BIM) trouxe uma das mudanças mais importantes e essenciais nesta indústria, resultando em uma cooperação mais profunda entre os participantes do projeto. O BIM é uma das inovações mais recentes na indústria da construção, que resolve os problemas dos projetos de forma mais rápida. O BIM pode ser aplicado por arquitetos, engenheiros, empreiteiros, gerentes de projeto, etc., para alcançar objetivos como reduzir erros de projeto, diminuir tempo e custo, aprimorar a integração entre projeto e construção, e aumentar a coordenação e cooperação entre diferentes seções. Dada a importância do sucesso do projeto em cada país e vários problemas em cada projeto, o uso do BIM é uma solução apropriada, cuja implementação adequada requer compreensão de seus benefícios, que é o principal objetivo deste estudo. Esta pesquisa identifica e classifica esses benefícios por meio do método de Revisão Sistemática da Literatura (SLR), descrevendo a importância do uso do BIM em projetos de infraestrutura. © 2020 Journal of Engineering, Project, and Production Management. Todos os direitos reservados.</p>
<p>SKRIPKINA, Julia; MISHCHENKO, Olga; VELIKANOV, Alexander. Development of Building Information modeling technologies and their implementation in the field of modern Russian design. Journal of Applied Engineering Science, v. 17, n. 4, 2019.</p>	<p>Este artigo discute brevemente a história do design por computador em geral e do BIM (Modelagem de Informações para Construção) em particular. Os principais benefícios do BIM são destacados. A implementação deles nas organizações arquitetônicas e de design russas é justificada. © 2019 Instituto de Pesquisas. Todos os direitos reservados.</p>
<p>SULIYANTI, Widya Nita; SARI, Riri Fitri. Blockchain-based implementation of building information modeling information using hyperledger composer. Sustainability, v. 13, n. 1, p. 321, 2020.</p>	<p>Com o avanço da tecnologia de Modelagem de Informação da Construção (BIM), o BIM ganha mais importância e se torna um requisito fundamental em projetos de construção. O BIM é útil ao longo de todo o ciclo de vida de uma edificação; desde o processo de licitação, design, construção, conclusão, operação e manutenção até a demolição do edifício. No entanto, a troca de informações atual em torno do BIM ainda é limitada e vinculada a um único participante ou organização, além de estar restrita a uma fase específica no ciclo de vida do edifício. Este artigo tem como objetivo explorar a troca de informações do BIM entre diversas partes envolvidas de maneira segura, utilizando uma plataforma de blockchain ao longo de todo o ciclo de vida da construção. Nesta pesquisa, várias partes envolvidas no projeto de construção serão capazes de se reconhecer mutuamente por meio da implementação de uma blockchain com permissões. Essa troca de informações utiliza o Hyperledger Composer, uma blockchain com permissões executada em uma plataforma de blockchain chamada Hyperledger Fabric. Nosso experimento demonstra que a troca de informações do BIM pode ser aprimorada ainda mais.</p>

	<p>Neste estudo, a troca de informações do BIM pode ser implementada não apenas em uma fase da construção, mas ao longo de todo o ciclo de vida do edifício. Além disso, facilita a troca de informações do BIM entre vários participantes de maneira segura por meio de uma blockchain com permissões. © 2020 pelos autores. Licenciado pela MDPI, Basileia, Suíça.</p>
<p>TAN, Tan <i>et al.</i> Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in China's prefabricated construction: An interpretive structural modeling (ISM) approach. <i>Journal of Cleaner Production</i>, v. 219, p. 949-959, 2019.</p>	<p>É amplamente reconhecido que a Modelagem de Informação da Construção (BIM) pode facilitar a entrega da construção pré-fabricada. No entanto, a prática real do BIM enfrenta várias barreiras. Uma variedade de estudos e literatura existentes discutiram extensivamente essas barreiras, mas duas perguntas de pesquisa permanecem sem resposta. Primeiro, quais são as barreiras únicas enfrentadas pelo uso do BIM na construção pré-fabricada na China? Segundo, como essas barreiras se interrelacionam? Esta pesquisa visa abordar essas duas questões. Realizando uma revisão de literatura em duas etapas e uma pesquisa de questionário, foram identificadas doze barreiras que afetam agudamente a experiência chinesa de aplicar o BIM na construção pré-fabricada. Além disso, a Modelagem Estrutural Interpretativa (ISM, na sigla em inglês) foi usada para identificar inter-relações entre essas barreiras. O exercício revelou que, em comparação com os problemas relacionados a custos sugeridos por estudos anteriores que se concentraram em barreiras gerais de implementação do BIM, a falta de pesquisa sobre o BIM na China e a ausência de padrões e ferramentas orientadas para o mercado doméstico são provavelmente os maiores obstáculos para a aplicação prática do BIM na construção pré-fabricada na China. Este estudo contribui para o corpo de conhecimento ao revelar as principais barreiras para a implementação do BIM na construção pré-fabricada na China e elaborar uma estratégia correspondente em três níveis para facilitar a possível implementação. Os resultados deste estudo podem servir como uma referência prática para futuras pesquisas que buscam fornecer soluções tecnológicas e gerenciais para melhorar a implementação do BIM na construção pré-fabricada na China. •Foram identificadas as barreiras que afetam a implementação do BIM na construção pré-fabricada na China. •As inter-relações entre as principais barreiras foram analisadas. •A metodologia ISM foi aplicada para avaliar as relações mais influentes. •Foram fornecidas recomendações para a implementação do BIM na construção pré-fabricada na China.</p>
<p>UVAROVA, Svetlana S.; ORLOV, Alexandr K.; KANKHVA, Vadim S. Ensuring Efficient Implementation of Lean Construction Projects Using Building Information Modeling. <i>Buildings</i>, v. 13, n. 3, p. 770, 2023.</p>	<p>A dinâmica econômica moderna torna mais apropriada a introdução de ferramentas de construção enxuta nas atividades de todos os participantes da cadeia de valor na construção. A necessidade de levar em consideração os processos de digitalização na construção implica um aumento na urgência do problema relacionado à integração de tecnologias digitais no conceito de construção enxuta. Muitos estudos foram dedicados aos problemas de integração da construção enxuta com ferramentas de Modelagem de Informação da Construção (BIM), que comprovaram sua eficácia e fundamentaram obstáculos para sua implementação ativa. No entanto, questões relacionadas à avaliação da rentabilidade da integração da construção enxuta com BIM e outras tecnologias digitais (caso as empresas se recusem a introduzir BIM), que permitem aprimorar a interação dos participantes do projeto de investimento e construção, não foram estudadas ativamente. Este artigo examina a eficácia do uso de ferramentas e tecnologias digitais que contribuirão para o desenvolvimento da construção enxuta e reduzirão as perdas correspondentes de projetos de investimento e construção no exemplo da Rússia. Uma revisão da literatura, entrevistas com especialistas visando resumir os resultados, bem como cálculos práticos retirados do projeto existente, foram utilizados para os</p>

	<p>propósitos deste estudo. As principais perdas em cada estágio de um projeto de investimento e construção decorrentes de problemas na interação dos participantes na construção russa foram identificadas, os efeitos da integração da construção enxuta com BIM e outras tecnologias digitais foram determinados, e um algoritmo para selecionar tecnologias digitais a serem integradas com a construção enxuta foi desenvolvido. A metodologia para calcular o efeito da implementação de ferramentas e princípios de tecnologias de interação lean-digital, bem como recomendações para a implementação de ferramentas na prática da construção, foram discutidas. © 2023 pelos autores.</p>
<p>WAQAR, Ahsan <i>et al.</i> Implementing building information modeling (BIM) for the success of geotechnical offshore construction projects: malaysian construction industry. <i>Quality & Quantity</i>, p. 1-26, 2023.</p>	<p>O artigo discute o uso da Modelagem de Informação da Construção (BIM) em projetos de construção geotécnica offshore na Malásia. O BIM é uma tecnologia digital que cria um modelo digital 3D de um edifício ou projeto de infraestrutura, que pode ser usado ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, desde o design até a manutenção. O artigo destaca as vantagens do uso do BIM em projetos de engenharia geotécnica offshore, como melhoria na comunicação, colaboração e tomada de decisões, e superação de desafios como condições climáticas adversas e a necessidade de equipamentos e pessoal especializado. Neste estudo, as informações foram inicialmente coletadas por meio de um questionário piloto enviado online para indivíduos que trabalham no setor geotécnico do desenvolvimento offshore na Malásia, com experiência anterior em BIM. Posteriormente, foi realizada uma pesquisa principal com respondentes com características amostrais semelhantes. Os dados coletados do questionário da pesquisa foram submetidos à Análise Fatorial Exploratória (AFE) e ao Modelagem de Equações Estruturais (SEM). A Análise Fatorial Exploratória (AFE) foi utilizada para identificar os fatores críticos que contribuem para o sucesso do BIM em projetos geotécnicos offshore. A abordagem de Mínimos Quadrados Parciais (PLS) foi utilizada para construir um modelo que prevê o desempenho do BIM em projetos geotécnicos offshore com base nos parâmetros descobertos pela AFE. Os resultados da pesquisa sugerem que os construtos de sucesso de gestão e técnica têm o maior impacto na adoção do BIM para projetos de construção geotécnica offshore na Malásia, seguidos pelos construtos de sucesso em segurança. O estudo fornece insights sobre os benefícios potenciais da implementação do BIM nesses projetos, incluindo eficiência aprimorada, economia de custos e cooperação entre várias partes interessadas. © 2023, The Author(s), sob licença exclusiva da Springer Nature B.V.</p>
<p>YANDA, Gefri; AMIN, Mawardi; SOEHARI, Tjiptogoro Dinarjo. Investment, returns, and risk of building information modeling (BIM) implementation in Indonesia's construction project. <i>Int. J. Eng. Adv. Technol.</i>, v. 9, n. 1, p. 5159-5166, 2019.</p>	<p>Nas atuais desenvolvimentos do mundo da construção, muitos esforços têm sido feitos para melhorar a qualidade e quantidade do trabalho, tanto estruturalmente quanto na gestão da construção. Pelo menos os esforços realizados visam melhorar e alcançar resultados de trabalho melhores. O desenvolvimento tecnológico é necessário, inclusive no mundo da construção, onde uma forma de tecnologia desenvolvida é a Modelagem de Informação da Construção (BIM, do inglês Building Information Modeling). Para os profissionais que adotam o BIM ou planejam investir no BIM em seus projetos futuros, é necessário compreender as principais prioridades de investimento do BIM, os riscos associados após começarem a usar o BIM e as maneiras de aumentar os retornos do BIM, pois esse problema influenciará a tomada de decisões de investimento em BIM. Para superar isso, é necessário examinar as principais prioridades de investimento na adoção do BIM, as maneiras de aumentar os retornos nas aplicações de BIM e os riscos na implementação do BIM em países em desenvolvimento, especialmente para os atores que fornecem serviços</p>

	<p>de construção. Este estudo utiliza o Índice de Importância Relativa (RII, do inglês Relative Important Index) para fornecer orientações sobre como melhorar e usar o BIM para os profissionais da indústria MEA (Médio Oriente e Ásia) ou interessados em investir em BIM ou planejar o uso do BIM em seus projetos. © BEIESP.</p>
<p>YUSOFF, Seri Nanisa Sima; BRAHIM, Juliana. Implementation of building information modeling (Bim) for social heritage buildings in kuala lumpur. International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology, v. 12, n. 1, p. 88-99, 2021.</p>	<p>Os edifícios patrimoniais oferecem uma sensação de identidade em cada país. Preservar edifícios patrimoniais é importante para garantir que os valores estéticos genuínos sejam bem mantidos. No entanto, a conservação e preservação de edifícios patrimoniais durante a operação e manutenção (O&M) têm sido negligenciadas, o que pode levar os edifícios a serem abandonados devido ao trabalho tedioso envolvido para os Gerentes de Instalações. Portanto, a necessidade de tecnologia avançada, como a Modelagem de Informação de Edifícios Históricos (HBIM), é importante para aprimorar a eficiência da O&M para edifícios patrimoniais na Malásia. Embora o BIM tenha muitos benefícios, ainda não é amplamente adotado na Malásia, especialmente para edifícios patrimoniais. Portanto, esta pesquisa destaca a conscientização sobre o BIM para edifícios de patrimônio social em Kuala Lumpur. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com vários profissionais da construção que têm experiência em projetos de BIM e gerenciamento de edifícios patrimoniais. Essas entrevistas mostram que as práticas atuais de gerenciamento de instalações para edifícios patrimoniais não utilizam tecnologia avançada para manutenção, especialmente na produção de relatórios de deterioração e desenhos medidos. Os resultados também mostram os desafios que restringem a implementação do BIM em edifícios patrimoniais e como superar os problemas, que foram categorizados em três elementos: pessoas, processo e tecnologia. Esta pesquisa espera preencher a lacuna na implementação do BIM, apoiando as iniciativas do governo malaio para aumentar a produtividade em projetos de construção por meio da adoção de novas tecnologias, como o BIM, especialmente para edifícios patrimoniais. © Universiti Tun Hussein Onn Malaysia Publisher's Office.</p>
<p>YUSUF, Anthony Olukayode <i>et al.</i> Capability improvement measures of the public sector for implementation of building information modeling in construction projects. Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal, v. 14, n. 1, p. 2710-2730, 2022.</p>	<p>Este estudo examina as medidas de melhoria de capacidade do cliente do setor público para aprimorar a implementação da modelagem de informações da construção (BIM) na entrega de projetos de construção. O estudo adotou uma análise descritiva quantitativa baseada em dados primários obtidos por meio de um questionário estruturado. Um total de 198 questionários válidos, obtidos de profissionais da construção em organizações do setor público no estado de Lagos, Nigéria, forneceu dados quantitativos primários para a avaliação. Os dados coletados foram analisados utilizando estatísticas descritivas e inferenciais. Os resultados indicaram medidas para aprimorar a capacidade do setor público na implementação do BIM, incluindo as seguintes: estrutura baseada em equipe e contratação de um número adequado de funcionários (com pontuação média [PM] = 3,66), apoio e envolvimento do governo (PM = 3,64), políticas governamentais, adoção de processos abertos à inovação e investimento em equipamentos e tecnologia (PM = 3,60) foram consideravelmente consolidados. No entanto, medidas que resultaram em eficiência aprimorada foram limitadas às seguintes: sistema de recompensa por desempenho (PM = 3,81), políticas governamentais e educação e treinamento de pessoal (PM = 3,74), apoio e envolvimento do governo (PM = 3,73), e descrição clara do cargo (PM = 3,71). A maioria das medidas com alto nível de impacto não necessariamente eram aquelas frequentemente utilizadas. Com base nisso, o setor público precisa diferir do status quo adotando medidas de melhoria apropriadas para aprimorar suas capacidades em BIM na entrega de projetos. Os resultados indicam</p>

	<p>implicações que poderiam permitir que o setor público ajuste e promulgue políticas necessárias na tentativa de melhorar a implementação do BIM na entrega de projetos. © 2022 Anthony Olukayode Yusuf <i>et al.</i>, publicado pela Sciendo.</p>
<p>ZARGHAMI, Seyed Ashkan. Anatomy of interactions among risk factors influencing implementation of building information modeling (BIM): a system dynamics approach. <i>Engineering, Construction and Architectural Management</i>, 2023.</p>	<p>Objetivo: O objetivo principal deste artigo é examinar as relações de causa e efeito entre os fatores de risco relacionados à Modelagem de Informação da Construção (BIM) e seu impacto na implementação do BIM em projetos de construção.</p> <p>Design/metodologia/abordagem: Este artigo baseia-se em pesquisas anteriores para identificar e categorizar os fatores de risco relacionados ao BIM. Em seguida, desenvolve um modelo de dinâmica de sistemas (SD) para examinar as relações de causa e efeito entre esses fatores, levando a problemas na implementação do BIM.</p> <p>Resultados: O modelo de SD proposto ilustra como nove feedbacks de reforço estabelecem conexões entre quatro categorias de riscos, a saber, técnicos, de informação, legais e organizacionais, e, conseqüentemente, criam ciclos viciosos que ameaçam a implementação bem-sucedida do BIM.</p> <p>Originalidade/valor: Este artigo está entre poucos estudos que se afastam do reducionismo ao adotar uma abordagem holística e demonstrar como as interações entre os fatores de risco relacionados ao BIM levam a ciclos viciosos que ameaçam a implementação bem-sucedida do BIM. © 2023, Emerald Publishing Limited.</p>

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO

SEÇÃO: APRESENTAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO

Mapeamento de Processos DEINF/IFRO

Olá!

Este questionário faz parte da minha pesquisa em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, cujo objetivo é elaborar norma organizacional para implementação do BIM no IFRO.

O BIM engloba um conjunto de políticas, procedimentos e tecnologias que, quando integrados, possibilitam o gerenciamento completo do ciclo de vida de uma edificação, desde sua concepção até a manutenção, por meio da modelagem virtual.

Para alcançar o proposto, uma das etapas essenciais é entender como funcionam os processos de elaboração de projetos, execução e fiscalização das obras do IFRO que são gerenciados pela Diretoria de Engenharia e Infraestrutura.

Assim, conto com seu apoio para responder o questionário a seguir que permitirá a análise dos processos e a devida proposição de norma!

Desde já agradeço pela atenção e colaboração!

John Alison Ribeiro da Costa Maia

[Faça login no Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

* Indica uma pergunta obrigatória

Para começarmos, identifique-se, por favor.

Qual o seu nome completo? *

Sua resposta

Qual função você exerce na Diretoria de Engenharia e Infraestrutura? *

Sua resposta

Quais atividades você desenvolve regularmente no setor? *

Sua resposta

Qual o seu tempo de atuação no setor? *

- Menos de 01 ano
- Entre 01 e 03 anos
- Entre 03 e 05 anos
- Mais de 05 anos

Próxima

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

SEÇÃO: PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE PROJETOS

Mapeamento de Processos DEINF/IFRO

[Faça login no Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

* Indica uma pergunta obrigatória

Processo de Elaboração de Projetos

As perguntas abaixo serão relacionadas ao processo de elaboração de projetos e permitirão o entendimento do funcionamento deste para posterior proposição de implementação de processos sistematizados utilizando-se da tecnologia BIM (Modelagem da Construção da Informação, em tradução livre).

Responda conforme a sua percepção para o processo empregado.

Como são identificadas e priorizadas as demandas de obras antes de iniciar a etapa de elaboração de projetos? *

Sua resposta

Quais são as etapas sequenciais do processo de elaboração de projetos que sua equipe segue regularmente? *

Sua resposta

Quais são os tipos mais comuns de projetos que vocês elaboram? *

Classifique a frequência de recorrência da demanda

	muito pouco ou nunca	regularmente	na maioria das vezes	sempre
Construção de edificação com ambientes pedagógicos (salas de aula, laboratórios, bibliotecas etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construção de edificação com ambientes administrativos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construção de edificação para práticas esportivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construção de edificação para refeitórios e afins	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reforma de edificações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Instalação de sistemas elétricos de baixa, média ou alta tensão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Instalação de sistemas hidrossanitários	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Urbanismo, incluindo vias e pavimentação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Outros. Descreva qual o tipo e a frequência:

Sua resposta

Quem elabora os projetos? Em qual frequência? *

	muito pouco ou nunca	regularmente	na maioria das vezes	sempre
Servidores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Empresa Terceirizada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Quando há a contratação de terceiros, como é definido o escopo do projeto para o contratado? *

Classifique a frequência de utilização dos mecanismos quando estes são utilizados como o documento mais completo disponível.

	muito pouco ou nunca	regularmente	na maioria das vezes	sempre
Plano de Necessidades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estudo Preliminar de Arquitetura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estudo Preliminar de Arquitetura e Complementares	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anteprojeto de Arquitetura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anteprojeto de Arquitetura e Complementares	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeto Básico de Arquitetura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeto Básico de Arquitetura e Complementares	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projetos Executivos para Orçamentação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Quais *softwares* e ferramentas são rotineiramente utilizados no processo de elaboração de projetos e orçamentação pela equipe de servidores? *

Sua resposta

E por profissionais contratados? *

Sua resposta

Quais os *hardwares* e equipamentos comumente utilizados pela equipe de servidores? *

Sua resposta

E no caso dos profissionais contratados? *

Sua resposta

Nos projetos elaborados pelos servidores, existe colaboração e interoperabilidade entre diferentes tipos de projetos (arquitetura, estrutura, hidrossanitário, elétrica e etc), para a mesma obra, permitindo que sejam elaborados simultaneamente? *

Se sim, como? Se não, por quê?

Sua resposta

E no caso dos profissionais contratados? *

Sua resposta

Qual tem sido o prazo real médio para a conclusão de todos os projetos necessários para executar uma obra, considerando a sua na área construída? *

	até 30 dias	até 60 dias	até 90 dias	até 120 dias	até 180 dias	mais de 180 dias
Edificação até 100 m ²	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Edificação entre 100 m ² e 500m ²	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Edificação entre 500 m ² e 1.000 m ²	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Edificação entre 1.000 m ² e 2.500 m ²	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Edificação com mais de e 2.500 m ²	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Para os projetos elaborados por empresa terceirizada, quais os procedimentos de fiscalização seguidos regularmente? *

Sua resposta

Matriz SWOT (FOFA) - Processo de Elaboração de Projetos

A matriz SWOT é uma ferramenta de análise estratégica que avalia os pontos fortes (Strengths), pontos fracos (Weaknesses), oportunidades (Opportunities) e ameaças (Threats) de uma organização ou projeto.

Por meio dela é possível obter uma visão abrangente e estruturada do ambiente interno e externo do setor, permitindo identificar vantagens competitivas, desafios a serem superados, oportunidades a serem exploradas e riscos a serem mitigados.

Ao utilizar a matriz SWOT, as organizações podem direcionar seus esforços e recursos de forma mais eficaz, possibilitando uma tomada de decisão mais informada e estratégica para alcançar seus objetivos e se adaptar a um ambiente em constante mudança.

Assim, preencha abaixo com a sua percepção sobre esses quatro aspectos no que se refere aos fluxos e processos atualmente utilizados na elaboração dos projetos.

Quais as forças?



Liste as características internas ou recursos que são vantajosos no processo de elaboração de projetos.

Exemplo: equipe capacitada, equipe experiente em projetos similares, acesso a tecnologias e ferramentas úteis, engajamento da equipe, colaboração e proatividade dos colegas, etc.

Sua resposta

Quais as fraquezas?



Liste as características internas que são desvantajosas ou precisam de melhoria no processo de elaboração de projetos.

Exemplo: falta de experiência da equipe, problemas de fluxo, burocracia, processos ineficientes, pouca colaboração dos colegas, falta de tecnologias e ferramentas adequados, etc.

Sua resposta

Quais as oportunidades?

*

Liste fatores externos positivos que podem beneficiar o setor no processo de elaboração de projetos.

Exemplo: mudanças na legislação favoráveis, tendências de mercado, parceiros (contratados) mais eficientes, novas tecnologias que auxiliem, cooperação conjunta com outros setores, quantitativo de pessoal adequado, etc.

Sua resposta

Quais as ameaças?

*

Liste fatores externos negativos que podem representar riscos no processo de elaboração de projetos.

Exemplo: mudanças na legislação desfavoráveis, falta de recursos orçamentários, mudanças tecnológicas constantes com dificuldade de acompanhamento, questões políticas, econômicas, de logística, clima, quantitativo de pessoal inadequado, etc.

Sua resposta

Voltar

Próxima

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

SEÇÃO: PROCESSO DE EXECUÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

Mapeamento de Processos DEINF/IFRO

[Faça login no Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

* Indica uma pergunta obrigatória

Processo de Execução e Fiscalização de Obras

Agora teremos algumas perguntas sobre os processos de execução e fiscalização das obras. Vamos lá!

Existem mecanismos que orientem os procedimentos para fiscalização das obras? *

Se sim, quais?

Sua resposta

Caso a resposta anterior seja negativa, como se dá a fiscalização da obra? Quais os atores envolvidos e os procedimentos mais comuns? *

Sua resposta

O prazo estabelecido no cronograma de execução da obra tem se mostrado assertivo e adequado à realidade de execução? *

Desconsidere eventuais alterações quanto ao projeto inicialmente proposto ou ao aumento da área construída inicialmente previstos, a interesse da Administração que impactaram no cronograma.

- Sempre
- Na maioria das vezes sim
- As vezes sim, as vezes não
- Na maioria das vezes não
- Nunca

O valor da obra estimado na fase de projeto tem se mostrado assertivo e adequado à realidade de execução? Desconsidere eventuais alterações quanto ao projeto inicialmente proposto ou ao aumento da área construída inicialmente previstos, a interesse da Administração, bem como reajustes e afins que impactaram no valor. *

- Sempre
- Na maioria das vezes sim.
- As vezes sim, as vezes não
- Na maioria das vezes não
- Nunca

Caso as duas respostas anteriores indiquem divergências entre o planejado e a realidade, indique os motivos mais recorrentes. *

Sua resposta

Há algum tipo de integração entre as fases de projeto, execução e fiscalização de obra por meio dos conceitos BIM? Quais? *

Sua resposta

Matriz SWOT (FOFA) - Processo de Execução de Obras

Assim como na seção anterior, preencha abaixo com a sua percepção sobre esses quatros aspectos no que se refere aos fluxos e processos atualmente utilizados na execução de obras.

Quais as forças?

*

Liste as características internas ou recursos que são vantajosos no processo de execução de obras.

Exemplo: procedimentos claros e concisos para o executor da obra, projetos assertivos e com poucos erros, etc.

Sua resposta

Quais as fraquezas?

*

Liste as características internas que são desvantajosas ou precisam de melhoria no processo de execução de obras.

Exemplo: falta de definição formal de procedimentos, erros de projetos, etc.

Sua resposta

Quais as oportunidades?

*

Liste fatores externos positivos que podem beneficiar o setor no processo de execução de obras.

Exemplo: mudanças na legislação favoráveis, parceiros (contratados) mais eficientes, novas tecnologias que auxiliem, cooperação conjunta com outros setores, etc.

Sua resposta

Quais as ameaças?

*

Liste fatores externos negativos que podem representar riscos no processo de execução de obras.

Exemplo: mudanças na legislação desfavoráveis, falta de recursos orçamentários, mudanças tecnológicas constantes com dificuldade de acompanhamento, questões políticas, econômicas, de logística, clima, etc.

Sua resposta

Matriz SWOT (FOFA) - Processo de Fiscalização da Execução de Obras

Assim como na seção anterior, preencha abaixo com a sua percepção sobre esses quatro aspectos no que se refere aos fluxos e processos atualmente utilizados na fiscalização de obras.

Quais as forças?

*

Liste as características internas ou recursos que são vantajosos no processo de fiscalização da execução de obras.

Exemplo: procedimentos claros e concisos para os fiscais da obra, engajamento e cooperação entre os fiscais, projetos assertivos e com poucos erros, etc.

Sua resposta

Quais as fraquezas?

*

Liste as características internas que são desvantajosas ou precisam de melhoria no processo de fiscalização da execução de obras.

Exemplo: falta de definição formal de procedimentos, erros de projetos, pouca interação e comprometimento entre os fiscais, carga horária incompatível, etc.

Sua resposta

Quais as oportunidades?

*

Liste fatores externos positivos que podem beneficiar o setor no processo de fiscalização da execução de obras.

Exemplo: mudanças na legislação favoráveis, novas tecnologias que auxiliem, cooperação conjunta com outros setores, etc.

Sua resposta

Quais as ameaças?

*

Liste fatores externos negativos que podem representar riscos no processo de fiscalização da execução de obras.

Exemplo: mudanças na legislação desfavoráveis, falta de recursos orçamentários, mudanças tecnológicas constantes com dificuldade de acompanhamento, questões políticas, econômicas, de logística, clima, etc.

Sua resposta

Voltar

Próxima

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

SEÇÃO: ESTÁGIO BIM

Mapeamento de Processos DEINF/IFRO

Faça login no [Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

* Indica uma pergunta obrigatória

Implementação do BIM

O BIM é utilizado na fase de elaboração de projetos? *

- Não, pois a organização utiliza principalmente desenhos bidimensionais (2D) e não faz uso significativo de modelos tridimensionais. Não há interoperabilidade entre projetos, resultando em um fluxo de trabalho sequencial e limitado investimento em tecnologia.
- Parcialmente, pois a modelagem é baseada em objetos paramétricos em softwares 3D, mas os modelos são usados apenas para visualização tridimensional, sem modificação dos atributos paramétricos. Além disso, ainda são produzidos documentos bidimensionais (2D) e a interoperabilidade é limitada. Geralmente, os modelos são criados apenas para uma única disciplina e destinam-se principalmente à visualização em 3D.
- Moderadamente, pois há colaboração entre as disciplinas do projeto, permitindo a interoperabilidade em diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento, usando tanto formatos de arquivos proprietários quanto sistemas de dados não proprietários, como o IFC.
- Intensamente, pois são desenvolvidos modelos integrados colaborativamente, compartilhados ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. Há a criação de modelos multidimensionais (nD) para análises avançadas, porém os contratos e processos ainda carecem de adequações para a efetiva implementação do BIM.
- Completamente, pois o conhecimento e a aplicação de tecnologias, processos e políticas estão em um estágio avançado e contínuo aprimoramento, com previsão de melhorias e atualizações constantes, permitindo a plena implementação da Integrated Project Delivery – IPD que é a abordagem colaborativa e integrada para a gestão e execução de projetos na indústria da construção e engenharia. Nesse modelo, todas as partes envolvidas em um projeto - incluindo proprietários, arquitetos, engenheiros, empreiteiros, e outros stakeholders - trabalham de forma colaborativa desde as fases iniciais do projeto até a sua conclusão.

Como você avaliaria a disposição da equipe técnica para adotar e incorporar novos recursos, tecnologias ou processos em sua prática atual? *

- Alta flexibilidade e entusiasmo para adotar novos recursos.
- Flexibilidade moderada, com disposição para considerar mudanças, mas com algum grau de cautela.
- Resistência inicial, mas aberta a experimentar novidades com o tempo.
- Pouca flexibilidade e relutância em adotar novas tecnologias ou processos.
- Não se aplica, não há histórico de implementação de novos recursos ou mudanças processuais.

Há previsão orçamentária para investimento em implementação do BIM? *

- Sim, há um orçamento substancial reservado para a implementação do BIM.
- Sim, há um orçamento planejado, embora limitado, para a implementação do BIM.
- Não, atualmente não há orçamento disponível, mas está sendo considerada a possibilidade de alocação de recursos futuros.
- Não, não há previsão orçamentária para a implementação do BIM no momento.

Voltar

Enviar

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

**APÊNDICE G – NORMA ORGANIZACIONAL PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM NO
IFRO**

RESOLUÇÃO Nº XX/REIT - CONSUP/IFRO, DE XX DE XXXX DE 202X

Dispõe sobre a instituição da Norma para Implementação BIM no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO.

O CONSELHO SUPERIOR DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA, no uso de suas atribuições regimentais estabelecidas pelo Estatuto do IFRO no art. 9 da Resolução CONSUP/IFRO nº 61, de 18 de dezembro de 2015; tendo em vista os autos do Processo SEI nº **XXXXX.XXXXXX/202X-XX**; bem como a aprovação unânime pelos membros do Conselho Superior durante a **XXª Reunião Ordinária do CONSUP**, realizada em **XX/XX/202X**, resolve:

Art. 1º Fica instituída a Norma para Implementação BIM no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia. - IFRO, anexo a esta Resolução.

Art. 2º Esta Resolução entre em vigor a partir da data de sua assinatura.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Presidente do Conselho Superior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
(assinatura eletrônica)

NORMA PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM

APOI



PROFNIT

Programa de pós-graduação em Propriedade Intelectual
e Transferência de Tecnologia para a Inovação.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Maia, John Alison Ribeiro da Costa.
Norma para implementação BIM no IFRO / John Alison Ribeiro da
Costa Maia, Porto Velho-RO, 2024.
34 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Váldeson Amaro Lima.

Produto Educacional (Mestrado Profissional em Propriedade
Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - ProfNIT) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -
IFRO, Porto Velho-RO, 2024.

1. Building Information Modeling. 2. BIM. 3. inovação de
processos. 4. transferência de tecnologia. 5. obra pública. I. Lima,
Váldeson Amaro (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Celia Reis Sales, CRB-CRB11/955 (Campus Porto Velho Zona Norte)

SUMÁRIO

Contextualização	2
Roteiro principal para implementação BIM	3
Localização das fases do ciclo de vida do empreendimento	4
Definição dos objetivos institucionais	6
Pessoas: equipes, papéis organizacionais e responsabilidades	11
Definição dos casos de uso e processos BIM	12
Da estimativa de custos	13
Do modelo 4D	14
Da análise dos critérios de seleção do local	15
Do projeto	15
Da revisão dos modelos de projeto	15
Da análise do desempenho estrutural	16
Da análise do desempenho da iluminação	16
Da análise do desempenho energético	16
Da análise do desempenho de engenharia	16
Da análise do desempenho de sustentabilidade	17
Da coordenação dos modelos de projeto	17
Do modelo de logística do canteiro de obras	18
Do modelo de sistemas temporários de construção	18
Da fabricação de produtos	19
Do <i>layout</i> do trabalho de construção	19
Do modelo de registro <i>as-built</i>	19
Projeto-piloto e seus objetivos	20
Informações	20
Dos formatos, extensões, qualidade e ferramentas	20
Dos níveis de desenvolvimento – LOD	21
Dos aspectos legais a serem observados	27
Dos exemplos de implementação e bibliografia a serem observados	27
Infraestrutura e tecnologia	28
Interoperabilidade e procedimentos de comunicação	28
Estratégia e requisitos para contratação BIM	29
Processos de ajustes e controle da qualidade dos modelos	30
Referências	31

CONTEXTUALIZAÇÃO

O IFRO tem presença significativa no Estado de Rondônia, com uma área de atuação ampla e unidades presenciais em consolidação, além da perspectiva de novas unidades. O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) do IFRO para 2023-2027 prevê a realização de 121 obras, incluindo 66 novas construções e 55 reformas, com um investimento inicial estimado em aproximadamente R\$ 60 milhões. A gestão deste volume significativo de obras, desde a fase de projetos até a execução e fiscalização requer que os processos sejam continuamente avaliados e aprimorados para obter melhores resultados, sendo cada vez mais eficazes.

Esta norma objetiva a implementação do *Building Information Modeling* (BIM) nos processos de elaboração de projetos, execução e fiscalização das obras do IFRO. O BIM, em seu conceito amplo, representa um conjunto de políticas, processos e tecnologias que permitem o gerenciamento completo do ciclo de vida de uma edificação, desde sua concepção até a manutenção, utilizando plataformas digitais baseadas em objetos virtuais.

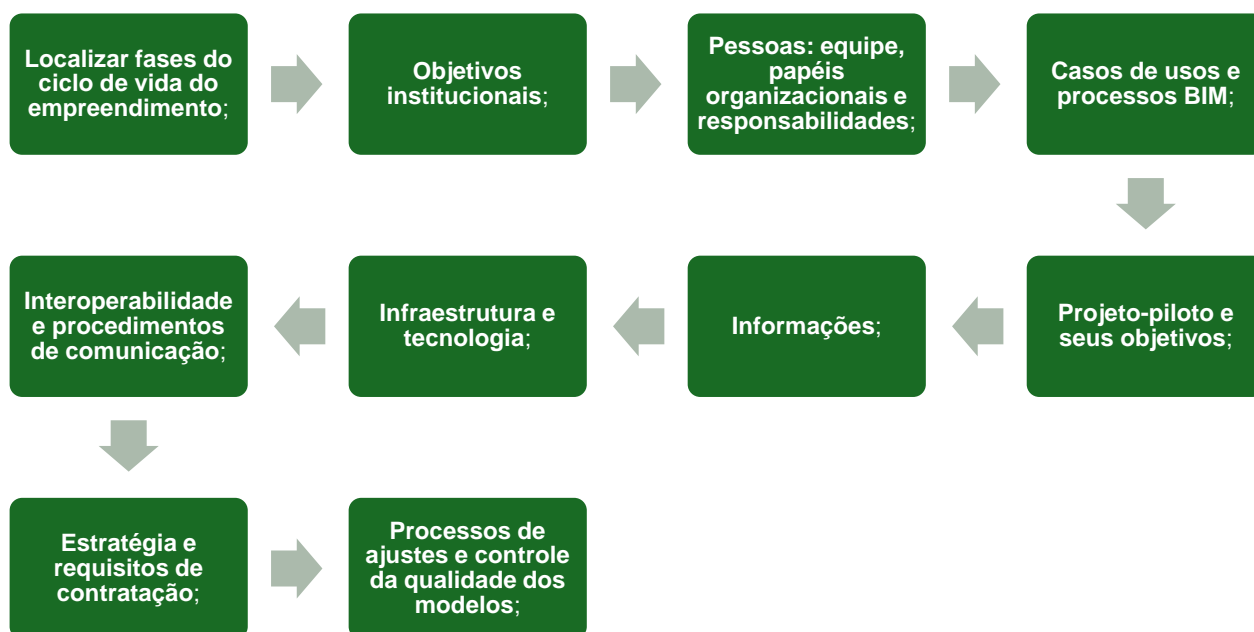
A adoção do BIM visa revolucionar os processos construtivos do IFRO, incorporando maior inteligência e eficiência, incentivando o desenvolvimento de novas competências e permitindo verificações automatizadas das interações entre diversos sistemas, viabilizando o trabalho simultâneo em tempo real.

A norma em comento é o produto tecnológico apresentado como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT – Ponto Focal Instituto Federal de Rondônia – pelo estudante e servidor John Alison Ribeiro da Costa Maia, sob orientação do professor Dr. Váldeson Amaro Lima.

ROTEIRO PRINCIPAL PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM

De modo geral, a implementação BIM no IFRO visa elevar o nível de maturidade BIM em que se encontra a instituição, passando gradativamente entre cada um dos estágios. Essa implementação seguirá as etapas definidas na Figura 1. Essas etapas foram baseadas na coletânea “Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras”, publicada pela CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), com enfoque principal no seu volume 2 (Catelani, 2016).

Figura 1 - Etapas para implementação BIM no IFRO.



Fonte: definido a partir de Catelani (2016).

LOCALIZAÇÃO DAS FASES DO CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO

1. As fases e ciclo de vida de uma edificação, bem como os seus responsáveis, estão definidos no Quadro 1.

Quadro 1 - Fases do ciclo de vida de uma edificação.

CICLO	FASE	AÇÕES	RESPONSÁVEL
Pré-obra	Concepção	<ul style="list-style-type: none"> • Primeiras ideias; • Identificação de oportunidades para o empreendimento; • Identificação preliminar da necessidade e atributos necessários. 	Setor demandante; Equipe gestora do <i>campus</i> .
	Conceituação	<ul style="list-style-type: none"> • Esboço do empreendimento; • Diagrama de massas; • Croquis e esquemas básicos; • Estudos preliminares e primeiras definições de soluções construtivas. 	Equipe gestora do <i>campus</i> junto à equipe de engenharia e/ou à empresa contratada para elaboração de projetos.
	Verificação de Viabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Atestar a viabilidade e analisar os riscos nos aspectos estratégico, legal, social, sustentável, tecnológico e econômico-financeiro. 	Equipe de engenharia e/ou empresa contratada para elaboração de projetos.
	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Definição dos métodos e soluções construtivos; • Desenvolvimento dos projetos, especificações e detalhamentos para construção; • Elaboração de planilha orçamentária; • Desenvolvimento dos documentos para construção; • Desenvolvimento das especificações para manutenção futura. 	Equipe de engenharia e/ou empresa contratada para elaboração de projetos.
	Licitação e Contratação	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração dos documentos para licitação; • Seleção e qualificação de empresa, conforme a Lei de Licitações. 	Equipe de engenharia e equipe de licitações.
Obra	Construção	<ul style="list-style-type: none"> • Construção seguindo projetos, detalhamentos, especificações, planejamento e condições contratuais; 	Empresa contratada para executar a obra.

		<ul style="list-style-type: none"> • Gestão da obra; • Desenvolvimento de toda documentação “as built”. 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhamento e fiscalização da construção. 	Equipe de Fiscalização.
	Comissionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega formal do empreendimento; • Entrega da documentação técnica e legal do empreendimento, inclusive “habite-se”, alvará do Corpo de Bombeiros, documentação “as built”, manuais de uso e manutenção, termos de garantia de equipamentos etc. 	Empresa contratada para executar a obra.
		<ul style="list-style-type: none"> • Exigência de garantias oferecidas por fabricantes, montadores e construtores; • Recebimento provisório do empreendimento. 	Equipe de Fiscalização.
		<ul style="list-style-type: none"> • Recebimento definitivo do empreendimento. 	Equipe designada.
Pós-obra	Uso e Operação	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão do uso e da operação dos objetos construídos ou instalações, seguindo convenções em regras legalmente aprovadas e vigentes. 	Equipe gestora do <i>campus</i> .
	Manutenção e Monitoramento	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão da vida útil dos principais componentes, equipamentos e sistemas; • Gestão e realização dos planos de manutenção preditiva, preventiva e corretiva; • Estabelecimento, registro e controle de métricas de desempenho; • Ajustes e replanejamento, quando necessário. 	Equipe gestora do <i>campus</i> .

Fonte: definido a partir de Catelani (2016).

DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS INSTITUCIONAIS

2. Considerando que o IFRO atualmente se encontra no Estágio BIM 1, o principal objetivo institucional com esta norma é avançar para o Estágio BIM 2. Alcançando este estágio, espera-se obter a colaboração entre as diferentes disciplinas do projeto e a interoperabilidade entre as diversas fases do ciclo de vida do empreendimento, seja por meio de arquivos nativos ou por sistemas de dados neutros, como a extensão IFC, o que abrange as fases de pré-obra e obra.

3. Após alcançar o Estágio BIM 2, espera-se que o IFRO possua atributos BIM suficientes e maduros para planejar o avanço para o Estágio BIM 3, que explora conceitos relacionados à fase de manutenção e operação da obra, ou seja, à fase pós-obra.

4. Diante disso, com o objetivo de atingir o Estágio BIM 2 e iniciar o planejamento para o Estágio BIM 3, os objetivos e seus responsáveis seguem apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Definição de objetivos institucionais por responsáveis.

RESPONSÁVEL	OBJETIVOS
Alta gestão do IFRO	<ul style="list-style-type: none"> • Promover a inclusão da implementação BIM nos instrumentos de planejamento estratégico da instituição, tais como o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), preferencialmente enquanto objetivo estratégico, e o Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação (PDTIC), caso haja demanda de <i>hardwares</i> e <i>softwares</i>. • Promover a efetiva implementação BIM por meio do apoio à capacitação do pessoal e à eventual aquisição ou contratação de <i>softwares</i> e <i>hardwares</i>, alinhado com o Plano de Implementação BIM e a disponibilidade orçamentária da instituição; • Após atingido o Estágio BIM 2, promover a continuidade da implementação BIM a fim de se obter, gradativamente o Estágio BIM 3 e a <i>Integrated Project Delivery</i> – IPD (Entrega Integrada do Projeto, em tradução livre).
Equipe de planejamento da implementação BIM	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar capacitações disponíveis na Escola Nacional de Administração Pública – Enap, a fim de aprimorar os conhecimentos básicos sobre o tema; • Propor um plano de capacitação para os atores envolvidos na implementação BIM, conforme a área de atuação de cada um; • Definir procedimentos para a implementação BIM conforme as previsões desta norma, elaborando um Plano de Implementação BIM no IFRO, com o objetivo de atingir o Estágio BIM 2; • Propor alterações ou atualizações que se fizerem necessárias ao disposto nesta norma.
Diretoria de Engenharia e Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir o cumprimento das definições de LOD (nível de desenvolvimento) desta norma e suas atualizações. <p>Na fase de Estudos Preliminares, promover o uso do BIM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • em todas as contratações de estudos de solo, topografia e afins; • na fase de conceituação da obra, por meio de esboços, diagramas de massas, croquis e esquemas básicos, definição de primeiras soluções construtivas etc. • para definir o orçamento estimativo expedito ou paramétrico dos empreendimentos por meio do Macro BIM; • para a estimativa expedita ou paramétrica do tempo de obra por meio do Macro BIM, a partir da definição

de atributos temporários para cada etapa da obra (fundação, estrutura etc.).

Na fase de Projeto, promover o uso do BIM:

- na locação da edificação e do canteiro de obras, bem como na definição da movimentação de terra;
- no projeto dos elementos construtivos, garantindo que sejam projetados de forma integrada em modelos BIM compartilhados;
- na definição do canteiro de obras e das instalações provisórias;
- na revisão dos modelos de projeto, conforme definições específicas do Plano de Implementação BIM;
- na análise de desempenho dos diversos sistemas projetados, tais como: estrutura, iluminação, elétrica, hidrossanitário, combate a incêndio e pânico, sustentabilidade etc.;
- na coordenação e compatibilização dos modelos de projeto BIM;
- na definição dos sistemas temporários, a serem obtidos a partir dos atributos associados aos objetos construtivos;
- para definir o orçamento analítico dos empreendimentos;
- para definir o cronograma-físico financeiro da obra.

Na fase de Execução e Fiscalização, promover o uso do BIM:

- em eventuais alterações qualitativas ou quantitativas do objeto contratado;
- na definição dos modelos de logística do canteiro de obras, quando necessário;
- para apresentar detalhes construtivos mediante modelos BIM de sistema temporários de construção, quando necessário;
- em detalhamentos da fabricação de produtos por meio de modelos BIM, sempre que possível;
- nas montagens de instalações ou automatização do controle de equipamentos automatizados por meio de modelos BIM, sempre que possível;
- garantindo que eventuais alterações de projeto durante a execução sejam registradas em tempo real no modelo BIM compartilhado;
- garantindo o recebimento do modelo BIM de *as built* ao final da obra;

Na fase de uso, operação e manutenção:

- garantir que os modelos BIM desenvolvidos em qualquer fase do ciclo de vida da obra possuam atributos mínimos para serem utilizados quando houver o Plano de Implementação BIM para o Estágio 3.

Equipe técnica de engenharia e/ou empresa responsável pela elaboração de estudos preliminares e projetos

- Seguir as definições de LOD desta norma e suas atualizações.

Na fase de Estudos Preliminares, utilizar o BIM:

- nos estudos de solo, topografia e afins;
- na fase de conceituação da obra, por meio de esboços, diagramas de massas, croquis e esquemas básicos, definição das primeiras soluções construtivas etc.
- para definir o orçamento estimativo expedito ou paramétrico dos empreendimentos por meio do Macro BIM;
- para a estimativa expedita ou paramétrica do tempo de obra por meio do Macro BIM, a partir da definição de atributos temporários para cada etapa da obra (fundação, estrutura etc.).

Na fase de Projeto, utilizar o BIM:

- na locação da edificação e do canteiro de obras, bem como para a definição da movimentação de terra;
- no projeto dos elementos construtivos, garantindo que sejam projetados de forma integrada em modelos BIM compartilhados;
- na definição do canteiro de obras e das instalações provisórias;
- na revisão dos modelos de projeto, conforme definições específicas do plano de implementação BIM;
- na análise de desempenho dos diversos sistemas projetados, tais como: estrutura, iluminação, elétrica, hidrossanitário, combate a incêndio e pânico, sustentabilidade etc.;
- na coordenação e compatibilização dos modelos de projeto;
- na definição dos sistemas temporários, a serem obtidos a partir dos atributos associados aos objetos construtivos;
- para definir o orçamento analítico dos empreendimentos;
- para definir o cronograma-físico financeiro da obra.

Visando a fase de uso, operação e manutenção:

- garantir que os modelos BIM desenvolvidos em qualquer fase do ciclo de vida da obra possuam atributos mínimos para serem utilizados quando houver o plano de implementação BIM para o Estágio 3.

**Empresa responsável
pela execução da obra e
equipe de fiscalização**

- Seguir as definições de LOD desta norma e suas atualizações.

Na fase de Execução e Fiscalização, utilizar o BIM:

- em eventuais alterações qualitativas ou quantitativas do objeto contratado;
- na definição dos modelos de logística do canteiro de obras, quando necessário;
- para apresentar detalhes construtivos mediante modelos BIM de sistema temporários de construção, quando necessário;
- em detalhamentos da fabricação de produtos por meio de modelos BIM, sempre que possível;
- para montagens de instalações ou automatização do controle de equipamentos automatizados por meio de modelos BIM, sempre que possível;
- garantindo que eventuais alterações de projeto durante a execução sejam registradas em tempo real no modelo BIM compartilhado;
- garantindo o recebimento do modelo BIM de *as built* ao final da obra;

Visando a fase de uso, operação e manutenção:

- garantir que os modelos BIM desenvolvidos em qualquer fase do ciclo de vida da obra possuam atributos mínimos para serem utilizados quando houver o plano de implementação BIM para o Estágio 3.

Fonte: definido pelo autor.

PESSOAS: EQUIPES, PAPÉIS ORGANIZACIONAIS E RESPONSABILIDADES

5. Será composta uma equipe responsável pela definição do Plano de Implementação BIM do IFRO, integrada por representantes da Diretoria de Engenharia e Infraestrutura; da Diretoria de Administração, especialmente relacionada à licitação e contratos; da Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional e, eventualmente, se essa equipe julgar necessário, poderá ser solicitado o apoio de professores da área de engenharia e arquitetura dos *campi* para contribuir no processo.

6. A equipe será responsável por:

6.1. Realizar as capacitações disponíveis na Escola Nacional de Administração Pública – Enap, a fim de aprimorar os conhecimentos básicos sobre o tema;

6.2. Propor um plano de capacitação para os atores envolvidos na implementação BIM, conforme a área de atuação de cada um;

6.3. Definir os procedimentos para a implementação BIM conforme as previsões desta norma e alinhado à Estratégia BIM BR, por meio da definição de um Plano de Implementação BIM no IFRO, com o objetivo de atingir o Estágio BIM 2, contendo minimamente:

a. Definição dos atores específicos de cada área de atuação do BIM no âmbito do IFRO;

b. Definição dos fluxos e processos para os usos BIM estipulados nesta norma;

c. Padronização das informações utilizadas nos processos BIM;

d. Definição dos padrões de interoperabilidade e comunicação na implementação BIM;

e. Definição das estratégias e requisitos para contratações BIM;

f. Definição de *softwares* e *hardwares* necessários para a implementação BIM;

i. Deverá conter plano de aquisição alinhado à disponibilidade orçamentária da instituição, se constatada a necessidade;

ii. Se necessário, deverão ser solicitadas as atualizações do PDTIC (Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação);

g. Definição de Plano de Execução BIM (PEB) para a elaboração do projeto-piloto de implementação BIM;

h. Definição de PEBs modelos para os demais projetos decorrentes da implementação BIM;

- i. Previsão detalhada de mecanismos de acompanhamento e controle da implementação BIM;
 - j. Definição preliminar para a criação de um novo plano de implementação BIM visando alcançar o BIM Estágio 3, quando do sucesso do plano atual.
- 6.4. Acompanhar a efetiva implementação do plano;
- 6.5. Propor melhorias a esta norma a partir de embasamento técnicos e científicos.

DEFINIÇÃO DOS CASOS DE USO E PROCESSOS BIM

7. Os casos de uso BIM definidos nesta norma foram baseados nas publicações da PennState University: “BIM Project Execution Planning Guide” (Messner *et al.*, 2024) e “The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses” (Kreider; Messner, 2013).

8. Diante disso, o Quadro 3 apresenta os casos de uso BIM a serem implementados no IFRO.

Quadro 3 - Definição dos casos de uso do BIM no IFRO.

CASOS DE USO	PRÉ-OBRA		OBRA	PÓS-OBRA
	PLANEJAMENTO	PROJETO	CONSTRUÇÃO	OPERAÇÃO
Captura das Condições Existentes (<i>Capture Existing Conditions</i>)				
Estimativa de Custos (<i>Author Cost Estimate</i>)	X	X	X	
Modelo 4D (<i>Author 4D Model</i>)	X	X	X	
Análise dos Requisitos do Programa (<i>Analyze Program Requirements</i>)				
Análise dos Critérios de Seleção do Local (<i>Analyze Site Selection Criteria</i>)	X			
Projeto (<i>Author Design</i>)	X	X		
Revisão dos Modelos de Projeto (<i>Review Design Model(s)</i>)		X		
Análise do Desempenho Estrutural (<i>Analyze Structural Performance</i>)		X		
Análise do Desempenho da Iluminação (<i>Analyze Lighting Performance</i>)		X		
Análise do Desempenho Energético (<i>Analyze Energy Performance</i>)		X		
Análise do Desempenho de Engenharia (<i>Analyze Engineering Performance</i>)		X		
Análise do Desempenho de Sustentabilidade (<i>Analyze Sustainability Performance</i>)		X	X	

Coordenação dos Modelos de Projeto (<i>Coordinate Design Models</i>)		X	X	
Modelo de Logística do Canteiro de Obras (<i>Author Construction Site Logistics Model</i>)		X	X	
Modelo de Sistemas Temporários de Construção (<i>Author Temporary Construction Systems Model</i>)			X	
Fabricação de Produtos (<i>Fabricate Products</i>)			X	
Layout do Trabalho de Construção (<i>Layout Construction Work</i>)			X	
Modelo de Registro As-Built (<i>Compile Record Model</i>)			X	
Monitoramento da Manutenção (<i>Monitor Maintenance</i>)				
Monitoramento do Desempenho dos Sistemas (<i>Monitor System Performance</i>)				
Monitoramento dos Ativos (<i>Monitor Assets</i>)				
Monitoramento da Utilização dos Espaços (<i>Monitor Space Utilization</i>)				
Análise do Gerenciamento de Emergências (<i>Analyze Emergency Management</i>)				

Fonte: elaborado a partir de Messner (2024).

9. Os processos para cada uso BIM definidos serão estabelecidos pela equipe responsável pelo Plano de Implementação BIM no IFRO. Além disso, cada uso previsto poderá ser atendido gradativamente, conforme definição constante no plano, não sendo necessário o atendimento integral nas primeiras ações institucionais.

10. A seguir são apresentados os conceitos dos usos BIM, conforme Messner (2024), e as atividades esperadas para cada um.

11. Da estimativa de custos

11.1. É o processo em que o BIM é utilizado para gerar levantamentos quantitativos precisos e estimativas de custos ao longo de todo o ciclo de vida de um projeto. Por meio dele, é possível que a equipe visualize os impactos financeiros das alterações em todas as fases da edificação, seja no projeto ou durante a obra. O BIM fornece dados sobre os custos da obra, aditivos e modificações, com potencial para economizar tempo e dinheiro, sendo muito benéfico para os processos.

11.2. Na fase de planejamento, a estimativa de custos se dará por meio do Macro BIM, a partir da definição de atributos que permitam a orçamentação expedita ou paramétrica da obra por meio de custos atribuídos para cada etapa

como fundação, infraestrutura, superestrutura, vedações, instalações etc. Assim, podem ser utilizados:

11.2.1. Custos por metro quadrado (ou metro cúbico) de diferentes tipos de edificações, classificadas pelo uso com valores de referência como o CUB (Custo Unitário Básico) ou outras referências técnicas disponíveis;

11.2.2. Custos por metro quadrado (ou por metro cúbico) de diferentes ambientes (banheiros, escritórios, salas de aula etc.) valores de referência como o CUB (Custo Unitário Básico) ou outras referências técnicas disponíveis;

11.2.3. Custos unitários de diferentes sistemas construtivos, como, por exemplo: valor por metro quadrado de fachada em pele de vidro estruturada com garras de alumínio; ou de fachada em alvenaria de blocos cerâmicos, revestida externamente por pastilhas, com janelas de alumínio nível 1, vidro de correr, e peitoris de granito polido; ou ainda custo de fundações em tubulões, com capacidade de X Toneladas/Tubulão, custo de fundações em Estacas Cravadas, com capacidade de X Toneladas/Estaca etc.

11.3. Na fase de projeto, conforme o LOD definido neste documento, deverão ser atribuídas informações suficientes para se obter o orçamento analítico da obra, nos moldes da legislação vigente.

11.4. Na fase de execução, eventuais alterações qualitativas ou quantitativas do objeto contratado serão realizadas em BIM conforme o LOD estabelecido, permitindo que o orçamento estimativo da obra seja atualizado de forma analítica.

12. Do modelo 4D

12.1. É o processo no qual um modelo 4D (modelos 3D com a dimensão adicional do tempo) é utilizado para planejar eficazmente a ocupação mostrando a sequência de construção e os requisitos de espaço em um local de construção. A modelagem 4D é uma ferramenta poderosa de visualização e comunicação que pode proporcionar à equipe uma melhor compreensão dos marcos do projeto e dos planos de construção.

12.2. Na fase de planejamento, a estimativa do tempo de obra se dará por meio do Macro BIM a partir da definição de atributos que permitam a estimativa expedita ou paramétrica do tempo de obra por meio de prazos atribuídos para cada etapa como fundação, infraestrutura, superestrutura, vedações, instalações etc.

12.3. Na fase de projeto, conforme o LOD definido neste documento, deverão ser atribuídas informações suficientes para se obter a estimativa assertiva do tempo de execução da obra.

12.4. Na fase de execução, eventuais alterações qualitativas ou quantitativas do objeto contratado serão realizadas em BIM conforme o LOD estabelecido, permitindo que o prazo da obra seja atualizado.

13. Da análise dos critérios de seleção do local

13.1. Processo no qual ferramentas BIM/GIS são utilizadas para avaliar propriedades em uma determinada área, a fim de determinar a localização adequada para um projeto futuro. Os dados do local coletados são usados primeiro para selecionar o local e depois posicionar o edifício com base em outros critérios.

13.2. Na fase de planejamento, os estudos topográficos e de solo possuirão atributos BIM/GIS (BIM/Sistema de Informação Geográfica), conforme o LOD estabelecido, para integrar a fase de projeto.

13.3. Na fase de projeto, as informações obtidas serão utilizadas para a locação da edificação e do canteiro, bem como para definir as movimentações de terra e outros aspectos relacionados à localização da obra.

14. Do projeto

14.1. Processo de uso de *software* BIM para desenvolver um modelo com informações 3D e atributos adicionais para o projeto de uma edificação, com suas instalações, aproveitando uma biblioteca de elementos paramétricos.

14.2. Na fase de planejamento, deverão ocorrer os estudos preliminares da obra por meio do Macro BIM.

14.3. Na fase de projeto, os diferentes elementos construtivos serão projetados de forma integrada em modelos BIM compartilhados, conforme definições de procedimento feitas pela equipe responsável pelo planejamento inicial de implementação do BIM no IFRO, obedecendo o LOD estabelecido.

15. Da revisão dos modelos de projeto

15.1. O processo é usado durante toda a fase de projeto e se refere à revisão de um modelo de informação da construção com as partes interessadas para obter *feedback* e validar os aspectos de projeto, construção e operação. As revisões podem incluir a avaliação dos requisitos programáticos, visualização estética e *layout* do espaço em um ambiente virtual e definição de critérios como: disposição, linhas de visão, iluminação, segurança, ergonomia, acústica, texturas, cores etc.

15.2. Esse uso BIM pode ser realizado apenas com *software* de computador ou com instalações especiais de maquete virtual, como CAVE (Ambiente Virtual Assistido por Computador) e laboratórios imersivos. As maquetes virtuais podem ser realizadas em vários níveis de detalhe conforme as necessidades do projeto. Um exemplo disso é criar um modelo altamente detalhado de uma pequena parte do edifício, como uma fachada, para analisar rapidamente alternativas de projeto resolvendo problemas e garantindo a construtibilidade.

15.3. A revisão do projeto, enquanto uso BIM, se dará conforme as definições do Plano de Implementação BIM, incluindo predefinições da forma de revisão, conforme os tipos de empreendimentos mais comuns na instituição.

16. Da análise do desempenho estrutural

16.1. Processo onde o *software* de modelagem analítica utiliza o modelo para determinar o comportamento de um determinado sistema estrutural. Com o uso de normas mínimas necessárias para projeto e análise estrutural, ocorre a otimização. Com base nessa análise, desenvolve-se ainda mais e aprimora o projeto estrutural para criar sistemas estruturais eficazes e eficientes. A aplicação desta ferramenta de análise permite simulações de desempenho que podem melhorar significativamente o projeto, desempenho e segurança da estrutura ao longo de seu ciclo de vida.

16.2. Na fase de projeto, será utilizado na definição do sistema construtivo estrutural, incluindo o projeto de montagem, métodos e meios de construção.

17. Da análise do desempenho da iluminação

17.1. É o processo que utiliza o modelo para realizar uma revisão quantitativa e estética das condições de iluminação dentro de um espaço ou em uma superfície ou série de superfícies. Isso pode incluir análise de iluminação natural ou de iluminação artificial. Assim, na fase de projeto, esse processo será utilizado nos projetos luminotécnicos.

18. Da análise do desempenho energético

18.1. Esse é um processo na fase de projeto de instalações no qual um ou mais programas de simulação de energia de construção utilizam um modelo BIM devidamente ajustado para realizar avaliações energéticas para o projeto do edifício. O objetivo central deste uso BIM é inspecionar a compatibilidade com os padrões de energia do edifício e buscar oportunidades para otimizar o projeto proposto a fim de reduzir os custos do ciclo de vida da estrutura. Assim, na fase de projeto, esse processo será utilizado nos diversos elementos do projeto elétrico.

19. Da análise do desempenho de engenharia

19.1. É o processo em que um *software* de modelagem inteligente utiliza o modelo BIM para determinar o método de engenharia mais eficaz com base nas especificações do modelo. O desenvolvimento dessas informações é a base para o que será repassado ao gestor do prédio para uso nos sistemas do edifício como análise energética, análise estrutural, planejamento de evacuação de emergência etc.

19.2. Essas ferramentas de análise e simulações de desempenho podem melhorar significativamente o projeto das instalações e seu consumo de energia ao longo de seu ciclo de vida futuro.

19.3. Esse uso BIM deverá ser implementado de forma gradativa permitindo que, na medida que mais projetos sejam elaborados, mais atributos sejam adicionados à base de informações BIM do IFRO, o que tornará a análise mais eficaz. Assim, deverão ser previstos procedimentos e mecanismos para promover essa situação.

20. Da análise do desempenho de sustentabilidade

20.1. É o processo no qual um projeto BIM é avaliado com base em critérios LEED (Liderança em Energia e Projeto Ambiental) - ou outros critérios de sustentabilidade. Este processo é fundamental durante todas as etapas da vida das instalações, incluindo planejamento, projeto, construção e operação. Aplicar características sustentáveis a um projeto nas fases de planejamento e concepção inicial é mais eficaz e eficiente. Esse processo abrangente requer que mais disciplinas interajam mais cedo, proporcionando diversos pontos de melhoria ao projeto. Essa integração pode exigir integração contratual na fase de planejamento.

20.2. Além de alcançar metas sustentáveis, o processo de aprovação LEED envolve certos cálculos, documentação e verificações específicas. Simulações energéticas, cálculos e documentação podem ser realizados em um ambiente integrativo quando as responsabilidades são bem definidas e claramente compartilhadas.

20.3. Assim, esse uso BIM deve ser cautelosamente planejado e implementado nos ciclos pré-obra e obra. O Plano de Implementação BIM deverá predefinir atributos para os tipos de empreendimentos mais comuns na instituição.

20.4. Além disso, dada a complexidade desse tema, o uso BIM deverá ser implementado de forma gradativa permitindo que, na medida que mais projetos sejam elaborados, mais atributos sejam adicionados à base de informações BIM do IFRO, o que o tornará mais robusto. Assim, deverão ser previstos também procedimentos e mecanismos para promover essa situação.

21. Da coordenação dos modelos de projeto

21.1. Utilização de *software* de coordenação e compatibilização 3D para compilar um modelo compartilhado com outros modelos de projeto para realizar detecção automática de colisões em 3D, identificando possíveis problemas de compatibilidade, juntamente com a realização de uma análise visual para identificar possíveis problemas de definição espacial. O modelo compartilhado pode incluir elementos de projeto permanentes, elementos temporários de construção e elementos operacionais potenciais, incluindo espaços livres ou outros mobiliários.

21.2. Na fase de projeto, o uso BIM será aplicado através da análise de compatibilidade dos diversos modelos BIM desenvolvidos para o empreendimento, sob a gestão do gerente de projetos BIM.

21.3. Na fase de execução, eventuais alterações qualitativas ou quantitativas do objeto contratado serão compatibilizadas no modelo BIM compartilhado a fim de verificar sua viabilidade.

22. Do modelo de logística do canteiro de obras

22.1. Processo onde ocorre a elaboração de um modelo de instalações permanentes e temporárias em um local durante múltiplas fases do processo de construção para comunicar as condições físicas do local e planejar a logística geral. O modelo também pode estar vinculado ao cronograma de atividades de construção para transmitir requisitos de espaço e sequenciamento. Informações adicionais incorporadas ao modelo podem incluir recursos de mão de obra, materiais com suas respectivas entregas e localização de equipamentos.

22.2. Como os componentes do modelo 3D podem estar diretamente vinculados ao cronograma, funções de gestão de canteiro como planejamento visualizado, replanejamento a curto prazo e análise de recursos podem ser analisadas ao longo de diferentes dados espaciais e temporais.

22.3. Na fase de projeto, será definido o canteiro de obras, com as instalações provisórias necessárias, conforme o LOD definido.

22.4. Na fase de execução, a empresa responsável pela obra definirá modelos BIM para instalações permanentes e temporárias do canteiro e equipamentos, sempre que houver entendimento que esses são necessários para o bom andamento da obra, o que deverá ser estabelecido nos instrumentos de licitação. Caso não haja necessidade específica, a contratada deverá detalhar, com o LOD 200, a proposta de canteiro realizada na fase de projeto.

23. Do modelo de sistemas temporários de construção

23.1. Esse uso BIM se dá para elaborar o projeto dos sistemas temporários necessários para a construção dos sistemas permanentes do edifício, o que pode incluir: formas para concreto, andaimes, sistemas de suporte para escavação, escoramentos temporários, aquecimento temporário, iluminação temporária ou outros sistemas temporários de construção projetados.

23.2. Na fase de projeto, serão definidos atributos suficientes para que ao final da elaboração do projeto e do modelo BIM seja possível obter de forma automatizada os modelos construtivos, conforme o LOD definido. Essa implementação será de forma gradativa permitindo que, na medida que mais projetos sejam elaborados, mais atributos sejam adicionados à base de informações BIM do IFRO, tornando-a mais robusta.

23.3. Na fase de execução, poderão ser solicitados à empresa responsável pela execução da obra outros detalhes construtivos, com o seu modelo BIM, de forma a complementar as características executivas da obra. Nos casos em que o projeto executivo for de responsabilidade da empresa que executa a obra, a definição dos atributos será de responsabilidade dela. Essas definições deverão constar nos instrumentos de licitação e caberá à fiscalização o acompanhamento do seu cumprimento.

24. Da fabricação de produtos

24.1. Ocorre a partir da utilização de informações de um modelo para a fabricação de materiais de construção, montagens ou módulos. Exemplos incluem fabricação de chapas metálicas ou tubos, fabricação de aço estrutural, fabricação de painéis de parede e fabricação de montagens de parede. A disponibilização de modelos BIM dos produtos fabricados auxiliará nas fases de operação e manutenção, isto é, pós-obra.

24.2. No caso de produtos fabricados e pré-moldados, sempre que houver possibilidades no mercado, a fabricação dos produtos se dará através da sua modelagem BIM. Por exemplo: quando se tratar de estruturas metálicas, paredes pré-moldadas e pré-fabricados diversos, a modelagem BIM deve ser priorizada. A Obtenção do produto com o modelo BIM será de responsabilidade da empresa contratada para a execução da obra, com os custos previstos na planilha orçamentária.

25. Do *layout* do trabalho de construção

25.1. Esse uso ocorre com a utilização de informações dos modelos BIM do projeto a definição do *layout* de montagens de instalações ou automatização do controle de equipamentos automatizados em um projeto de construção. A disponibilização de modelos BIM dos produtos instalados ou a automatização do controle de equipamentos auxiliará nas fases de operação e manutenção, isto é, pós-obra.

25.2. Sempre que houver a possibilidade no mercado, deverão ser concebidos modelos BIM que atendam o *layout* de montagem de instalações ou automatização dos controles. A obtenção do produto, juntamente com o modelo BIM, será de responsabilidade da empresa contratada para a execução da obra, com os custos previstos na planilha orçamentária.

26. Do modelo de registro *as-built*

26.1. É o processo para obter informações sobre os elementos da instalação, condições ao redor e ativos de uma instalação. O modelo de registro deve conter, no mínimo, informações relacionadas aos sistemas arquitetônicos, estruturais e MEP (Mecânico, Elétrico e Hidráulico).

26.2. Na fase de execução, a empresa responsável pela obra deverá apresentar o modelo BIM do *as built*. Para isso, recomenda-se que eventuais alterações de projeto na execução sejam atualizadas em tempo real no modelo BIM compartilhado que deverá ser disponibilizado pela equipe de fiscalização.

26.3. Caso seja necessário, ao final da obra poderão ser utilizados equipamentos específicos para a captura das condições existentes, sendo esses custos de responsabilidade exclusiva da empresa contratada.

26.4. Caberá à equipe de fiscalização acompanhar as eventuais modificações no modelo compartilhado durante a execução da obra e exigir que ao término a empresa entregue o *as built* nos termos estabelecidos.

PROJETO-PILOTO E SEUS OBJETIVOS

27. Os objetivos definidos para um projeto-piloto de implementação BIM podem ser diferentes dos objetivos da implementação como um todo, embora devam guardar coerência e complementaridade entre si. Em geral, os objetivos corporativos de uma implementação BIM são mais amplos, com a definição de uma maior quantidade de casos de usos que aqueles definidos como alvo para um primeiro projeto-piloto.

28. O Plano de Implementação BIM deverá estabelecer, dentre outras coisas, o Plano de Execução BIM (PEB) para o projeto-piloto, visando alcançar os objetivos do próprio projeto e os da implementação como um todo, norteando os próximos passos para alcançar os objetivos institucionais, bem como os usos BIM previstos.

29. Após a execução do projeto-piloto, bem como da sua avaliação, o processo deverá ser aprimorado a fim de ser utilizado como modelo para a concepção de novos empreendimentos a partir do BIM.

INFORMAÇÕES

30. É crucial que todas as pessoas envolvidas em um projeto de desenvolvimento BIM, especialmente aqueles que enviam e recebem informações em cada transação, compreendam completamente o conteúdo que está sendo transmitido. De maneira geral, é essencial mapear e documentar todas as informações que serão compartilhadas entre os participantes.

31. Nesse contexto, o Plano de Implementação BIM deverá padronizar todas as informações relevantes relacionados ao processo, bem como predefinir os produtos próprios para cada uso BIM previsto. Essa padronização deverá englobar pelo menos: nomenclatura de arquivos e pastas, local de armazenamento, unidades de medida, cores para disciplinas e sistemas, dimensões das pranchas e escalas aceitáveis.

32. Além disso, deverá ser elaborada uma planilha para consolidar todas as principais informações que serão trocadas, definindo seus correspondentes autores e receptores para cada um dos casos de usos BIM que serão realizados.

33. Essas definições deverão constar também nos modelos de Plano de Execução BIM (PEB) para os empreendimentos mais comuns na instituição

34. Todas as definições deverão estar de acordo com os requisitos estabelecidos nesta norma e com as diretrizes a seguir.

35. Dos formatos, extensões, qualidade e ferramentas

35.1. Todos os modelos BIM deverão ser apresentados em formatos neutro (IFC) e nativo. Os formatos, extensões e a qualidade de entrega de cada produto gerado nos processos BIM do IFRO são as definidas no Quadro 4.

Quadro 4 - Definição de formatos, extensões, qualidades e ferramentas de Uso BIM.

FORMATOS	EXTENSÕES	QUALIDADE	FERRAMENTAS
Modelos	Nativas e IFC	Não se aplica	AEC Collection, QiBuilder e extensões diversas
Documentos de texto (relatórios, atas de reuniões)	Nativas, DOCX e PDF	Alta (impressão)	AEC Collection, QiBuilder e Ferramentas de texto (Word, LibreOffice etc.)
Peças técnicas de texto (Memoriais descritivos, memórias de cálculo, quantitativos, estimativas de custos, composições, entre outros)	Nativas, DOCX, XLSX e PDF	Alta (impressão)	AEC Collection, QiBuilder, Ferramentas de texto (Word, LibreOffice etc.) e Ferramentas de Planilha (Excel, LibreOffice etc.)
Maquetes eletrônicas	RVT, DWG e SKT	Realística	AEC Collection, QiBuilder e Sketchup
Imagens	JPEG e BMP	Alta (BMP 300 a 600 DPI)	AEC Collection, QiBuilder e Sketchup e renderizadores
Vídeos	MPEG	Média e Alta	AEC Collection, QiBuilder e Sketchup e renderizadores

36. Dos níveis de desenvolvimento – LOD

36.1. Os conceitos para os níveis de desenvolvimento – LOD (*level of development*) - adotados nesta norma são os constantes no guia “Processo de Projeto BIM”, divulgado pela ABDI na Plataforma BIM BR (ABDI, 2017):

- a) **LOD 100:** O Elemento do Modelo pode ser representado graficamente no Modelo com um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requisitos para LOD 200. Informações relacionadas ao Elemento do Modelo (isto é, custo por m² quadrado, tonelage de HVAC, etc.) podem ser derivadas de outros Elementos do Modelo.
- b) **LOD 200:** O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema genérico, objeto ou montagem com quantidades aproximadas, tamanho, forma, localização e orientação. As informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento Modelo.
- c) **LOD 300:** O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. As informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento Modelo.
- d) **LOD 350:** O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de quantidade, tamanho, forma, orientação e interfaces com outros sistemas de construção. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento do Modelo.
- e) **LOD 400:** O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com detalhes, fabricação, montagem e informações de instalação. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento do Modelo.
- f) **LOD 500:** O Elemento do Modelo é uma representação verificada em campo em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos Elementos do Modelo.

36.1.1. A imagem abaixo apresenta exemplos de LODs para os principais tipos de projetos e sistemas, conforme o guia “Processo de Projeto BIM”, divulgado pela ABDI na Plataforma BIM BR.

Figura 2 - imagem representativa dos LODs.

LOD	Arquitetura	Estrutura	Instal.Prediais	HVAC
100		N.A.	N.A.	N.A.
200				
300				
350				
400				
500				

Fonte: definido a partir de ABDI (2017).

37. Diante disso, os níveis de desenvolvimento – LOD (*level of development*) – dos entregáveis decorrentes da modelagem BIM no IFRO são os dispostos no Quadro 5.

Quadro 5 - Definição dos níveis de desenvolvimento (LOD) dos entregáveis do uso BIM.

Uso BIM	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400	LOD 500
Estimativa de Custos (<i>Author Cost Estimate</i>)	Orçamento estimativo expedito ou paramétrico (custo X m ²).	-	-	-	Orçamento estimativo analítico; Cronograma físico-financeiro da obra; Atualização do orçamento decorrente de alterações de projeto.	-
Modelo 4D (<i>Author 4D Model</i>)	-	Definição expedita ou paramétrica do prazo da obra (tempo X etapa da obra).	-	-	Cronograma físico-financeiro da obra; Atualização do tempo de obra decorrente de alterações de projeto.	-
Análise dos Critérios de Seleção do Local (<i>Analyze Site Selection Criteria</i>)	Locação da edificação e do canteiro de obras.	-	Estudos topográficos, de solo etc.	-	Definição da movimentação de terra e da locação dos demais sistemas (esgotamento sanitário, subestação etc.)	-
Projeto (<i>Author Design</i>)	Esboços, diagramas de massas, croquis e esquemas básicos; e Definição das primeiras	<u>Somente quanto ocorrer:</u> <u>contratação integrada:</u> projeto de todos os elementos construtivos;	<u>Somente quanto ocorrer:</u> <u>contratação semi-integrada:</u> projeto de todos os	-	Projeto de todos os elementos construtivos; Definição do canteiro de obras e instalações provisórias.	-

	soluções construtivas.	Definição do canteiro de obras e instalações provisórias.	elementos construtivos; Definição do canteiro de obras e instalações provisórias			
Revisão dos Modelos de Projeto (Review Design Model(s))	-	-	-	-	Revisão dos modelos de projeto desenvolvidos.	-
Análise do Desempenho Estrutural (Analyze Structural Performance)	-	-	-	-	Projeto estrutural.	-
Análise do Desempenho da Iluminação (Analyze Lighting Performance)	-	-	-	-	Projeto lumínico.	-
Análise do Desempenho Energético (Analyze Energy Performance)	-	-	-	-	Projeto elétrico; Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas.	-
Análise do Desempenho de Engenharia (Analyze Engineering)	-	-	-	-	Projetos de engenharia das diversas disciplinas necessárias para o empreendimento	-

Performance)					(hidrossanitário, combate a incêndio e pânico, cabeamento estruturado etc.)	
Análise do Desempenho de Sustentabilidade (Analyze Sustainability Performance)	-	-	-	-	Verificação de adequação da edificação e da obra aos parâmetros de sustentabilidade	-
Coordenação dos Modelos de Projeto (Coordinate Design Models)	-	-	-	-	Verificação de compatibilidade dos diversos modelos.	-
Modelo de Logística do Canteiro de Obras (Author Construction Site Logistics Model)	-	<u>Em situações de baixa complexidade:</u> definição do canteiro de obras e das instalações provisórias;	-	-	Definição do canteiro de obras e das instalações provisórias;	-
Modelo de Sistemas Temporários de Construção (Author Temporary Construction Systems Model)	-	-	-	-	Formas para concreto; Andaimes; Sistemas de suporte para escavação; Escoramentos temporários; Iluminação temporária; Outros sistemas	-

					temporários de construção projetados.	
Fabricação de Produtos (Fabricate Products)	-	-	-	-	<u>Sempre que for viável:</u> Estruturas metálicas diversas; Painéis de parede; Fabricação e montagens de pré-moldados etc.	-
Layout do Trabalho de Construção (Layout Construction Work)	-	-	-	-	<u>Sempre que for viável:</u> Montagens de instalações ou automatização do controle de equipamentos automatizados.	-
Modelo de Registro As-Built (Compile Record Model)	-	-	-	-	-	<i>As built</i> do empreendimento.

38. Dos aspectos legais a serem observados

38.1. O Plano de Implementação BIM no IFRO deverá atender aos seguintes aspectos legais e normativos acerca do tema:

Quadro 6 - Base legal e normativa a seguir.

NOME	DESCRIÇÃO
Decreto 10.306/2020	Decreto Federal da Estratégia BIM BR
Lei 14.133/2021	Nova Lei de Licitações
ISO 19.650-1:2018	Descrição dos conceitos e princípios do BIM
ISO 19.650-2:2018	Descrição da etapa de entrega dos ativos
ISO 16739-1:2018	Transporte de informações/dados IFC
NBR 15.965:	Parte 1: Terminologia e estrutura; Parte 2: Características dos objetos da construção; Parte 3: Processos da construção; Parte 4: Recursos da construção; Parte 5: Resultados da construção; Parte 6: Unidades da construção; Parte 7: Informação da construção.

39. Dos exemplos de implementação e bibliografia

39.1. A seguinte bibliografia poderá ser utilizada como apoio para a definição do Plano de Implementação BIM no IFRO:

- a) **Estratégia BIM BR - Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM.**
- b) **Plataforma BIM BR.** Plataforma do Governo Federal, gerenciada pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI.
- c) **Estratégia BIM SC,** disponível em portal próprio do Estado de Santa Catarina com diversos conteúdos estratégicos e normativos para a implementação do BIM no estado.
- d) **Estratégia BIM PR,** disponível em portal próprio do Estado do Paraná com diversos conteúdos estratégicos e normativos para a implementação do BIM no estado.
- e) **Estratégia BIM MG,** disponível em portal próprio do Estado de Minas Gerais com diversos conteúdos estratégicos e normativos para a implementação do BIM no estado.
- f) **Manual BIM para Desenvolvimento de Projetos de Urbanismo e Infraestrutura da Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal.**

39.2. Recomenda-se que a seguinte bibliografia seja observada na elaboração do Plano de Implementação BIM no IFRO:

- a) **BIM Project Execution Planning Guide,** versão 3.0. Desenvolvido pela *Computer Integrated Construction Research Program* na PennState University.
- b) **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras.** Desenvolvido pela CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção.

- c) **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses.**
Desenvolvido pela *Computer Integrated Construction Research Program*
na PennState University.

INFRAESTRUTURA E TECNOLOGIA

40. A definição dos *hardwares* e dos *softwares* que serão utilizados é crucial para determinar o êxito ou insucesso de uma implementação BIM. É importante reconhecer que no Brasil há bastante interferência e conflito de informações diretamente ligados a este aspecto em particular.

41. Essa definição ocorrerá com base no Plano de Implementação BIM, alinhando a demanda derivada dos usos e entregas BIM planejados à disponibilidade orçamentária institucional e deverá estar alinhada ao PDTIC com as devidas inclusões no planejamento estratégico da instituição, nos casos cabíveis.

42. A escolha dos *softwares* e *hardwares* a serem utilizados pelas empresas contratadas é de sua responsabilidade. Contudo, prezando pelo princípio da padronização, os produtos deverão ser entregues em BIM, com o formato nativo compatível com aqueles padronizados no âmbito do IFRO, além do formato neutro (IFC). Quaisquer incompatibilidades nos produtos entregues serão de responsabilidade da empresa contratada, que deverá corrigi-las.

INTEROPERABILIDADE E COMUNICAÇÃO

43. A equipe responsável pela definição do Plano de Implementação BIM deve planejar os principais intercâmbios de informações entre os participantes do projeto, levando em conta as necessidades específicas de cada caso de uso BIM. Esses intercâmbios são essenciais para atualizar os elementos do modelo BIM à medida que as soluções de diversas disciplinas são desenvolvidas e coordenadas, pois a quantidade de informações trocadas aumenta à medida que os níveis de detalhamento e os atributos relevantes para o projeto se aprimoram.

44. Para que haja um bom fluxo de informações ao longo de todo o desenvolvimento do projeto, a equipe de planejamento da implementação BIM deverá considerar os passos sugeridos por Catelani (2016) no Volume 2 da coletânea *Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras da CBIC em 2016*:

- 44.1. Identificar cada potencial troca de informação no mapeamento dos processos para os usos BIM previstos;
- 44.2. Definir a estrutura de divisão para o projeto;
- 44.3. Identificar os requisitos para troca de informações de cada uma das trocas (entradas e saídas), documentando minimamente:
 - a) Receptores de modelos BIM: identificar todos os membros da equipe de desenvolvimento que serão 'receptores de modelos

BIM', ou seja, que receberão informações para a realização de futuros casos de usos BIM;

b) Tipo de arquivo de modelo: listar os *softwares* e aplicativos, incluindo suas respectivas versões, os quais serão utilizados para gerar e manipular os modelos BIM durante cada caso de uso pelo receptor;

c) Informações: identificar apenas as informações necessárias para a realização de cada caso de uso BIM escolhido para a implementação;

d) Notas: Nem todos os requisitos importantes para o conteúdo de um modelo podem ser cobertos pela estrutura de divisão dos elementos e informações. Caso seja necessário incluir outras descrições, elas deverão ser inseridas como 'notas', que poderão ser específicas para determinados conteúdos de modelagem, ou para descrever uma técnica.

44.4. Definir participantes que serão responsáveis pela autoria das informações necessárias;

44.5. Comparar os conteúdos de entrada e de saída, adotando duas possíveis soluções:

a) Exigência de troca de informação de saída: revisão da informação para um nível mais alto de precisão e/ou inclusão de informações complementares.

b) Exigência de troca de informação de entrada: revisão da parte responsável pela informação, neste exemplo, fazendo com que o agente que responde pelo caso de uso passe a responder pela autoria da informação.

ESTRATÉGIA E REQUISITOS PARA CONTRATAÇÃO BIM

45. Um dos principais passos na implementação do BIM é a definição dos escopos específicos e da estratégia de contratação, além da avaliação contínua da progressão e qualidade dos serviços prestados. A tecnologia BIM não apenas transforma a forma como os trabalhos são realizados, mas também redefine a maneira como se mede e avalia o progresso dessas atividades, o que impacta diretamente nas relações contratuais.

46. Assim, na definição do Plano de Implementação BIM, deverão ser estabelecidos os escopos de trabalho, as correspondentes responsabilidades e os entregáveis previstos para cada um dos participantes, com base nos objetivos estabelecidos nesta norma. Assim, será necessário realizar definições que permitirão delimitar de forma mais assertiva o perfil de empresas a se contratar, como:

a) Qualificação mínima em BIM do corpo técnico das empresas contratadas;

b) Fluxos de trabalho que deverão ser realizados;

- c) Informações mínimas requeridas para a realização de cada um dos processos previstos;
- d) Entregáveis previstos para cada uma das partes envolvidas;
- e) Nível de qualidade mínimo para cada um dos entregáveis previstos;
- f) Cronograma estabelecendo os principais marcos e entregas do projeto, bem como a relação de precedência e interdependência das principais atividades previstas no projeto de implementação BIM;
- g) Desenvolvimento dos modelos e responsabilidades de cada um dos participantes;
- h) Compartilhamento de modelos e responsabilidades pelos modelos;
- i) Requisitos para o planejamento do projeto de implementação BIM.
- j) Outras metodologias técnicas necessárias ao processo.

PROCESSOS DE AJUSTES E CONTROLE DA QUALIDADE

- 49. O Plano de Implementação BIM deve estabelecer estratégias gerais e apresentar procedimentos apropriados para assegurar a qualidade dos modelos e a troca de informações em todas as fases do projeto.
- 50. Cada modelo BIM deve ser planejado considerando seu conteúdo, nível de detalhes, formatos e os responsáveis pela sua criação, atualização e distribuição.
- 51. Além disso, é necessário designar um coordenador para cada modelo BIM, que deve participar de todas as principais atividades e atender às necessidades do desenvolvimento do projeto além de resolver os problemas que surgirem durante o processo e manter o modelo atualizado, compreensível e preciso.
- 52. Procedimentos de controle de qualidade devem ser definidos para os principais entregáveis, incluindo revisões de projetos, reuniões de coordenação e encerramentos de fases.
- 53. Inconformidades devem ser investigadas e corrigidas para evitar a repetição de erros.
- 54. Os processos de ajustes e controle também devem focar no aprendizado contínuo e na capacitação da equipe, podendo ser realizados por colaboradores internos ou prestadores de serviços contratados.
- 55. Por fim, é essencial que o Plano de Implementação BIM defina mecanismos de controle objetivos, como nível de detalhamento, periodicidade de reuniões, avaliações e relatórios para garantir a eficácia do gerenciamento.

REFERÊNCIAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Processo de Projeto BIM**: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília, DF. 2017.

CATELANI, Wilton Silva. **Coletânea Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**: Implementação BIM - Parte 2. Câmara Brasileira da Indústria da Construção–CBIC. Brasília, DF, 2016.

EASTMAN, Chuck et al. **A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. BIM handbook, v. 2, p. 147-150, 2011.

IFRO – Instituto Federal de Rondônia. **Apresentação: Breve Histórico da IES**. [Rondônia], publicado em 2016. Revisado em 2022. Disponível em: <https://portal.ifro.edu.br/sobre-o-ifro>. Acesso em: 29 set. 2023.

IFRO – Instituto Federal de Rondônia. **Portaria Nº 1963/REIT - CGAB/IFRO, de 26/09/2023**. Atualiza a lotação dos servidores da Reitoria do IFRO. Porto Velho/RO, 2023a.

IFRO – Instituto Federal de Rondônia. **Relatório de Gestão 2022**. Porto Velho/RO, 2023b. Disponível em: <https://portal.ifro.edu.br/relatorio-de-gestao>. Acesso em: 29 set. 2023.

KREIDER, R.; MESSNER, J. The uses of BIM: Classifying and selecting BIM uses version 0.9. **Penn State Computer Integrated Construction**, 2013.

MESSNER, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C., and Zikic, N. (EM DESENVOLVIMENTO). **BIM Project Execution Planning Guide**, versão 3.0. Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, University Park. Pensilvânia, Estados Unidos. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>>. Acesso em: 03 jul. 2024.