

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE OBRAS DE ARTES ESPECIAIS EM BIM

Luana Nascimento Procópio Santos
Magister Scientiae

VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024

LUANA NASCIMENTO PROCÓPIO SANTOS

GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE OBRAS DE ARTES ESPECIAIS EM BIM

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Diogo Silva de Oliveira

Coorientador: Kleos M Lenz Cesar Junior

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

Santos, Luana Nascimento Procópio, 1996-
S237g Gerenciamento de projetos de obras de arte especiais em
2024 BIM: proposta para um fluxo de trabalho colaborativo utilizando
um CDE / Luana Nascimento Procópio Santos. – Viçosa, MG,
2024.

1 dissertação eletrônica (127 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Diôgo Silva de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Engenharia Civil, 2024.

Referências bibliográficas: f. 95-103.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.686>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Construção civil - Projetos. 2. *Building information modeling*. 3. Fluxo de trabalho. 4. Colaboração acadêmico-industrial. I. Oliveira, Diôgo Silva de, 1988-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Civil. Mestrado em Engenharia Civil. III. Título.

CDD 22. ed. 624.17713

LUANA NASCIMENTO PROCÓPIO SANTOS

GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE OBRAS DE ARTES ESPECIAIS EM BIM

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de agosto de 2024.

Assentimento:

Luana Nascimento Procópio Santos
Autora

Diogo Silva de Oliveira
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 14/11/2024 às 10:07:38 e pelo orientador em 14/11/2024 às 10:39:07. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **7QN9.BK2K.WHLH** e clique no botão 'Validar documento'.

À minha filha Louise.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à minha fé nas entidades espirituais, aos guias que mantiveram meu espírito vivo e minha mente sã.

À minha mãe, Nilcéa, que me criou sozinha e me permitiu hoje ser a primeira da família a se formar em uma Universidade Federal, agora a primeira a se tornar Mestre!

Ao meu marido, Renan, meu companheiro de graduação, amigo e companheiro de vida, pelo apoio incondicional em todos os desafios e pela nossa família.

À minha filha Louise, que me inspira a cada dia a buscar a melhor versão de mim.

Ao meu orientador, prof. Diôgo Oliveira, por me acolher dentre suas primeiras orientadas da pós-graduação.

Ao meu co-orientador, prof. Kléos, por sua compreensão e sensibilidade, pelo apoio incondicional e palavras firmes, mas também amigas, que contribuíram para que eu conseguisse vencer essa etapa.

Aos queridos da equipe Buzinote e GeoJSON, que me ajudaram e foram de grande valia para o desenvolvimento deste trabalho, sem vocês eu não conseguiria.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

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

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”.
(Simone de Beauvoir)

RESUMO

SANTOS, Luana Nascimento Procópio, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2024. **GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE OBRAS DE ARTES ESPECIAIS EM BIM**. Orientador: Diogo Silva de Oliveira. Coorientador: Kleos Magalhaes Lenz Cesar Junior.

A implementação da metodologia Building Information Modeling (BIM) tem transformado o setor de construção, trazendo práticas avançadas de desenvolvimento colaborativo e integrando diferentes disciplinas por meio de um ambiente de compartilhamento de dados, como o Common Data Environment (CDE). No entanto, sua adoção no Brasil ainda é gradual e enfrenta desafios significativos, como a resistência à mudança, o desconhecimento técnico e a falta de capacitação específica. Mais do que uma ferramenta tecnológica, o BIM depende de uma abordagem gerencial estratégica, com profissionais qualificados e estruturas organizacionais ajustadas ao nível de maturidade digital de cada empresa. Nesse cenário, o papel do BIM Manager (gBIM) se destaca como figura central na coordenação das atividades e na implementação de fluxos de trabalho consistentes, assegurando que a colaboração e a interoperabilidade sejam efetivamente aplicadas. Este estudo analisou a adoção do BIM em projetos de infraestrutura, especialmente em Obras de Artes Especiais, explorando a gestão e coordenação por meio de um fluxo de trabalho colaborativo no contexto acadêmico de um projeto de ponte na pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa. A metodologia proposta utilizou um CDE para gerenciamento de arquivos e integrou práticas colaborativas sem especificação de softwares proprietários, focando na interoperabilidade via IFC. Os resultados indicam que, enquanto projetos de edificações se beneficiam de uma padronização mais clara, obras de infraestrutura requerem um planejamento mais detalhado, com um Plano de Execução BIM (BEP) que considere as particularidades de cada disciplina e inclua uma matriz de responsabilidades e entregáveis de alto nível. Por fim, identificaram-se lacunas como a ausência de processos padronizados e a necessidade de desenvolver metodologias específicas para obras complexas. A consolidação do BIM no Brasil depende de um avanço estratégico, envolvendo capacitação contínua, adaptação metodológica e integração tecnológica para garantir o sucesso da colaboração entre todos os envolvidos no projeto.

Palavras-chave: bim; fluxo de trabalho colaborativo; projeto de infraestrutura; bim manager; cde.

ABSTRACT

SANTOS, Luana Nascimento Procópio, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2024. **Project Management of Special Structures in BIM**. Adviser: Diogo Silva de Oliveira. Co-adviser: Kleos Magalhaes Lenz Cesar Junior.

The implementation of the Building Information Modeling (BIM) methodology has transformed the construction sector, bringing advanced collaborative development practices and integrating different disciplines through a data-sharing environment, such as the Common Data Environment (CDE). However, its adoption in Brazil is still gradual and faces significant challenges, including resistance to change, technical unawareness, and the lack of specific training. More than just a technological tool, BIM relies on a strategic management approach, with qualified professionals and organizational structures adjusted to each company's level of digital maturity. In this context, the role of the BIM Manager (gBIM) stands out as a central figure in coordinating activities and implementing consistent workflows, ensuring that collaboration and interoperability are effectively applied. This study analyzed the adoption of BIM in infrastructure projects, especially in Special Engineering Structures, exploring management and coordination through a collaborative workflow within the academic context of a bridge project in the Civil Engineering postgraduate program at the Federal University of Viçosa. The proposed methodology utilized a CDE for file management and integrated collaborative practices without specifying proprietary software, focusing on interoperability via IFC. The results indicate that while building projects benefit from clearer standardization, infrastructure works require more detailed planning, with a BIM Execution Plan (BEP) that considers the specificities of each discipline and includes a high-level responsibility and deliverables matrix. Finally, gaps such as the lack of standardized processes and the need to develop specific methodologies for complex projects were identified. The consolidation of BIM in Brazil depends on a strategic advance, involving continuous training, methodological adaptation, and technological integration to ensure successful collaboration among all project stakeholders.

Keywords: bim; collaborative workflow; infrastructure project; bim manager; cde.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os 7 benefícios do BIM.....	14
Figura 2 - Esquema da metodologia adotada.....	16
Figura 3 – Área de Estudo	20
Figura 4 - Ciclo de vida e paradigma BIM	24
Figura 5 - O BIM Manager como coordenador-chave	29
Figura 6 – Estruturação básica de um BEP.....	38
Figura 7 – Conceituação de CDE.....	45
Figura 8 - Diferentes níveis de LOD	49
Figura 9 - Mapa de processos.....	59
Figura 10 - Planejamento de entrega de informação genérica.....	60
Figura 11 – Apresentação em planta do modelo arquitetônico	67
Figura 12 – Vista em Corte Longitudinal	68
Figura 13 – Perspectiva geral do projeto.....	68
Figura 14 - Regras de nomenclatura do usBIM.platform	71
Figura 15 - Demandas de projeto geradas.....	72
Figura 16 – Modelo Federado Final da Disciplina 1	73
Figura 17 - Proposta da Disciplina 2	74
Figura 18 - Trecho do modelo projetado na Disciplina 2	75
Figura 19 - Proposta da Disciplina 3	76
Figura 20 – Vista da ponte e parte do traçado geométrico com sinalização	79
Figura 21 – Vista superior do modelo.....	80
Figura 22 – Hierarquia.....	88
Figura 23 - Estruturação de Diretórios	89
Figura 24 - Fluxo de Trabalho 1 – Desenvolvimento do Entregável.....	90
Figura 25 - Fluxo de Trabalho 2 – Controle de Qualidade dos Entregáveis.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Esquema de duração das etapas da metodologia	20
Tabela 2 - Tabela de autoridades de função do modelo BEP pós-contrato	28
Tabela 3 - Tabela de autoridades de função do modelo BEP pós-contrato (2)	29
Tabela 4 - Análise do Guias e Caderno BIM com base na ISO 19650-2:2018	35
Tabela 5 – Títulos principais e seus respectivos conteúdos	37
Tabela 6 - Erros comuns na elaboração do Plano de Execução BIM (BEP)	39
Tabela 7 – Balanço dos pontos positivos e negativos dos fluxos propostos	80
Tabela 8 – Exemplos de Usos BIM	82
Tabela 9 – Cargos/funções no gerenciamento de projetos	83

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA - American Institute of Architects
AIM - Asset Information Model
AIR – Asset Information Requirements
API - Application Programming Interface
BCF - BIM Collaboration Format
BEP – BIM Execution Plan
BIM - Building Information Modeling
CAD - Computer Aided Design
CDE - Common Data Environment
CIC - Construction Industry Council
EAP - Estrutura Analítica de Projeto
EIR – Exchange Information Requirements
FEL - Front-End-Loading
FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
GED - Gerenciamento Eletrônico de Documentos
IAI – International Alliance of Interoperability
IDM – Information Delivery Manual
IFC - Industry Foundation Classes
IFD – International Framework for Dictionaries
IPA – Independent Project Analysis
ISO – International Organization for Standardization
LOD – Level of Definition//Development
LOD – Level of Detail
MEP – Mechanical, Electrical and Plumbing
MVD – Model View Definition
MIDP – Master Information Delivery Plan
NIBS – National Institute of Building Science
OIR – Organizational Information Requirements
PAS – Publically Available Specification
PIM - Project Information Model
PIR - Project Information Requirements
PMI - Project Management Institute
TIDP - Task Information Delivery Plan
USD - Universal Scene Description

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
3. METODOLOGIA	15
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	21
4.1. BIM - Building Information Modeling	21
4.1.1. Níveis de Modelagem.....	22
4.1.2. Modelagem Colaborativa.....	23
4.1.3. Federação de Modelos/Compatibilização.....	25
4.1.4. O Gerente BIM	27
4.2. Implementação de BIM e as Barreiras no Brasil	30
4.2.1. Plano de Execução BIM	33
4.2.2. ISO 19650:2018	40
4.3. Ambiente Comum de Dados (CDE)	41
4.4. Interoperabilidade	45
4.4.1. ER – <i>Exchange Requirements</i>	47
4.4.2. BCF - <i>BIM Collaboration Format</i>	47
4.4.3. LOD – <i>Level of Development</i>	48
4.4.4. TIDP - <i>Task Information Delivery Plan</i>	50
4.4.5. MIDP - <i>Master Information Delivery Plan</i>	50
4.4.6. Papéis Durante a Produção da Informação.....	50
4.5. Gestão, Coordenação e Gerenciamento.....	51
4.6. Metodologias de Gerenciamento de Projetos	54
4.6.1. Guia PMBoK.....	56
4.7. Mapa de Processos	58
4.8. A Evolução do Gerenciamento de Projetos em BIM e a Necessidade de Metodologias Colaborativas.....	61
4.9. Experiência Profissional.....	63
5. APLICAÇÃO	67
5.1. Estudo de Caso 1.....	67
5.2. Estudo de Caso 2.....	69
5.3. Estudo de Caso 3.....	73
6. RESULTADOS	81
7. CONCLUSÕES.....	92

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
APÊNDICE A – Plano de Execução BIM	104

1. INTRODUÇÃO

A materialização de qualquer produto compreende uma série de operações. Do seu esboço à produção, informações são geradas e transmitidas às diversas fases de desenvolvimento. A modelagem de produto é uma técnica de gestão da produção baseada na sincronização das operações de processamento de informações e de materiais, dando origem a um modelo digital como um repositório único de dados, que orienta as atividades de concepção, produção, manutenção e descarte. Essa técnica é considerada essencial no desenvolvimento industrial (SCHEER; AYRES FILHO, 2009, p. 592). Estes mesmos conceitos vêm sendo adotados na modelagem de edifícios e obras de infraestrutura, através da tecnologia BIM.

O termo BIM foi introduzido na década de 1990 pela empresa Autodesk, para promover o seu novo CAD com o intuito de reunir em um único conceito o conjunto de funcionalidades integradas oferecidas pelo software. Logo, o termo foi aceito comercialmente e adotado por outros fabricantes. Porém, definir BIM como um tipo de software reduz seu significado (SCHEER; AYRES FILHO, 2009, p. 592).

Algumas definições do que é BIM e porque utilizá-lo podem ser encontradas na literatura. Crotty (2012) argumenta que BIM traz vantagens para uma empresa: produtividade, segurança, sustentabilidade, previsibilidade e lucratividade.

Checucci *et al.* (2014) crê na utilização do BIM como um processo de integração entre as fases da produção de um empreendimento, contribuindo e favorecendo o gerenciamento das atividades. Ele possibilita a redução de custos, garante qualidade, reduz tempos, além de minorar conflitos entre disciplinas e favorecer a comunicação entre os agentes envolvidos com a construção durante o seu ciclo de vida.

Araújo (2010) menciona a parametrização das informações, que possibilita a criação de um modelo virtual integrado, e permite uma representação fácil e rápida frente a eventuais alterações.

Para Nascimento e Santos (2012) a não utilização do BIM ou de tecnologias de informação no setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) pode ter origem na ausência desta tecnologia nas grades curriculares das universidades. Há pouca mão-de-obra especializada e conhecimento por parte dos profissionais recém-formados, mas também da falta de atualização dos profissionais mais experientes.

Checucci *et al.* (2013) relacionam a dificuldade de trabalhar com BIM no Brasil à: a) falta de integração entre os membros de equipes; b) necessidade de treinamento; c) elevado custo; d) tempo de implantação; além e) da complexidade.

Segundo o SEBRAE (2014), BIM oferece sete benefícios para as construtoras, conforme Figura 1 ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Os 7 benefícios do BIM



Fonte: SEBRAE, 2014.

Porém, um aspecto relevante não citado é a busca pela produtividade nas construções através da digitalização, como em outros setores. Esta é a verdadeira razão do BIM ser procurado: integrar projeto e produção.

O BIM pode ser definido como tecnologia, mas também como uma metodologia que, quando implementada, pode facilitar e dar clareza à comunicação entre os profissionais envolvidos na produção de um empreendimento. Pode também reduzir expressivamente os erros de projeto, aumentar a produtividade, permitir maior rigor no controle do cronograma, tornar os dados mais consistentes, melhorar a performance das edificações ou obras de infraestrutura, entre outras vantagens.

Porém, a implementação e uso corrente do BIM demandam planejamento, treinamento e recursos. A tecnologia é apenas uma ferramenta que exige conhecimento de quem a manuseia para sua completa e bem-sucedida utilização.

Como em toda nova tecnologia, existem barreiras culturais, financeiras ou tecnológicas a serem vencidas. Apesar dos incentivos governamentais, como o Decreto nº 10.306 de 02 de abril de 2020 e a nova lei de licitações Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021 cujo Art. 19, § 3º indica-se a preferência pelo uso da metodologia BIM nas licitações e obras, urge a necessidade de uma metodologia de fluxo de trabalho para a gestão e coordenação de processos e projetos em BIM.

2. OBJETIVOS

Propor um método de gerenciamento e coordenação de projetos BIM de Obras de Artes Especiais, particularmente infraestrutura rodoviária e pontes, por meio de um fluxo de trabalho utilizando CDE.

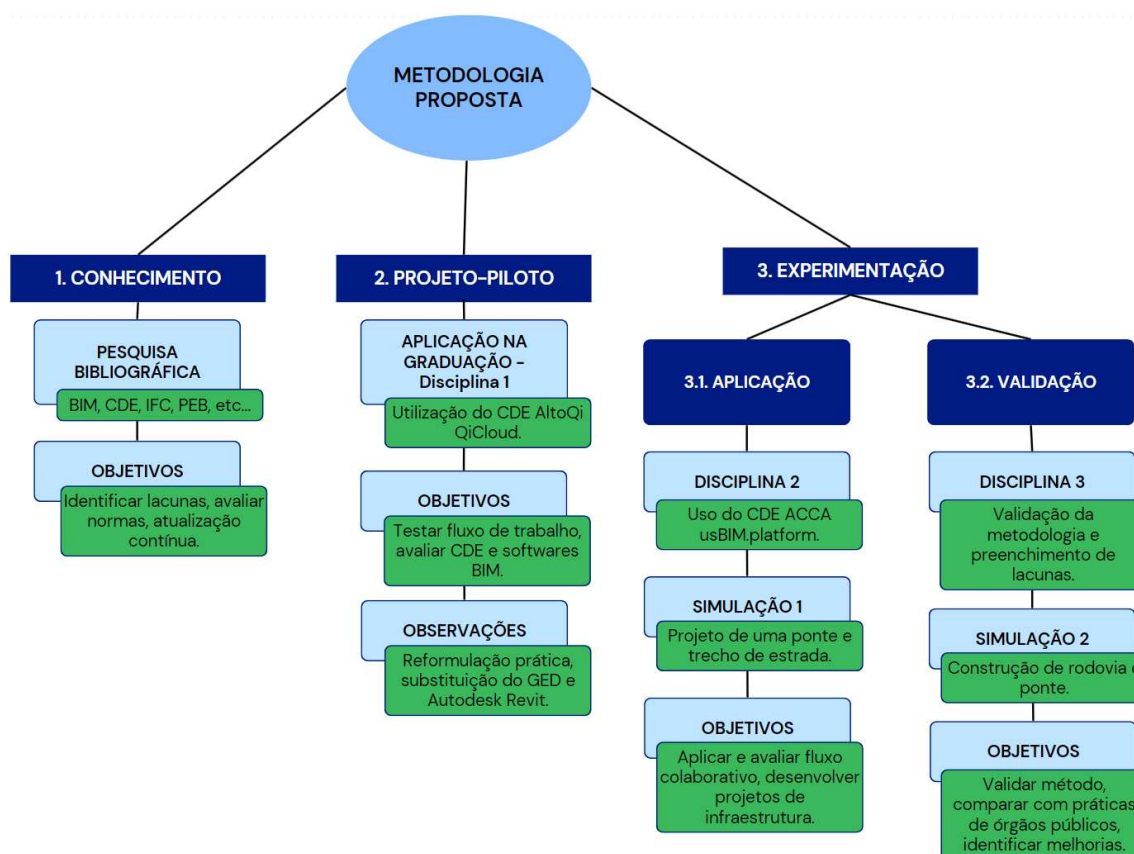
São objetivos específicos:

- Realizar ampla pesquisa bibliográfica sobre gestão e coordenação de projetos civis realizadas de forma tradicional, bem como uma matriz de responsabilidade no processo de projeção, buscando levantar o estado da arte da aplicação de BIM;
- Propor um Plano de Execução BIM (BEP) para um fluxo de trabalho colaborativo;
- Realizar um teste de método com experimentação aplicando e refinando o BEP proposto no desenvolvimento de um projeto de OAE.

3. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa foi dividida em 3 (três) etapas: 1) conhecimento, 2) projeto-piloto, 3) Experimentação, sendo esta subdividida em 3.1) aplicação e 3.2) validação. Um resumo esquemático pode ser encontrado na Figura 2.

Figura 2 - Esquema da metodologia adotada



Etapa 1 - Conhecimento:

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica abordando temas relacionados ao BIM e sua aplicação no desenvolvimento de projetos de edifícios e obras de infraestrutura. Os seguintes assuntos foram abordados, objetivando alcançar conhecimento para a proposição de um fluxo BIM: trabalho colaborativo, federação de modelos, *BIM Manager*, implementação BIM, CDE, IFC, mapa de processos, BEP.

Foram estudados manuais e cadernos BIM brasileiros, e como é realizada a implementação do BIM em alguns órgãos públicos. Além disso, procurou-se avaliar as normas vigentes e analisar criticamente como os órgãos implantam as especificações em seus processos.

A etapa 1 foi parcialmente encerrada com a definição do escopo da pesquisa, porém, como é uma fase de conhecimento, manteve-se contínua durante todo o processo da experimentação, uma vez que há recorrentes atualizações ao longo do estudo. Nessa etapa, objetivou-se identificar fluxos

existentes, casos de sucesso, falhas, dificuldades. Em suma, foi uma etapa de identificação de lacunas e soluções.

Etapa 2 – Projeto-piloto:

Com base nas informações levantadas, foi proposto um fluxo de trabalho BIM, utilizando um CDE, que possibilite uma gestão eficaz para a elaboração de projetos de infraestrutura rodoviária.

O fluxo de trabalho proposto foi aplicado como um “projeto piloto” no âmbito de uma disciplina (Disciplina 1) ofertada à graduação do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa, cuja o tema abordado é *Modelagem da Informação da Construção*.

A Disciplina 1 é oferecida semestralmente a alunos dos cursos de Engenharia Civil, de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia de Agrimensura. A ementa da disciplina aborda, principalmente, fundamentos BIM e gestão de empreendimento com BIM.

Até o ano de 2022 adotou-se um fluxo de trabalho utilizando um repositório de dados (Dropbox) para o armazenamento de arquivos, além de utilizar somente o software Autodesk Revit. Um modelo central era criado para coordenação e visualização por parte de todos para compatibilização. Não era incomum casos de corrupção do modelo central, acarretando problemas técnicos de difícil solução.

A autora propôs uma reformulação da parte prática da disciplina, que passou a utilizar um CDE, para gerenciar o fluxo de trabalho, além de ampliar as opções de softwares BIM. O CDE utilizado foi o AltoQi QiCloud (atualmente, Visus Collab).

A reformulação da disciplina serviu como um teste, ou “projeto piloto”, para aplicações do CDE e um fluxo de trabalho proposto em edificações. Com esse teste identificou-se um método preliminar e as na formulação de um fluxo de trabalho colaborativo.

Etapa 3.1 - Aplicação:

A proposição do projeto-piloto foi aplicada no âmbito da Disciplina 2, ofertada para estudantes de engenharia civil da pós-graduação. A disciplina propõe o mesmo princípio da aplicação na graduação da Disciplina 1, porém para o desenvolvimento do projeto de uma ponte. Nessa etapa, foi verificado que o CDE QiCloud não possuía a total capacidade para atender um projeto OAE. Quando feito o upload de um .ifc de uma ponte, levou cerca de dias para seu total carregamento e visualização, apresentando ainda algumas falhas na visualização e identificação dos elementos. Além disso, o QiCloud, à época, não apresentava total recursos, seu design era pouco intuitivo e apresentavam falhas nos dados com certa recorrência. Dessa forma, adotou-se o ACCA usBIM.platform.

Com conhecimento de um fluxo traçado preliminarmente, foi proposto que uma equipe multidisciplinar, formada por pesquisadores e alunos de graduação, desenvolvesse um projeto de Obras de Artes Especiais e Infraestrutura Rodoviária, em um CDE um fluxo de trabalho colaborativo.

Foi feita uma simulação numa área do município de Marianópolis/GO, com uma ponte existente administrada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. A proposta da simulação era supor que a ponte existente não atendia mais ao fluxo rodoviário e deveria ser substituída. Dessa forma, foi projetado um trecho de estrada em desvio com a modelagem de uma nova ponte.

O foco dessa etapa era:

- Desenvolvimento de forma colaborativa.
- Modelo centralizado num CDE.
- Troca de arquivos de formato neutro OpenBIM (IFC, preferencialmente 4x3).
- O maior número de disciplinas possível, em consonância com pesquisas em desenvolvimento na UFV.
- Definir uma estratégia de gestão de projeto

Nas propostas das Disciplinas 1 e 2 (etapas 1 e 2) a autora atuou como gBIM, com auxílio do estudante de graduação de Engenharia Civil da UFV, Matheus Lobo (Medeiros, 2023), no processo de desenvolvimento de seu TCC sobre o tema, atuando como assistente direto para utilização do CDE, realizando o papel de Gerente de Informação (gInfo). Ele coordenou as entregas no CDE, as tarefas a serem entregues, as nomenclaturas e codificações dos projetos. Sua contribuição mostrou ser essencial para uma padronização de entregas e resolução de problemas envolvidos no CDE.

Etapa 3.2 - Validação:

Repetiu-se o fluxo proposto no âmbito de uma nova disciplina (Disciplina 3) a fim de validar a metodologia definida para um fluxo de trabalho encontrado para projeção de um projeto OAE e preenchimento das lacunas encontradas.

O gerenciamento de projetos da Disciplina 3 iniciou com a elaboração de um Plano de Execução BIM (BEP) pré-contrato a ser implantado nessa etapa desde o início da projeção. No plano, buscou-se abranger todas as especificações e indicações da NBR ISO 19650. A versão final do BEP definido encontra-se no Apêndice A deste documento.

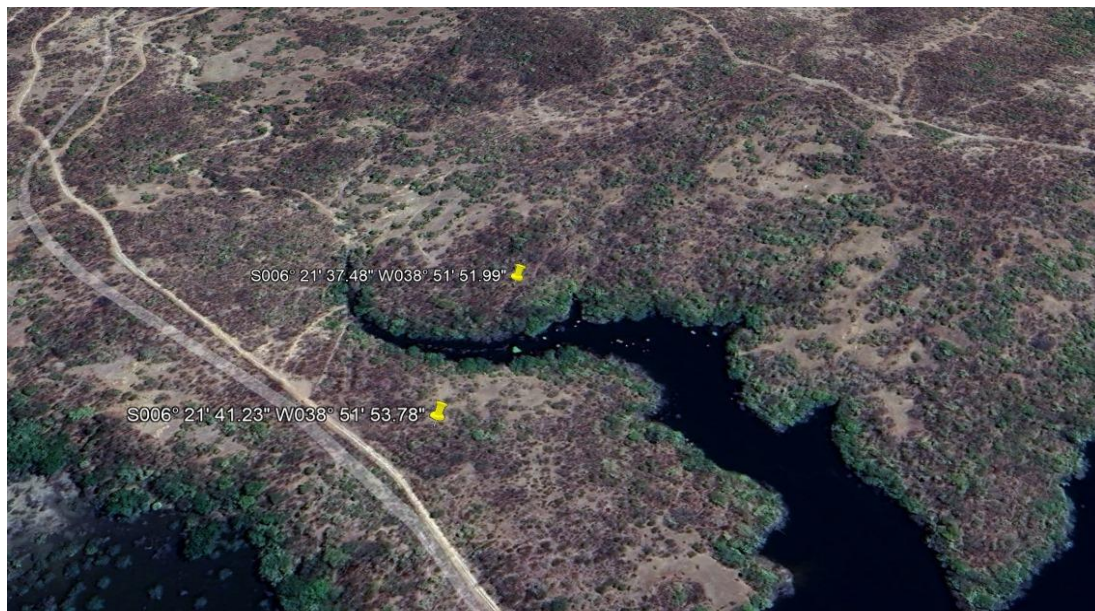
Então, foram especificados todos os padrões a serem adotados em projeto, desde especificações de requisitos mínimos obrigatórios presentes no modelo, especificações de documentação, até determinação básicas para compatibilização e federação dos modelos como: unidades de medida, escalas, coordenadas geográficas e ponto de iteração (ponto 0,0 de projeto comum). Ainda, foram especificados: matriz de responsabilidades, um plano mestre de entregáveis e, através disso, um cronograma de entregas. Sendo implantado como ferramenta de gerenciamento de projetos o CDE ACCA usBIM.platform.

Ao contrário da Disciplina 2 que havia um gInfo para administrar o CDE e tratar dos critérios de análise e aceitabilidade dos entregáveis, na Disciplina 3 esse papel se mesclou com as funções do gBIM.

Nessa fase, foi simulado a necessidade da construção de um trecho de rodovia ligando duas estradas vicinais, adequando o projeto geométrico e a construção de uma ponte. A região escolhida é denominada Buenos Aires, no

município de Icó/CE. A Figura 3 (extraída do Google Earth) indica a área de estudo do projeto desenvolvido.

Figura 3 – Área de Estudo



Ao fim das etapas foi realizado um balanço de pontos positivos e negativos do fluxo de trabalho proposto, avaliando sua funcionalidade para um bom fluxo de trabalho para obras de infraestrutura.

O intuito é de encontrar um fluxo ideal e com menos probabilidades de erros no desenvolvimento dos projetos. Visando um fluxo maior destinado a um BEP elaborado, bem como uma análise para, especialmente, órgãos públicos.

As etapas foram destrinchadas em períodos letivos da UFV, iniciando no segundo período de 2022 e finalizando no primeiro período de 2024, com o fim do experimento, conforme pode ser observado no esquema da Tabela 1.

Tabela 1 – Esquema de duração das etapas da metodologia

	<i>2022/2</i>	<i>2023/1</i>	<i>2023/2</i>	<i>2024/1</i>
ETAPA 1				
ETAPA 2				
ETAPA 3				

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. BIM - Building Information Modeling

A tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), amplamente reconhecida e estudada por autores como Scheer e Ayres Filho (2009), não só é uma tecnologia, mas também uma metodologia que melhora a comunicação entre profissionais durante um novo processo de projeto.

O conceito de BIM (Building Information Modeling) é amplamente descrito como um método de gestão que integra as características físicas e funcionais de objetos e sistemas, consolidando informações de execução, implantação, manutenção e gerenciamento de projetos de maneira organizada, local ou em nuvem (CERTI, 2024). Trata-se de um processo colaborativo baseado em modelos tridimensionais inteligentes, que permite a criação, gerenciamento e compartilhamento de informações entre todas as partes envolvidas ao longo do ciclo de vida do ativo construído (FNDE, 2024). Além disso, o BIM é um conjunto de processos e tecnologias que possibilita a criação e atualização de modelos digitais, atendendo a todos os participantes do empreendimento de forma colaborativa e integrada (MDIC, 2024).

BIM pode ser estudada em diferentes níveis, de acordo com a sua relação com os processos da indústria. O *National Building Information Modeling Standard* – NBIMS, do National Institute of Building Sciences (2015) apresenta um exemplo da iniciativa de regulamentação da modelagem de produtos para a indústria de obras de infraestrutura nos Estados Unidos. Ele adota um esquema em três níveis de entendimento:

Produto referindo-se ao modelo digital da edificação e/ou obra de infraestrutura, entregue na forma de padrões abertos, criado por uma ferramenta computacional;

Ferramenta aplicações que interpretam o modelo e agregam informações e representações a ele;

Processo especificamente como processo colaborativo formado por atividades desenvolvidas durante todo o ciclo de vida da edificação e/ou obra de infraestrutura por diferentes profissionais e disciplinas.

Dessa forma, a adoção do BIM visa superar a fragmentação tradicional entre disciplinas na construção civil, facilitando um fluxo contínuo de informações e assegurando que cada profissional tenha acesso rápido e preciso aos dados necessários. A colaboração integrada, portanto, é fundamental para que o BIM alcance seu potencial de reduzir retrabalhos, minimizar perdas de informação e otimizar a execução e a gestão de projetos complexos (Scheer e Ayres Filho, 2009; Kvan, 2000).

4.1.1. Níveis de Modelagem

Em BIM, um empreendimento é construído virtualmente, através de um processo cooperativo integrado em uma única fonte de dados: o modelo digital. Dessa forma, seriam verificados e solucionados antecipadamente conflitos eventualmente encontrados, bem como as melhores soluções sustentáveis e econômicas, e que respeitem as normas e leis vigentes. Isso reduz erros e aumenta a qualidade do produto.

Porém, como defendem Scheer e Ayres Filho (2009, p.594), para atingir todo o potencial BIM, é essencial estudar os processos em todo o ciclo de vida, bem como as características da informação requerida.

Prazos, organização das informações, troca de dados e padronização surgem como fatores importantes do BIM. A troca de informações entre as diversas aplicações/disciplinas repassadas aos agentes deve ocorrer sem perdas. O termo que define esse requisito é “interoperabilidade”, trazido pela NIBS (2007) como um mapeamento de estruturas internas de dados das aplicações em relação ao modelo universal, independente de fabricantes (ou neutro). Assim, torna-se menos oneroso criar diversas rotinas de transferência de informações e dados para cada versão da criação dos projetos (NIBS, 2007).

A interoperabilidade é de suma importância para a produtividade e competitividade da indústria, com criação de modelos neutros.

Atualmente, o esquema de dados e formato de arquivo neutro mais difundido é o IFC (*Industry Foundation Classes*), desenvolvido pela *buildingSMART International* (bSI).

Trocas eficientes de dados dependem da semântica. Semântica é um dos fatores que distingue a modelagem digital da representação por meio de

desenhos (CAD). Tanto os elementos construtivos quanto as relações funcionais entre eles são registrados. Cria-se um conjunto coerente que é capaz de ser interpretado por usuários e por computadores, mantendo o significado da informação, sem perdas durante o desenvolvimento (SCHEER; AYRES FILHO, 2009, p. 596 *apud* PENTILLA, 2005). É essa a função do esquema IFC, representar essa semântica em linguagem legível por máquina.

Garantir essa compreensão, tanto pelos usuários quanto pelos computadores é importante para que se evite erros por interpretações equivocadas e se reduza a necessidade de reentrada de dados. Além disso, na modelagem, cria-se relações internas ao objeto, estabelecendo relações semânticas entre eles. Por exemplo, todos os elementos de um pavimento podem ter suas dimensões ajustadas caso a altura de um pavimento seja modificada (SCHEER; AYRES FILHO, 2009, p. 596).

Mais recentemente, Ribeiro e Cesar Júnior (2021, p.3 *apud* Monedero, 2000) citam que um dos aspectos mais importantes da modelagem paramétrica é a capacidade de se estabelecer relações entre elementos de um modelo, caracterizando-os e aplicando-lhes restrições. Todo o modelo projetado interrelaciona-se buscando uma consistência geral, possibilitando ao projetista não realizar a manutenção do modelo sob alteração; todo o modelo acompanha a alteração realizada, reflexo das inter-relações e restrições aplicadas. Isso permite que modelos mais complexos e ricos em informação sejam criados.

Além disso, opções distintas de projeto podem ser testadas e visualizadas rapidamente, pois a alteração de um parâmetro pode ser propagada por todo o modelo de modo que as restrições impostas inicialmente permaneçam satisfeitas (RIBEIRO; CESAR JÚNIOR, 2021, p.3).

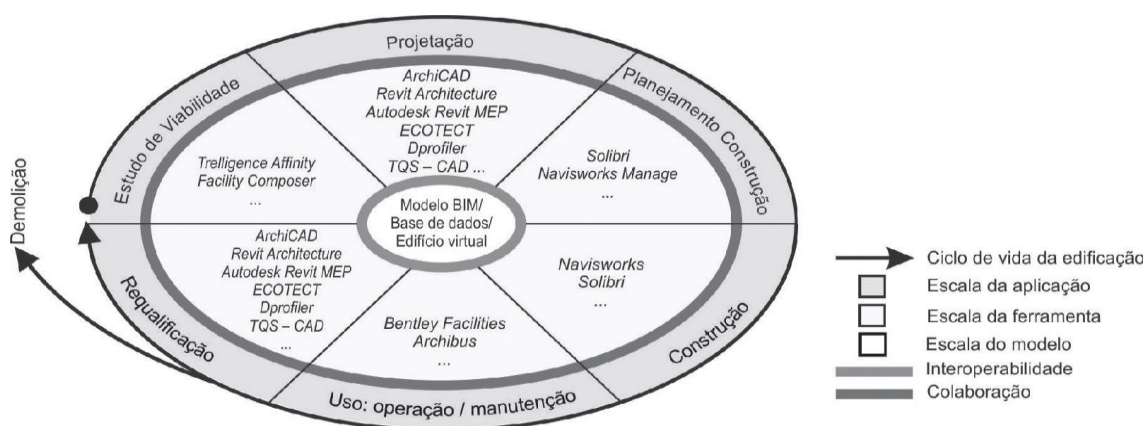
4.1.2. Modelagem Colaborativa

Checucci *et. al* (2011, p.482) definem colaboração como a adoção de metodologias de trabalho em equipe multidisciplinar através da análise organizacional do processo de projetos e construção, com a capacidade de comunicar dados através de textos, imagens, planilhas, etc., por diferentes profissionais de diferentes áreas. Ainda, como será produzido e quem são os

agentes responsáveis por cada área: modelagem; coordenação do processo; gerenciamento dos dados; e nível de informação em cada etapa.

Estes autores apresentam também um esquema do ciclo de vida de um empreendimento e do paradigma BIM (Figura 4). Há a interligação entre a base de dados como a magnitude do modelo, transmitindo, através de ferramentas BIM, informações aos agentes envolvidos, minorando possíveis perdas de dados; e, através da colaboração, encontra-se um caminho de projeção até seu fim: demolição ou requalificação.

Figura 4 - Ciclo de vida e paradigma BIM



Fonte: CHECCUCCI *et. al*, 2011, p. 483.

BIM exige colaboração para permitir a produção e compartilhamento de conhecimento e dados. Trata-se da participação multidisciplinar integrada dos diversos agentes, não dependendo exclusivamente da tecnologia para analisar e solucionar problemas, mas também de um método onde todos tenham completa compreensão do modelo em construção.

Gallello (2008) aponta para a necessidade de um novo profissional: o gBIM: um profissional integrado ao processo que será responsável pela estrutura organizacional do projeto e os formatos de trocas de arquivos. Ele será o agente coordenador, que integra e sincroniza as atividades dos outros atores, estabelecendo uma estratégia de trabalho colaborativo. Atuará na definição conjunta do mapa de processos e a matriz de responsabilidades (CHECCUCCI *et. al*, 2011, p. 483 *apud* GALLELLO, 2008). Deverá entender todo o fluxo de trabalho, gerenciar a informação; se informar das diferentes necessidades de cada equipe; e estar atualizado com a tecnologia e sistemas relacionados.

Outra questão a ser discutida é o nível de informação do modelo. O LOIN (*Level of Information Need*) é um conceito que surgiu como uma evolução do tradicional LOD (*Level of Development*) para aprimorar a especificação de informações no contexto do BIM. Enquanto o LOD define o nível de desenvolvimento de um elemento do modelo em termos de geometria e informação, o LOIN foi criado para detalhar a quantidade, qualidade e granularidade de informações necessárias em um determinado estágio do projeto, levando em consideração três componentes principais: geometria, documentação e dados alfanuméricos. Quem será o responsável por identificar as informações requeridas e onde será inserida no modelo.

Informações geométricas, dados estruturais e documentações dos projetos são dados que facilitam a projeção, dando confiabilidade e padronização ao projeto, trazendo maior nível de clareza, facilitando a consistência na comunicação e na execução do projeto.

Uma discussão sobre LOIN não está no escopo deste trabalho, mas figura como complementação das exigências de padronização e qualidade dos projetos BIM. Além disso, a ISO 19650 (2018, p.27-28) traz as exigências de nível de informação e qualidade do projeto.

Entretanto, não é definido que a responsabilidade por definir o nível de informação para cada etapa seja do gBIM. É, de fato, inegável que a fiscalização dos produtos entregues seja atribuição daquele gerente, fiscalizando cada etapa, gerenciando conflitos e informações. Mas a atribuição de tais regras para cada etapa fica a cargo do Plano de Implementação BIM (BIP) – um plano de nível estratégico da organização-, que vai além das atribuições do gBIM e envolve outros fatores e agentes externos.

4.1.3. Federação de Modelos/Compatibilização

Há alguns aspectos a serem verificados em uma análise crítica: o projeto está atendendo às normas técnicas aplicáveis? Há um meio mais econômico para se seguir? E os conflitos entre diferentes disciplinas, foram todos detectados e resolvidos?

Atendimento às normas técnicas e detecção de problemas são normalmente problemáticos e geram atrasos e retrabalhos no processo de projeção (MANZIONE, 2012, p.113).

Devem ser distinguidos os termos “compatibilização” e “análise crítica”. Segundo Manzione (2012, p.113 *apud* Graziano, 2003), a compatibilização é como um atributo de projeto, cujos componentes dos diversos sistemas ocupam espaços que não conflitam entre si. Os dados devem ter confiabilidade e consistência em todas as etapas até o fim do processo.

Compreende a compatibilização a sobreposição de projetos, verificação de interferências e coordenação dos projetistas. Ou seja, o gBIM deverá encarregar-se dessa tarefa.

Encontram-se no mercado softwares de análise e gestão que realizam a federação de modelos, entre eles: Autodesk *Navisworks*, *Solibri*, *Trimble Connect* e *Tekla BIMsight*. A federação ocorre com foco não só na compatibilização como também em quantificação, planejamento e orçamento. Segundo Manzione (2012, p.114), essa “detecção de interferências” é também denominada *clash detection*.

Para compatibilizar projetos é importante e necessária a participação de diversos projetistas, garantindo que a troca de informações seja segura e conexas. A compatibilização de projetos é um procedimento para detectar e solucionar problemas ainda na fase de concepção, o que reduz prazos de execução, qualifica o empreendimento e aumenta a competitividade no mercado.

Quando um projeto não é compatibilizado, seus custos podem aumentar significativamente, além de causar atrasos, retrabalhos, desperdícios de materiais e de mão de obra, superdimensionamento ou subdimensionamento dos sistemas, entre outros.

O BIM surge como uma evolução significativa no ramo da AECO, sendo definido em camadas de informação, denominadas dimensões do BIM.

De acordo com Leusin,¹ o termo “dimensão” utilizado no contexto do BIM nem sempre é o mais adequado, pois, em algumas situações, é mais apropriado pensar em termos de “camadas de informação” relacionadas ao uso específico do modelo. Isso ocorre porque cada “dimensão” adiciona novas funcionalidades e informações ao BIM, refletindo diferentes propósitos, como coordenação, planejamento ou análise. Nesse sentido, o nome do uso do modelo torna-se mais relevante do que simplesmente classificá-lo como uma dimensão. Além disso, Leusin destaca a importância da interoperabilidade, que permite integrar todas as disciplinas envolvidas no projeto, viabilizando não apenas a construção virtual, mas também a quantificação, o planejamento, a coordenação e a recuperação de informações em qualquer fase do empreendimento, garantindo um fluxo de dados contínuo e eficiente.

Atualmente, ainda é muito restrito o uso do BIM nos escritórios de AECO. O mercado urge por profissionais capacitados que usufruam mais das vantagens da tecnologia BIM. Espera-se que com o Decreto nº 10.306, haja maior facilitação dos processos e esse cenário mude no Brasil.

4.1.4. O Gerente BIM

Kouider, Sykes e Hamma-Adama (2019, p.69) destacam o rápido desenvolvimento do BIM, que se tornou obrigatório no setor público do Reino Unido a partir de 2016. No Brasil, o Decreto nº 10.306/2020 e a Lei nº 14.133/2021 também recomendam fortemente o uso do BIM no setor público. Contudo, a adoção acelerada trouxe incertezas sobre os cargos relacionados ao BIM e suas responsabilidades.

Os autores apontam que as responsabilidades atribuídas a cada função são frequentemente genéricas, não refletindo as diferentes demandas de cada projeto. Além disso, a falta de treinamento adequado e práticas de recrutamento eficientes resulta em escassez de habilidades, alta rotatividade de pessoal e, conseqüentemente, dificuldades na continuidade e sucesso dos projetos.

Kouider et al. (2019, p.69) encontram lacunas a serem preenchidas:

- 1 Quais são as funções e responsabilidades ao usar BIM, e como a natureza do projeto e a organização dele afetam isso?

¹ Palavras de Sergio Leusin no webinar ‘BIM em alto desempenho com a ISO 19650’ produzido pela Autodoc Tecnologia, mar/2023.

- 2 Quais lacunas ainda devem ser preenchidas em questão de aprendizagem sobre BIM?
- 3 Que funções, habilidades e experiências os indivíduos devem ter?
- 4 O gerenciamento BIM em nível de projeto poderia se tornar parte do gerenciamento geral de projetos ou deve ser uma área especializada?
- 5 O gBIM deve ser contratado de forma independente pelo cliente ou é melhor empregado pelo empreiteiro principal?
- 6 Como aumentar a compreensão do Plano de Execução BIM (BEP) dos clientes regulares do ambiente construído (por exemplo, os órgãos públicos que passam a ser obrigados a utilizarem da metodologia BIM)?
- 7 Como trazer/apresentar o ambiente construído a clientes não regulares (pessoas comuns que buscam projetos pequenos, particulares)?

Os papéis atrelados ao uso do BIM devem ser definidos, e os agentes envolvidos no processo devem ser treinados para desempenhar seus papéis. Kouider et al. (2019, p.72-73) defendem que o título do cargo não é o aspecto mais importante, estando aberto a variações, mas sim as funções e responsabilidades de cada membro da equipe, que devem assemelhar-se entre as empresas. Os autores também apresentam (p.73) tabelas de funções e responsabilidade que normalmente são incluídas no BEP. A Tabela 2 e Tabela 3 mostram as autoridades de função e matriz de responsabilidades onde alguém é alocado para cada um dos aspectos para cada etapa do projeto.

Tabela 2 - Tabela de autoridades de função do modelo BEP pós-contrato

Regra	Autoridade
Gerente de Informações do Projeto	Aplicar o padrão BIM do projeto e garantir a entrega do requisito de informações no EIR*.
Chefe de design	Aplicar a coordenação espacial
Gerente de equipes de tarefas	Aplicar padrões de documentação
Gerenciador de interface	Negociar alocação de espaço
Gerente de informações da equipe de tarefas	Rejeitar modelos, desenhos e documentos não conformes
Coordenador CAD	Aplicar padrões BIM de projeto relacionados a CAD

*EIR = Exchange Information Requirements = Exigência de troca de informações

Fonte: KOUIDER; SYKES; HAMMA-ADAMA, 2019, p.72-73 adaptado pela autora.

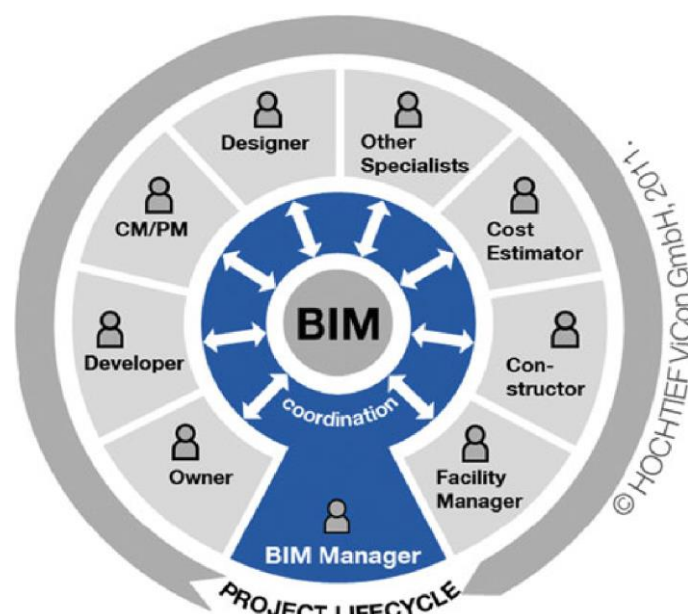
Tabela 3 - Tabela de autoridades de função do modelo BEP pós-contrato (2)

Criação do modelo	Análise do modelo
Planejamento do espaço	Breve desenvolvimento
Local, Contexto de Desenho Urbano	Análise de opções/alternativas de design
Local e Edifícios Existentes	Análise de Desempenho de Projeto
Modelo Arquitetônico	Estudos do Sol e da Sombra
Modelo de Projeto Estrutural	Análise estrutural
Modelo de Projeto de Climatização	Simulação Térmica
Modelos de projeto MEP de serviços de construção	Análise de Sustentabilidade
Modelo de projeto de iluminação	Análise do ciclo de vida
Modelo de Projeto Elétrico	Rendição de Detecção de Interferência de Modelo
Modelo de Projeto Hidráulico	Planejamento e Controle de Custos
Design/layouts de interiores	Cronograma de Construção/ Animação 4D
Modelo de Fabricação de ar-condicionado	Análise de segurança
Modelo de Fabricação de Aço Estrutural	Verificação de Código e Conformidade Regulatória

Fonte: KOUIDER; SYKES; HAMMA-ADAMA, 2019, p.72-73 adaptado pela autora.

O gBIM é um papel ainda a ser definido. Tulke e Schumann (2018, p.293) discorrem sobre essa função, que surgiu como nova e independente, de extrema importância, que deve exercer um papel neutro, garantindo uma análise objetiva dos requisitos da informação e a implementação de uma comunicação eficiente, assim como demonstra o esquema da Figura 5.

Figura 5 - O BIM Manager como coordenador-chave



Fonte: Tulke e Schumann (2018, p.294) repostado de © HOCHTIEF ViCon.

O gerente de BIM desempenha um papel crucial ao garantir que a estrutura de informação atenda a todos os requisitos dos processos e etapas. Embora essa função possa inicialmente parecer onerosa, Tulke e Schumann (2018, p.294) destacam que o investimento é amplamente compensado pelos benefícios do BIM. Sem o gBIM, o uso do BIM tende a se concentrar em áreas tradicionais, resultando em descontinuidades de dados.

A implementação do BIM exige mudanças na gestão de empresas e projetos, indo além do simples uso de tecnologias 3D. É essencial que todos os envolvidos compreendam os fundamentos e benefícios do BIM, cuja principal função é integrar, em um banco de dados, perspectivas e informações anteriormente isoladas. O gBIM é responsável por garantir o uso coordenado do BIM ao longo do ciclo de vida do empreendimento.

Os métodos tradicionais de gestão e desenvolvimento de projetos muitas vezes falham em coordenar adequadamente as restrições de tempo e os processos. A função do gBIM é garantir essa coordenação, assegurando o sucesso do empreendimento e um rápido retorno sobre o investimento. No entanto, o potencial do BIM ainda é subestimado em muitos casos.

4.2. Implementação de BIM e as Barreiras no Brasil

A implementação BIM no Brasil ocorre de forma gradativa. O Governo Federal tem criado iniciativas para a sua disseminação. O decreto nº 10.306, além da Estratégia BIM BR, têm objetivos que envolvem (a) a estruturação do setor público para a adoção do BIM; (b) a capacitação de profissionais; (c) o desenvolvimento e aplicação de tecnologias; além (d) do desenvolvimento de normas técnicas, guias e protocolos específicos para implantação da metodologia. Com isso, espera-se rápido crescimento no mercado da construção civil brasileira nos próximos anos.

A nova Lei de Licitações (Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021) está desempenhando um papel significativo na promoção da adoção do BIM no setor público, estabelecendo diretrizes e requisitos que incentivam a sua implementação em projetos de engenharia e arquitetura contratados por órgãos governamentais. No entanto, é fundamental reconhecer que o setor privado foi pioneiro na utilização do BIM, tanto no Brasil quanto globalmente, impulsionando

o desenvolvimento de normas e práticas que hoje servem como referência para o setor público. Dessa forma, a lei deve não apenas estimular o uso do BIM na administração pública, mas também valorizar as práticas consolidadas pela iniciativa privada, garantindo uma integração harmoniosa e eficiente entre ambos os setores.

Porém, há ainda barreiras a serem enfrentadas: (i) especialização de profissionais capacitados; (ii) aprendizagem para melhor uso da metodologia; além de (iii) tecnologias mais acessíveis. Os softwares seguem com a iniciativa da competitividade sem acessibilidade. Licenças caras e com obsolescência programada, com atualizações restritas a interfaces, com poucas novidades de recursos, tornando o investimento desanimador.

Manzione (2013, p.118), de maneira genérica, já trazia em seu estudo a citação da descrição da Associação de Gestores e Coordenadores de Projetos (2003b) sobre a atuação do gerente. Porém, o seu papel é relacionado às fases do processo:

Fase	Descrição
A	concepção do produto: apoiar o empreendedor nas atividades relativas ao levantamento e definição do conjunto de dados e de informações que objetivam conceituar e caracterizar perfeitamente o partido do produto imobiliário e as restrições que o regem, e definir as características que devem ter os profissionais de projeto a serem contratados.
B	definição do produto: Coordenar as atividades necessárias à consolidação do partido do produto imobiliário e dos demais elementos do empreendimento, definindo todas as informações necessárias à verificação de sua viabilidade técnica, física e econômico-financeira, e à elaboração dos projetos legais.
C	identificação e solução de interfaces de projeto: Coordenar a conceituação e caracterização claras de todos os elementos do projeto do empreendimento com as definições de projeto necessárias a todos os agentes nele envolvidos, resultando em um projeto com soluções para as interferências entre sistemas

e todas as suas interfaces resolvidas, de modo a subsidiar a análise de métodos construtivos e a estimativa de custos e prazos de execução.

- D detalhamento de projetos: Coordenar o desenvolvimento do detalhamento de todos os elementos de projeto do empreendimento, de modo a gerar um conjunto de documentos suficientes para a perfeita caracterização das obras e serviços a serem executados, possibilitando a avaliação dos custos, dos métodos construtivos e dos prazos de execução.
- E pós-entrega de projetos: Garantir a plena compreensão e utilização das informações de projeto e sua correta aplicação, e avaliar o desempenho do projeto em execução.
- F pós-entrega da obra: Coordenar o processo de avaliação e retroalimentação do processo de projeto, abrangendo os diversos agentes do empreendimento e gerando ações para melhoria em todos os níveis de atividades envolvidos

Fonte: Manzione, 2013, p.119.

Para atender os requisitos de implantação e gestão de projetos BIM, exige-se novas habilidades específicas dos profissionais. É um processo ainda novo no Brasil, com lacunas a serem preenchidas sobre as responsabilidades de cada membro da equipe.

Gallelo (2008) acrescenta ainda a capacidade de pensamento não-linear e de visão multidisciplinar às habilidades necessárias para um gBIM, tendo também o entendimento do fluxo de trabalho e conhecimento sobre sua gestão. Destaca-se também a importância de se manter atualizado sobre atualizações de softwares e conexão entre escritórios, com espírito de liderança e bom discernimento. Ou seja, o mercado necessita de um profissional multidisciplinar, ainda muito escasso.

Barison e Santos (2010) classificam os profissionais BIM segundo as suas atribuições: analista, modelador, desenvolvedor de aplicações, facilitadores, consultores, pesquisadores, dentre outras. No Brasil, essas atribuições mostram ser menos subdivididas e podem ser mais práticas, definindo especialidades como coordenação e projetista.

Analisar a participação de todos os especialistas a partir de uma abordagem organizacional é essencial para identificar as competências necessárias para que uma empresa obtenha vantagens competitivas, além de estabelecer uma padronização para a gestão em BIM, especialmente no setor público. Nesse contexto, Bilal Succar, em 2010, mapeou 128 casos de uso de BIM e propôs uma estrutura abrangente para classificar as habilidades e conhecimentos fundamentais para profissionais, organizações e projetos. Ele desenvolveu o conceito de "BIM Competency Framework", que organiza essas competências em três áreas principais: processos, tecnologias e políticas. Sua pesquisa proporciona uma abordagem sistemática e estratégica para avaliar a maturidade BIM, servindo como referência para o desenvolvimento de diretrizes que promovem a adoção eficiente e integrada do BIM em diferentes cenários.

4.2.1. Plano de Execução BIM

No que tange a um processo de trabalho com novas técnicas e organizações de um empreendimento, há o Plano de Execução BIM (BEP), do inglês *BIM Execution Plan* (BEP), que define o planejamento para a execução de um projeto BIM.

O BEP tem a finalidade de determinar qual informação deverá ser produzida e por quem; quando e em que formato de entrega; quem fará a análise e a aprovação, entre outros detalhes. Basicamente, o BEP deve ser um guia de relacionamento e descrever como deve ser a colaboração entre os agentes envolvidos na elaboração de um projeto (MANENTI, 2018).

A ISO 19650-2:2018 apresenta conteúdos e recomendações acerca do BEP. A UK BIM Framework (2020) destaca que poderá haver duas versões:

pré-contrato encaminhado junto à proposta comercial

pós-contrato encaminhado na integração dos BEP's pré-contrato atualizados.

Essa divisão é similar à observada na BS ISO 19650 (antiga BS PAS 1192-2:2013).

A ISO 19650-2:2018 recomenda que o BEP pré-contrato tenha como informações mínimas:

- 1 Detalhes dos atores que realizarão a função de gerenciamento das informações;
- 2 Estratégia de entrega da informação;
- 3 Estratégia de federação para ser adotada pela equipe de entrega;
- 4 Matriz de responsabilidade bem definida da equipe de entrega;
- 5 Adições/alterações propostas aos métodos e procedimentos de produção de informação do projeto (se houver);
- 6 Adições/alterações propostas ao padrão das informações do projeto (se houver);
- 7 Lista de software, hardware e infraestrutura de tecnologia da informação (TI)

Os pontos 5 e 6 são direcionados especificamente ao BEP pré-contrato, uma vez que as propostas e métodos padrões devem ser definidos antecipadamente à modelagem a ser entregue. Os tipos de informações devem ser sempre as mesmas para o pré e pós-contrato.

Peinado *et al.* (2021) critica alguns guias (AGÊNCIA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2015) e o Caderno BIM Paraná (PARANÁ, 2018), analisando: a) a identificação das informações-chave (os 7 tópicos supralistados); b) identificação dos requisitos relativos ao BEP constantes em cada guia e caderno BIM; c) classificação para a identificação se as informações-chave sugeridas pela ISO 19650-2 eram contempladas nas recomendações dos guias e cadernos, e de que modo essas informações foram colocadas nesses documentos.

A classificação proposta pelos autores dava notas de 0 a 2 para os graus das informações sendo:

- 2 menciona a necessidade das informações e detalha como elas podem ser implementadas;
- 1 menciona a necessidade dessas informações, mas não apresenta diretrizes que contribuam para sua implementação no BEP;
- 0 as informações apresentadas pela ISO 19650 não são mencionadas.

Após a classificação item a item, fez-se uma média de pontuação das informações-chave com a porcentagem de atendimento por guia. O resultado é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise do Guias e Caderno BIM com base na ISO 19650-2:2018

Item	Divisão do BEP de acordo com a ISSO 19650-2:2018	Guias e cadernos BIM			Valor Médio
		ABDI-MDIC (Guia 1)	AsBEA (Guia 2)	BIM Paraná (Guia 3)	
1.	Diferenciação entre BEP pré-contrato e BEP pós-contrato	1	0	2	1
Item	Informações chave a constarem no BEP de acordo com a ISO 19650-2:2018	ABDI-MDIC (Guia 1)	AsBEA (Guia 2)	BIM Paraná (Guia 3)	Valor Médio
A.	Detalhes dos indivíduos que realizarão a função de gerenciamento da informação	0	0	0	0
B.	Estratégias de entrega da informação	2	2	2	2
C.	Estratégias de federação	2	2	2	2
D.	Matriz de responsabilidade de alto nível do time de entrega	2	1	1	1,3
E.	Adições/alterações propostas aos métodos e procedimentos de produção de informação do projeto	0	0	0	0
F.	Adições/alterações propostas ao padrão das informações do projeto	0	0	0	0
G.	Lista de software, hardware e infraestrutura de TI	1	1	1	1
% grau de alinhamento		50,0%	37,5%	50,0%	-

Fonte: Peinado; 2021, p.7

Observa-se que os guias/caderno atendem parcialmente às recomendações para um BEP com base na ISO 19650-2. O Guia ABDI-MDIC foi o material que mais se destacou por possuir uma elaboração de forma mais exemplificativa. As informações-chave mais contempladas foram a de estratégia de entrega de informação e a de federação.

Esses guias e caderno analisados têm data de publicação anterior à ISO 19650-2 e, ainda sim, trazem significativas contribuições em relação ao conteúdo do BEP.

O Caderno BIM do Paraná - Edificações passou por uma revisão e atualização sendo publicado no fim de maio de 2023. Esta versão trouxe melhoras na identificação dos detalhes dos indivíduos que realizarão a função de gerenciamento da informação, trazendo a diferenciação do Gerente BIM e Coordenador BIM, mas ainda não deixa claro as adições/alterações propostas (itens E e F). A versão Infraestrutura Rodoviária (PARANÁ, 2022) daquele Caderno traz especificações como, modelos prontos para o controle de

qualidade, matriz de responsabilidade e fluxo de processos, porém também incompleto nos requisitos listados.

Albanesi (2021, p.6) analisa materiais nacionais e internacionais para comparação, identificando grande discrepância. Os guias e artigos internacionais tratam do BIM e seus conceitos de forma aprofundada e detalhada, desde padrões de manipulação, desenvolvimento e colaboração do modelo, sistemas de classificação e troca de informações, a procedimentos para gestão do projeto, dando orientação e enfoque na importância da elaboração do BEP para a efetividade da metodologia BIM.

A SUDECAP (2024) divulgou o Manual do Plano de Execução BIM para os projetos licitados e fiscalizados pelo órgão e traz uma versão mais completa dos requisitos apontados pela ISO 19650-2:2018, apesar de ainda pecar no item *A - Detalhes dos indivíduos que realizarão a função de gerenciamento da informação*.

O manual traz uma tabela de controle de qualidade dos modelos que detalha a responsabilidade do Coordenador e do Gerente de Projetos, bem como um modelo de Matriz de Responsabilidades com indicação de alguns atores da modelagem. Entretanto, há ausência da indicação dos papéis da fiscalização ou da contratada no processo de acompanhamento do empreendimento.

O que há de comum nos cadernos e manuais brasileiros citados é que nenhum é claro no detalhamento do nível de informação desejado. Porém, essa discussão não é o foco deste trabalho.

4.2.1.1. Objetivos do BEP

Amorim (2020) argumenta em seu trabalho que o BEP deve ser um documento flexível, adaptável à tipologia específica de cada projeto. Dentro de uma mesma organização e para um mesmo tipo de projeto, o BEP tende a sofrer poucas alterações entre empreendimentos.

O autor divide a apresentação de um BEP em duas fases: fase inicial e fase de desenvolvimento; sendo seus respectivos conteúdos sugeridos da forma que a Tabela 5.

Tabela 5 – Títulos principais e seus respectivos conteúdos

FASE	CONTEÚDO	DESCRIÇÃO/ANALOGIA
Fase Inicial	Informações gerais do empreendimento	<i>Dados do empreendimento e do contrato</i>
	Definição dos requisitos gerais do empreendimento	<i>Escopo</i>
	Requisitos dos compartimentos ou espaços	<i>Especificação de requisitos pela NBR 15965: nomenclatura padronizada e unidades previstas, compatíveis com o esquema IFC</i>
	Cronograma estimado do empreendimento	<i>Cronograma</i>
	Metas do empreendimento	<i>Metas do escopo com definição de prioridade. Pode estar associada ao cronograma e aos usos do BIM.</i>
	Responsáveis críticos	<i>Responsáveis por cada função: matriz de responsabilidades.</i>
Fase de desenvolvimento	Requisitos do processo BIM	<i>Dados de projeto, ou PIR, na tradução Requisitos de Informação de Projeto</i>
	Matriz de autoria e entregáveis	<i>TIDP e/ou MIDP</i>
	Competências BIM requeridas	<i>A partir da definição dos usos BIM estabelece-se os responsáveis e suas competências.</i>
	Competências para atividades-fim do empreendimento ou projeto	<i>Competências para concepção; coordenação e comunicação; operação e manutenção.</i>
	Competências em atividades-meio	<i>Competências para gestão da equipe e do empreendimento; gestão da organização; infraestrutura técnica; implementação e manutenção de processo BIM.</i>

Fonte: Adaptado de Amorim, 2020, p. 69-86.

Já para Guignone (2021), uma estrutura básica e que siga informações mínimas descritas pela ISO 19650-2:2018, é ilustrada na Figura 6.

Figura 6 – Estruturação básica de um BEP



Fonte: Adaptado de Guignone, 2021.

Compreender os critérios mínimos para a elaboração de um Plano de Execução BIM (BEP) é essencial, e evitar equívocos comuns é vital para sua aplicabilidade. Esses critérios devem ser adaptados às peculiaridades de cada escritório, e o processo de implantação e implementação do BIM deve considerar essas especificidades. A atualização e aprimoramento contínuo do BEP são fundamentais, com base nas lições aprendidas durante a prática.

4.2.1.2. Erros Comuns

Guignone (2021) discorre sobre erros comuns na elaboração e uso de um BEP, e como evitá-los. A Tabela 6 traz um quadro resumo.

Tabela 6 - Erros comuns na elaboração do Plano de Execução BIM (BEP)

ERRO	CAUSAS	SOLUÇÕES
<i>Não Considerar os Anseios do Cliente</i>	O cliente frequentemente não é consultado. É fundamental alinhar os itens principais do BEP com o cliente antes da elaboração da minuta.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar um BEP pré-contrato. • Realizar uma Reunião de Abertura para apresentar o BEP, considerando as necessidades do cliente.
<i>Concepção de Processos e Entregáveis Inalcançáveis</i>	Desviar da aplicabilidade ao tentar elaborar um documento sofisticado.	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar a organização para reconhecer o Nível de Maturidade BIM. • Realizar um Projeto Piloto (fictício) para identificar possíveis erros e lições aprendidas.
<i>Ferramentas Tecnológicas Incompatíveis</i>	Investir em tecnologia sem garantir retorno sustentável para o escritório.	<ul style="list-style-type: none"> • Adotar softwares com licenças adequadas à complexidade, tempo do projeto e número de usuários. • Garantir equipes capacitadas com conhecimento adequado.
<i>Não Utilização do BEP pela Equipe Técnica</i>	O BEP é frequentemente abandonado e não consultado.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar um BEP didático, mas conciso. • Apresentar o BEP à equipe, precedida de uniformização de conceitos BIM e treinamentos.
<i>Falta de um Plano de Implementação BIM (BIP)</i>	Elaborar um BEP sem um BIP anterior.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar um BIP padrão e adaptá-lo para projetos específicos. • Testar e aprimorar o Projeto Piloto.
<i>Subestimar o Ambiente Comum de Dados (CDE)</i>	Tratar o CDE como apenas mais uma ferramenta tecnológica.	<ul style="list-style-type: none"> • Escolher adequadamente o CDE. • Treinar todos os envolvidos no uso do CDE. • Garantir que o CDE contemple todos os recursos necessários ao projeto.
<i>Escolha Inadequada dos Membros Técnicos</i>	Selecionar membros técnicos sem avaliar suas competências.	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar a competência técnica e o potencial de liderança e negociação dos membros.
<i>Não Seguir o Modelo de Colaboração e Coordenação</i>	Não atender às diretrizes do Coordenador BIM nos relatórios de interferência e validação.	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar a necessidade de seguir as diretrizes do Coordenador BIM em reuniões gerais.
<i>Desconhecimento das Necessidades das Disciplinas</i>	Impactar o cronograma ao desconhecer as necessidades específicas das disciplinas.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar reunião multidisciplinar com toda a equipe técnica antes da elaboração do BEP.
<i>Excesso de Interferências nas Reuniões de Coordenação</i>	Excesso de interferências impacta o cronograma do projeto.	<ul style="list-style-type: none"> • Prever reuniões de compatibilização e de disciplinas antes da primeira reunião de coordenação. • Realizar ciclos intensos de otimização.
<i>Cronograma Pautado em Eventos e Entregáveis</i>	Adotar uma metodologia inadequada de planejamento.	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar o processo considerando a dinâmica natural e a coordenação de projetos, identificando caminhos críticos e otimizando o processo.

Fonte: Adaptado de Guignone; 2021.

É fundamental aprimorar os processos de elaboração e execução dos BEPs no Brasil, considerando o Decreto nº 10.306 (2020) e buscando evolução contínua nos campos da metodologia BIM.

4.2.2. ISO 19650:2018

A ISO 19650 é um padrão internacional que regulamenta a gestão da informação sobre todo o ciclo de vida de uma edificação ou obra de infraestrutura utilizando o BIM. Ela é resultado de normas PAS britânicas e foi criada para regulamentar e garantir cooperação internacional ideal na indústria da construção. Define processos colaborativos para a gestão das informações durante a fase de entrega e operação. É composta de 5 partes:

Parte 1 Conceitos e princípios gerais.

Parte 2 Fase de entrega de ativos.

Parte 3 Processos de desenvolvimento e gestão da informação durante a fase de construção.

Parte 4 Troca da informação.

Parte 5 Requisitos de segurança da informação.

As partes 1 e 2 foram publicadas em dezembro de 2018 e em 2022, traduzidas para o português em 2022 (ABNT ISO 19650:2022). A ISO 19650 tornou-se um padrão europeu e nacional para cada estado membro em 2019, sendo o primeiro padrão internacional de “princípio” sobre BIM e a digitalização da construção. Hoje, a norma é o padrão de referência para todas as demais (ACCA, 2022). A norma mantém a abordagem e alguns conceitos consolidados ao longo dos anos sobre BIM: CDE; EIR (*Exchange Information Requirements*); LOD (*Level of Development*); BEP; etc.

Dentre os benefícios do uso da ISO 19650 cita-se:

- 8** cumpre um determinado nível de qualidade para processos digitais, como controle de dados;
- 9** minimiza atividades desnecessárias e aumenta a previsibilidade de custos e prazos;
- 10** favorece o controle de informações;

- 11 favorece a definição de processos, prazos e recursos;
- 12 favorece a metodologia de gestão;
- 13 favorece a correspondência entre as necessidades definidas e os resultados alcançados ao final do processo;
- 14 favorece a troca de informações entre os agentes envolvidos em cada fase do ciclo de vida de um empreendimento.

4.3. Ambiente Comum de Dados (CDE)

O CDE, é um repositório digital onde todas as informações de um empreendimento são armazenadas. Não se limita a ativos criados em ambiente BIM, mas inclui modelos gráficos e não gráficos – planilhas, cronogramas, relatórios e modelos, permitindo que todos que compõem a equipe de projeto possam acessar.

O objetivo do uso de um CDE é melhorar a criação, compartilhamento e emissão de informações que sustentam a entrega do projeto, constituindo um ambiente de colaboração para o desenvolvimento de um trabalho, com melhores resultados (MCPARTLAND, 2023). Ao estabelecer um CDE, deve-se ter padronizações/convenções como nomenclaturas de arquivos. Para o autor, o CDE pode ser dividido para a) criar ambientes que atendam às necessidades dos fornecedores de um projeto, b) agrupar e c) validar as entregas necessárias. Esses ambientes podem e devem ter permissões, estruturas e protocolos distintos. Ele é uma ferramenta que auxilia no gerenciamento de projeto. Deve ser considerado um fluxo de trabalho ao se trabalhar com arquivos de forma colaborativa. Portanto, o gerenciamento humano é indispensável a seu uso. Atividades como estabelecer prazos, aprovar entregas, verificar o andamento dos projetos, o controle de versões entregues e como serão arquivadas, podem ficar a cargo do gBIM ou do gerente de informação.

O CIC BIM – protocolo BIM (2018) contratual padrão usado na Inglaterra - propõe a nomeação de Gerente de Informação (gInfo), diferente do gBIM. Enquanto este fica a cargo dos projetos (detecção de conflitos, coordenação dos modelos e outras funções que possam ser atribuídas), aquele é o responsável por manter coerência entre as informações produzidas.

A ISO 19650-1 define que uma solução de CDE deve ser adotada em um fluxo de trabalho colaborativo para gerenciar informações durante a gestão de ativos e a entrega de projetos. É no CDE que deve ocorrer a integração dos

modelos, possibilitando o gerenciamento adequado de dados extraídos de cada elemento do Modelo de Informação do Projeto (PIM – *Project Information Model*) e do Modelo de Informação do Ativo (AIM – *Asset Information Model*), por meio de um processo gerenciado automaticamente (PAIVA et.al, 2022, p.258).

O autor define CDE como 1) fonte de informações para colaboração entre membros; 2) repositório digital centralizado e automatizado; 3) Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED) com centralização de dados; além das 4) definições de gerenciador de projeto ao longo de todo o ciclo de vida; e 5) permissão de troca de informações de forma eficaz. GED é um conjunto de sistemas tecnológicos que permite capturar, processar, armazenar, indexar, compartilhar e fazer backup de documentos e informações de uma empresa.

A ISO 19650 prescreve que a abordagem da informação da construção seja vista sob os aspectos de especificação de requisitos, planejamento e entrega. Ainda, deve haver uma padronização de documentos, documentação de produto, BEP, matriz de responsabilidades, especificações OIR (*Organizational Information Requirements*) e AIR, estes com grande importância da colaboração do proprietário na definição de suas necessidades, entre outros (PAIVA et.al, 2022, p.259). Também traz uma abordagem de trabalho colaborativo baseada em contêiner, podendo ser estruturados, representados por cronogramas, banco de dados ou modelos geométricos. Isso pode incluir todo tipo de documentação de documentos de texto a vídeos e gravações.

A norma orienta que a organização desses contêineres siga os princípios: (1) as informações geradas pelos colaboradores devem ser verificadas; (2) os requisitos de informação devem estar claramente definidos e validados por todos os envolvidos, desde designers e operadores de ativos até o cliente ou contratante; (3) haja uma avaliação e validação de uma atividade de gerenciamento; (4) fornecimento de CDE com segurança e acesso a todos os envolvidos; (5) desenvolvimento de modelos de informação em tecnologias diferentes, porém em conformidade com o padrão pré-estabelecido; (6) proteção dos dados do modelo de informações (PAIVA et.al, 2022, p.260).

Paiva et al. (2022, p.262-263) avaliam um fluxo de metadados do CDE que deve ser seguido. Cada informação é associada a um *status* de revisão, a um agente responsável, a uma data de envio, a um código de classificação e

uma descrição. Somente assim haverá garantia da qualidade da informação conduzida no processo de gerenciamento. Cada equipe deve checar cada contêiner de informação associado para certificação dos requisitos de informação do projeto. Caso contrário, a equipe rejeita as informações incertas e notifica a fonte para correções necessárias.

Um trabalho colaborativo deve ser organizado e desburocratizado para que a implementação seja fluida. Sendo totalmente dispensável e obsoleto assinaturas físicas para aprovações – atualmente, assinaturas digitais registradas já garantem autenticidade -, trâmite de documentação em papel, etc.

Muitos protocolos como CIC BIM Protocol (2018) propõem o uso de um CDE. A ISO 19650 (p.30) destaca as vantagens de adotar uma solução e um fluxo de trabalho com esse ambiente:

I. A responsabilidade por cada grupo de informação permanece sendo do agente que o produziu, e apesar de poder ser compartilhado e reutilizado diversas vezes e por grupos distintos, apenas o agente que o criou pode alterar seu conteúdo;

II. Contêineres de informação compartilhados reduzem o tempo e o custo de coordenação da informação;

III. É possível realizar uma auditoria completa da produção da informação que esteja disponível para uso durante e após a atividade de entrega do projeto e gestão do ativo.

Farias (2020) escreve sobre as fases de um projeto no CDE para facilitar a organização dos arquivos e estes poderem ser filtrados. Com isso, o conhecimento de EAP (Estrutura Analítica de Projeto) e de gerenciamento são importantes. O autor descreve as fases como:

<i>WIP</i>	É a fase inicial de entrada de todos os dados. Simboliza
<i>Work in progress</i>	que determinado dado ainda está sendo
Trabalho em andamento	modificado/elaborado. Sendo assim, poderá haver versão mais completa. Portanto, um arquivo nessa fase está em seu processo de criação, mas não deve ser utilizado para as próximas fases.

Compartilhado	Após sair da fase de WIP, o dado entra na fase de compartilhamento, que informa aos demais usuários do CDE que o arquivo ainda pode sofrer alterações, porém, já contém dados confiáveis o suficiente para ser utilizado em fases posteriores.
Publicado	Comparada à fase de “projeto executivo”, pois todos os dados presentes são definitivos e podem ser encaminhados para a próximas etapas. As alterações nessa fase devem ser quase inexistentes.
Arquivado	Quando um arquivo deixou de ser utilizado, porém mantido por quesitos legais, ele é elencado como “Arquivado” no CDE. Esta fase pode ser subdividida em 2 partes, <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="643 952 1362 1142">Válido identifica que um determinado arquivo está arquivado, porém atualizado e pode ser utilizado para consulta <li data-bbox="643 1187 1362 1272">Desatualizado o arquivo já não condiz com a etapa que o projeto se apresenta.

A ISO 19650 traz essas fases com uma conceituação mais direta (Figura 7).

Figura 7 – Conceituação de CDE



Fonte: ABNT ISO 19650-1, 2018, p.30.

4.4. Interoperabilidade

Interoperabilidade é definida como mapeamento das estruturas internas de dados das aplicações envolvidas em um modelo, sendo neutro (independente de marcas e fabricantes). É um requisito essencial para a troca de informações em um ambiente colaborativo BIM, visando a garantia de que não ocorra perda de informações.

O modelo neutro mais promissor em desenvolvimento são as *Industry Foundation Classes* (IFC). O desenvolvimento das IFC aborda a quantificação de dados que podem ser inseridos em um único modelo em todos os eixos de informação: disciplina, nível de detalhe, ciclo de vida e softwares. Os elementos são representados por classes genéricas, com descrição suficiente de suas

principais características. (SCHEER; AYRES FILHO, 2009 *apud* LIEBICH e WIX, 2000; LIEBICH *et al.*, 2006).

As IFC objetivam permitir uma representação de toda a edificação ou obra de infraestrutura em um modelo numérico ou textual, especificando as estruturas de dados em *classes*. É um modelo que busca semântica entre os dados que representam objetos, seus comportamentos e relacionamentos. A transferência de dados procede-se através de uma decomposição dos objetos em componentes básicos de geometria, relações e propriedades (CHECCUCCI *et al.*, 2011, p. 484).

Na visão da bSI, um fluxo de informação contínuo acontece quando se atende o formato no qual a informação é trocada; há um entendimento comum a respeito do que está sendo informado e a definição de qual informação trocar e quando trocar. (SCHEER; AYRES FILHO, 2009, p. 595).

A primeira versão IFC 1.0 foi lançada em 1996 e a versão oficial mais atualizada é a 4.3.2.0, lançada em 2023. Esta possibilita a representação de obras de infraestrutura. É esperada a versão 5 até o ano de 2024.

Além do esquema de dados, os arquivos IFC possuem 3 formatos: um formato de arquivo de texto, definido pela ISO 10303-21, onde cada linha consiste na instanciamento de uma classe. Esse formato possui a extensão “.ifc” e é o formato mais amplamente usado pela facilidade de ser legível em qualquer editor de textos. Há o formato XML, definido pela ISO 10303-28 que tem a extensão “.ifcXML”. Esse formato é mais estruturado, porém menos usual. Por fim, há arquivos compactados em formato ZIP com a extensão “.ifcZIP”.

O *Universal Scene Description* (USD) é um formato de arquivo criado pela Pixar em 2012 como um projeto interno para facilitar o intercâmbio e a colaboração em ambientes 3D complexos. Inicialmente desenvolvido para atender às necessidades de animação, o USD se destacou pela capacidade de suportar geometrias complexas, dados hierárquicos e atributos extensíveis, permitindo que múltiplas equipes editem simultaneamente um mesmo modelo de forma não destrutiva. Em 2016, a Pixar lançou o USD como um software de código aberto, expandindo seu uso para outras indústrias, como arquitetura,

engenharia e construção (AEC), além dos setores de efeitos visuais e design de produtos.

No contexto de BIM, o USD é utilizado como uma estrutura de dados que integra diferentes modelos e formatos de informações tridimensionais, promovendo um fluxo de trabalho colaborativo entre diversas disciplinas e softwares. Sua capacidade de gerenciar dados complexos e garantir a interoperabilidade se alinha aos princípios do BIM, viabilizando uma coordenação eficiente e uma visualização aprimorada dos modelos ao longo do ciclo de vida do projeto. Assim, o USD vem ganhando popularidade no setor de AEC como uma solução flexível e robusta para conectar processos de BIM com fluxos de visualização e simulação em tempo real, reforçando sua posição como uma ferramenta essencial para a gestão integrada de informações de projeto.

4.4.1. ER – *Exchange Requirements*

Beetz *et al.* (2018, p.132) trazem a definição de ER como os requisitos de troca de informações necessárias para uma transferência de dados nos modelos. São itens estruturados por elementos da construção e determinam as propriedades necessárias como as entradas de dados, unidades, relação entre elementos etc. Esses “requisitos de troca” facilitam a discussão entre os agentes envolvidos no modelo e servem como uma etapa preparatória para a definição do modelo de visualização.

4.4.2. BCF - *BIM Collaboration Format*

Um outro aspecto importante do gerenciamento de projetos é a comunicação interna entre os agentes envolvidos. Ao adotar uma solução CDE para o gerenciamento de projetos, as informações são vinculadas ao modelo e há menos caminhos redundantes ou desvio de informações. Para Preidel *et al.* (2018, p.289), o CDE pode ser usado para gerenciamento central de problemas usando o *BIM Collaboration Format* (BCF).

Os atores do modelo BIM criam objetos que armazenam vários atributos como um tipo, descrição, entre outras informações. Cada tópico pode ser conectado ao modelo diretamente em uma posição específica, como identificadores exclusivos. O tema ficaria intimamente relacionado com o modelo de construção, ajudando os projetistas a entenderem o significado pretendido. A

princípio, é uma comunicação que poderia substituir a nuvem de revisão utilizada em processos convencionais (PREIDEL *et al.*, 2018, p.289).

O BCF proporciona uma comunicação que suporta tarefas, troca de informações, mas também comentários e documentações de todo o processo de construção do modelo BIM. Todavia, a estrutura do BCF possui algumas limitações para o acompanhamento das discussões, motivo pelo qual as plataformas incluem outras informações além do especificado para o BCF.

4.4.3. LOD – *Level of Development*

O conceito de *Level of Development* (LOD) é fundamental para a prática da modelagem de informações da construção (BIM), uma vez que estabelece uma linguagem comum que define o nível de detalhamento e a informação disponível em um modelo ao longo das diferentes fases do ciclo de vida do projeto. Desenvolvido por Bill Allen durante uma apresentação no BIMForum em 2008, o LOD foi concebido para facilitar a comunicação e a colaboração entre as diversas partes interessadas envolvidas no processo de construção. Este conceito não se limita apenas à representação geométrica de um elemento, mas abrange uma gama de informações que variam desde dados básicos até detalhes complexos sobre materiais, custos, cronogramas e estratégias de manutenção.

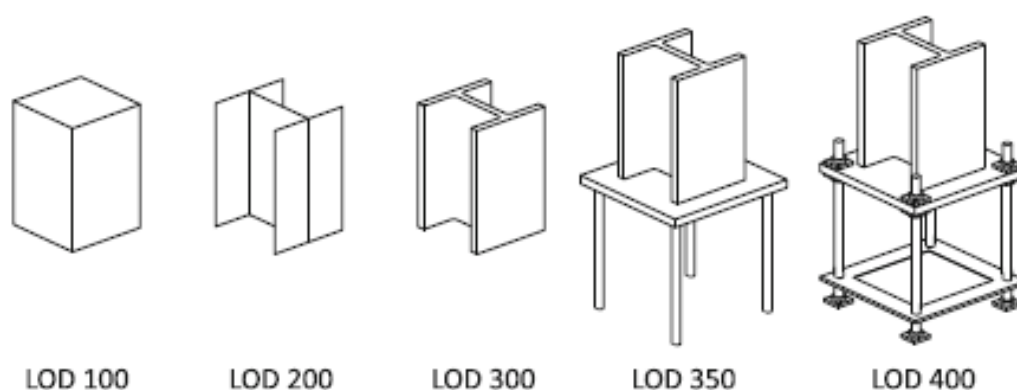
Ao integrar o LOD na prática do BIM, é possível alinhar as expectativas entre os membros da equipe e otimizar o fluxo de informações, promovendo um ambiente de trabalho mais colaborativo e eficiente. Este capítulo abordará a evolução do conceito de LOD, suas aplicações práticas e como ele pode ser utilizado para aprimorar a gestão e a execução de projetos na construção civil, destacando sua relevância em um contexto cada vez mais digital e integrado.

Beetz *et al.* (2018, p.136) trazem uma abordagem alternativa e complementar para especificar e planejar os requisitos do projeto, chamado "*Level of Development*" (LOD), que definirá as informações que serão entregues e por quem em cada fase do projeto. Um exemplo que os autores trazem é o de escala de desenhos: uma escala 1:200 terá informações aproximadas; um detalhe em escala 1:10 contém informações adequadas para a produção em alto

grau de precisão. Analogamente, pode-se comparar o nível de detalhes entre projetos básicos e os executivos.

Quando se atribui LOD a um modelo permite-se que quem o receberá avalie a confiabilidade da informação. Há seis níveis de LOD definidos pelo *American Institute of Architects* (AIA, 2013) em colaboração com o American BIMforum (2013) e um exemplo pode ser visto na Figura 8:

Figura 8 - Diferentes níveis de LOD



Fonte: BEETZ *et al*; 2018, p.137.

Nunes (no prelo) propõe uma nova abordagem para o conceito de LOD, destacando que sua aplicação pode gerar incertezas, principalmente quando os níveis não são claramente definidos. Essas ambiguidades podem resultar em diferentes interpretações sobre as informações que devem ser incluídas em cada nível de desenvolvimento. Esse problema foi um dos impulsionadores do desenvolvimento do *Level of Information Need* (LOIN), que busca estabelecer práticas comuns e replicáveis globalmente, oferecendo uma especificação mais precisa das informações necessárias para atender a objetivos específicos.

O conceito de LOD tem valor para a colaboração baseada em modelo organizacional e para acordos contratuais que estejam relacionados ao conteúdo do modelo e à qualidade – é bastante utilizado na montagem do BEP para obras públicas. Mas ainda é uma definição em processamento que merece mais estudos para sua desburocratização e maior facilidade de entendimento do nível de detalhe exigido.

4.4.4. TIDP - *Task Information Delivery Plan*

Conforme definido pela PAS 1192-2 (2013) - uma norma britânica, precursor da ISO, o *Plano de Entrega de Informações da Tarefa (TIDP)* é um documento interno essencial usado por diversas equipes de planejamento. Cada equipe desenvolve seu próprio TIDP, que inclui marcos relevantes para atribuir responsabilidades específicas pela entrega das informações de cada fornecedor.

Os marcos dentro de cada TIDP devem ser alinhados com os cronogramas de projeto e construção, facilitando a elaboração do *Plano de Desenvolvimento de Informação do Modelo (MIDP)*. Cada entrega especificada no TIDP identifica o responsável pela sua execução ou observa quando tal responsabilidade ainda não foi atribuída. Dessa forma, os TIDPs delineiam claramente a transferência de responsabilidades entre os membros da equipe na preparação dos documentos do projeto.

Esses planos são fundamentais para garantir a sequência adequada na preparação dos modelos para os diversos pacotes de trabalho utilizados durante o projeto (SCHEFFER; MATTERN; KÖNIG, 2018, p. 242-248).

4.4.5. MIDP - *Master Information Delivery Plan*

O Plano de Desenvolvimento de Informação do Modelo (MIDP), de acordo com definições da especificação britânica PAS 1192-2 (2013), é um documento que enumera as entregas de informações essenciais para o projeto, abrangendo modelos, desenhos ou representações, especificações, cronogramas de equipamentos e fichas de dados de sala, entre outros. O MIDP deve ser gerenciado utilizando controle de mudanças e desenvolvido de acordo com os *Planos de Entrega de Informações da Tarefa (TIDPs)* das equipes envolvidas (SCHEFFER; MATTERN; KÖNIG, 2018, p. 242-248).

4.4.6. Papéis Durante a Produção da Informação

Os papéis durante a produção da informação ou *Roles During the Production of Information* refere-se a uma seção específica em documentos ou padrões relacionados ao BIM, como a PAS 1192-2. Esta seção detalha os diferentes papéis e responsabilidades das partes envolvidas durante a produção de informações de um projeto de construção. Ela descreve quais são as funções, quem são os responsáveis por cada etapa do processo de geração de

informações, e como esses papéis devem interagir para garantir a eficiência e a precisão na criação e gestão de dados de modelo ao longo do ciclo de vida do projeto.

Scheffer; Mattern e König (2018, p.242-248) definem alguns cargos BIM para gerenciamento das informações que, em tradução direta, podem ser descritos como: Autores de Informação; Gerente de Informações da Tarefas; Gerente de Interface; Gerente de Informações do Projeto.

Os **Autores de Informação** são encarregados de desenvolver componentes do modelo de informação relacionados a tarefas específicas, garantindo entregas tecnicamente precisas em seus respectivos domínios. O **Gerente de Informações da Tarefa** tem como principal responsabilidade supervisionar a produção de informações ao longo da cadeia de suprimentos, assegurando a conformidade com os padrões, métodos e procedimentos específicos do projeto. O **Gerente de Interface** facilita a colaboração entre as partes nomeadas e dentro das equipes individuais, gerenciando a coordenação espacial e propondo soluções para conflitos de coordenação. Além disso, este papel inclui a configuração e coordenação de informações, assim como a troca de dados em vários formatos.

Após os Autores de Informação produzirem os entregáveis, o Gerente de Informações da Tarefa verifica se as informações ainda em progresso estão prontas para serem emitidas no Ambiente de Dados Comum (CDE).

Enquanto os papéis acima são desempenhados pelas partes contratadas, o **Gerente de Informações do Projeto** suporta o cliente do projeto como parte da contratante, definindo os Requisitos de Informação do Projeto (PIR). Suas responsabilidades adicionais incluem garantir uma troca de informações confiável, receber e manter informações no modelo de informação, e integrar e coordenar informações dentro do modelo. Adicionalmente, o Gerente de Informações do Projeto decide sobre a aceitação ou rejeição das trocas de informações dentro do CDE (SCHEFFER; MATTERN; KÖNIG, 2018, p.242-248).

4.5. Gestão, Coordenação e Gerenciamento

O PMBoK (*Project Management Body of Knowledge*) não faz uma distinção formal entre "gestão" e "gerência". No PMBoK, ambos os termos são

frequentemente usados de forma intercambiável para se referir ao papel e às responsabilidades do gerente de projeto.

Nesse sentido, o PMKB (Project Management Knowledge Base, 2018) traz as distinções entre coordenação, gestão/gerência, podendo destacar os seguintes pontos:

Coordenação:

- **Definição e Ordenação de Partes:** Envolve ordenar partes que já estão estabelecidas, reconhecendo suas relevâncias relativas. O coordenador estabelece um cronograma detalhado do projeto com fases e prazos.
- **Espírito de Estabilidade:** Pressupõe que as partes são estáveis e suas importâncias são pré-definidas. O coordenador não define a equipe e suas atribuições, mas ele coordena as atividades referente a cada membro monitorando as atividades e cumprimento dos prazos.
- **Relacionamento com o Resultado:** Atua próximo ao resultado do sistema, garantindo que as partes operem de forma eficaz para alcançar o objetivo final. Nesse caso cabe ao coordenador garantir a transmissão de informações precisas entre as equipes envolvidas no projeto.

Gestão (ou Gerência):

- **Planejamento e Administração:** Inclui o planejamento prévio das partes do sistema e suas interações para alcançar um resultado desejado. É o gerente quem define o escopo do projeto e seus objetivos.
- **Criação do Sistema:** Define e organiza partes que ainda não estão estabelecidas, além de orientá-las na direção do resultado pretendido. Definição de papéis e delegação e coordenação das tarefas.
- **Foco no Processo de Sistematização:** Concentra-se na estruturação e na definição das relações entre as partes do sistema para otimizar a produção de resultados. Deve-se ter pleno controle

sobre as fases e o ritmo de entrega, comunicando decisões e controlando as mudanças. Nesse ponto pode haver uma confusão entre os papéis do Gerente e do Coordenador.

Complementaridade e Simultaneidade:

- **Relação Simultânea:** Embora a gestão crie o sistema a ser coordenado, a coordenação e a gestão existem simultaneamente e se complementam.
- **Coordenação e Resultado:** A coordenação tem um impacto direto sobre o resultado do sistema, enquanto a gestão atua indiretamente, focando na estruturação eficiente do sistema.
- **Interdependência na Prática:** Na prática, gestão e coordenação são atividades interdependentes e simultâneas, cada uma contribuindo para a eficiência e eficácia do sistema como um todo.

Diante disso, pode-se considerar que a gestão precede a coordenação, uma vez que é responsável por criar os sistemas que serão coordenados. No entanto, na prática, gestão e coordenação ocorrem simultaneamente e se complementam mutuamente (PMKB, 2018).

Ainda no contexto, apesar do PMKB não abordar sobre as diferenças de gestão e gerência, podem-se apontar nuances que refletem diferentes aspectos do papel do gerente de projeto:

Gerência: possui foco na execução, referindo-se mais diretamente às atividades de execução e liderança no projeto. Além disso, inclui tarefas de planejamento, organização, direção e controle das atividades.

Gestão: possui um contexto mais amplo, com foco para além das atividades operacionais. Engloba definição de estratégias, coordenação de recursos e tomada de decisões estratégicas.

Em resumo, enquanto a gerência está mais centrada nas atividades práticas de liderança e execução dentro do projeto, a gestão abrange um escopo mais amplo que inclui planejamento estratégico, coordenação de recursos e decisões estratégicas para alcançar os objetivos organizacionais e do projeto.

4.6. Metodologias de Gerenciamento de Projetos

Gerenciamento de projetos pode ter significados variados conforme a perspectiva individual. De acordo com Kerzner (2017, p. 4), frequentemente ocorrem equívocos sobre o conceito quando indivíduos, tendo projetos em curso dentro de suas empresas, acreditam estar aplicando gerenciamento de projetos para controlar essas atividades. Nessa situação, a seguinte definição poderia ser considerada apropriada:

"Gerenciamento de projetos é a arte de criar a ilusão de que qualquer resultado é o resultado de uma série de atos deliberados e predeterminados, quando, na verdade, foi pura sorte." Kerzner, 2017, p.4.

O gerenciamento de projetos, conforme delineado neste contexto, envolve a execução temporária de atividades destinadas a criar um produto, serviço ou resultado exclusivo, em conformidade com os requisitos do projeto. Isso abrange o estabelecimento de objetivos claros, com entregas específicas e limitadas em termos de tempo, custo e recursos, além de um início e fim definidos. Para atingir esses objetivos, são empregadas metodologias como PMBoK (Project Management Body of Knowledge), PRINCE2 e Agile, que permitem planejar, executar, monitorar e controlar as atividades do projeto de maneira eficaz.

Entre as metodologias amplamente reconhecidas na literatura, destacam-se o Guia PMBoK e o Front-End-Loading (FEL). A metodologia FEL é amplamente utilizada nos setores de refino, petroquímica, química, óleo e gás, mineração e metais, papel e celulose, embora a literatura específica sobre sua aplicação nesses setores seja escassa, abordando principalmente a importância geral da metodologia na gestão de projetos (AGUIAR *et al.*, 2017, p.2, *apud* MOTTA, QUELHAS & FILHO, 2011). Isso levanta a questão da aplicabilidade do FEL em Obras de Arte Especiais (OAE).

O FEL foi desenvolvido pelo Independent Project Analysis (IPA) para atender à necessidade de uma metodologia focada na fase de "pré-projeto", onde são definidas estimativas de custo, estratégias de execução e a seleção de alternativas, equilibrando considerações sociais, econômicas e ambientais (AGUIAR *et al.*, 2017, p.2, *apud* MOTTA, QUELHAS & FILHO, 2011). A

metodologia enfatiza a importância da etapa inicial dos projetos, concentrando-se na concepção e na estratégia de execução para garantir que custos, prazos, operacionalidade e segurança sejam considerados desde o início até a conclusão do projeto, proporcionando maior previsibilidade dos resultados.

De acordo com George (2007), o FEL permite a identificação antecipada de desvios significativos antes da execução, possibilitando a mitigação de impactos na rentabilidade do projeto com menores custos e prazos para correções (AGUIAR *et al.*, 2017, p.2). Isso permite determinar as áreas que necessitam de maior detalhamento ou revisão antes do início efetivo do projeto. Aguiar *et al.* (2017, p.6) tratam o FEL como a metodologia com maior impacto nos resultados do projeto, exigindo uma definição de escopo mais rigorosa antes da execução, evitando gastos desnecessários e permitindo o desenvolvimento de projetos mais eficientes, o que tende a melhorar o desempenho financeiro (*apud* BARSHOP, 2004).

No entanto, a metodologia FEL pode não ser adequada para projetos de Obras de Arte Especiais (OAE) devido a várias razões:

1. Criatividade e Singularidade: OAE exigem flexibilidade criativa, limitada pela estrutura rígida do FEL.

2. Incerteza: OAE envolvem alta incerteza em materiais e processos, incompatíveis com a previsibilidade exigida pelo FEL.

3. Evolução Técnica: O FEL prioriza a viabilidade técnica e o detalhamento de engenharia, enquanto em OAE esses aspectos podem evoluir durante o projeto.

4. Aprovação Flexível: O processo rígido de aprovação do FEL é restritivo para OAE, que demandam adaptações contínuas.

5. Fluxo de Trabalho Iterativo: O FEL segue etapas lineares, inadequadas para o processo iterativo e não linear das OAE.

6. Mudanças Criativas: O FEL desincentiva mudanças durante o processo de produção, enquanto em OAE elas podem ocorrer para o ajuste do projeto.

Esses fatores indicam que a metodologia FEL pode não ser a mais adequada para OAE, que requerem uma abordagem mais flexível e adaptável para acomodar a natureza única e em evolução desses projetos, neste caso, seria o mais adequado seguir com a metodologia do guia PMBoK.

4.6.1. Guia PMBoK

O PMBoK (A Guide to the Project Management Body of Knowledge), ou Guia para o Universo de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos, é uma padronização que identifica e nomeia processos, áreas de conhecimento, técnicas, regras e métodos essenciais para o gerenciamento de projetos. Não se trata de uma metodologia pronta, pois não faz distinção entre tipos de projetos. No entanto, pode ser utilizado como um manual de referência para a criação de metodologias próprias, ao descrever conhecimentos e boas práticas adotadas (Sampaio, 2008).

O PMBoK aborda nove áreas de conhecimento:

1. Gerenciamento de Integração: assegura a unificação das ações essenciais para o término do projeto e para atender às expectativas das partes interessadas.

2. Gerenciamento do Escopo: garante que o projeto inclua todo o trabalho necessário para sua conclusão bem-sucedida.

3. Gerenciamento do Tempo: planeja e executa o projeto dentro de um prazo adequado.

4. Gerenciamento de Custos: assegura que o projeto seja executado dentro do orçamento aprovado.

5. Gerenciamento da Qualidade: garante que o projeto atenda às necessidades para as quais foi concebido.

6. Gerenciamento de Recursos Humanos: otimiza o uso dos recursos humanos envolvidos no projeto.

7. Gerenciamento de Comunicações: garante a geração, disseminação e armazenamento adequados das informações do projeto.

8. Gerenciamento de Riscos: identifica, analisa e estabelece contramedidas para os riscos do projeto.

9. Gerenciamento de Suprimentos e Contratos (Aquisições): adquire bens e serviços necessários fora da organização executora do projeto.

É recomendável criar uma metodologia que incorpore boas práticas de Gerenciamento de Projetos em todas as áreas de conhecimento. Dependendo das características da empresa e do projeto, pode-se desenvolver uma metodologia própria, focando especialmente nas áreas de escopo, prazo e custo, que são fundamentais. As outras áreas (risco, aquisições, recursos humanos, qualidade, comunicações e integração) podem ser gradualmente integradas à metodologia à medida que a cultura de gerenciamento de projetos se estabelece na empresa (Sampaio, 2008).

Para projetos com diferentes complexidades, a empresa pode adotar metodologias variadas, definindo parâmetros como importância do cliente, alinhamento estratégico e estimativas de custo e prazo. Metodologias mais simples podem ser aplicadas a projetos menos complexos, enquanto projetos mais desafiadores exigem abordagens mais robustas, considerando que maior complexidade pode demandar mais recursos e esforços (Sampaio, 2008).

Para Sampaio (2008), o sucesso na criação e implementação de uma metodologia de Gerenciamento de Projetos depende significativamente do envolvimento e apoio da alta direção da organização.

Além do PMBOK®, outras normas e metodologias importantes incluem:

PRINCE2 (Projects IN Controlled Environments): Uma metodologia estruturada para o gerenciamento de projetos, bastante usada no Reino Unido e em outros países.

ISO 21500:2012: Diretrizes para gerenciamento de projetos, programas e portfólios, desenvolvida pela Organização Internacional para Padronização (ISO).

A ISO 21500, de modo geral, mantém a abordagem original do Guia PMBOK®. A norma é baseada em parte no capítulo 3 e no Glossário do PMBOK® Guide — terceira edição do PMI. Isto é visto como uma validação pela

comunidade internacional do valor e qualidade do padrão PMI. E uma das preocupações para as edições de revisão do Guia PMBOK é garantir o alinhamento com a norma ISO 21500 (SOTILLE, 2012).

4.7. Mapa de Processos

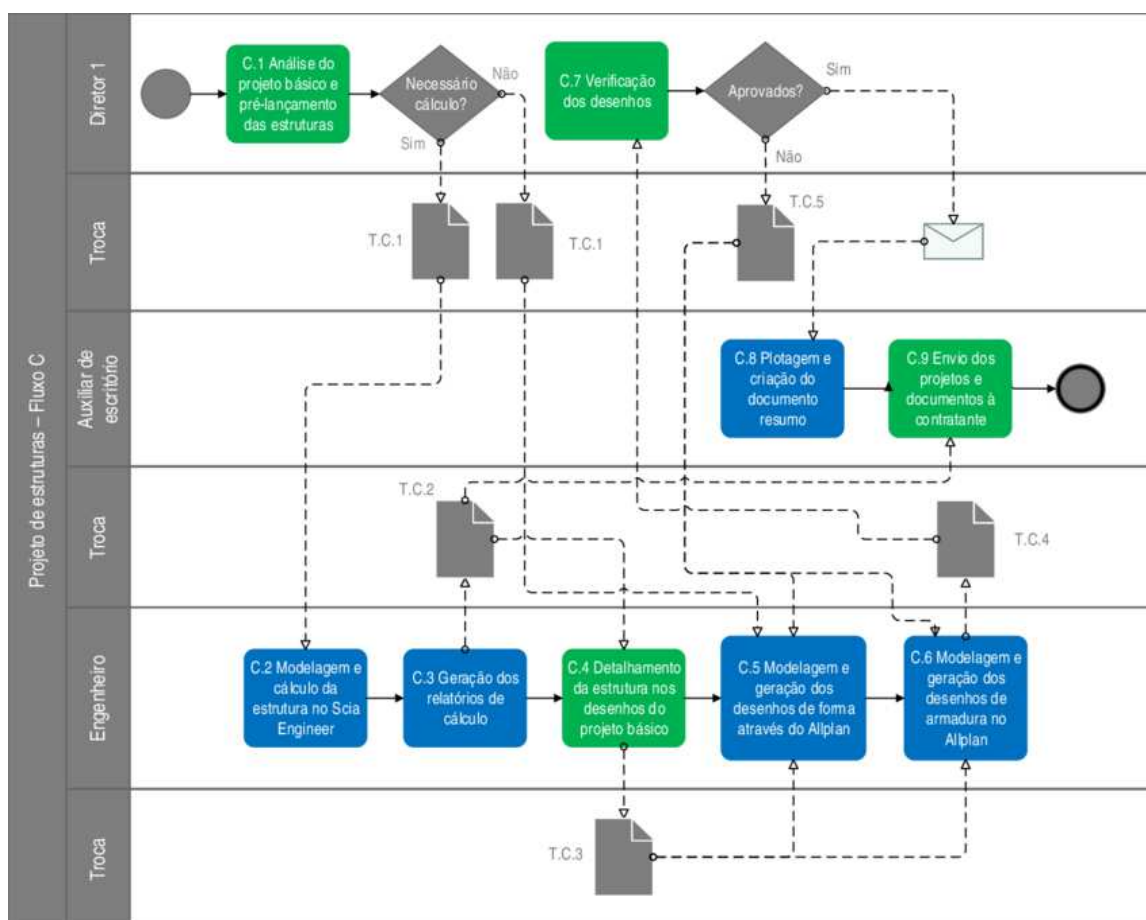
De acordo com documento de Técnicas de Auditoria: Mapas de Processos da União (Brasil, 2000), o mapa de processo é a representação por diagrama de um processo de trabalho, destacando as atividades, agentes, prazos e fluxo de documentos. É a “*maneira pela qual se realiza uma operação*”, contendo um passo-a-passo das atividades que serão executadas.

Podem representar situações desde como está sendo realizado; quais as normas e procedimentos internos a serem seguidos; alternativas de executar e qual a forma recomendada de realizar o processo (Brasil, 2000). É a melhor alternativa para atingir uma padronização empresarial.

O diagrama elaborado pode ter vários graus de detalhamento, mas essencialmente, devem ter: descrição das atividades; os pontos de tomada de decisão; prazos; os documentos e as relações entre as diversas etapas do processo. Dependendo do que está sendo desenvolvido, pode ainda apresentar atividades e informações tais quais custo; tempo de execução; tempo entre uma atividade e outra; limitações externas (exemplo orçamentária); entre outros fatores (Brasil, 2000).

A Figura 9 ilustra um mapa de processo para o projeto estrutural, conforme padronizado por uma empresa:

Figura 9 - Mapa de processos

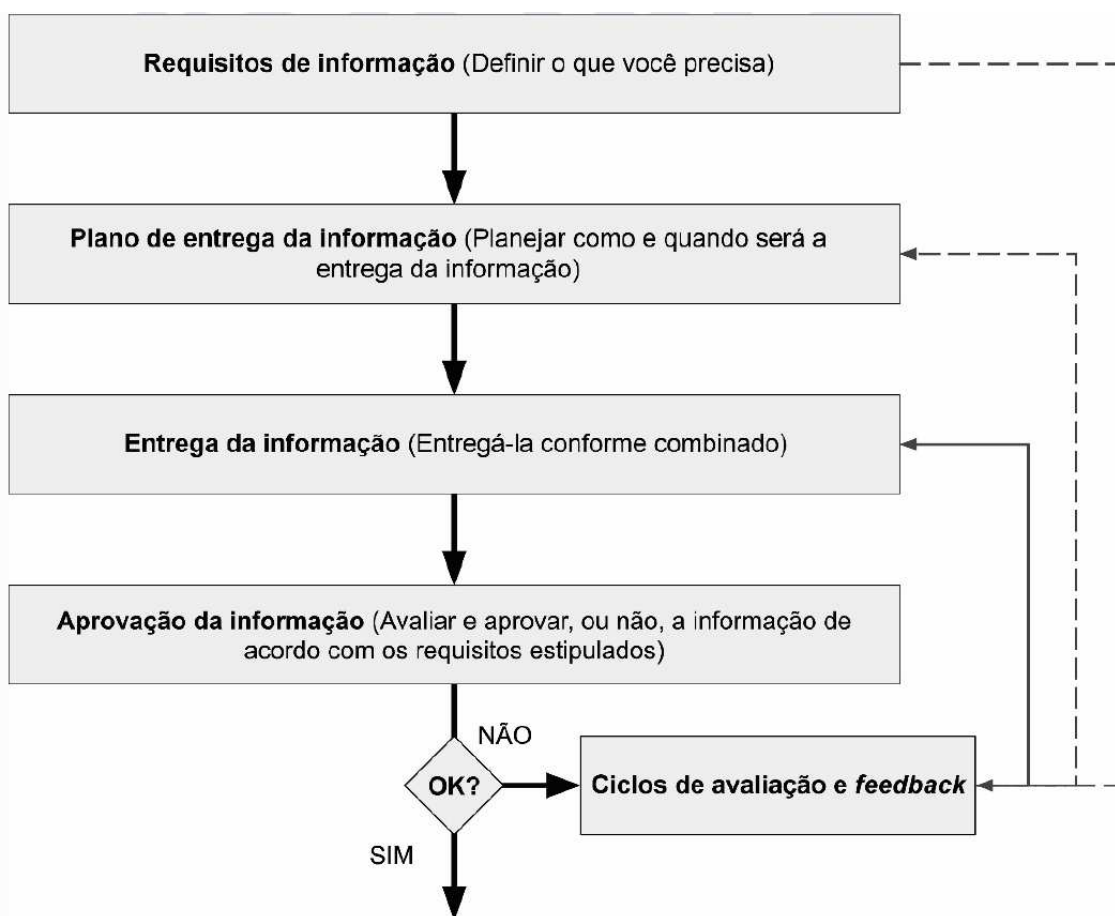


Fonte: Adaptado por Antunes e Scheer (2014, p.30) *apud* Antunes (2014, p. 124).

A ISO 19650 (p.16) recomenda que seja feita uma avaliação de riscos para a entrega de informações de projeto ou de ativo inclusa na avaliação geral. Requisitos de informação devem ser estabelecidos para que se atenda/responda questões relacionadas ao ativo em diferentes pontos de sua concepção, construção e operação.

A norma ainda diz que os planos de entrega da informação devem ser criados sempre que uma contratada é definida para conduzir alguma tarefa de gestão. Um exemplo é mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Planejamento de entrega de informação genérica



Fonte: ISO 19650-1, 2018, p.16.

Em conjunto com um mapa de processos, é recomendado que uma matriz de responsabilidades seja criada como parte integrante do planejamento do processo de entrega de informações. Essa matriz deve identificar: papéis e funções da gestão da informação; e tarefas de projeto e/ou gestão, ou informações entregáveis, adequando aos eixos que convém (ISO 19650:2018, p.26).

Para Beetz *et al.* (2018, p.131) o mapa de processo integra tudo o que a ISO 19650 sugere, definindo uma estrutura clara para os requisitos e atribuições de responsabilidades para cada cenário de troca de informações em cada etapa do processo. Esta elaboração se faz necessária pelos requisitos para cada conteúdo do modelo diferir significativamente em cada situação.

O mapa de processos associado a uma matriz de responsabilidades é essencial para o gerenciamento de projeto, controle das etapas e garantia de padronização e entrega de informações necessárias para cada etapa do projeto.

4.8. A Evolução do Gerenciamento de Projetos em BIM e a Necessidade de Metodologias Colaborativas

A pesquisa sobre *Building Information Modeling* (BIM) tem avançado consideravelmente nas últimas décadas, com estudos que destacam desde a melhoria de processos de design até a integração com novas tecnologias como Realidade Aumentada (AR), Realidade Virtual (VR) e inteligência artificial (IA). No entanto, apesar dos benefícios reconhecidos, a literatura ainda apresenta lacunas significativas no que diz respeito à adoção de fluxos de trabalho colaborativos efetivos para gerenciamento de projetos em ambientes complexos. Esta lacuna é particularmente notável no contexto de metodologias que promovem a integração de equipes de projeto e construção ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento, refletindo a ausência de diretrizes robustas que definam processos, responsabilidades e mecanismos de comunicação.

Conforme observado por Wen *et al.* (2021), a pesquisa em BIM se diversificou nos últimos anos, evoluindo de ferramentas básicas para a coleta e visualização de dados para um enfoque mais estratégico na gestão do conhecimento. A revisão de mais de 1300 artigos revela que, embora o BIM esteja crescendo rapidamente, ele ainda carece de integração adequada entre os diversos stakeholders e não possui um foco bem delineado em metodologias de colaboração para grandes projetos de construção. Essa lacuna se agrava pela rápida adoção de tecnologias complementares, como IA e AR/VR, sem que se estabeleça previamente uma base metodológica sólida para gerenciar a colaboração (Schiavi *et al.*, 2022).

Além disso, estudos como os de Eadie *et al.* (2013) já apontavam que a implementação do BIM é predominantemente concentrada nas fases iniciais do ciclo de vida do projeto, com pouca atenção dedicada às fases de operação e manutenção (O&M). Esse fenômeno é causado pela falta de um fluxo de trabalho unificado que alinhe as expectativas e responsabilidades das equipes em todas as etapas. A ausência de um Plano de Execução BIM (BEP) abrangente e de uma matriz de responsabilidades clara compromete o uso integral das

capacidades do BIM, resultando em perdas de dados e comunicação ineficaz entre os participantes.

Outro ponto de destaque é a falta de aplicação de metodologias de otimização colaborativa no gerenciamento de projetos. Guo e Zhang (2022) sugerem que, para maximizar os benefícios do BIM, é essencial desenvolver uma metodologia que integre processos de otimização de múltiplos objetivos (MOO) e métricas de colaboração que capturem a complexidade dos projetos de construção e reduzam a incerteza na tomada de decisão. No entanto, a adoção dessas metodologias ainda é incipiente, o que reforça a necessidade de uma pesquisa direcionada para definir como esses processos podem ser implementados de forma prática.

Embora a literatura atual trate amplamente de ferramentas e tecnologias aplicadas ao BIM, como a integração com AR e VR para visualização e segurança (Chen *et al.*, 2020; Schiavi *et al.*, 2022) e a automação de processos de verificação de design com IA (Sacks *et al.*, 2019), a ênfase está em soluções técnicas específicas, em detrimento da definição de fluxos colaborativos que conectem todas essas soluções a um processo de gerenciamento de projetos coerente. A pesquisa de Liu *et al.* (2018), por exemplo, foca em um sistema automatizado para design e otimização de placas de revestimento, mas não aborda como essas inovações tecnológicas se integram a uma metodologia de colaboração mais ampla.

Esses estudos indicam um consenso sobre a relevância de novas tecnologias e metodologias no aprimoramento do BIM, mas não desenvolvem fluxos de trabalho que aproveitem a plena capacidade de colaboração que é central ao conceito de BIM. A ausência de uma abordagem integrada para a definição de processos colaborativos que unifiquem o uso de novas tecnologias, gestão de informações e comunicação entre stakeholders impede o avanço pleno do BIM como uma metodologia de gerenciamento de projetos colaborativa e centrada na comunicação.

Assim, a lacuna na literatura justifica a proposta desta pesquisa: a criação de um fluxo de trabalho colaborativo que, utilizando um Ambiente Comum de Dados (CDE), alinhe processos, responsabilidades e comunicação ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. Ao formalizar esse fluxo, espera-se contribuir para

uma implementação mais eficiente e integrada do BIM, que maximize o potencial das novas tecnologias e garanta a colaboração efetiva entre as partes interessadas. A proposta visa não apenas definir um plano de execução BIM detalhado, mas também apresentar diretrizes práticas para a adoção de estratégias colaborativas, preenchendo uma lacuna crítica na pesquisa de gerenciamento de projetos em BIM.

Essa pesquisa se alinha às direções futuras indicadas por autores como Guo e Zhang (2022) e Wen *et al.* (2021), que apontam a necessidade de investigar metodologias colaborativas e desenvolver fluxos de trabalho que facilitem a integração entre tecnologias emergentes e práticas de gestão de projetos.

4.9. Experiência Profissional

Na etapa de validação da metodologia, foi conduzida uma pesquisa com alguns órgãos públicos, buscando compreender a metodologia de gerenciamento de projetos aplicada por eles, bem como o desenvolvimento dos projetos licitados, com o intuito de comparar o que é proposto com o que é efetivamente executado. Foram escolhidos três órgãos com os quais a autora possuiu contato profissional e possuiu experiências: Órgão 1, Órgão 2 e Órgão 3².

Foram considerados fatores como metodologia de trabalho, ordem de elaboração dos projetos, fluxo de trabalho, padronização de documentos e a adoção ou não da metodologia BIM nos órgãos.

Órgão 1

Em 2023, o Órgão 1 passou por um desmembramento de seu departamento de edificações. Embora possua um comitê voltado para estratégias BIM, as licitações, até o momento do desmembramento, não exigiam essa metodologia. Mesmo assim, o órgão conta com documentos de licitação que descrevem o escopo e a gestão do contrato, como o Termo de Referência. No entanto, esses termos de referência, que deveriam fornecer informações essenciais para a contratada, são pouco detalhados, o que não raramente abre

² Os nomes dos órgãos públicos serão preservados.

margem para má interpretação. A descrição do escopo dos projetos, frequentemente básica, muitas vezes não condiz com as exigências da fiscalização e dos analistas. Por exemplo, alguns termos de referência incluem na listagem de projetos o Projeto de Infraestrutura de Redes, que difere significativamente de um projeto executivo de Circuito Fechado de TV (CFTV)³, pois o primeiro se refere apenas à alocação de pontos e previsão de eletrodutos, enquanto o segundo envolve o dimensionamento completo dos elementos. Se a intenção do contrato for possuir o projeto executivo dimensionado dos elementos e o escopo apresentar o Projeto de Infraestrutura de Redes ao invés de CFTV, gera confusão entre o que é entregue e as análises. Fato este que já ocorreu.

A definição inadequada do escopo prejudica não apenas o andamento do contrato, mas também os objetivos almejados ao início dos trabalhos, podendo gerar prejuízos financeiros tanto para o órgão quanto para a contratada. Além disso, a ordem dos serviços ainda segue a metodologia convencional, com a topografia e a arquitetura precedendo completamente os projetos complementares, sem exigir uma forma de colaboração estruturada entre as partes, sendo a compatibilização um projeto entregue somente ao final da elaboração dos demais projetos, no fim do contrato. Ou seja, fica a cargo da empresa contratada a definição da metodologia de trabalho.

Órgão 2

O Órgão 2 possui uma série de cadernos de especificações de serviços, apresentações de projetos, detalhes e projetos padrões, além de uma sistematização da nomenclatura dos documentos e registro de entregas em repositório digital, estando em um estado de padronização mais avançado em comparação com os demais órgãos. Contudo, a ordem dos serviços chama a atenção, pois o órgão aloca os Estudos de Concepção antes de serviços preliminares, como Levantamento Planialtimétrico e Cadastral. Esse procedimento, aplicado a projetos de infraestrutura urbana, cuja magnitude é superior à das edificações, pode ser problemático, uma vez que o levantamento planialtimétrico pode interferir significativamente nos traçados urbanos.

³ CFTV é um sistema de captação e retenção de imagens feita por câmeras digitais ou analógicas e que permite a vídeo-vigilância através de monitores conectados à uma rede central. Essa tecnologia é utilizada para fins de vigilância e segurança em residências e empresas.

Os estudos são elaborados por meio de visitas técnicas, análise de campo das unidades e diálogos com os operadores do sistema, abrangendo o escopo de outros produtos, como o Cadastro, e frequentemente causando retrabalho, dado que as mudanças no sistema proposto podem ser necessárias após a realização dos levantamentos.

Além disso, embora o órgão conte com muitos procedimentos padrões disponíveis para as contratadas, falta detalhamento nas atribuições dos cargos, especialmente porque a fiscalização é terceirizada, gerando a necessidade de treinamento e alinhamento entre a fiscalização e o órgão. A exigência de um nível mais detalhado de especificação nos produtos entregues só se manifesta após a análise dos produtos e pareceres da fiscalização, criando incoerências. Antes da implantação da metodologia BIM, é crucial que a metodologia de gerenciamento de projetos seja minuciosamente estruturada e detalhada.

Órgão 3

O Órgão 3 apresenta a estruturação mais bem definida de gerenciamento de projetos entre os órgãos analisados. Os Termos de Referência são mais claros quanto ao escopo dos contratos e definições de projeto. Adicionalmente, o órgão possui vários cadernos de procedimentos padrões que estão em constante atualização, similar ao Órgão 2, mas distingue-se por ser o único entre os listados que já está em fase de implantação da metodologia BIM.

Em 2024, lançou sua primeira versão do Plano de Execução BIM (BEP), alinhado à ISO 19650, embora não haja uma indicação clara dos papéis da fiscalização ou da contratada no processo de acompanhamento do empreendimento. Apesar dessas funções poderem ser detalhadas em outros documentos internos ou repassadas em uma reunião de abertura do contrato, a autora acredita que o BEP é o documento ideal para esse detalhamento e deve incluir a matriz de funções e responsabilidades de cada parte envolvida no empreendimento, seja contratada/projetista ou contratante/fiscalização, uma vez que a hierarquia de funções no órgão nem sempre corresponde à hierarquia de funções no gerenciamento de projetos BIM.

Conclusão

A análise dos três órgãos revela que a falta de uma definição clara e precisa de escopo, associada à desestruturação na coordenação dos projetos, pode causar não apenas retrabalho e atrasos, mas também implicações financeiras negativas tanto para o contratante quanto para a contratada. A introdução da metodologia BIM, como observado no Órgão 3, pode ser uma oportunidade para mitigar esses problemas, desde que seja acompanhada por uma revisão e padronização rigorosa dos processos de gerenciamento de projetos, com detalhamento adequado das responsabilidades e escopos em documentos essenciais como o Plano de Execução BIM. Dessa forma, a implementação efetiva de BIM pode proporcionar uma maior transparência, alinhamento e eficiência na execução de projetos, minimizando os riscos de conflitos e prejuízos ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos.

5. APLICAÇÃO

O projeto-piloto, conforme descrito na Metodologia, foi dividido em duas partes ao longo de dois semestres subsequentes.

5.1. Estudo de Caso 1

➤ Projeto-piloto – 1º semestre

Utilizou-se o CDE *QiCloud*, dividindo os estudantes em quatro grupos: Modelagem Arquitetônica, Conforto Ambiental, Estruturas de Concreto e Instalações Hidrossanitárias.

Foi apresentada aos alunos uma proposta arquitetônica para desenvolvimento colaborativo, sendo escolhido o projeto de uma creche baseada nos padrões estabelecidos pelo FNDE para o programa Proinfância. A edificação, com aproximadamente 1.650 m² de área construída, incluía espaços como jardim, parque infantil e ambientes internos da unidade escolar. O projeto é apresentado na Figura 11, Figura 12 e Figura 13 a seguir.

Figura 11 – Apresentação em planta do modelo arquitetônico



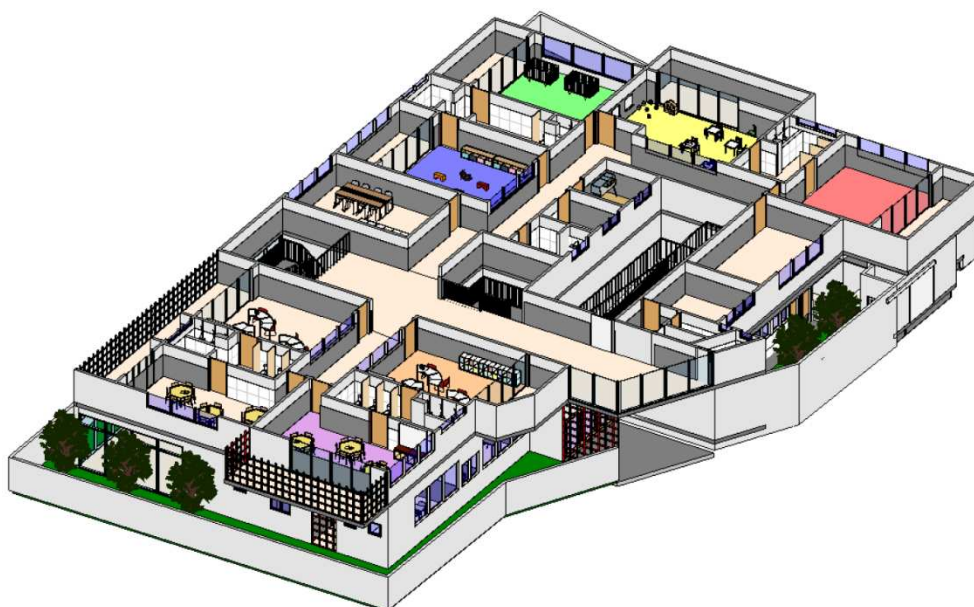
Figura 12 – Vista em Corte Longitudinal



Figura 13 – Perspectiva geral do projeto



(a) Externa



(b) Interna

A partir de um modelo CAD previamente elaborado, os alunos realizaram a modelagem em BIM, incorporando as normativas de acessibilidade e requisitos específicos para a funcionalidade da edificação.

O software Autodesk Revit foi utilizado para o desenvolvimento de todos os modelos arquitetônicos e complementares. Para a análise acústica, foram empregados os softwares I-Simpa e Odeon para a análise, enquanto o projeto luminotécnico foi desenvolvido no DIALux e transferido os pontos luminosos para o Revit.

Um estudante de Engenharia Civil atuou como gInfo, com o objetivo de desenvolver seu TCC. Houve dificuldades iniciais na adoção de novos softwares e no acesso ao CDE. Os alunos relutaram em usar o recurso de trabalho *offline* do *QiCloud* e não acessavam frequentemente os documentos ou atualizavam os arquivos IFC. O cronograma sofreu alterações devido à resistência ou atrasos na modelagem.

Além disso, surgiram interferências entre os modelos: a equipe de Estruturas modificou o arquivo nativo da Modelagem Arquitetônica indevidamente. Isso levou a coordenação a redefinir permissões, criando subpastas com acesso restrito por disciplina, e acesso livre para *upload* e *download* de arquivos IFC.

Foi um erro de planejamento da estruturação proposta, que deveria ter sido prevista com antecedência ao início do processo de modelagem.

O maior desafio, porém, foi a resistência humana: os alunos mostraram receio em adotar novas tecnologias e preferiram trabalhar individualmente, prejudicando o fluxo colaborativo.

5.2. Estudo de Caso 2

Optou-se pelo CDE *usBIM.platform*. Foram formados quatro grupos de projeto: Topografia, Arquitetura, Estruturas de Concreto e Instalações Hidrossanitárias.

1. Topografia: Participou na fase inicial para definição da topografia.
2. Arquitetura: Dividido em Alvenaria, Pisos e Esquadrias; Fachada e Paisagismo; e Interiores, Forro e Luminotécnica.

3. Estruturas: Dividido em Superestrutura e Fundação.
4. Hidrossanitário: Um aluno desenvolveu Água Fria, Esgoto e Águas Pluviais.

Neste semestre, foi proposto um projeto multidisciplinar para a modelagem de um edifício residencial, cujo projeto arquitetônico foi originalmente desenvolvido no curso de Arquitetura e Urbanismo da UFV. A edificação incluía um pavimento de garagem, dois pavimentos-tipo, dois pavimentos diferenciados e uma cobertura.

Assim como no estudo anterior, o projeto foi disponibilizado em formato CAD como base para a modelagem em BIM. Utilizou-se o software Autodesk Revit para o desenvolvimento dos modelos arquitetônico e hidrossanitário (abrangendo sistemas de água fria, esgoto e drenagem pluvial), e o software Eberick da AltoQi foi empregado para a elaboração do projeto estrutural.

Houve melhor recepção ao *usBIM.platform*, apesar da ausência de um sincronizador *offline*, exigindo *uploads* frequentes e atualizações semanais das pastas.

Foi proposto uma regra de nomenclatura como um requisito de aceitabilidade (Figura 14). O CDE italiano reconhece a nomenclatura e oferece controle de versões, mas erros na nomenclatura dos arquivos geraram duplicações. Por exemplo, o arquivo “E48001.PB.ECA.R00.**pre**-dimensionamento” foi atualizado até a versão 04, mas uma alteração para “E48001.PB.ECA.R00.**Pré**-dimensionamento” (acento) criou uma nova contagem de versões, induzindo a erros entre os membros da equipe.

Figura 14 - Regras de nomenclatura do usBIM.platform

CONTRATO.ETAPA.DISCIPLINA.REVISÃO.CONTEÚDO

Onde:

“.” - Separador de campos (ponto);

CONTRATO - Código fornecido pela gerência do contrato (até 10 caracteres);

ETAPA - Código do estágio do projeto (2 caracteres);

DISCIPLINA - Código da disciplina (3 caracteres);

REVISÃO - Código de revisão à qual o documento faz parte (R00, R01, ...);

CONTEÚDO - Conteúdo do documento (Extensão livre).

CÓDIGOS DE ETAPA

EP	Estudo preliminar
AP	Anteprojeto
PB	Projeto básico
EX	Projeto executivo
CD	Cadastro

Exemplos de aplicação:

E48001.PB.DIA.R00.Guilherme

**Emissão inicial (Revisão 0) do Diário de projeto das atividades relativas ao Projeto Básico do contrato 01 de CIV480, elaborado por Guilherme.*

E48001.PB.ARQ.R01.Planta baixa 1º pvto

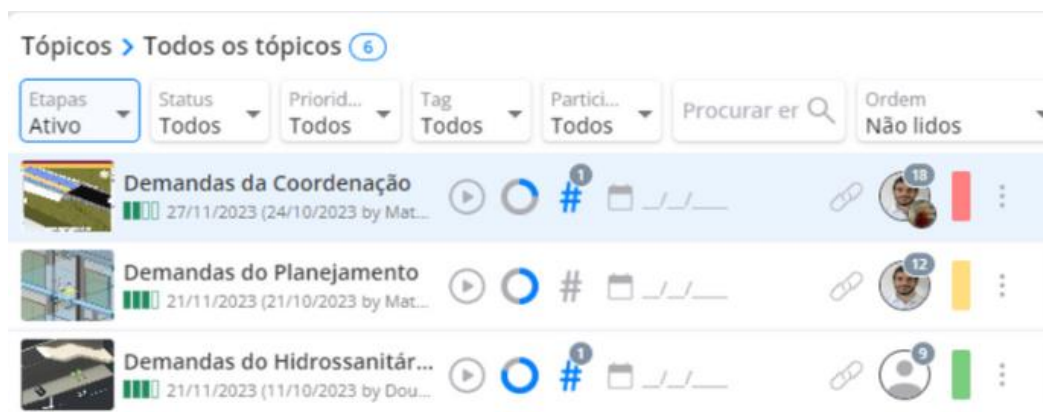
**Primeira revisão (R01) da planta baixa do 1º pavimento relativa ao Projeto Básico de Arquitetura do contrato 01 de CIV480.*

A equipe deve estar atenta a erros de nomenclatura e, caso ocorram, cabe ao gBIM ou ao glInfo identificar o conteúdo do arquivo compartilhado e solicitar a correção necessária.

O CDE italiano oferece várias funcionalidades para gerenciamento e controle de qualidade. O aplicativo *usBIM.compare* permite a comparação entre versões de um mesmo modelo, facilitando a gestão das informações e o acompanhamento da modelagem.

O aplicativo *usBIM.resolve* permite gerenciar tópicos e discussões entre as equipes, integrando modelos 3D, nuvens de pontos, tabelas 2D, documentos PDF, vídeos, entre outros. Também é compatível com arquivos BCF. Através do *usBIM.resolve*, foram criadas demandas para cada equipe, inclusive as solicitadas pela coordenação (ver Figura 15).

Figura 15 - Demandas de projeto geradas



Essas demandas podem ser criadas diretamente no aplicativo, anexando fotos e vídeos, ou diretamente no modelo federado, indicando a posição desejada junto com a imagem em perspectiva. Os tópicos gerados podem ser exportados como BCF e inseridos nos modelos nativos para facilitar o reconhecimento dos apontamentos.

Como avaliação final dos alunos, foi realizado um seminário⁴ para a apresentação dos resultados.

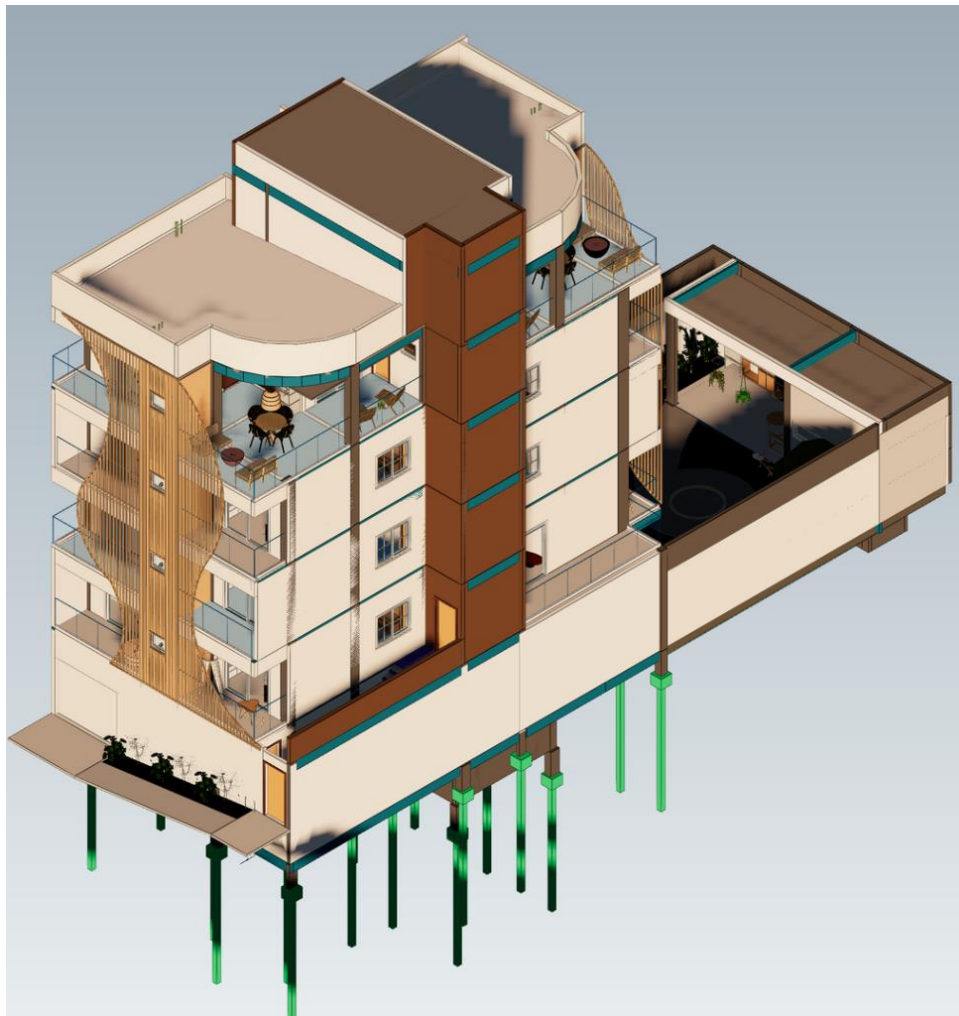
Embora a metodologia tenha sido testada de maneira mais livre e com pouco rigor para acompanhar o processo de modelagem e o pensamento crítico de cada projetista, percebeu-se que a especificação de entregáveis, a determinação de prazos e a padronização prévia são essenciais para melhorar a qualidade do projeto.

Por se tratar de uma disciplina da graduação em que o objetivo era o conhecimento dos softwares e das ferramentas disponíveis, não foi elaborado um BEP. A definição de requisitos de informação, prazos, controles, etc, eram estipuladas através da ementa da disciplina.

A seguir, na Figura 16, apresenta-se o modelo federado final desenvolvido.

⁴ V Seminário BIM da UFV – Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8OHm-MzACBI>

Figura 16 – Modelo Federado Final da Disciplina 1

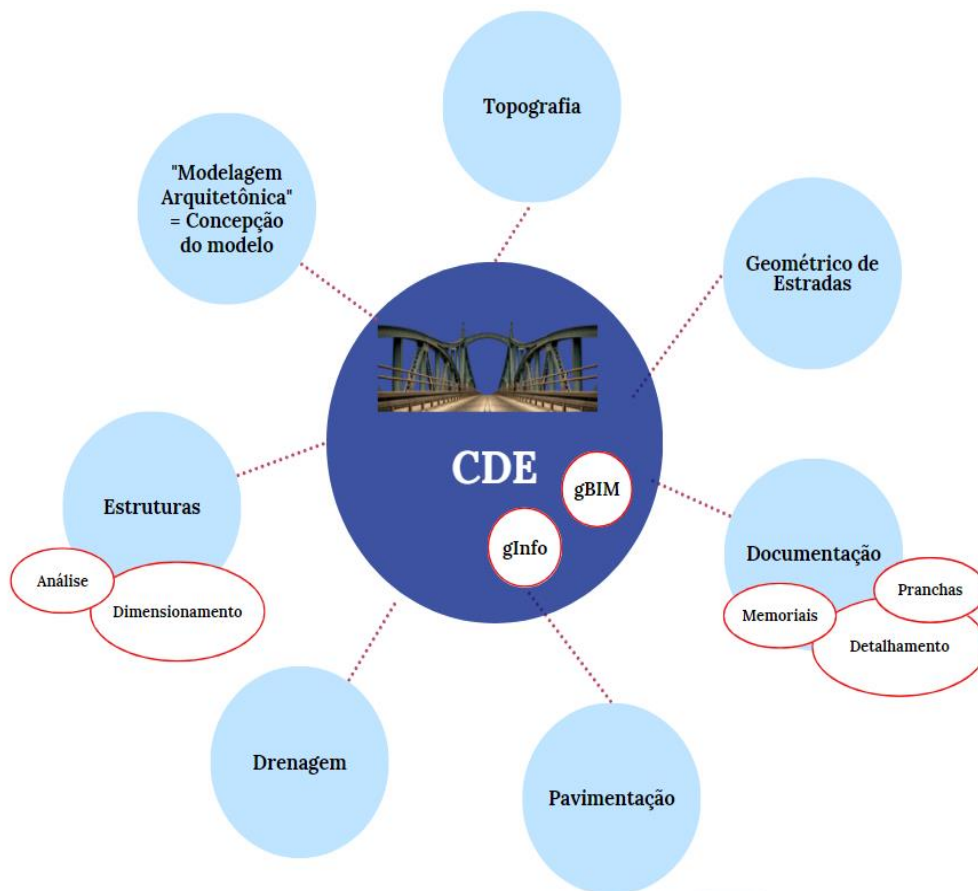


5.3. Estudo de Caso 3

➤ Validação

Para aplicar e estudar o gerenciamento de projetos de infraestrutura, uma equipe multidisciplinar composta por quatro professores doutores; quatro estudantes de mestrado; e seis estudantes da graduação; trabalharam em um fluxo colaborativo em ambiente BIM, utilizando o CDE *usBIM.platform*, desenvolvendo projetos a partir de um modelo de ponte existente e um traçado de estrada (ver Figura 17).

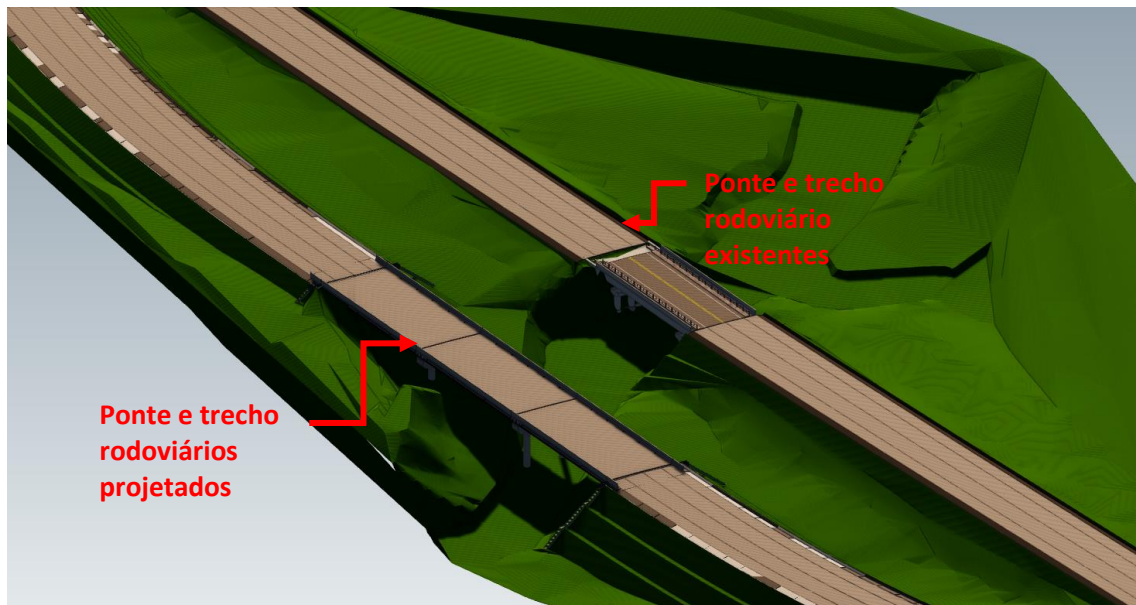
Figura 17 - Proposta da Disciplina 2



Iniciou-se os trabalhos com a elaboração de um BEP, traçando os principais pontos do fluxo de trabalho colaborativo e preenchendo lacunas. A disciplina, apesar dos percalços e projetos inacabados, foi bem-sucedida e culminou com o I Seminário BIM Infraestrutura⁵. A Figura 18 abaixo representa parte do projeto desenvolvido.

⁵ I Seminário BIM de Infraestrutura da UFV > <https://www.youtube.com/watch?v=-jmm5n9ulEc&t=2s>

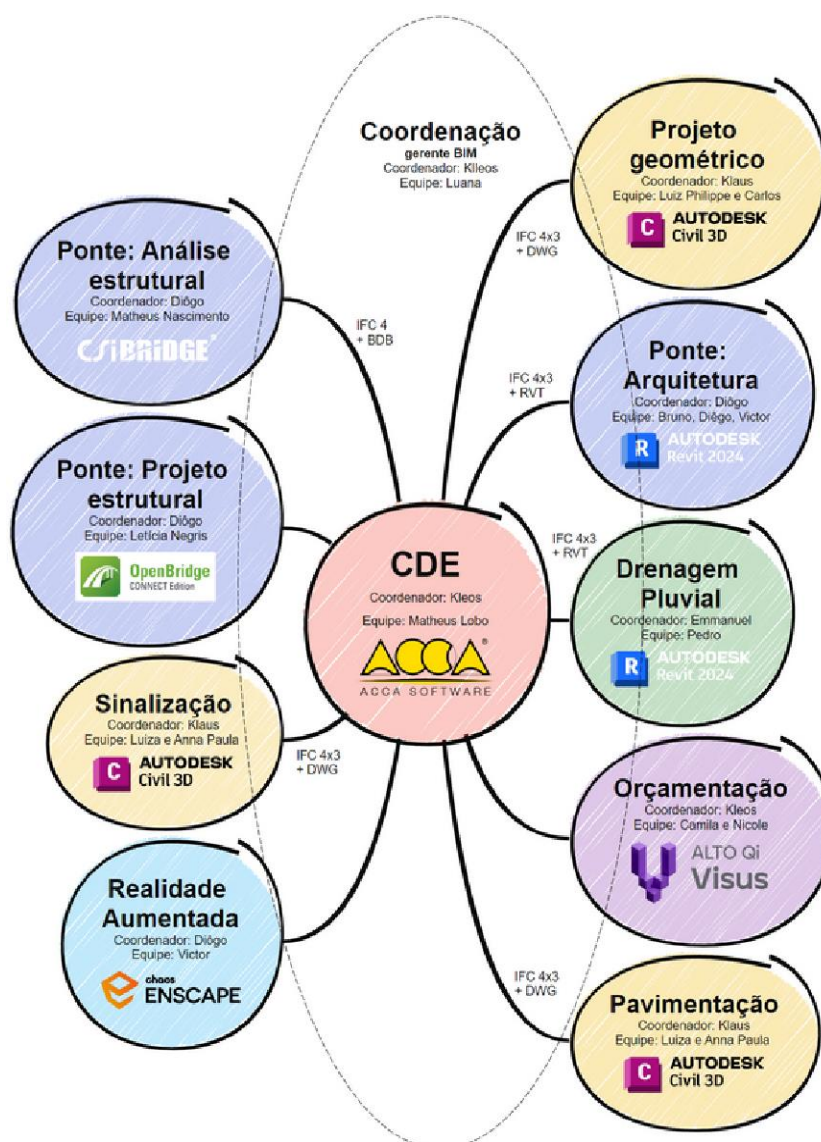
Figura 18 - Trecho do modelo projetado na Disciplina 2



Fonte: A autora, 2024.

Com as lacunas deixadas pela Disciplina 2, a equipe deu continuidade através da Disciplina 3 (ver Figura 19).

Figura 19 - Proposta da Disciplina 3



O gerenciamento de projetos iniciou com a elaboração de um BEP, abrangendo as especificações e indicações da NBR ISO 19650:2018.

Foram especificados todos os padrões de projeto, desde requisitos mínimos obrigatórios no modelo, documentação, até diretrizes para compatibilização e federação dos modelos, como unidades de medida, escalas, coordenadas geográficas e ponto de iteração (ponto 0,0 de projeto comum). Também foram definidos: matriz de responsabilidades, plano mestre de entregáveis e um cronograma de entregas. O BEP está detalhado no Apêndice A deste estudo.

Toda a comunicação ocorria de três maneiras:

1. **Grupo de WhatsApp:** exclusivo para comunicação da disciplina, agendamento ou adiamento de reuniões, decisões referentes à disciplina matriculada.
2. **Reuniões semanais:** obrigatórias para acompanhamento dos projetos e solicitações realizadas.
3. **CDE:** toda a troca de documentação, solicitações, informações do projeto e acompanhamento de cronograma eram feitas através do CDE, permitindo rastreabilidade das informações, controle de prazos e autoria. O CDE também permite controle de entregas e seus critérios de aceitabilidade.

Reuniões entre projetistas, discussões paralelas ou debates nas reuniões semanais eram permitidos, desde que registrados e formalizados no CDE. Entretanto, isso nem sempre ocorreu.

Diferente da Disciplina 2, que tinha um gInfo, agora na Disciplina 3 essa função foi mesclada com o gBIM. A ausência do gInfo e a falta de discriminação de funções impactaram no desempenho dos gerentes e no andamento do projeto.

Além disso, nesse semestre o uso do CDE foi desfocado, priorizando debates em reuniões semanais e entre projetistas. Faltou equilíbrio entre as metodologias de gerenciamento dos dois períodos, o que pode ser explicado pela ausência do gInfo ou por uma sincronia diferente da nova equipe.

O gBIM não tem conhecimento pleno de todas as disciplinas, mas deve ter discernimento e conhecimento suficiente para gerenciar o empreendimento. Para um funcionamento pleno, o gBIM conta com Coordenadores BIM de cada equipe. Esses coordenadores são especialistas em suas áreas (Estruturas, Drenagem, Pavimentação, etc.) e dão suporte ao gBIM, havendo troca genuína e sincronizada de conhecimentos, mas principalmente, confiança. Hierarquicamente, o gBIM cobra dos coordenadores as entregas, prazos e requisitos exigidos, e os coordenadores comandam suas equipes.

Cabe ao gBIM planejar a execução do projeto, desenvolver o BEP, atualizá-lo e acompanhar o cronograma. Algumas falhas detectadas incluem:

- Elaboração de atas de reuniões, assinadas e registradas no CDE;

- Definição de marcos de projeto no cronograma;
- Reuniões extraordinárias para marcos e mudanças de projeto;
- Maior rigidez no cumprimento das demandas através do usBIM.platform, com recusa de entregas não atualizadas;
- Ordem inversa ou errada de apresentação de resultados e entregas das equipes.

Essas falhas se devem à falta de conhecimento total do empreendimento pela gerente e pouca rigidez no tratamento com as equipes. A disciplina serviu de base metodológica para a dissertação de mestrado, com a gerente aprendendo sobre as fases de projeto e disciplinas envolvidas.

Estudos como Análise Multicritério e Impacto Ambiental foram incorporados durante a disciplina, não iniciando como 'Estudos Preliminares'. Seguiu-se um caminho inverso de modelagem, adaptando a análise ambiental ao traçado geométrico e não o contrário. Priorizar a existência da ponte no modelo, ao invés do traçado da estrada, também foi um problema.

A falta de documentação dos projetos foi uma falha. O modelo BIM deve conter todas as informações necessárias, respeitando as especificações técnicas e requisitos mínimos do BEP, sem descartar a documentação em Excel, PDF ou outras ferramentas. A metodologia BIM minimiza erros e retrabalho, permite maior colaboração e agilidade no desenvolvimento do projeto, mas não descarta a documentação em PDF.

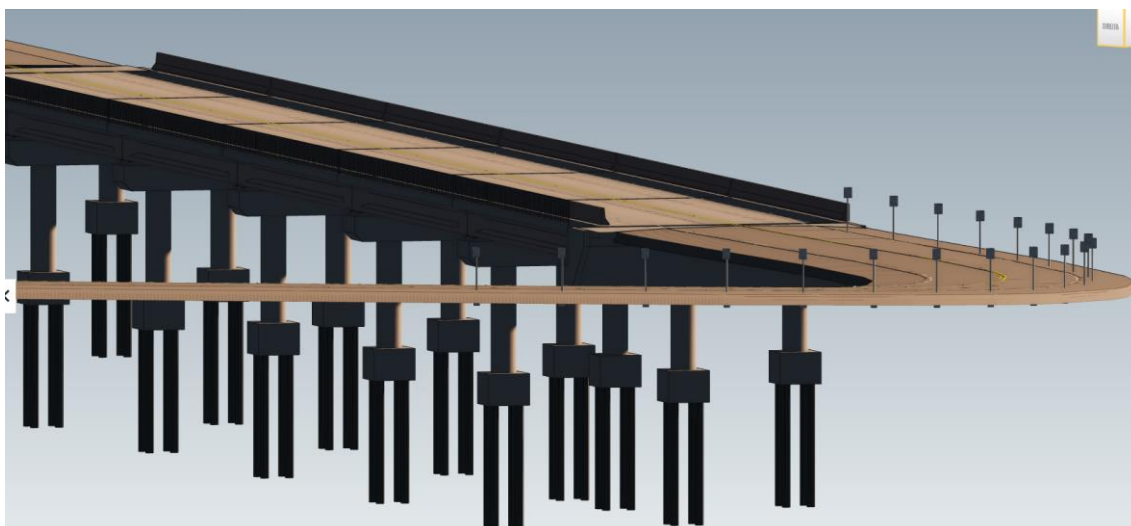
Por fim, encontrou-se uma problemática na exportação dos modelos para o formato .ifc. O objetivo era que todos trabalhassem com o mesmo formato IFC 4x3; uma vez que esta é a versão que traz informações de infraestrutura. Entretanto, não foi possível essa exportação em todos os casos sem perdas de informações. A modelagem da ponte demonstrou maior nível de informação quando exportado em IFC 2x3; os blocos de sinalização não foram exportados com informações sobre a geometria ou características dos materiais; a exportação da pavimentação precisou ser alterada nas configurações do software utilizado Civil 3D para que exportasse um maior nível de detalhes.

Por fim, não foi possível interoperar os modelos GIS para o ambiente BIM⁶, sendo os resultados finais disponibilizados em formatos .pdf para visualização no CDE das informações geradas.

Apesar das falhas, a experiência proporcionou maior conhecimento dos detalhes e informações geradas por cada modelo. A experiência forneceu análises críticas do funcionamento de um CDE, documentação, nomenclatura de documentos, matriz de responsabilidades e padronização de processos. Foi possível obter mais aprendizado que no semestre anterior e abriu-se espaço para futuros aprendizados. A disciplina 3 também teve seu encerramento com a apresentação de um seminário BIM⁷.

As figuras 20 e 21 (imagem do modelo federado extraído do CDE) indicam a área de estudo e o projeto desenvolvido.

Figura 20 – Vista da ponte e parte do traçado geométrico com sinalização



⁶ A discussão de interoperabilidade entre metodologia GIS e BIM não é foco desse estudo, mas deixa abertura para estudos futuros.

⁷ II Seminário BIM de Infraestrutura da UFV > <https://www.youtube.com/watch?v=7r1fooO72fU>

Figura 21 – Vista superior do modelo



A seguir, na Tabela 7, é apresentado um resumo dos pontos positivo e pontos negativos encontrados em cada fluxo proposto da metodologia desenvolvida.

Tabela 7 – Balanço dos pontos positivos e negativos dos fluxos propostos

Etapa	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Disciplina 1 - Primeiro Semestre (CDE QiCloud)	- Implementação inicial do CDE QiCloud.	- Dificuldades iniciais na adoção de novos softwares e no acesso ao CDE.
	- Estrutura de grupos bem definida (Modelagem Arquitetônica, Conforto Ambiental, Estruturas de concreto, Instalações hidrossanitárias).	- Relutância dos alunos em usar o trabalho offline e atualizar arquivos IFC.
	- Desenvolvimento de TCC para estudante de Engenharia Civil.	- Interferências entre modelos e alterações indevidas nos arquivos. - Resistência humana e preferência por trabalho individual.
Disciplina 1 - Segundo Semestre (CDE usBIM.platform)	- Melhor recepção ao usBIM.platform.	- Ausência de sincronizador offline, exigindo uploads frequentes e atualizações semanais.
	- Controle de versões e comparação entre modelos com usBIM.compare.	- Erros na nomenclatura de arquivos e duplicações.
	- Gerenciamento de tópicos e discussões com usBIM.resolve. - Criação de demandas diretamente no aplicativo.	- Necessidade de monitoramento cuidadoso dos arquivos compartilhados.
Disciplinas 2 e 3 (Metodologia e Gerenciamento de Projetos)	- Desenvolvimento do BEP e definição clara de especificações e padrões.	- Falta de discriminação de funções e impacto no desempenho.
	- Comunicação bem estabelecida através de WhatsApp, reuniões semanais e CDE.	- Desfoque no uso do CDE na Disciplina 3 e dependência excessiva de reuniões semanais.
	- Implementação de metodologias e análise crítica de projetos.	- Falhas na documentação e padronização.
	- Aprendizado significativo apesar das falhas.	- Problemas com exportação de modelos e interoperabilidade. - Deficiências no gerenciamento e conhecimento dos empreendimentos pelos gerentes.

6. RESULTADOS

Diante dos fatos narrados, encontrou-se os requisitos mínimos para um assertivo gerenciamento de projetos em BIM. Esses requisitos são apresentados em formato de um BEP no Apêndice A.

I. Definição de Escopo

A definição de escopo em projetos é um processo fundamental que envolve a identificação e documentação dos objetivos, entregáveis, tarefas, prazos e recursos necessários para completar um projeto com sucesso. Este processo garante que todas as partes interessadas tenham uma compreensão clara do que será realizado e das expectativas relacionadas ao projeto.

O escopo deve possuir objetivos do projeto; entregáveis; requisitos de projeto; limites e exclusões; critérios de aceitabilidade; premissas; e uma Estrutura Analítica de Projeto. Tudo isso pode e deve ser encontrado nos documentos de suporte de um contrato como o Termo de Referência e o BEP.

II. Apresentação da Equipe de Projeto

A apresentação da equipe de trabalho é crucial para estabelecer credibilidade, alinhar expectativas e promover uma comunicação clara entre todas as partes interessadas.

Uma apresentação deve destacar as habilidades, experiências e funções de cada membro da equipe, bem como como eles contribuirão para o sucesso do projeto. Essa apresentação deve ocorrer na primeira reunião como alinhamento entre as equipes de trabalho do contrato.

A definição dos cargos, tanto da contratada quanto da fiscalização, com identificação do responsável e contato deve vir logo no início da apresentação do BEP. A equipe deve ser apresentada de forma clara e profissional, estabelecendo a função ocupada para garantir o sucesso do gerenciamento do projeto. Toda vez que algum membro da equipe for alterado, este deve ser atualizado em uma nova versão do BEP e devidamente formalizado por meios oficiais (reunião e/ou email).

III. Padronização

A padronização de documentos é essencial para garantir consistência, clareza e eficiência na comunicação e gestão de informações dentro de uma organização ou projeto. A padronização ajuda a evitar erros, facilita a compreensão e assegura que todos os documentos sigam um formato uniforme, tornando-os mais fáceis de revisar e utilizar.

A padronização envolve desde definição de níveis, layers, escalas, a modelos de relatórios, templates, etc. A padronização deve ser interna do órgão/empresa, sendo especificado e fornecido pela contratante à contratada.

No BEP isso pode ser definido nos Requisitos de Informação de Projeto (PIR); além de documentos complementares que indiquem o padrão a ser seguido para os entregáveis.

IV. Usos do BIM

O The BIM Dictionary⁸ prevê até o momento 78 (setenta e oito) usos previstos dos modelos BIM. Ressalta-se na Tabela 8 alguns dos usos focados no gerenciamento de projetos:

Tabela 8 – Exemplos de Usos BIM

Objetivo	Descrição	Uso BIM
Análise da Operação de Construção	São utilizados modelos 3D para visualizar e analisar as operações de construção: distribuição de negócios, entregas, bancos de dados e fluxos de trabalho. Programação baseada em localização, vinculando atividades de construção aos componentes do modelo e aos recursos humanos, etc.	Federação de modelos; modelagem 4D
Detecção de Conflitos	Uso de modelos 3D para coordenar diferentes disciplinas e identificar/resolver possíveis conflitos entre elementos virtuais antes da construção ou fabricação.	Análise de colisões (clash detection)
Estimativa de custo	Os modelos 3D são usados para gerar estudos de viabilidade e comparar diferentes opções orçamentárias entregas, bancos de dados e fluxos de trabalho	Orçamentos e custos
Avaliação do Ciclo de Vida	Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um uso de modelo representando como vários métodos são aplicados a Sistemas BIM para identificar e avaliar os impactos ambientais (por exemplo, resíduos) de produtos e materiais de construção ao longo de toda a sua vida útil	Planejamento e metas de sustentabilidade

Os usos BIM são essenciais para definir os requisitos de informação e de interoperabilidade e precisam vir detalhados no BEP.

⁸ Disponível em: <https://bimdictionary.com/en/model-uses-list/1>

V. Definições de Funções

Não necessariamente o cargo de um Gerente BIM em um contrato estará atrelado ao cargo em que o indivíduo ocupa hierarquicamente em sua empresa ou órgão. O cargo deve estar associado às funções que ele deve exercer dentro de um contrato.

Foi possível identificar uma associação de cargos/funções da Contratada e da Fiscalização, diferente do que Guignone (2021) sugere ou que Scheffer; Mattern e König (2018, p.242-248) propõem no item *Papéis Durante a Produção da Informação*. Essa definição está exposta na Tabela 9 abaixo.

Tabela 9 – Cargos/funções no gerenciamento de projetos

CONTRATADA	FISCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO
Gestor do Contrato	Gerente de Projetos	Criação do sistema. Foco nas atividades operacionais, englobando estratégias, coordenação de recursos e tomada de decisões estratégicas para o contrato.
Gerente BIM	Fiscal de Contrato	Administração do Sistema. Foco na execução do contrato. Cuida de tarefas de planejamento, organização, direção e controle das atividades.
Gerente de Informações	Coordenador Adjunto	Supervisiona a troca de informações confiável, receber e manter informações no modelo de informação, e integrar e coordenar informações dentro do modelo. Adicionalmente, decide sobre a aceitação ou rejeição das trocas de informações dentro do CDE. É quem vai aplicar o padrão BIM e garantir a entrega dos requisitos de informações.
Coordenadores BIM	Analistas de Projetos	Responsáveis pela análise do projeto de sua respectiva área. Deve cuidar do <i>clash detection</i> , elaborando relatórios de conflitos e validação de informações. A única diferença aqui é que o Coordenador BIM deve garantir que os entregáveis sejam realizados no prazo, cobrando de sua equipe de projeto; enquanto no caso da fiscalização, a cobrança de prazos fica a cargo do Coordenador Adjunto.

VI. Requisitos mínimos de projetos e ativos – EIR, OIR, PIR

Os requisitos mínimos de informações em BIM são fundamentais para garantir a eficácia e a colaboração em projetos de construção. Eles incluem aspectos de geometria; informações sobre materiais; dados de desempenho; informações espaciais; informações funcionais; custos. Além disso, fornece

subsídio para elaboração de cronograma de construção; facilitam a coordenação e colaboração e entregam informações para fase de operação e manutenção.

A adoção de um padrão claro para esses requisitos facilita a comunicação e a eficiência ao longo de todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde o planejamento inicial até a construção, operação e eventual desmonte.

Os requisitos mínimos de informações em BIM se relacionam estreitamente com o LOD, que define a precisão e a quantidade de informações contidas em um modelo BIM em diferentes etapas do projeto. O LOD é dividido em níveis que variam de LOD 100 a LOD 500, cada um com especificações crescentes de detalhe e confiabilidade dos dados; conforme descrito no item 6.3 deste documento.

Todavia, como já explanado anteriormente, busca-se a desburocratização da metodologia BIM, de forma que seja melhor aplicável, fornecendo maior clareza. O contrário do que LOD oferece. Dessa forma, para todas as definições de requisitos mínimos de projeto, estes são descritos um a um, definindo claramente o que está se exigindo no modelo.

Apesar de um modelo BIM ter a obrigação de ter todas as informações sobre o que está modelando, sabe-se que ainda não é possível adequar tudo em um modelo único e não perder nenhuma informação, como foi o caso explorado brevemente sobre os modelos gerados na Disciplina 3.

VII. Controle de Qualidade

A implementação de um sistema de controle de qualidade garante que documentos, entregas e projetos atendam aos mais altos padrões de qualidade, contribuindo para o sucesso do projeto e a satisfação do cliente final. Para alcançar esse objetivo, é necessário um planejamento rigoroso e políticas operacionais bem definidas, que descrevam os critérios de aceitabilidade dos entregáveis. Neste trabalho, os critérios de aceitabilidade definidos foram básicos, como padrão de nomenclatura do entregável; atendimento aos dados de projeto (definição de níveis. Ponto de iteração, coordenadas geográficas...) e requisitos mínimos entregáveis.

Para manter o controle de qualidade, é essencial realizar inspeções rigorosas dos produtos antes das entregas finais. Essas inspeções são

conduzidas pelo Coordenador BIM e pelo Gerente de Informação, garantindo que todos os itens atendam aos padrões estabelecidos. Exemplos de verificações incluem a detecção de conflitos (*clash detection*), executada pelo Coordenador BIM, que assegura a compatibilidade dos modelos antes da entrega.

Além das inspeções, a garantia de qualidade envolve a realização de auditorias internas regulares e reuniões de acompanhamento da modelagem. Estas auditorias verificam a conformidade dos processos e produtos com os padrões de qualidade definidos. Também é fundamental manter registros e relatórios detalhados sobre a qualidade da equipe e dos softwares utilizados, associando o controle de qualidade às estratégias de federação e detecção de conflitos.

Apesar de o Coordenador BIM ter a tarefa de verificar conflitos antes da entrega, cada projetista é responsável pela compatibilização de seu respectivo modelo. É dever do projetista manter seu modelo atualizado e compatível com os demais, enquanto o Coordenador BIM foca na detecção de conflitos não percebidos e na indicação de soluções ótimas.

Um sistema de controle de qualidade bem implementado não só garante que os produtos atendam aos padrões de excelência, mas também facilita a identificação e correção de problemas, promove a melhoria contínua e assegura a satisfação do cliente final. A colaboração eficaz entre todos os membros da equipe, aliada a um rigoroso processo de controle de qualidade, é fundamental para o sucesso de qualquer projeto.

VIII. Matriz de Responsabilidades

A ISO 19650:2018 recomenda, juntamente com um mapa de processos, a criação de uma matriz de responsabilidades como parte integrante do planejamento do processo de entrega de informações. Essa matriz deve identificar os papéis e funções na gestão da informação, bem como as tarefas de projeto e/ou gestão e as informações entregáveis, adaptando-se aos eixos pertinentes.

A matriz de responsabilidades é uma ferramenta essencial para definir claramente as funções e responsabilidades de cada membro da equipe em

relação às atividades e entregáveis do projeto. Ela ajuda a garantir que todos saibam o que se espera deles, evitando confusões e sobreposições de tarefas.

Diferentemente do que muitos manuais e BEPs apresentam, a matriz de responsabilidades não se limita a uma tabela; ela vai além. A matriz está diretamente ligada à Entrega de Informações (MIDP), a uma Matriz de Entregáveis (definida com base em um cronograma associado ao MIDP) e a uma Matriz de Responsabilidades, que indica as funções e responsabilidades de cada membro baseado em cinco funções básicas: quem Executa, quem Valida, quem Participa, quem Monitora e quem é Informado.

Essa matriz pode ser encontrada nos itens 4.1, 4.2 e 4.3 do BEP, no Apêndice A.

IX. Matriz de entregáveis

A matriz de entregáveis deve ser elaborada de acordo com as entregas de informações essenciais para o projeto, abrangendo modelos, desenhos ou representações, especificações, cronogramas de equipamentos e fichas de dados de sala, entre outros. Compõe uma matriz de entregáveis o MIDP, elaborado de acordo com o TIDP.

A metodologia BIM estabelece o fluxo de trabalho colaborativo, ou seja, todas as equipes trabalhando simultaneamente. Porém, deve-se haver um *start* de projeto, iniciado na fase dos Estudos Preliminares. Uma informação gerada por uma equipe subsidia a modelagem de outra equipe, e essa troca de informações em tempo ágil e contínua é o que gera o trabalho colaborativo. Esse entregável deve ser estabelecido de acordo com a EAP.

A Fase 4 – Contratação da Entrega de Ativos da ISO 19650:2018 estabelece os planos de entregas de informações finais. Esses planos irão subsidiar o cronograma final do empreendimento. Um atraso de entrega de informação ocasiona o atraso de cronograma, por isso sua elaboração deve ser bem detalhista e precisa. Ao invés de estabelecer níveis de LOD nos entregáveis, sugere-se especificar detalhadamente todas as informações necessárias, atribuindo o responsável pela informação gerada e o receptor dessa informação (quem a receberá).

X. Fluxo de Trabalho

O fluxo de trabalho proposto dependerá da metodologia de gerenciamento de projetos adotada, bem como do sistema de controle de qualidade. Para tanto, é essencial ter uma Matriz de Responsabilidades bem definida, garantindo um fluxo hierárquico estruturado, conforme ilustrado na Figura 22, com a definição clara de cada função e suas respectivas responsabilidades. Cabe ressaltar que, apesar da hierarquização apresentada, quantos aos fluxos de comunicação, estes não devem ser tão hierarquizados.

A metodologia adotada e a padronização dos processos também devem ser rigorosamente estruturadas. Nesse contexto, destaca-se a organização dos diretórios, conforme ilustrado na Figura 23, baseada na recomendação da ISO 19650:2018. A padronização e nomenclatura de documentos asseguram a organização e a clareza nas entregas e na busca de informações necessárias.

Por fim, o controle de qualidade é integrado na sequência de verificações, vinculando-se às funções e responsabilidades, resultando em um fluxo de trabalho consistente e coerente com o mapa de processos adotado (ver Figura 24 e Figura 25).

Figura 22 – Hierarquia

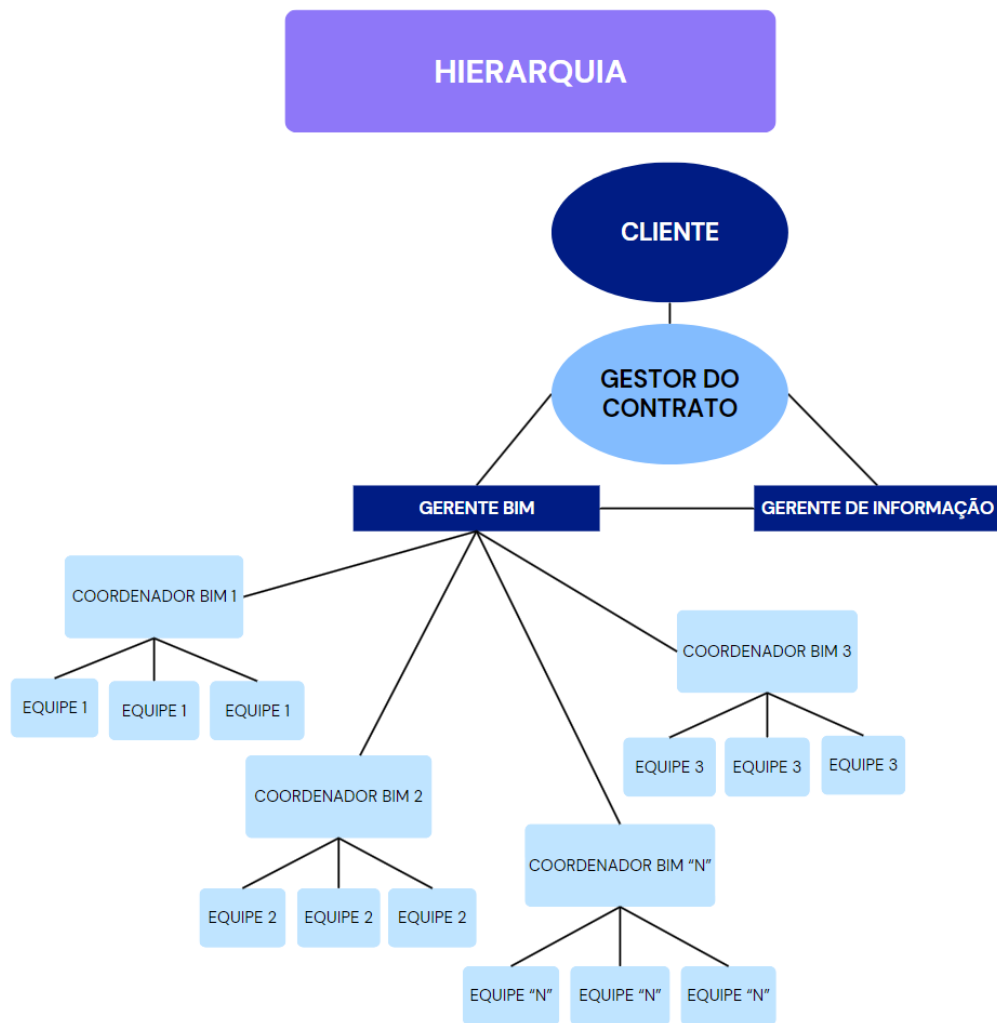


Figura 23 - Estruturação de Diretórios

Estruturação de diretórios

Conceituação da ABNT ISO 19650:2018

**PASTA GATE!**

Arquivos postados na pasta Compartilhado não são automaticamente aceitos. Aqui o Gerente BIM ou Gerente de Informação verificará as informações postadas, realizando o controle de qualidade e validação das informações, além de verificar se o arquivo obedece todas as definições estipuladas no Plano de Execução BIM (ex.: nomenclatura)

Esta fase pode ser subdividida:

- **VÁLIDO:** identifica que um determinado arquivo está arquivado, porém atualizado e pode ser utilizado para consulta
- **DESATUALIZADO:** o arquivo já não condiz com a etapa que o projeto se apresenta.

Figura 24 - Fluxo de Trabalho 1 – Desenvolvimento do Entregável

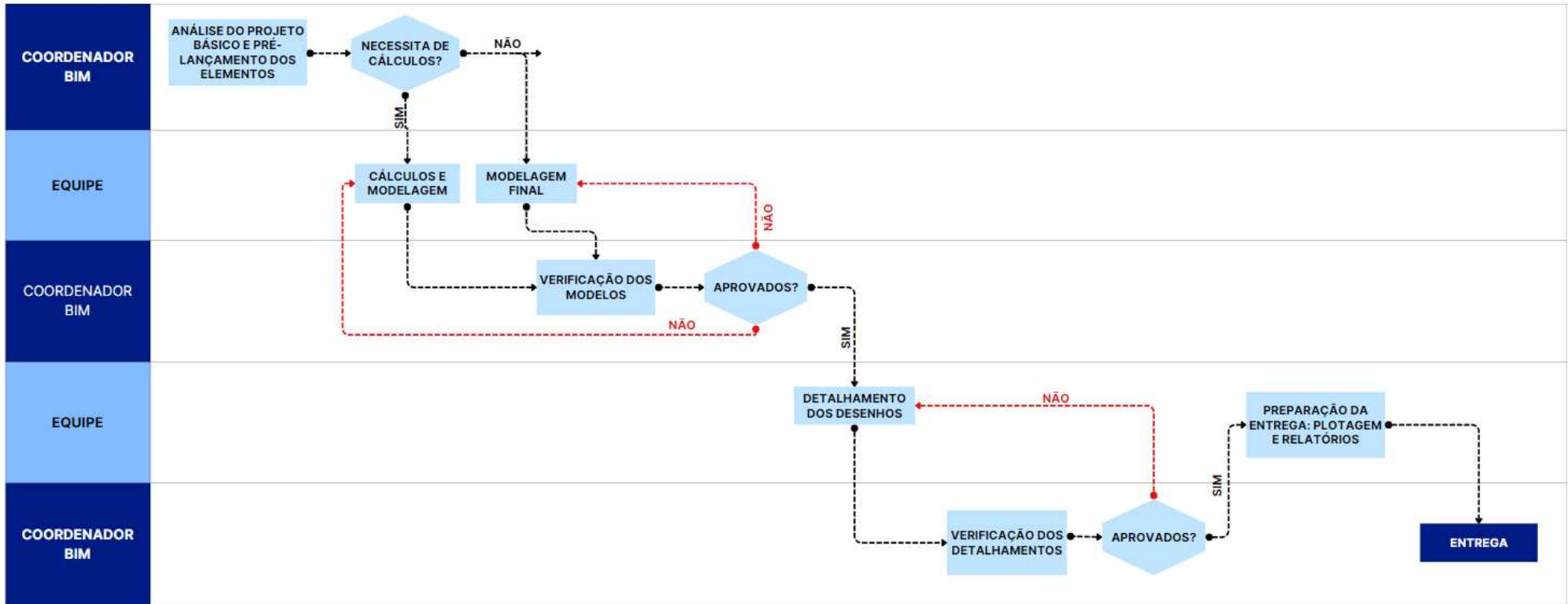
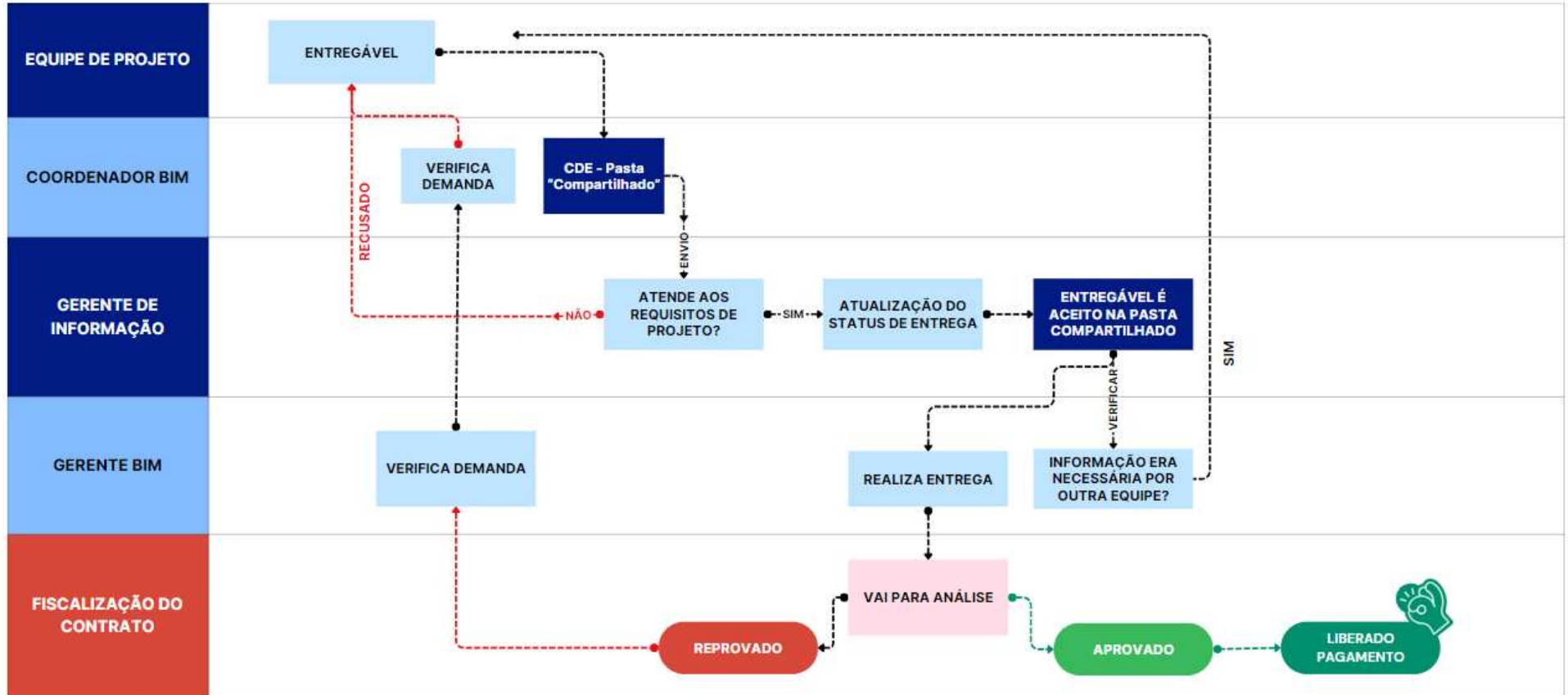


Figura 25 - Fluxo de Trabalho 2 – Controle de Qualidade dos Entregáveis



A fiscalização de contratos, quando existente, deve seguir um fluxo de trabalho específico e possuir diretrizes claras para a realização das entregas. O fluxo de trabalho apresentado é destinado ao desenvolvimento interno, isto é, quando a instituição ou empresa não terceiriza a execução dos projetos. Um exemplo é a Diretoria de Projetos e Obras da UFV (DPO/UFV), que desenvolve os projetos internamente e terceiriza apenas a execução da obra.

Para empresas que participam de licitações, é fundamental utilizar esse fluxo para um controle de qualidade interno, sem excluir a etapa de análise e aprovação pela fiscalização.

Portanto, a metodologia proposta visa ser flexível e ágil no gerenciamento de projetos, permitindo a adaptação conforme a natureza do projeto e as necessidades do cliente para quem o empreendimento está sendo desenvolvido.

7. CONCLUSÕES

A implementação da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) e de soluções como o CDE (*Common Data Environment*) no Brasil ainda enfrenta desafios significativos, especialmente devido ao desconhecimento e à resistência à mudança. Muitos profissionais estão habituados a práticas de trabalho individuais, o que dificulta a adaptação a novas ferramentas e metodologias. Para superar essa barreira, é essencial incorporar o ensino do BIM e de metodologias colaborativas nas disciplinas de graduação, preparando os futuros profissionais para adotar essas tecnologias desde o início de suas carreiras.

Mesmo para profissionais experientes, a utilização de funcionalidades do CDE associada a uma gestão eficiente de entregáveis e definição de prazos é imprescindível. Empresas que já adotaram o BIM e possuem uma gestão orientada a essas tecnologias encontram no CDE uma ferramenta indispensável para aprimorar seus fluxos de trabalho. No entanto, é crucial que os processos e entregáveis sejam ajustados ao nível de maturidade BIM da empresa, permitindo um progresso gradual e consistente. Esse achado corrobora a pesquisa de Wen et al. (2021), que destacam que o potencial de transformação do BIM e do CDE está diretamente relacionado ao nível de maturidade digital e gerencial das organizações, o que reforça a necessidade de um planejamento

estratégico focado no desenvolvimento gradual das capacidades de cada equipe.

A colaboração no fluxo de trabalho é particularmente visível em projetos de edificações, onde a abundância de detalhes e a interoperabilidade entre diferentes ferramentas facilitam o gerenciamento. Por outro lado, em projetos de infraestrutura, especialmente Obras de Artes Especiais, a falta de clareza e de padronização do nível de detalhamento pode comprometer a efetividade do BIM e do CDE, o que se alinha aos desafios apresentados por Chen e Tang (2019) na integração de BIM com novos campos de conhecimento, como o GIS. Esta lacuna representa uma oportunidade para o desenvolvimento de fluxos de trabalho mais específicos para esses empreendimentos.

A eficácia do CDE depende de uma gestão de projetos bem estruturada e orientada para a colaboração. Isso requer uma equipe em sincronia, com padronização de documentos, organização de prazos e definição clara de entregáveis. A experiência deste estudo evidencia que a ausência de um BEP (Plano de Execução BIM) bem elaborado, que considere as necessidades específicas de cada disciplina, pode comprometer o cronograma e a escolha adequada dos membros técnicos da equipe.

Ainda existem lacunas na implantação do BIM associadas ao gerenciamento de projetos, como a elaboração do BEP sem considerar as necessidades específicas das disciplinas, o que impacta diretamente o cumprimento do cronograma e a qualidade das entregas. A estruturação de um fluxo de trabalho baseado em um mapa de processos bem definido, com hierarquias consistentes, e uma matriz de responsabilidades clara é essencial para um gerenciamento de projetos bem-sucedido.

Apesar dos desafios, a implementação do BIM e do CDE pode trazer inúmeros benefícios para a gestão de projetos no setor de construção. No entanto, é necessário abordar questões como a interoperabilidade entre metodologias BIM e GIS, o nível de detalhamento em modelos de pontes e o controle de qualidade dos entregáveis, eventualmente a complementação dos estudos sobre a utilização de AR/VR e IA. Essas áreas representam oportunidades para futuras pesquisas que podem contribuir para a evolução contínua do BIM no Brasil.

Por fim, embora o estudo tenha abordado questões relevantes para a implementação de BIM e CDE no Brasil, outras lacunas, como a criação de métricas objetivas para avaliar a maturidade BIM das empresas e a integração de processos colaborativos no gerenciamento de infraestrutura, permanecem inexploradas. Essas áreas oferecem um amplo campo para futuras pesquisas que busquem consolidar a adoção do BIM no país e contribuir para a evolução contínua e sustentada das práticas de gerenciamento de projetos na indústria da construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCA. **ISO 19650: o que é?** 2022. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/iso-19650-o-que-e/>. Acesso em: 09 mar. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia**: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília: ABDI, 2017. Guia 4.

AGUIAR, L. P.; FACIN, A. L. F.; VALE, J. W. S. P.; MORAES, R.O. Comparação de Desempenho de Projetos que Utilizam Boas Práticas do PMI e Metodologia FEL. **VI SINGEP**: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade, São Paulo, p. 1-17, 13 nov. 2017.

AIA. (2013). AIA contract document G202-2013, building information modeling protocol form. Washington, DC: American Institute of Architects.

ALBANESI, T. A importância da Padronização na Gestão do Processo de Implementação BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 7., 2021, Londrina. **Anais...** Londrina: PPU/UEL/UEM, 2021. P.1-10. DOI <https://doi.org/10.29327/sbqp2021.437986>

AMORIM, S.R.L. **Gerenciamento e coordenação de Projetos BIM**: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos. 1 ed. – [Reimpr.]. - Rio de Janeiro: LTC, 2020.

ANTUNES, C. E.; SCHEER, S. Requisitos de informação e mapas do processo de projeto de estruturas em concreto armado: um estudo de caso utilizando a metodologia IDM. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v.5, n.1, p. 18-34, jan./jun. 2014.

ARAÚJO, A. N. D. de. BIM (Building Information Modelling). **Projeto Acg, Arquitetura e computação gráfica**. Disponível em: <http://www.projetoacg.com/index.php/servicos/bim/>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas práticas em BIM**. Agosto, 2015.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 19650-2**: Organização da informação acerca de trabalhos da construção - Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção - Parte 2: Fase de entrega de ativos. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 26 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965**: Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO DE GESTORES E COORDENADORES DE PROJETOS. Manual de escopo de serviços para Coordenação de Projetos. 2003b. 105 p.

AXELOS. **Managing successful projects with PRINCE2®**. 6. ed. London: The Stationery Office (TSO), 2017.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. 2009, 254 f. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Construção Civil do Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BARBOSA, P. T., PINHEIRO, N. P. M. e SANTOS Jr, W. L. (2013). Metodologia FEL: sua importância na avaliação de riscos e redução de impactos em escopo, tempo e custo de projetos complexos de engenharia. In: **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2013, Salvador. Anais. Salvador, Bahia.

BARBOSA, P. T., PINHEIRO, N. P. M. e SANTOS JR, W. L. Metodologia FEL: sua importância na avaliação de riscos e redução de impactos em escopo, tempo e custo de projetos complexos de engenharia. In: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2013, Salvador. **Anais**. Salvador, Bahia.

BARISON, M.B.; SANTOS, E.T. An overview of BIM specialists. In: ICCBE-International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, 2010, Proceedings. 2010. 6p.

BARSHOP, P. **Best practice pays off**. **European Chemical News**, v. 79, p 16-17, 2, 2004.

BEETZ, J.; BORRMANN, A.; WEISE, M. **Building Information Modeling**: Technology foundations and industry practice. Chapter 6 – Process-Based Definition of Model Content. Germany: Springer, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3>. Acesso em: 27 dez. 2022.

BIMforum. (2013). Level of development specification. Retrieved from <http://bimforum.org/wpcontent/uploads/2013/08/2013-LOD-Specification.pdf>. Accessado Mar.2023.

BORRMANN, A.; KONIG, M.; KOCH, C.; BEETZ, J. **Building Information Modeling**: Technology foundations and industry practice. Chapter 1 – Building Information Modeling: Why? What? How?. Germany: Springer, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3>. Acesso em: 27 dez. 2022.

BRASIL. Constituição (1988). Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020. Brasília, DF, 03 abr. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). Lei nº 14.133, de 01 de abril de 2021. Brasília, DF, 01 abr. 2021.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Técnicas de Auditoria: Mapa de Processos - Brasília: TCU, Coordenadoria de Fiscalização e Controle, 2000. 18 p.

CERTI, Grupo. **O que é BIM? Conceito, aplicações e desafios da Modelagem da Informação da Construção**. 2024. Disponível em: <https://certi.org.br/blog/o-que-e-bim-conceito-aplicacoes-e-desafios/>. Acesso em: 04 out. 2024.

CHECCUCCI, E. de S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. de. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura. In: CONGRESSO DE I A SOCIEDADE IBERO AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL: KNOWLEDGE-BASED DESIGN – BLUCHER DESIGN PROCEEDINGS, 17., 2014, São Paulo. Anais... São Paulo: SIGRADI 2014 - Blucher, 2014. p. 307-311.

CHECCUCCI, E.S; PEREIRA, A.P.C.; AMORIM, A.L. Colaboração e Interoperabilidade no contexto da Modelagem da Informação da Construção (BIM). In: XV SIGRADI, 2011, Santa Fé. **Artigo**. Santa Fé: SIGRADI, 2011. p. 482-485. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277248902>. Acesso em: 23 out. 2022.

CHEN, C.; TANG, L. BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance. **Automation In Construction**, [S.L.], v. 107, p. 102944, nov. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102944>.

CHEN, K.; CHEN, W.; CHENG, J. C. P.; WANG, Q. Developing Efficient Mechanisms for BIM-to-AR/VR Data Transfer. **Journal Of Computing In Civil Engineering**, [S.L.], v. 34, n. 5, set. 2020. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)cp.1943-5487.0000914](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)cp.1943-5487.0000914)

CLELAND, D. I. and IRELAND., L. R. (2011). **Project management: strategic design and implementation**. McGraw-Hill Education.

CONSTRUCTION INDUSTRY COUNCIL. **BIM PROTOCOL**: Standard Protocol for use in projects using Building Information Models. 2 ed. Great Britain, 2018.

COOPER, R.G., EDGETT, S.J., & KLEINSCHMIDT, E.J. (2002). **Optimizing the stage-gate process: What best-practice companies do** – II. "Research-Technology Management," 45(1), 45-57.

CROTTY, Ray; **The Impact of Building Information Modelling**. SPON Press. Nova lorque, 2012.

EADIE, R.; BROWNE, M.; ODEYINKA, H.; MCKEOWN, C.; MCNIFF, S. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: an analysis. **Automation In Construction**, [S.L.], v. 36, p. 145-151, dez. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.001>.

EASTMAN, C. M. Modeling of buildings: evolution and concepts. **Automation in Construction**, v. 1, n. 2, 1992, p.99-109. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/journal/09265805>. Acesso em: 24 jan. 2023.

EASTMAN, C. M.; SACKS, R. e LEE, G. **Functional modeling in parametric CAD systems**. In: ACADIA Conference 2004, 2004, Toronto. Disponível em http://bim.arch.gatech.edu/data/reference/Functional%20modeling%20in%20parametric%20CAD%20systems_GCAD2004.pdf. Acesso em: 24 jan. 2023.

FALLON, K. K.; PALMER, M. E. 2007. NISTIR 7417. **General Buildings Information Handover Guide: Principles, Methodology and Case Studies**. US Department of Commerce. National Institute of Standards and Technology: 2007.

FARIAS, J. C. **O QUE É UM AMBIENTE COMUM DE DADOS (CDE)?** 2020. SPBIM. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-um-ambiente-comum-de-dados-cde/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

FERREIRA, G. S. (2011). **Análise e desenvolvimento de projetos de empreendimentos minerais: um estudo sobre a aplicação da metodologia Front end Loading**. 2011. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **BIM - Modelagem de informação na construção**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/par/bim-modelagem-de-informacao-na-construcao>. Acesso em: 04 out. 2024.

GALLELLO, D. 2008. **The new “Must Have” – The BIM manager**. AECbytes Viewpoint, 34. Disponível em: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2008/issue_34.html. Acesso em: 22 fev. 2023.

GEORGE, R. T. (2007). **Information Flow to Support Front End Planning**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Univerdidade de Clemson, Carolina do Sul.

GEORGE, R. T. **Information Flow to Support Front End Planning**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de Clemson, Carolina do Sul, 2007.

GRAZIANO, F. **Compatibilização de projetos**. 2003. 145 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 2003.

GUIGNONE, G. **11 ERROS EM PLANOS DE EXECUÇÃO BIM E COMO EVITÁ-LOS**. 2021. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/11-erros-em-planos-de-execu%25C3%25A7%25C3%25A3o-bim-e-como-evit%25C3%25A1-los-guignone/?trackingId=RByfw7G7bzFDLBCppb%2BlpA%3D%3D>. Acesso em: 17 jan. 2024.

GUO, Kai; ZHANG, Limao. Multi-objective optimization for improved project management: current status and future directions. **Automation In Construction**, [S.L.], v. 139, p. 104256, jul. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104256>.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 21500:2021 - Project, programme and portfolio management — Context and concepts*. Geneva: ISO, 2021.

KERZNER, H. **Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling**. 12. ed. Hoboken: Wiley, 2017.

KIPPER, L.; NARA, E.; MENDES, F. **Gestão por Processos Aplicada à Gestão de Projetos: uma metodologia para gerenciamento de projetos na indústria**. *Sistemas & Gestão*, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 402-414, 2013. LATEC. <http://dx.doi.org/10.7177/sg.2013.v8.n4.a7>.

KNUTT, E. (2015). The BIM Manager: breaking new ground. [Online] *Bimplus.co.uk*. Available at: <http://www.bimplus.co.uk/news/bim-manager-breaking-new-ground/> [Accessado em: 08 mar. 2023].

KOUIDER, T., SYKES, P., HAMMA-ADAMA, M. 2019. BIM manager, coordinator, consultant, analyst..., what does a confused AEC industry need? In Kouider, T. and Andersen, P.J. (eds.) 2019. **Proceedings of the 8th International congress on architectural technology (ICAT 2019) [online]: architectural technology, facing the renovation and refurbishment challenge**, 15 November 2019, Odense, Denmark. Aberdeen: Robert Gordon University, pages 67-88.

KVAN, T. Collaborative design: what is it? **Automation in Construction**, v. 9, n. 4, 2000, p.409-415. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/journal/09265805>. Acessado em: 22 fev. 2023.

LIU, H.; SINGH, G.; LU, M.; BOUFERGUENE, A.; AL-HUSSEIN, M. BIM-based automated design and planning for boarding of light-frame residential buildings. **Automation In Construction**, [S.L.], v. 89, p. 235-249, maio 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.001>.

MACIEL, B. **Robustez na Gestão de Processos - Metodologia DOMP. 2016**. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/robustez-na-gest%C3%A3o-de-processos-metodologia-domp-bruno-maciel/> Acesso em: 17 jan. 2024.

MAHDAVI, A. **Computational building models: theme and four variations**. In: International IBPSA Conference, 8, 2003, Eindhoven. 3-17. Disponível em http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2003/BS03_0003_18.pdf. Acesso em: 24 jan. 2023.

MANENTI, E.M. **Diretrizes para elaboração do Plano de Execução BIM para contratos de projetos de edificações**. 2018. 183f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. 2013, 311 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Área de concentração: Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso e exemplos**. São Paulo: Pini, 2006.

MCPARTLAND, Richard. **What is the Common Data Environment (CDE)?** NBS. Disponível em: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-common-data-environment-cde>. Acesso em: 01 mar. 2023.

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR. **Building Information Modelling – BIM**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/building-information-modelling-bim>. Acesso em: 04 out. 2024.

MEDEIROS, M.L. **Ambiente Comum de Dados (CDE) aplicado a projetos multidisciplinares de engenharia**. 2023. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2023.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**. 1994. 310 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MENDONÇA, K. R. M.; SOUSA, P. G.; GUEDES, E. S. R.. ORÇAMENTAÇÃO DE OBRA: Análise comparativa entre metodologia tradicional e BIM. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 11, p. 93096-93119, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n11-644>.

MOTTA, O. M, QUELHAS; O. L. G. e FILHO, J. R. F. (2011). Alinhando os objetivos técnicos do projeto às estratégias de negócio: contribuição da metodologia fel no pré-planejamento de grandes empreendimentos de negócio. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 4, p. 99–117.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A Contribuição da Tecnologia da Informação ao Processo de Projeto na Construção Civil. In: Workshop Nacional - Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos. **Anais** do Workshop Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. São Carlos, 2001.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **National Building Information Modeling Standard (NBIMS-US) Version 3**. Washington, DC: National Institute of Building Sciences, 2015.

NAVARRETE, P. F. and COLE, W. C. (2001). **Planning, Estimating, And Control Of Chemical Construction Projects**. 2 ed. Estados Unidos: Editora Marcel Dekker.

NIBS. **National Building Information Modeling Standard**. National Institute of Building Sciences, 2007, 183 p.

NUNES, L. A. **Abordagem para o gerenciamento eficiente de dados de modelos ifc de pontes**. 2024, 120 f. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2024. No prelo.

PAIVA, D.; ABREU, E. K.; OLIVEIRA, L.; SPORKENS, M.; FERREIRA, S. L.. Requisitos normativos da ISO 19650 para o CDE – Análise de conformidade. **4º Congresso Português de ‘Building Information Modelling’ Vol. 2 - PtBIM**, [S.L.], p. 257-267, 3 maio 2022. UMinho Editora. <http://dx.doi.org/10.21814/uminho.ed.77.22>.

PARANÁ. SECRETARIA DO ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA. **Caderno BIM**: coletânea de cadernos orientativos: caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações. Curitiba: Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, 2018.

PARANÁ. SECRETARIA DO ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA. **Caderno BIM**: coletânea de cadernos orientativos: caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações. Curitiba: Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, 2023.

PARANÁ. SECRETARIA DO ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA. **Caderno BIM**: coletânea de cadernos orientativos: caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Infraestrutura Rodoviária. Curitiba: Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, 2022.

PAS 1192-2. (2013). **Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling**. London, UK: British Standards Institution.

PEINADO, H.S.; PRATES, J.S.; RUSCHEL, R.C. Alinhamento das diretrizes de Plano de Execução BIM em guias brasileiros com a ISO 19650-2:2018. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2021. P.1-9. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/576>. Acesso em: 06 fev. 2023.

PMKB - Project Management Knowledge Base. **Gestão e Coordenação: qual a diferença afinal?** 2018. Disponível em: <https://pmkb.com.br/gestao-e-coordenacao-qual-diferenca-afinal-2/>. Acesso em: 15 abr. 2024.

PREIDEL, C.; BORRMANN, A.; MATTERN, H.; KONIG, M; SCHAPKE, S. **Building Information Modeling**: Technology foundations and industry practice. Chapter 15 – Common Data Environment Germany: Springer, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3>. Acesso em: 27 dez. 2022.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)**. 7. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021.

RIBEIRO, R. R.; CÉSAR JÚNIOR, K. M. L.. Modelagem paramétrica baseada em objetos em BIM para o projeto estrutural: Estudo de caso de fundações tipo tubo. **Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [S.L.], v. 12, p. 1-22, 12

out. 2021. Universidade Estadual de Campinas.
<http://dx.doi.org/10.20396/parc.v12i00.8653835>

RODRIGUES, M.; HEINECK, L. Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte. In: II Simpósio Brasileiro de gestão da qualidade e organização do trabalho no ambiente construído, 2001, Fortaleza. **Proceedings**. 2001.

SACKS, R.; BLOCH, T.; KATZ, M.; YOSEF, R. Automating Design Review with Artificial Intelligence and BIM: state of the art and research framework. **Computing In Civil Engineering 2019**, [S.L.], 13 jun. 2019. American Society of Civil Engineers. <http://dx.doi.org/10.1061/9780784482421.045>.

SACKS, R.; GIROLAMI, M.; BRILAKIS, I. Building Information Modelling, Artificial Intelligence and Construction Tech. **Developments In The Built Environment**, [S.L.], v. 4, p. 100011, nov. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100011>

SANTOS, E. T. 2009. Building Information Modeling and Interoperability. In: Congreso de la Sociedad Ibero-Americana de Gráfica Digital, 13. **Anais...** São Paulo:Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2009.

SARDE, R. R., PETH, M., GALLI, J. and KATTA, H. (2016). An Overview of Front-End Planning for Construction Projects. **International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)**, v. 3, n. 7, p. 1–4.

SCHEER, S., AYRES FILHO, C. 2009. Abordando a BIM em níveis de modelagem. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção De Edifícios, 9. São Carlos. **Anais...** São Paulo: USP, 2009. p. 591-601.

SCHEFFER, M.; MATTERN, H.; KÖNIG, M. **Building Information Modeling: Technology foundations and industry practice**. Chapter 13 – BIM Project Management. Germany: Springer, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3>.

SCHIAVI, B.; HAVARD, V.; BEDDIAR, K.; BAUDRY, D. BIM data flow architecture with AR/VR technologies: use cases in architecture, engineering and construction. **Automation In Construction**, [S.L.], v. 134, p. 104054, fev. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104054>.

SEBRAE. Inovação na construção civil: BIM. **Resposta. Técnica**. Construção Civil. 2014, 8p. Acessado em: 20 abr. 2023.

SIEGELAUB, J. M. (2004) **How PRINCE2 Can Complement PMBOK and Your PMP**. In: 2004 PMI Global Congress Proceedings. Anais. Anaheim: 2004, p. 1–7.

SIST EN ISO 12006-3:2022 - Building construction - Organization of information about construction works - Part 3: Framework for object-oriented information (ISO 12006-3:2022)

SOTILLE, M. **ISO 21500: Orientações sobre Gerenciamento de Projetos**. 2012. Disponível em: <https://blog.pmtech.com.br/iso-21500-orientacoes-sobre-gerenciamento-de-projetos/>. Acesso em: 09 jul. 2024.

TULKE, J.; SCHUMANN, R. BIM Manager. **Building Information Modeling**, [S.L.], p. 293-302, 2018. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_16

UK BIM FRAMEWORK. **Information management according to BS EN ISO 19650 – Guidance Part E – Tendering and appointments**. Reino Unido: UK BIM Framework, 2020.

WEN, Q.; REN, Z.; LU, H.; WU, J. The progress and trend of BIM research: a bibliometrics-based visualization analysis. **Automation In Construction**, [S.L.], v. 124, p. 103558, abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103558>.

APÊNDICE A – Plano de Execução BIM

1. IDENTIFICAÇÃO

DADOS DO OBJETO LICITADO

Descrição do objeto:			
Endereço:			
Área (m²):			
Nº Edital:		Data de publicação do edital:	
Modalidade de contratação:			
Data de assinatura do contrato:		Data da Ordem de Início:	
Prazo de execução:		Data de Finalização:	

DADOS DO CONTRATANTE

Órgão/Empresa contratada:		Email:	
Endereço:		Telefone:	
Gestor do contrato:		Email:	
Endereço:		Telefone:	
Fiscal do contrato:		Email:	
Endereço:		Telefone:	
Órgão relacionado:		Email:	
Endereço:		Telefone:	
Responsável:			

DADOS DO CONTRATADO

Diretor da empresa:		CREA/CAU/MASP/CPF:	
Gerente de Projetos:		CREA/CAU/MASP/CPF:	
Coordenador do contrato:		CREA/CAU/MASP/CPF:	

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

PIR = Requisitos de Informação de Projeto

2. DADOS DE PROJETO

DADOS ADOTADOS NO PROJETO

Item	Dado	Comentários
Coordenadas Geográficas do empreendimento	Latitude: 6°21'42.33"S Longitude: 38°51'54.36"O	Todos os arquivos devem estar georreferenciados, compatibilizados com o modelo topográfico
Ponto de Interação	Ponto inferior esquerdo da ponte, por exemplo.	Deve-se definir um ponto zero local que funcionará como um ponto de ação comum para todos. Pode ser criado um arquivo modelo para que os membros usem como base para colocar seus arquivos de modelo. Se o projeto estiver dividido em vários arquivos, o mesmo ponto de interação será utilizado em todos os arquivos.
Unidades SI	m; m ² ; segundos; cargas e forças concentradas: kN, kN/m, kN/m ² ; pesos: kN/m ³ ; tensões e resistências: MPa (MN/m ²); momentos: kN.m	Deve-se compatibilizar todas as unidades em comum dos modelos.
Definições de layout	numeração e/ou nome dos níveis, por exemplo	Todos os modelos devem conter os mesmos níveis de referência com as mesmas nomeações; bem como todas as demais informações que forem pertinentes comuns entre os modelos
Documentação	Plantas baixas e cortes - 1:50 ou 1:75 ou 1:100	Todos os projetos devem possuir detalhamentos de todas as medidas adotadas; memoriais descritivos e de cálculo justificados conforme as normativas de cada disciplina e formatados; entrega dos arquivos nativos e padrão neutro no formato .ifc; seguir as normas de representação gráfica apresentadas no item 11. Anexos ou em demais normas não citadas.
	Implantação - 1:100 ou 1:200	
	Urbanização/locação - 1:100 ou 1:200	
	Situação - 1:500 ou 1:1000 ou 1:2000	
	Terraplenagem - 1:500 ou 1:1000 ou 1:2000	
	Planta e perfil de rede de água e esgoto: Horizontal - 1:2000 Vertical - 1:200	
	Planta de localização no município - SEM ESCALA	
	Planta de forma - 1:50 ou 1:100	
	Planta de armação ou ferragem - 1:50	
	Planta de cobertura - 1:50 ou 1:75 ou 1:100	
	Detalhes de Arquitetura - 1:20 ou 1:25	
	Detalhes Hidrossanitários e Pluviais - 1:10 ou 1:20	
	Isometria - 1:25	
	Esquema Vertical - SEM ESCALA	
Detalhes específicos, peças menores - 1:10 ou 1:25		

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

3. ESPECIFICAÇÃO DE FERRAMENTA

3.1 - FERRAMENTAS BIM E CAD

Fabricante	Ferramenta	Plug-in	Versão	Disciplina	Extensão nativa

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

OIR = Requisitos de Informação da Organização

4. REQUISITOS DE INFORMAÇÃO

4.1 INFORMAÇÕES MÍNIMAS OBRIGATÓRIAS

Preenchido conforme exigência da contratante (Termo de Referência ou Manual de Representação)

Item	Disciplina	Código da Disciplina	Descrição
1	Topografia	TOP	Coordenada de projeto
			Identificação e localização de logradouros
			Levantamento das medidas dos logradouros, com comprimentos, largura e área
		
2	Estudos Geotécnicos	GET	
3	Estudos Hidrológicos	HDL	
4	Estudos Ambientais	AMB	
5	Estruturas	EST	
6	Fundações	FUN	
7	Estruturas de Contenção	CON	
8	Drenagem	DRE	
10	Projeto Geométrico de Estradas	TGE	
11	Sinalização Rodoviária	SIN	Sinalização Vertical
			Sinalização Horizontal
12	Orçamento e Planejamento	ORC	
13	Outros	-	-

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

EIR = Requisitos de Troca de Informação

4. REQUISITOS DE INFORMAÇÃO

4.2 TROCA DE INFORMAÇÕES E COMUNICAÇÃO

2.3.1 - Ambiente comum de dados (CDE) ou Gerenciador Eletrônico de Documentos - CONTRATANTE

2.3.2 - Ambiente comum de dados (CDE) ou Gerenciador Eletrônico de Documentos - CONTRATADA

2.3.3 - Plano de Comunicação e Colaboração

2.3.4 - Especificações para apresentação dos projetos

2.3.5 - Responsabilidade de Exportação

2.3.6 - Estratégia de Federação

2.3.7 - Padrão de nomenclatura

3.3.1 - NÍVEIS DE COMUNICAÇÃO

NÍVEL	Descrição	Responsável	Direcionamento
<i>Dúvida simples</i>	<i>Referem-se a dúvidas internas da empresa, que podem e devem ser sanadas pela própria contratada.</i>	<i>Gerente BIM ou Coordenador BIM</i>	<i>Interno - entre a equipe de projetos.</i>
<i>Dúvidas de média relevância</i>	<i>Referem-se a dúvidas que o gerente BIM da empresa não possa dar solução sem o auxílio da Fiscalização ou núcleo responsável, mas tem baixo impacto no projeto, ou seja, não impacta no tempo de projeto por não travar o avanço deste.</i>	<i>Autor da dúvida ou Gerente BIM</i>	<i>Via CDE.</i>
<i>Dúvidas de grande relevância</i>	<i>Referem-se a dúvidas que podem acarretar em alteração da solução do projeto, impacta no tempo de execução do objeto contratado e depende do direcionamento do contratante.</i>	<i>Gerente BIM</i>	<i>Formalização administrativa por meio de Sistema Eletrônico ou sistema próprio (email, CDE para gerência, etc.)</i>
<i>Formalizações</i>	<i>Todas as reuniões não programadas do andamento do contrato e que necessitam de debate em comissão para decisões de projeto.</i>	<i>Gerente BIM ou fiscal do contrato</i>	

3.3.2 - PLANO DE COMUNICAÇÃO E COLABORAÇÃO

Tipo de reunião (programada)	Etapa	Participantes	Profissionais	Recursos	Frequência	Local

3.3.3 - GRAU DE CRITICIDADE E PRAZOS

Grau de criticidade do BCF / tarefa	Prazo
<i>Urgente/Crítica</i>	<i>Exemplo: 3 dias úteis</i>
<i>Alta</i>	<i>Exemplo: 5 dias úteis</i>
<i>Normal</i>	<i>Exemplo: 7 dias úteis</i>
<i>Baixa</i>	<i>Exemplo: 10 dias úteis</i>

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

5. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

			DISCIPLINAS		TROCA DE DADOS #01	
					ESTÁGIO	ESTUDO PRELIMINAR
ENTREGÁVEL	DESCRIÇÃO	FORMATOS DE TROCA	SOLICITANTE	ORIGINADOR	RESPONSÁVEL	DATA PREVISTA
MODELOS						
Informações topográficas	Situação em planta indicando construções existentes e o obstáculo a ser transposto (levantamento topográfico em escalas apropriadas etc).	.ifc	EST	TOP		
Informações topográficas	Curvas de nível	.ifc	EST	TOP		
Informações hidráulicas	Sistema de drenagem da superestrutura da ponte	.ifc	EST	DRE		
Informações sobre a faixa de rolamento	Definição do tipo de pavimento (características dos materiais)	.ifc / pdf	EST	PAV		
DESENHOS (DO MODELO)						
Informações hidráulicas	Definição da sarjeta e vazão projetada	.ifc	TGE	DRE		
RELATÓRIOS						
ESPECIFICAÇÕES						
OUTROS						

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

5. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES						
ENTREGÁVEL	DESCRIÇÃO	FORMATOS DE TROCA	DISCIPLINAS		TROCA DE DADOS #02	
			SOLICITANTE	ORIGINADOR	ESTÁGIO	CONCEPÇÃO
					RESPONSÁVEL	DATA PREVISTA
MODELOS						
Informações topográficas	Situação em planta indicando construções existentes e o obstáculo a ser transposto (levantamento topográfico em escalas apropriadas etc).	.ifc	EST	TOP		
Informações topográficas	Curvas de nível	.ifc	EST	TOP		
Informações hidráulicas	Sistema de drenagem da superestrutura da ponte	.ifc	EST	DRE		
Informações sobre a faixa de rolamento	Definição do tipo de pavimento (características dos materiais)	.ifc / pdf	EST	PAV		
DESENHOS (DO MODELO)						
Informações hidráulicas	Definição da sarjeta e vazão projetada	.ifc	TGE	DRE	Drenagem	4/12/2024
RELATÓRIOS						
ESPECIFICAÇÕES						
OUTROS						

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

5. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES						
ENTREGÁVEL	DESCRIÇÃO	FORMATOS DE TROCA	DISCIPLINAS		TROCA DE DADOS #03	
			SOLICITANTE	ORIGINADOR	ESTÁGIO	PROJ. BÁSICO
					RESPONSÁVEL	DATA PREVISTA
MODELOS						
Informações topográficas	Situação em planta indicando construções existentes e o obstáculo a ser transposto (levantamento topográfico em escalas apropriadas etc).	.ifc	EST	TOP	Topografia	4/9/2024
Informações topográficas	Curvas de nível	.ifc	EST	TOP	Topografia	4/9/2024
Informações hidráulicas	Sistema de drenagem da superestrutura da ponte	.ifc	EST	DRE	Drenagem	4/19/2024
Informações sobre a faixa de rolamento	Definição do tipo de pavimento (características dos materiais)	.ifc / pdf	EST	PAV		
DESENHOS (DO MODELO)						
Informações hidráulicas	Definição da sarjeta e vazão projetada	.ifc	TGE	DRE		
RELATÓRIOS						
ESPECIFICAÇÕES						
OUTROS						

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

5. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES						
ENTREGÁVEL	DESCRIÇÃO	FORMATOS DE TROCA	DISCIPLINAS		TROCA DE DADOS #04	
			SOLICITANTE	ORIGINADOR	ESTÁGIO	PROJ. EXECUTIVO
					RESPONSÁVEL	DATA PREVISTA
MODELOS						
Informações topográficas	Situação em planta indicando construções existentes e o obstáculo a ser transposto (levantamento topográfico em escalas apropriadas etc).	.ifc	EST	TOP		
Informações topográficas	Curvas de nível	.ifc	EST	TOP		
Informações hidráulicas	Sistema de drenagem da superestrutura da ponte	.ifc	EST	DRE		
Informações sobre a faixa de rolamento	Definição do tipo de pavimento (características dos materiais)	.ifc / pdf	EST	PAV	Pavimentação	4/29/2024
DESENHOS (DO MODELO)						
Informações hidráulicas	Definição da sarjeta e vazão projetada	.ifc	TGE	DRE		
RELATÓRIOS						
ESPECIFICAÇÕES						
OUTROS						

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

5. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES						
ENTREGÁVEL	DESCRIÇÃO	FORMATOS DE TROCA	DISCIPLINAS		TROCA DE DADOS #05	
			SOLICITANTE	ORIGINADOR	ESTÁGIO	ENTREGA FINAL
					RESPONSÁVEL	DATA PREVISTA
MODELOS						
Informações topográficas	Situação em planta indicando construções existentes e o obstáculo a ser transposto (levantamento topográfico em escalas apropriadas etc).	.ifc	EST	TOP		
Informações topográficas	Curvas de nível	.ifc	EST	TOP		
Informações hidráulicas	Sistema de drenagem da superestrutura da ponte	.ifc	EST	DRE		
Informações sobre a faixa de rolamento	Definição do tipo de pavimento (características dos materiais)	.ifc / pdf	EST	PAV		
DESENHOS (DO MODELO)						
Informações hidráulicas	Definição da sarjeta e vazão projetada	.ifc	TGE	DRE		
RELATÓRIOS						
ESPECIFICAÇÕES						
OUTROS						

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

5. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

			DISCIPLINAS		TROCA DE DADOS #06	
ENTREGÁVEL	DESCRIÇÃO	FORMATOS DE TROCA	SOLICITANTE	ORIGINADOR	ESTÁGIO	CONSTRUÇÃO/EXECUÇÃO
					RESPONSÁVEL	DATA PREVISTA
MODELOS						
Informações topográficas	Situação em planta indicando construções existentes e o obstáculo a ser transposto (levantamento topográfico em escalas apropriadas etc).	.ifc	EST	TOP		
Informações topográficas	Curvas de nível	.ifc	EST	TOP		
Informações hidráulicas	Sistema de drenagem da superestrutura da ponte	.ifc	EST	DRE		
Informações sobre a faixa de rolamento	Definição do tipo de pavimento (características dos materiais)	.ifc / pdf	EST	PAV		
DESENHOS (DO MODELO)						
Informações hidráulicas	Definição da sarjeta e vazão projetada	.ifc	TGE	DRE		
RELATÓRIOS						
ESPECIFICAÇÕES						
OUTROS						

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

5. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES						
ENTREGÁVEL	DESCRIÇÃO	FORMATOS DE TROCA	DISCIPLINAS		TROCA DE DADOS #07	
			SOLICITANTE	ORIGINADOR	ESTÁGIO	EM USO
					RESPONSÁVEL	DATA PREVISTA
MODELOS						
Informações topográficas	Situação em planta indicando construções existentes e o obstáculo a ser transposto (levantamento topográfico em escalas apropriadas etc).	.ifc	EST	TOP		
Informações topográficas	Curvas de nível	.ifc	EST	TOP		
Informações hidráulicas	Sistema de drenagem da superestrutura da ponte	.ifc	EST	DRE		
Informações sobre a faixa de rolamento	Definição do tipo de pavimento (características dos materiais)	.ifc / pdf	EST	PAV		
DESENHOS (DO MODELO)						
Informações hidráulicas	Definição da sarjeta e vazão projetada	.ifc	TGE	DRE		
RELATÓRIOS						
ESPECIFICAÇÕES						
OUTROS						

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

5. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

5.3 MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

Atividade	Gestor do contrato	Gerente BIM	Gerente de Informação	Coordenador BIM	Equipe de Projeto	Contratante
<i>Definição de Requisitos</i>	<i>V</i>	<i>M</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>E</i>
<i>Elaboração do PEB</i>	<i>M</i>	<i>E</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>I</i>	<i>V</i>
<i>Estudos Preliminares</i>	<i>I</i>	<i>M</i>	<i>I</i>	<i>M</i>	<i>E</i>	<i>V</i>
<i>Projeto Básico</i>	<i>I</i>	<i>M</i>	<i>I</i>	<i>M</i>	<i>E</i>	<i>V</i>
<i>Projeto Executivo</i>	<i>I</i>	<i>M</i>	<i>I</i>	<i>M</i>	<i>E</i>	<i>V</i>
<i>Aprovações</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>I</i>	<i>M</i>	<i>I</i>	<i>E</i>
<i>Entrega Final</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>E</i>	<i>P</i>	<i>V</i>
LEGENDA		<i>E</i> - Executa	<i>V</i> - Valida	<i>P</i> - Participa	<i>M</i> - Monitora	<i>I</i> - Informado

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

6. CRONOGRAMA

(exemplo aplicado)			
Nome da tarefa	Duração	Início	Término
Planejamento dos serviços	10 dias	Qui 22/02/24	Qua 06/03/24
Reunião inicial de planejamento	1 dia	Qui 22/02/24	Qui 22/02/24
Organização da equipe	11 dias	Sex 23/02/24	Sex 08/03/24
Início da disciplina	1 dia	Seg 11/03/24	Seg 11/03/24
Estudos Preliminares e Projeto Básico	22 dias	Seg 11/03/24	Ter 09/04/24
Topografia e Traçado Geométrico	11 dias	Seg 11/03/24	Seg 25/03/24
Escolha da área de projeto	11 dias	Seg 11/03/24	Seg 25/03/24
Estudo Hidrológico	14 dias	Ter 26/03/24	Sex 12/04/24
Definição de altura máxima de cheia	14 dias	Ter 26/03/24	Sex 12/04/24
Geotecnica	16 dias	Ter 26/03/24	Ter 16/04/24
Sondagens e eventualmente, relatórios geológicos	7 dias	Ter 26/03/24	Qua 03/04/24
Dados sobre erosões (ou evoluções preocupantes na geomorfologia)	15 dias	Ter 26/03/24	Seg 15/04/24
Dados sobre taludes e encostas no terreno (ou que possam, no caso de acidente, atingir o terreno)	15 dias	Ter 26/03/24	Seg 15/04/24
Topografia	12 dias	Ter 26/03/24	Qua 10/04/24
Área de implantação com níveis	12 dias	Ter 26/03/24	Qua 10/04/24
Curvas de níveis	12 dias	Ter 26/03/24	Qua 10/04/24
Estudos Ambientais	3 dias	Qui 11/04/24	Seg 15/04/24
Impacto ambiental, agressividade do ambiente, limitações de qualquer natureza, etc	3 dias	Qui 11/04/24	Seg 15/04/24
Projetos	23 dias	Qui 11/04/24	Seg 13/05/24
Projeto Geométrico de Estradas	23 dias	Qui 11/04/24	Seg 13/05/24
Traçado da estrada; fluxo	10 dias	Qui 11/04/24	Qua 24/04/24
Condições de acesso à ponte	8 dias	Qui 11/04/24	Seg 22/04/24
Detalhamento e dimensionamento	15 dias	Ter 23/04/24	Seg 13/05/24
Entrega do modelo final	5 dias	Ter 14/05/24	Seg 20/05/24
Pavimentação	41 dias	Seg 25/03/24	Seg 20/05/24
Estudo de Tráfego com definição da classe de rodovia	21 dias	Seg 25/03/24	Seg 22/04/24
Definição da inclinação da faixa de rolamento	21 dias	Seg 25/03/24	Seg 22/04/24
Informações sobre a geometria da ponte (largura de faixa, acostamento, gabaritos, etc)	21 dias	Seg 25/03/24	Seg 22/04/24
Definição Prévia da Pavimentação	10 dias	Ter 16/04/24	Seg 29/04/24
Detalhamento e dimensionamento	10 dias	Ter 30/04/24	Seg 13/05/24
Entrega do modelo final	5 dias	Ter 14/05/24	Seg 20/05/24
Modelagem Arquitetônica	10 dias	Ter 23/04/24	Seg 06/05/24
Locação da ponte com definições dos vãos	5 dias	Ter 23/04/24	Seg 29/04/24
Definição dos apoios das pontes e posicionamento dos pilares	5 dias	Ter 30/04/24	Seg 06/05/24
Modelagem Estrutural	25 dias	Ter 07/05/24	Seg 10/06/24
Definição do trem-tipo e Análise estrutural	10 dias	Ter 07/05/24	Seg 20/05/24
Verificação da concepção básica arquitetônica	2 dias	Ter 21/05/24	Qua 22/05/24
Detalhamento e dimensionamento	8 dias	Qui 23/05/24	Seg 03/06/24
Entrega do modelo final	5 dias	Ter 04/06/24	Seg 10/06/24
Sinalização	20 dias	Ter 23/04/24	Seg 20/05/24
Definições básicas de sinalização horizontal e vertical	10 dias	Ter 23/04/24	Seg 06/05/24
Detalhamento e dimensionamento	5 dias	Ter 07/05/24	Seg 13/05/24
Entrega do modelo final	5 dias	Ter 14/05/24	Seg 20/05/24
Drenagem	52 dias	Seg 25/03/24	Ter 04/06/24
Entrega dos detalhes de sistemas que serão utilizados	15 dias	Seg 25/03/24	Sex 12/04/24
Informações sobre o fluxo de água do rio, seção de vazão, níveis máximo da água, altura de lâmina de água, etc.	15 dias	Seg 25/03/24	Sex 12/04/24
Levantamento de dados de projeto e definição prévia do sistema de drenagem a ser adotado	22 dias	Seg 25/03/24	Ter 23/04/24
Detalhamento e dimensionamento	15 dias	Qua 24/04/24	Ter 14/05/24
Entrega do modelo final	18 dias	Qua 15/05/24	Sex 07/06/24
Estruturas de Contenção	25 dias	Ter 16/04/24	Seg 20/05/24
Definição da estrutura com apresentação do modelo	10 dias	Ter 16/04/24	Seg 29/04/24
Detalhamento e dimensionamento	20 dias	Ter 30/04/24	Seg 27/05/24
Entrega do modelo final	10 dias	Ter 28/05/24	Seg 10/06/24
Fundações	25 dias	Qui 04/04/24	Qua 08/05/24
Definição da estrutura da fundação	10 dias	Qui 04/04/24	Qua 17/04/24
Detalhamento e dimensionamento	20 dias	Qui 18/04/24	Qua 15/05/24
Entrega do modelo final	10 dias	Qui 16/05/24	Qua 29/05/24
Orçamento	55 dias	Seg 25/03/24	Sex 07/06/24
Entrega do orçamento básico - sintético	35 dias	Seg 25/03/24	Sex 10/05/24
Entrega do orçamento final - analítico	20 dias	Seg 13/05/24	Sex 07/06/24
Concepção final	48 dias	Ter 16/04/24	Qui 20/06/24
Estudos Ambientais	44 dias	Ter 16/04/24	Sex 14/06/24
Relatório final dos Estudos Ambientais da Concepção escolhida	44 dias	Ter 16/04/24	Sex 14/06/24
Encerramento da disciplina	18 dias	Qua 05/06/24	Sex 28/06/24
Preparação para o Seminário II	10 dias	Qua 05/06/24	Ter 18/06/24
Seminário II	1 dia	Qua 19/06/24	Qua 19/06/24
Fim da disciplina de CIV796	6 dias	Qui 20/06/24	Qui 27/06/24
Fim do semestre	1 dia	Sex 28/06/24	Sex 28/06/24

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

7. ESTRATÉGIA DE FEDERAÇÃO

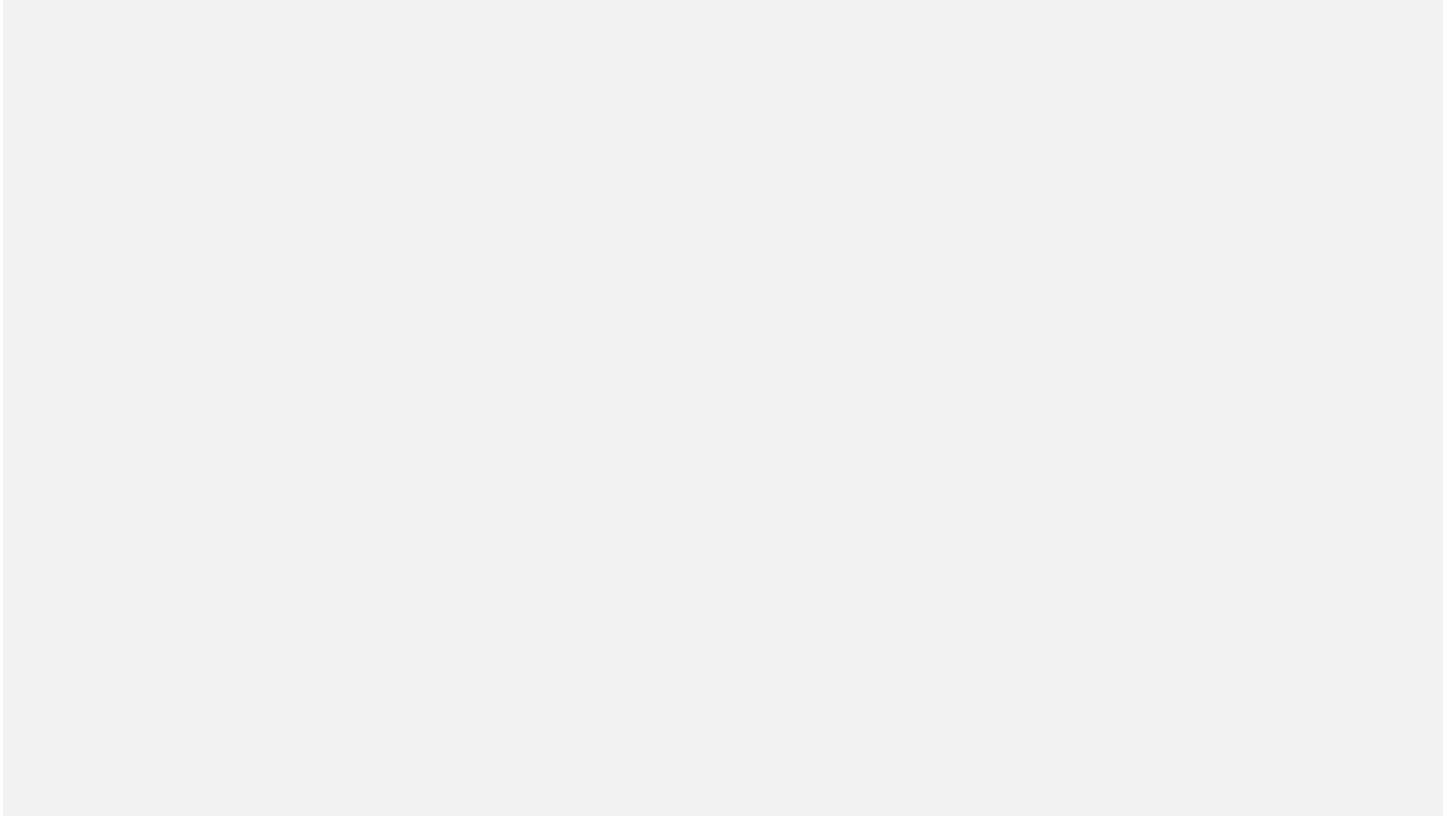
Modelo BIM	Por nível	Por zona	Por área	Por disciplina	Por edificação
<i>Topografia</i>	X	X	X		
<i>Terraplanagem</i>			X		
<i>Drenagem</i>				X	X
<i>Disciplina 1</i>					
<i>Disciplina 2</i>					
<i>Disciplina 3</i>					

PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

8. CLASH DETECTION

Disciplina	TOP	EST	DRE	ELE	PAV	DIS1	DIS2	DIS3	DIS4
EST			<i>Regras: Desconsiderar:</i>						
DRE									
FUN	<i>Regras: Desconsiderar:</i>								

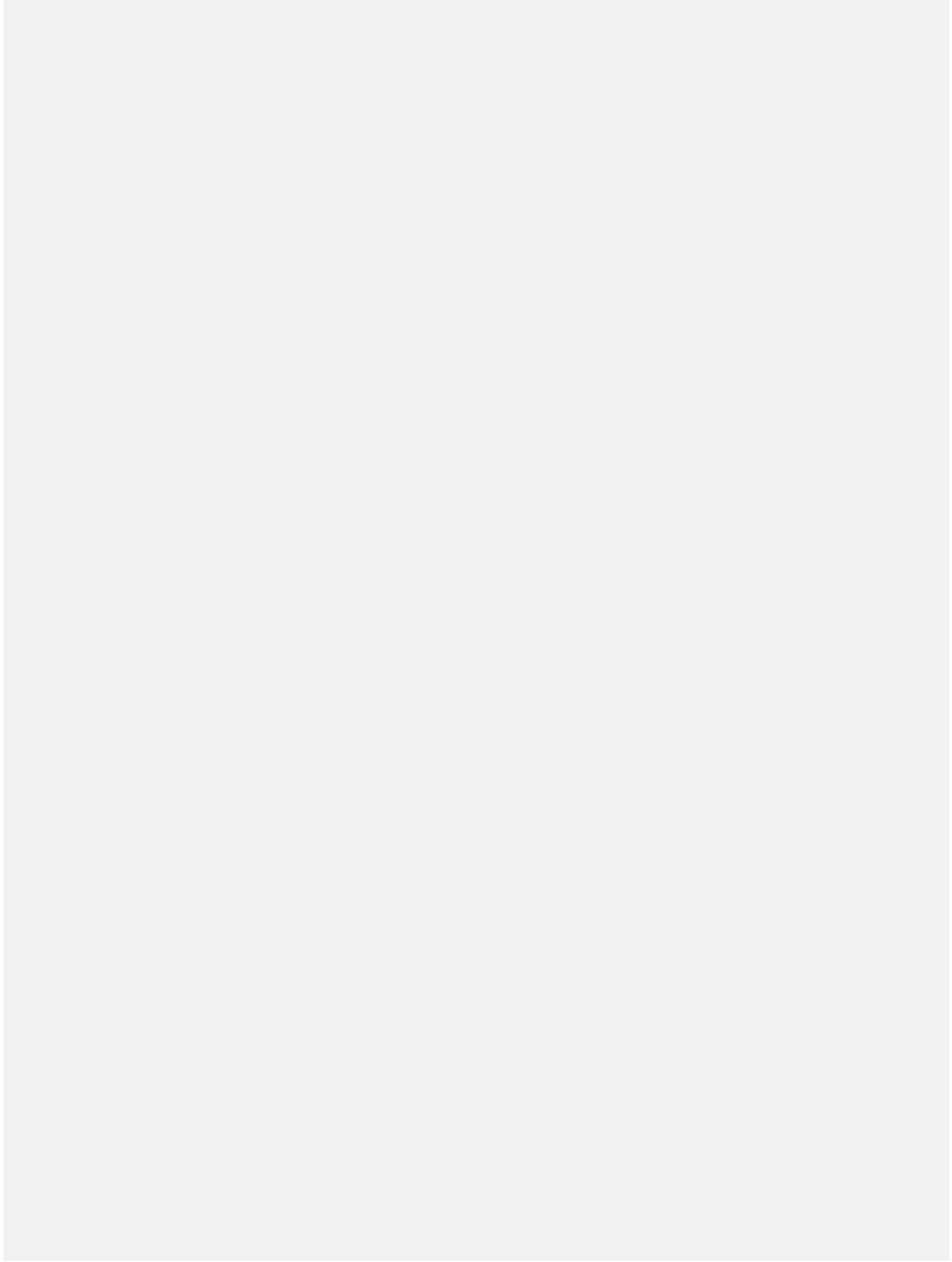
10. ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO



PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

10. ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO		
10.1. DICIONÁRIO EAP		
Item	Descrição	
1.1. GERENCIAMENTO DE PROJETOS		
1.1.1. Iniciação	Termo de Abertura de Projeto (TAP)	<i>Especificação da Entrega:</i> Documento para autorizar o início do projeto com definição do escopo dos serviços a serem prestados; <i>Critério de Aceitação:</i> Aceito e aprovado pelo órgão responsável pelo contrato/licitação.
	Definição da equipe de projeto	<i>Especificação da Entrega:</i> Definição da equipe de trabalho e Matriz de Responsabilidades para elaboração dos serviços; <i>Critério de Aceitação:</i> Aceito e aprovado pelo BIM Manager.
	Elaboração do PEB pré-contrato	<i>Especificação da Entrega:</i> Elaboração de documento prévio formal, constando escopo detalhado do projeto, seguindo padrões e metodologias de gerenciamento de projetos segundo o PMI e ISO 19650; <i>Critério de Aceitação:</i> Aceito e aprovado pelo órgão responsável pelo contrato/licitação.
1.1.2. Planejamento	Cronograma	<i>Especificação da Entrega:</i> Descritivo de cada atividade, contendo suas durações, recursos alocados e gráficos de Gantt; <i>Crítérios de Aceitação:</i> Conferida e aprovada pela equipe e pelo BIM Manager.
	EAP	<i>Especificação da Entrega:</i> Lista de atividades extraídas da lista de requisitos e da declaração de escopo; <i>Crítérios de Aceitação:</i> Conferida e aprovada pela equipe e pelo BIM Manager.
	Elaboração do PEB pós-contrato	<i>Especificação da Entrega:</i> Elaboração de documento prévio formal, constando escopo detalhado do projeto, seguindo padrões e metodologias de gerenciamento de projetos segundo o PMI e ISO 19650; <i>Crítério de Aceitação:</i> Aceito e aprovado pelo órgão responsável pelo contrato/licitação.
1.2. ESTUDOS PRELIMINARES		
1.3. MODELAGEM BÁSICA		
1.4. PROJETO EXECUTIVO		
1.5. ENCERRAMENTO DO CONTRATO		

11. FLUXO DE TRABALHO



PLANO DE EXECUÇÃO BIM - PEB

12. ANEXOS

(exemplo aplicado)

12.1 - NORMAS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

NORMA	DESCRIÇÃO
NBR 6492	Representação de projetos de arquitetura
NBR 8196	Desenho Técnico - Emprego de Escalas
NBR 8403	Aplicação de linhas em desenhos
NBR 10067	Princípios gerais de representação em desenho técnico
NBR 10068	Folha de Desenho - Leiaute e Dimensões
NBR 10126	Cotagem em desenho técnico
NBR 10582	Apresentação da folha para desenho técnico
NBR 12298	Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico

12.2 - NOMENCLATURA DE DOCUMENTOS

CÓDIGO DO ESTÁGIO DE PROJETO

EP	Estudo preliminar
AP	Anteprojeto
PB	Projeto Básico
EX	Projeto Executivo
CD	Cadastro

CÓDIGO DA DISCIPLINA OU CONTEÚDO DO ARQUIVO

ACU	Acústica	OES	Desapropriação/Servidão/Indenização
ALV	Alvenaria Estrutural	ORÇ	Orçamentação
AMB	Estudos de análise ambiental	PAV	Pavimentação
ARQ	Arquitetura	PCI	Prevenção e Combate a Incêndio
AUT	Automação e Controle	PGE	Projeto geométrico de estradas
COM	Comunicação Visual	PLA	Planejamento
CON	Contenção	PSG	Paisagismo
COO	Coordenação	IMP	Implantação
DIA	Diário de projeto	IPR	Impermeabilização
DRA	Desassoreamento/Dragagem/Limpeza	IRR	Irrigação
DRE	Drenagem	LAY	Layout
ECA	Estrutura de concreto armado	LMT	Luminotécnico
EMD	Estrutura/Engradamento de Madeira	MOV	Movimento de Terra
EMT	Estrutura metálica	OAE	Obras de Arte Especiais
ELE	Instalações Elétricas	SDG	Sondagem
ENE	Entrada de energia	SMT	Estudo de Impacto de Vizinhança
ESP	Especiais	SON	Sonorização e Alarme
ETE	Estação de tratamento de esgoto	SIN	Sinalização Viária
FOT	Sistema Fotovoltaico	SPD	SPDA
FUN	Fundação	TEL	Telecomunicações
GET	Estudos Geológicos e Geotécnicos	TER	Terraplenagem
GSM	Gases medicinais	TOP	Topografia
HDL	Hidrologia/Hidrometria/Hidrografia/Meteorologia	URB	Urbanismo

NOMENCLATURA DOS ARQUIVOS

CONTRATO.ETAPA.DISCIPLINA.REVISÃO

CONTRATO	Código fornecido pela gerência do contrato (4 caracteres)
ETAPA	Código do estágio do projeto (2 caracteres)
DISCIPLINA	Código da disciplina (3 caracteres)
REVISÃO	Código de revisão à qual o documento faz parte (R00, R01, ...)

EXEMPLOS

P796.PB.ARQ.R01

*Primeira revisão (R01) do Projeto Básico de Arquitetura do contrato de Ponte de CIV796.

P796.PB.TOP.R00

*Emissão inicial (R00) relativa à disciplina de Topografia, componente do Projeto Básico do contrato de Ponte de CIV796.