



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

FELIPE MASANOBU HACHIYA

**ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DE INFORMAÇÕES
ORÇAMENTÁRIAS EM AMBIENTE COLABORATIVO BIM
PARA EMPREENDIMENTOS PÚBLICOS**

FELIPE MASANOBU HACHIYA

**ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DE INFORMAÇÕES
ORÇAMENTÁRIAS EM AMBIENTE COLABORATIVO BIM
PARA EMPREENDIMENTOS PÚBLICOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Estadual de Londrina - UEL, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Wanessa Roberta
Fazinga

Londrina
2026

Hachiya, Felipe Masanobu.

Análise da estruturação de informações orçamentárias em ambiente colaborativo BIM para empreendimentos públicos / Felipe Masanobu Hachiya. - Londrina, 2026.

112 f. : il.

Orientador: Wanessa Roberta Fazinga.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2026.

Inclui bibliografia.

1. BIM - Tese. 2. Orçamento de Obras Públicas - Tese. 3. Fluxo de Trabalho Colaborativo - Tese. I. Fazinga, Wanessa Roberta . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDU 62

FELIPE MASANOBU HACHIYA

**ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DE INFORMAÇÕES
ORÇAMENTÁRIAS EM AMBIENTE COLABORATIVO BIM
PARA EMPREENDIMENTOS PÚBLICOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Universidade Estadual de Londrina - UEL,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Wanessa Roberta Fazinga
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Aron Lopes Petrucci
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Arhur Felipe Echs Lucena
Universidade Estadual de Londrina - UEL

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecer a Deus por me guiar nesse caminho, dando força, sabedoria e resiliência para superar todos os desafios e concluir mais esta etapa da minha vida.

Aos meus pais, irmãos e a toda a minha família, que sempre se preocuparam, cuidaram e estiveram ao meu lado, por vezes dando risada e nos momentos de dificuldade, oferecendo o suporte, a compreensão e o amor que me mantiveram firme.

À professora Dra. Wanessa Fazinga, pela orientação e pela oportunidade de realização deste mestrado. Durante esses anos, a sua visão dos processos e a sua paciência foram fundamentais para o meu amadurecimento como profissional.

Aos meus amigos Leonardo e Monique, que desde o primeiro momento estiveram juntos, incentivando e dando apoio diário, tornando essa jornada acadêmica muito mais leve e inesquecível.

A toda a equipe do Projetek, em especial ao Professor Dr. Aron Lopes, que junto ao projeto de extensão abriu as portas para a Universidade e para a vivência acadêmica, proporcionando um ambiente de imenso aprendizado e colaboração.

Aos professores e servidores da UEL que fizeram parte dessa trajetória e contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação e para a concretização deste trabalho.

A todos os amigos e companheiros feitos durante essa jornada dentro da UEL.

RESUMO

HACHIYA, Felipe Masanobu Hachiya. **ANÁLISE DA ESTRUTURAÇÃO DE INFORMAÇÕES ORÇAMENTARIAS EM AMBIENTE COLABORATIVO BIM PARA EMPREENDIMENTOS PÚBLICOS**. 2026. 112 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia Civil – Centro de Tecnologia e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2026).

A construção civil está sendo impactada pela implementação do *Building Information Modeling* (BIM), metodologia que, alinhada à Nova Lei de Licitações (Lei nº 14.133/2021), promete maior transparência e controle de custos em obras públicas. No entanto, observa-se que a falta de padronização nos processos e fluxos de trabalho, especialmente em municípios de pequeno porte, gera lacunas que comprometem a confiabilidade orçamentária. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo estruturar um modelo padronizado de fluxo de trabalho colaborativo em BIM para escritórios de projetos de engenharia e arquitetura, com foco específico na precisão da orçamentação de obras públicas municipais. A pesquisa caracteriza-se como aplicada e quali-quantitativa. Para a validação do modelo, adotou-se como método o estudo de caso no escritório de extensão Projetek-UEL, utilizando observação participante e avaliação de maturidade tecnológica durante o desenvolvimento do projeto do Terminal Urbano de Tamarana-PR. Ao realizar o diagnóstico dos processos, buscou-se entender a relação entre a ausência de documentos estruturantes, como o BIM Mandate e o Plano de Execução BIM (BEP), e a dinâmica de geração de informações, identificando gargalos processuais e propondo diretrizes para a mitigação de falhas no ciclo orçamentário.

Palavras-chave: BIM, Orçamento de Obras Públicas, Fluxo de Trabalho Colaborativo.

ABSTRACT

HACHIYA, Felipe Masanobu Hachiya. **ANALYSIS OF THE STRUCTURING OF BUDGET INFORMATION IN A COLLABORATIVE BIM ENVIRONMENT FOR PUBLIC PROJECTS**. 2026. 112 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2026.

The civil construction industry is being impacted by the implementation of Building Information Modeling (BIM), a methodology that, aligned with the New Bidding Law (Law No. 14,133/2021), promises greater transparency and cost control in public works. However, it is observed that the lack of standardization in processes and workflows, especially in small municipalities, generates gaps that compromise budgetary reliability. Thus, the present work aims to structure a standardized collaborative BIM workflow model for engineering and architecture design offices, with a specific focus on the precision of public works budgeting in municipalities. The research is characterized as applied and quali-quantitative. For the validation of the model, a case study method was adopted at the Projetek-UEL extension office, using participant observation and technological maturity assessment during the development of the Tamarana-PR Urban Terminal project. By diagnosing the processes, it sought to understand the relationship between the absence of structuring documents, such as the BIM Mandate and the BIM Execution Plan (BEP), and the dynamics of information generation, identifying process bottlenecks and proposing guidelines to mitigate failures in the budgetary cycle.

Key-words: BIM, Public Works Budgeting, Collaborative Workflow.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hierarquia do banco de dados BDS	19
Figura 2 – Três campos interligados de atividade BIM.....	21
Figura 3 – Níveis de capacidade BIM.....	24
Figura 4 – Qualidade dos modelos de maturidade BIM.....	27
Figura 5 – Interações entre campos Push-pull	31
Figura 6 – Linha de tempo do projeto.....	32
Figura 7 – Fluxograma de orçamento de obras.....	50
Figura 8 – Delineamento da pesquisa	63
Figura 9 – Organograma Hierárquico Projetek EDF.....	66
Figura 10 – Organograma Hierárquico Projetek INFRA	66
Figura 11 – Layout da sala do Projetek-UEL.....	68
Figura 12 – Fluxo inicial ampliado de informações do Projetek-UEL.....	70
Figura 13 – Fluxo projetual ampliado do Projetek-UEL	71
Figura 14 – Atual terminal de Tamarana	73
Figura 15 – Primeiro estudo terminal de Tamarana-PR	76
Figura 16 – Estudo com mudança de cobertura.....	76
Figura 17 – Arquivo de paisagismo contendo elementos de arquitetura	77
Figura 18 – Arquivo de hidráulica com o elemento bebedouro.....	78
Figura 19 – Referencias de cotação para composições de custos unitários	81
Figura 20 – Matriz preenchida campo da tecnologia	83
Figura 21 – Matriz preenchida campo de processos	84
Figura 22 – Matriz preenchida campo de políticas	85
Figura 23 – Matriz preenchida capacidade BIM	86
Figura 24 – Fluxo de trabalho atualizado – Contrato e Briefing.....	98
Figura 25 – Fluxo de trabalho atualizado – Estudos, viabilidade e Anteprojeto	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro síntese do diagnóstico do escritório.....	94
Quadro 2 – Quadro síntese ações propostas	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABC	<i>Activity-Based Costing</i> (Custeio Baseado em Atividades)
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AMEPAR	Associação de Municípios do Médio Paranapanema
BCF	BIM Collaboration Format
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
BDS	<i>Building Description System</i>
BEP	<i>BIM Execution Plan</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BIMMI	<i>BIM Maturity Index</i>
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CBIM-MG	Câmara Brasileira de BIM de Minas Gerais
CCU	Composição de Custo Unitário
CDE	<i>Common Data Environment</i>
CIC	<i>Computer Integrated Construction Research Program</i>
CIFE	<i>Center for Integrated Facility Engineering</i>
CMR	Critérios de Medição e Remuneração
COC	<i>Construction Overhead Costs</i> (Custos Indiretos de Construção)
CPI	<i>Cost Performance Index</i> (Índice de Desempenho de Custos)
CREA-PR	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná
CTU (UEL)	Centro de Tecnologia e Urbanismo (UEL)
DER-MG:	Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais

EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EPG	Empreitada por Preço Global
EPU	Empreitada por Preço Unitário
EVM	<i>Earned Value Management</i> (Gerenciamento de Valor Agregado)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDM	<i>Information Delivery Manuals</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LOD	<i>Level of Development</i> (Nível de Desenvolvimento)
LOI	<i>Level of Information</i> (Nível de Informação)
MVD	<i>Model View Definitions</i>
NBR	Norma Brasileira
BEP	Plano de Execução BIM (Tradução de BEP)
QTO	<i>Quantity Take-Off</i> (Levantamento de Quantitativos)
SEBRAE-MG	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais
SEIL	Secretaria de Infraestrutura e Logística do Paraná
SEINFRA	Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade (MG)
SETI	Secretaria de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SPF	<i>STEP Physical File</i>
UEL	Universidade Estadual de Londrina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema da pesquisa	14
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivos Específicos.....	17
2	BIM E A ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS.....	18
2.1	O <i>Building Information Modeling</i>	18
2.1.1	Conceituação do BIM.....	20
2.1.2	Capacidade e Maturidade BIM.....	22
2.1.2.1	Instrumentos de Avaliação de Maturidade.....	24
2.1.2.2	Maturidade BIM no setor público	28
2.1.3	Colaboração e Integração.....	30
2.1.4	Interoperabilidade	32
2.1.4.1	Arquivos de Modelagem	33
2.1.4.2	Comunicação nos Projetos	34
2.1.5	Processos e Fluxos de Trabalho BIM	36
2.1.5.1	Classificação da Informação	37
2.1.5.2	Nível de Informação e detalhamento	38
2.1.5.3	BIM Mandate	39
2.1.5.4	BIM Execution Plan	42
2.2	Licitações e Orçamentos Públicos Ligados ao BIM	44
2.2.1	A Nova Lei de Licitações	45
2.2.1.1	Aplicação aos Estados e Municípios	46
2.2.1.2	Panorama do BIM estruturado nas leis de licitações	46
2.2.2	Contratação de Serviços de Engenharia e Arquitetura	47
2.3	Processo de Quantificação e Orçamentação em BIM.....	48
2.3.1	Processo Orçamentário	49
2.3.2	A SINAPI e a classificação BIM	52
2.3.3	Métodos de orçamentação em BIM	53
2.3.4	Modelagem da Informação e a Estruturação BIM.....	57
3	MÉTODO DE PESQUISA	60
3.1	Pesquisa-ação	61
3.2	Delineamento da Pesquisa	61
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
4.1	Estudo de Caso	64
4.1.1	Estrutura e Processo de Trabalho do Escritório Modelo	64
4.1.1.1	Composição e Estrutura Hierárquica	65
4.1.1.2	Estrutura física.....	67
4.1.1.3	Infraestrutura de rede	69
4.1.2	Fluxo de trabalho	69
4.1.3	Estudo Piloto: Projeto do Terminal de Tamarana	72
4.1.3.1	Objetivo e justificativa do projeto	73
4.1.3.2	Escopo e informações do projeto	74
4.1.3.3	Realização do Projeto.....	75
4.1.3.4	A construção do orçamento	79
4.1.4	Diagnóstico de Processos e Maturidade.....	81

4.1.4.1	Nível de Maturidade.....	82
4.1.4.2	Diagnóstico de Tecnologia.....	87
4.1.4.3	Diagnóstico de Processos	88
4.1.4.4	Diagnóstico de Políticas.....	89
4.1.4.5	Diagnóstico Específico do Fluxo Orçamentário	92
4.2	Apresentação dos Resultados	95
5	CONCLUSÃO.....	101
	REFERÊNCIAS.....	104
	ANEXO A 111	
	APÊNDICE A.....	112

1 INTRODUÇÃO

A construção civil vem passando por um processo de transformação estrutural impulsionado pela adoção da metodologia *Building Information Modeling* (BIM), metodologia que transcende a modelagem tridimensional ao integrar informações multidisciplinares em um modelo virtual único e paramétrico. Diferente dos métodos tradicionais, o BIM funciona como um robusto banco de dados digital onde as informações da edificação são embutidas diretamente nos componentes gráficos, permitindo a visualização de um protótipo digital fiel ao empreendimento real (ABNT, 2011; Eastman *et al.*, 2018; Succar, 2009).

Essa abordagem colaborativa permite a criação, o compartilhamento e a atualização de dados em tempo real, garantindo que o modelo sirva como base confiável para tomadas de decisão durante todo o ciclo de vida do objeto construído. Como resultado, a metodologia promove a compatibilização de projetos, o planejamento temporal, a extração automatizada de quantitativos e a gestão de manutenção pós-obra, proporcionando maior transparência, eficiência técnica e rigoroso controle de custos (Abualdenien; Borrmann, 2022; Bim Excellence, 2016; BuildingSMART, 2024;).

Como forma de fomentar essa metodologia no Brasil, foi estabelecido pelo Governo Federal os Decretos nº 9.983/2019 e nº 10.306/2020, que trouxeram os parâmetros iniciais da estratégia nacional de disseminação BIM, fases de implementação, regras a serem adotadas e a definição de utilização da metodologia na execução direta e indireta de obras e serviços de engenharia (Brasil, 2019; Brasil, 2020). Alinhado a essa diretriz, a nova lei de licitações, ou Lei Nº 14.133 de 01 de abril de 2021, traz a adoção preferencial do BIM em licitações de obras públicas e serviços de engenharia, trazendo juridicamente a necessidade de se adotar o BIM (Brasil 2021).

Com o passar das fases de implementação, o Decreto nº 9.983/2019 foi atualizado com a promulgação do Decreto nº 11.888/2024, que acresce e altera as premissas do comitê gestor e estabelece uma definição concreta sobre a metodologia (Brasil, 2024).

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Mesmo que o poder público apresente uma diretriz de implementação no setor da construção civil, grande parte do meio BIM brasileiro ainda carece de padronizações e apresenta resistências em sua implantação (Olawumi, *et al.* 2021). As dificuldades para a adoção do BIM vêm sendo pesquisadas nos mais diversos setores da construção civil. Por meio de estudos de maturidade é possível observar o nível e a capacidade em que uma empresa ou órgão detém nessa nova metodologia.

Estas pesquisas traduzem as dificuldades encontradas durante a implementação da metodologia e sua utilização, sendo assim um dos meios de análise do cenário do BIM no país. Em meio a essas pesquisas ressalta-se a realizada pelas empresas Thornton e Sienge em conjunto com a ABDI (2022), um estudo feito pelo Governo do Estado de Minas Gerais (2021), um relatório realizado pelo Governo do Paraná (2023) e o estudo de maturidade publicado por Dal’Bosco, Lima e Azenha (2024).

Em síntese, essas pesquisas retratam que a implementação do BIM no Brasil enfrenta barreiras estruturais semelhantes, tanto no setor privado quanto no público, centradas na ausência de capacitação técnica e na inexistência de processos organizacionais definidos. Enquanto as empresas privadas sofrem com a falta de treinamento de seus colaboradores, o setor público lida com agravantes como restrições orçamentárias e dificuldades na aquisição de infraestrutura tecnológica (*softwares* e *hardwares*), resultando em um cenário onde a metodologia ainda não está integrada ao fluxo de trabalho cotidiano (Cury *et al.*, 2021; Dal’Bosco, Lima e Azenha, 2024; Thornton, Sienge e ABDI, 2022; Vaccari, De Lima, 2023).

Pesquisas de maturidade realizadas em Minas Gerais e no Paraná ilustram essa defasagem: a vasta maioria das prefeituras não possui fluxos de trabalho estabelecidos, com índices de falta de capacitação e processos que chegam a ultrapassar 70%. (Cury *et al.*, 2021; Vaccari, De Lima, 2023). Em escala nacional, o nível de maturidade das administrações municipais é considerado baixo, evidenciando que, salvo raras exceções, o país ainda carece de estratégias e diretrizes sólidas para a organização dos procedimentos relacionados ao BIM no quadro técnico da administração pública (Dal’Bosco, Lima e Azenha, 2024).

Essas dificuldades com relação aos setores de Engenharia e Arquitetura surgem em decorrência da implantação, vinculados a questões de

infraestrutura para trabalhos, pessoas e arranjos organizacionais, o que dificulta o trabalho com a metodologia (Viana, Carvalho, 2021).

Um dos maiores desafios para sua implementação, segundo Eastman *et. al* (2018), é a transição intelectual a fim de adotar novas práticas e ideias pelos líderes seniores. Além disso, a transição de uma organização de projeto para o BIM se torna mais cultural do que tecnológica.

Esse estudo fundamenta-se na crescente exigência institucional pela adoção da metodologia BIM no setor da construção civil brasileira, especialmente no âmbito da administração pública, contrastando com o baixo nível de maturidade observado na maioria dos órgãos municipais.

Embora o arcabouço normativo vigente estabeleça diretrizes claras para a implementação do BIM em obras e serviços de engenharia, evidenciam-se lacunas significativas relacionadas à ausência de padronização, à deficiência de capacitação técnica e à inexistência de fluxos de trabalho estruturados, fatores que comprometem a qualidade das informações de projeto e, conseqüentemente, a confiabilidade dos orçamentos

O orçamento se torna base para o desenvolvimento do edital de licitação para a construção do empreendimento e, portanto, requer alto grau de transparência e de confiabilidade dos dados. A falta de confiabilidade nos orçamentos iniciais do processo licitatório abre espaço para divergências de interpretação, requerimentos de aditivos contratuais, riscos de superfaturamento das obras e até mesmo ações de corrupção (Portugal, 2017).

Um dos objetivos do desenvolvimento de projetos em BIM é ter maior confiabilidade nos custos do empreendimento, especialmente no contexto de obras públicas. Para atingir essa precisão, o processo de orçamentação teria de integrar desde a concepção do modelo da edificação até a etapa para a retirada das informações e quantitativos do modelo (Andrade, Biotto e Serra, 2020).

Para a retirada de quantitativos e custos de forma precisa, Mattana e Librelotto (2018) trazem que há a dependência de atividades antecedentes ao processo de orçamentação, atividades essas relacionadas à qualidade, nível de detalhamento, a forma de desenvolvimento do modelo, experiência do usuário e as possibilidades de auditoria dos quantitativos por meio do modelo.

Outro ponto, a estruturação de um ambiente colaborativo proporcionado pelo BIM evidencia as possibilidades de integração entre as equipes,

sendo possível evitar confrontos entre os colaboradores, fixando um conjunto de premissas e diretrizes para todos os grupos de trabalho, de forma que sejam documentadas e organizadas (CBIC, 2016 a).

Ambientes colaborativos com multiprofissionais proporcionam uma vasta demanda de visões e opiniões a respeito de um único empreendimento, isso se traduz em um conjunto de formas de se trabalhar, de necessidades de projeto e tomadas de decisões, que afetam diretamente a qualidade final do produto entregue. (Campestrini *et al.*, 2015; Rusche *et al.*, 2013).

Nesse contexto, torna-se relevante investigar e propor diretrizes que contribuam para a organização dos processos colaborativos em ambiente BIM, com ênfase na estruturação da informação e no suporte à elaboração orçamentária. O objetivo é subsidiar tecnicamente escritórios compostos por equipes multidisciplinares, especialmente em pequenos municípios que enfrentam carência técnica.

Assim, o presente estudo justifica-se pela necessidade de subsidiar tecnicamente a implementação do BIM em escritórios de projetos compostos por equipes multidisciplinares, oferecendo contribuições práticas e metodológicas que fortaleçam a tomada de decisão e a gestão de seus orçamentos

Esta pesquisa parte da perspectiva de que o fluxo de trabalho em BIM para projetos e orçamentação ainda enfrenta inúmeros desafios e requer clareza no entendimento dos conceitos, na atuação de cada parte envolvida e na estruturação dos processos. Especialmente no contexto de pequenos municípios com carência de equipes técnicas e cujos projetos estão constantemente com prazos curtos de desenvolvimento.

1.2 OBJETIVOS

Analisar e propor um fluxo de trabalho em ambientes multidisciplinares baseado na metodologia BIM, com foco na elaboração, integração e controle de orçamentos de obras, visando aumentar a precisão das estimativas de custos, a transparência dos processos e a eficiência na gestão de recursos.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Identificar como o BIM tem sido aplicado na orçamentação de obras, com ênfase em empreendimentos públicos e contratos regidos pela legislação brasileira;
- Analisar as principais limitações e ineficiências do processo tradicional de orçamento de obras públicas, em comparação com abordagens baseadas em BIM;
- Caracterizar o fluxo de trabalho atual em ambientes multidisciplinares, evidenciando suas interações, dependências e pontos críticos;
- Identificar as lacunas informacionais e operacionais que comprometem a integração entre projeto e orçamento;
- Desenvolver um modelo de fluxo de trabalho colaborativo padronizado, orientado à integração de informações e à melhoria do processo orçamentário em ambiente BIM.

2 BIM E A ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS

A compreensão das diretrizes do funcionamento de orçamentos públicos evidencia as necessidades e requisitos que a lei determina. Com isso é possível relacionar os seus procedimentos às necessidades intrínsecas à metodologia BIM e definir sua aplicabilidade de forma eficaz.

2.1 O *BUILDING INFORMATION MODELING*

O *Building Information Modeling* (BIM) tem sua base em pesquisas das décadas de 60 e 70, com Douglas Engelbart (1962) e Charles Eastman (1974). Engelbart introduziu o conceito de interação humano-computador, definindo uma estrutura conceitual para ajudar na resolução de problemas complexos através da tecnologia.

Na prática, Engelbart sugeriu um modelo onde o projetista trabalha diretamente com a informação na tela, podendo alterar layouts, visualizar perspectivas, criar cortes e realizar análises de brilho solar em tempo real. Nesse sistema, conforme o usuário insere dados e especificações, o modelo gera uma estrutura de dados detalhada e interligada, que pode ser acessada e compartilhada por qualquer pessoa envolvida no processo.

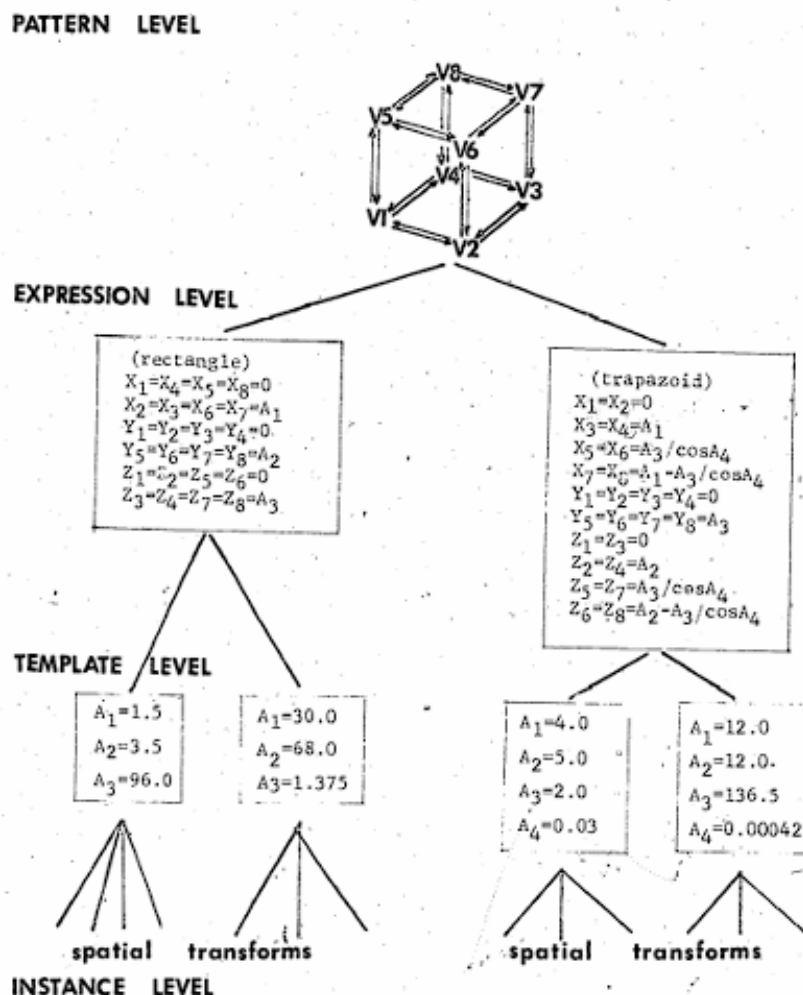
Dando sequência a esse raciocínio, Eastman et al. (1974) apontou os problemas de basear projetos apenas em desenhos. Em representações gráficas puras, a manutenção das informações exige um esforço manual constante e a extração de dados numéricos (como quantitativos) é falha. Para resolver isso, Eastman propôs o *Building Description System* (BDS), um sistema que utiliza entradas gráficas para organizar atributos de cada item em uma hierarquia de quatro níveis.

O funcionamento desse sistema ocorre pela integração dessas camadas: o primeiro nível, denominado *Pattern Level*, armazena os dados da estrutura básica da forma, definindo o formato de elementos como tubos ou vigas. No segundo nível, o *Expression Level*, são dispostas as relações das dimensões com o formato paramétrico, salvando todas as variações possíveis para aquele elemento. O terceiro nível, chamado *Template Level*, guarda os valores das dimensões específicas, o que traduz a especificação exata dos valores de um componente. Por fim, o *Instance Level* traz a descrição da localização no espaço, definindo a posição

exata em que a forma se encontra (Eastman *et al.* 1974).

A Figura 1 traz essa hierarquia de níveis dentro do banco de dados do BDS:

Figura 1 – Hierarquia do banco de dados BDS



Fonte: Eastman *et al.* (1974)

Essa distribuição mostra como a informação fica organizada dentro do sistema. A combinação dos níveis *Pattern* e *Expression* formula diversas formas, e a adição do nível *Template* define o elemento, mesmo sem uma localização fixa. Quando se aplica o *Instance Level*, o ambiente torna-se capaz de gerar relatórios e análises de forma rápida e precisa, pois os dados estão vinculados ao objeto e não apenas representados por linhas. Esse conceito de banco de dados hierárquico é o que permite a atualização automática de informações, servindo de base para a atual metodologia BIM (Eastman *et al.* 1974).

Em meio aos conceitos iniciais citados, foram sendo aprimorados os

processos, tecnologias e o pensamento humano para a estruturação atual do BIM, onde se dispõe de equipamentos com maior capacidade de memória e processamento a um custo menor.

2.1.1 Conceituação do BIM

O *Building Information Modeling*, (BIM) foi definido como “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção” (Eastman *et. al*, 2018 p. 16). Ele permite que modelos tridimensionais contenham informações em sua composição, sendo elas definidas pelo usuário que a cria representando elementos geométricos e informações não geométricas, dando assim sua diferenciação sobre os objetos CAD que contêm pouco ou nenhum metadado (Succar, 2009).

O BIM traz uma gama de interações de ferramentas de projetos e traz uma melhoria na disponibilidade de informações para elas, integrando ideias geradas durante a construção e modelagem do edifício, redistribuindo tempo e esforços gastos pelos projetistas em diversas fases do projeto.

Consequentemente, imprevistos que poderiam surgir em obra podem ser evitados. Da mesma forma, pode-se supor que equívocos e erros projetuais podem ser analisados e regularizados durante o processo de produção do projeto (Venancio; Brito, 2018; Eastman *et. al*, 2018).

Há variantes e entendimentos sobre o que é o BIM e suas funcionalidades, devido ao rápido crescimento da área, bem como a utilização do termo de forma errônea para significados específicos (Succar, Sher, Williams, 2012). Com essa premissa, observa-se o conceito do BIM tratado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, por ser uma referência dentro do país, traduzindo o conceito disseminado.

Para a CBIC (2016), o BIM é dado por ser um conjunto de políticas, processos e tecnologias que quando combinados, estabelecem uma metodologia, que gerencia o processo de projetar uma edificação, além de gerenciar as suas informações e dados, durante todo o ciclo de vida da edificação.

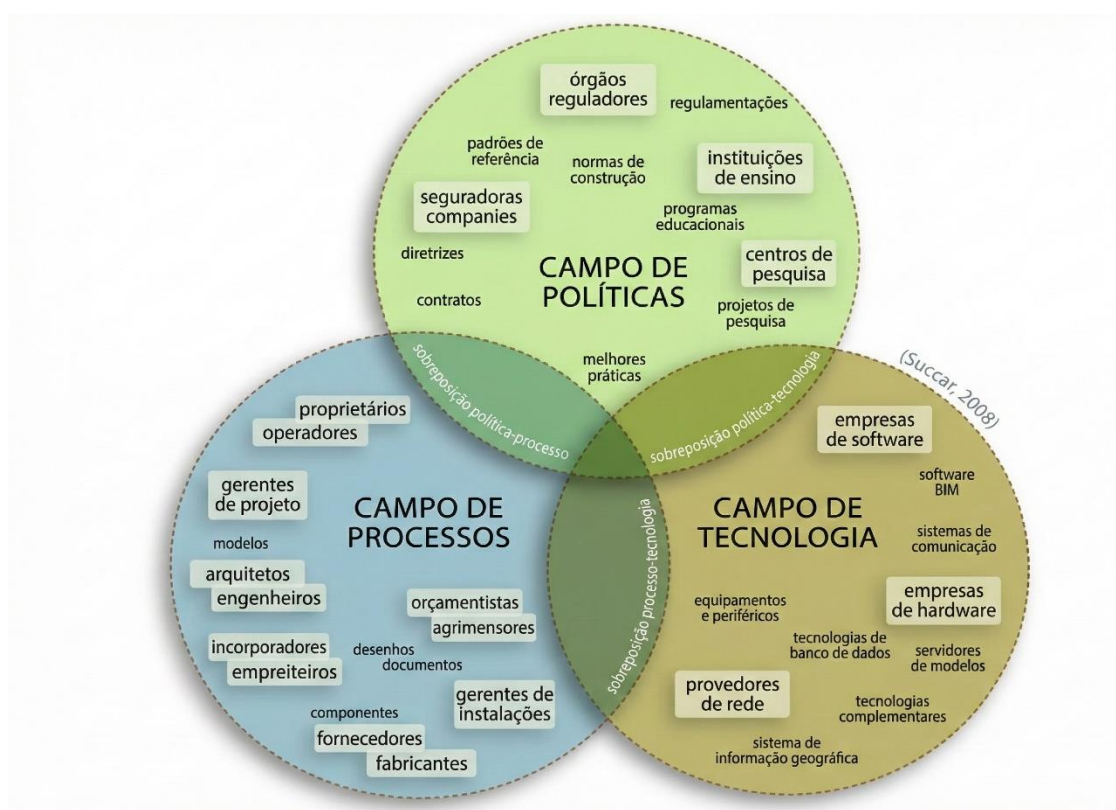
Esse conceito é baseado nos estudos de Succar (2009), que traz a divisão do BIM em etapas, lentes e campos para a implementação da metodologia, o que cria uma estrutura robusta, facilitadora de ambientes integrados e colaborativos,

com melhores processos (Succar, Sher, Williams, 2012).

O conhecimento dessa estrutura traz a base dessa metodologia, podendo assim esclarecer como o BIM funciona, não se restringindo a um modelo tridimensional, mas das informações que o compõe. Com isso, Succar (2009) traz inicialmente a respeito dos campos.

O domínio BIM é constituído de três campos, política, processos e tecnologias, que possuem suas particularidades, participantes, regras e entregas. Cada um dos campos combinados para a criação da metodologia BIM traduzem a colaboração e interoperabilidade necessárias para a aplicação e implementação do BIM, tornando assim a sua união a tornando a sua integração o que se define como as melhores práticas do setor. (Figura 2)

Figura 2 – Três campos interligados de atividade BIM



Fonte: Adaptado de Succar (2009)

O campo da tecnologia é definido pela aplicação do conhecimento científico para fins práticos, ou seja, um grupo especializado desenvolve *hardwares*, *softwares*, equipamentos e sistemas para o aumento da eficiência, produtividade e rentabilidade dos setores da construção (Succar, 2010).

Já o campo dos processos, refere-se a ordenação das atividades que

serão realizadas para o trabalho, ao longo de um tempo e de um lugar, tendo definido começo, fim e seus recursos devidamente identificados (Succar, 2010).

Por fim, o campo da política sugere as regras e princípios escritos, ou seja, legais, para a tomada de decisão. Sendo realizados por instituições de pesquisa e órgãos reguladores, desempenhando funções preparatórias, regulatórios e contratuais (Succar, 2010).

Ademais, o BIM não está associado apenas à aplicação de ferramentas computacionais, mas também aos aspectos de integração, colaboração, interoperabilidade e multidisciplinaridade (Souza; Amorim; Lyrio, 2009). Assim sendo, deve ser aprofundado o entendimento desses aspectos para um melhor vislumbre da aplicação da metodologia.

2.1.2 Capacidade e Maturidade BIM

O BIM, devido a sua complexidade, possui estágios de capacidade de entrega e maturidade de trabalhos, o que para avaliar sua real produtividade resultante da aplicação da metodologia, devem ser utilizados meios para balizar e definir os níveis que uma organização se encontra.

A maturidade BIM indica a extensão das habilidades BIM, ou seja, qualidade, repetibilidade e graus de excelência dentro de uma determinada capacidade BIM, indicando até qual ponto se pode chegar (Succar, 2010).

Já a capacidade BIM está relacionada a habilidade mínima de execução na realização de uma tarefa, entrega ou serviço. São divididos em estágios estabelecidos em uma escala de 0 a 3, cada um com suas especificidades (Succar, 2009).

O nível 0, ou estágio pré-BIM, é caracterizado pelo uso de desenhos manuais ou baseados em CAD, nos quais o fluxo de trabalho ocorre de forma linear e assíncrona, apresentando limitações tecnológicas e de interoperabilidade. Nesse contexto, as informações em 2D são utilizadas para representar elementos tridimensionais, e quantitativos e custos são extraídos de representações visuais isoladas, sem vínculo direto com a documentação (Succar, 2009).

Esse nível representa modelos computacionais realizados em CAD, ou seja, não há a aplicação da metodologia BIM durante a realização dos trabalhos, sendo dado como o meio tradicional projetual. Desta forma, a organização que adota

a metodologia transita para o estágio subsequente.

O nível de capacidade Estágio 1 ou Modelagem, possui como característica o uso de um único *software* de modelagem, com objetos dentro de uma única disciplina. Desta forma, há a criação de desenhos tridimensionais que passam a ser “inteligentes” devido às camadas de informações não geométricas derivadas do comportamento e sua relação com outros objetos (CBIC, 2016 a). Contudo, o nível de colaboração e interoperabilidade fica semelhante ao encontrado no Estágio 0, não tendo assim intercâmbios significativos baseados em modelo entre as diferentes disciplinas (Succar, 2009).

Com isso, se tem a percepção de uma evolução com relação ao ato de modelar, utilizando *softwares* que utilizam informações nos modelos, porém ainda de forma mais simples, sendo estruturada em um ambiente comum. A partir da implementação de processos colaborativos, a instituição passa a migrar para o nível seguinte.

O Estágio 2 caracteriza-se por uma colaboração mais ativa entre as diferentes disciplinas, com a troca de modelos tanto proprietários quanto em formatos abertos. Entretanto, a comunicação entre os participantes ainda ocorre de forma assíncrona (Succar, 2009).

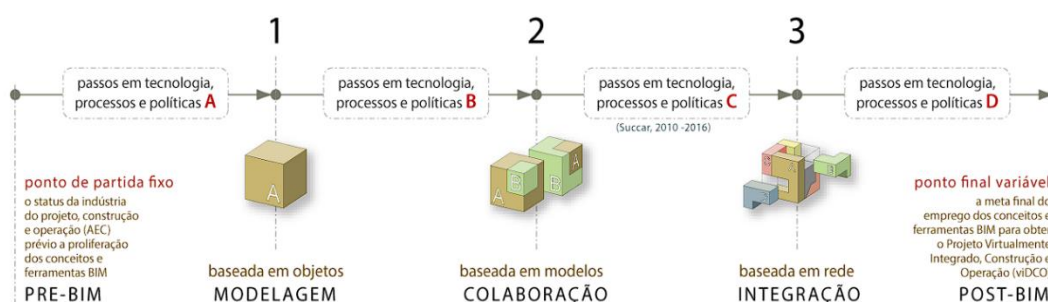
Nesse estágio, a colaboração entre as equipes de projeto torna-se mais efetiva, com as informações organizadas de forma mais estruturada e com maior nível de detalhamento. A utilização de servidores para a troca de dados permite que a organização avance em direção ao nível mais elevado de maturidade.

Por fim, o Estágio 3, Integração, traz como característica a integração entre vários modelos multidisciplinares realizadas através de um servidor de modelos de rede, baseados em outras tecnologias. Ou seja, as informações são trocadas via nuvem, reduzindo assim as barreiras de interoperabilidade, sem perdas ou distorções. Sendo assim, o último estágio a representação do uso pleno do BIM. (CBIC, 2016 a).

São entregues modelos mais complexos, com definições mais detalhadas focadas para outras metodologias, como mentalidade enxuta, inteligência de negócios, políticas verdes e sustentáveis.

Essa estrutura baseada em estágios BIM está ilustrada na Figura 3, que detalha, em forma de fluxograma, a dinâmica de adoção da metodologia e os níveis representativos de cada estágio.

Figura 3 – Níveis de capacidade BIM



Fonte: BIM Excellence (2016)

Desta forma é possível classificar a fase em que se encontra o nível da empresa, definindo as suas características e processos para então planejar as decisões futuras.

2.1.2.1 Instrumentos de Avaliação de Maturidade

A classificação da maturidade BIM de uma organização se dá por meio de instrumentos ou ferramentas que juntamente a um método, consegue alinhar parâmetros para determinar o nível de maturidade em que uma organização se encontra. Esses métodos vêm sendo desenvolvidos por diversos autores a fim de determinar os estágios dos trabalhos desenvolvidos, servindo de baliza para o entendimento da adoção da metodologia.

Dentre os trabalhos desenvolvidos, ressalta-se o de Succar (2009, 2010), Succar; Sher; Williams (2012), do *Computer Integrated Construction Research Program* (2013), Succar; Kassem (2015); Lima; Catai; Scheer (2021). Além disso, há a estruturação de um método para análise de maturidade na escala macro realizado por Magalhães, Salgado, Santos (2023). Assim, com base nos trabalhos expostos, retirou-se três modelos de medição de maturidade, o *BIM Maturity Matrix*, o *BIM Assessment Profile* e o *VDC Scorecard*.

Os três métodos de medição de maturidade possuem a prerrogativa de avaliar todos os campos pilares do conceito BIM. Conforme os estudos de Lima,

Catai e Scheer (2021) a *BIM Maturity Matrix* e o *BIM Assessment Profile* possibilitam uma avaliação mais superficial da implantação do BIM, já o *VDC Scorecard*, permite uma avaliação mais profunda com a possibilidade de prescrição de medidas a serem tomadas para elevar o grau de maturidade.

A matriz de maturidade ou *BIM Maturity Matrix*, desenvolvida com base nos estudos de Succar, traz a possibilidade por meio de métricas, de enquadrar uma organização nos níveis citados anteriormente. Essa matriz incorpora componentes de *framework* BIM com o propósito de desempenho, medição e melhoria (Succar, 2010).

A estruturação do entendimento da maturidade de uma organização com respeito ao BIM é formada com base nos campos, estágios do BIM, competências BIM, uma hierarquia organizacional e um índice de maturidade específico do BIM (BIMMI).

Os campos são os expostos na conceituação BIM, ou seja, Tecnologia, Processos e Políticas. Já os estágios BIM são dados pela capacidade de modelagem baseada em objetos, colaboração baseada em modelos e integração baseada em rede (Succar, 2010).

Da mesma forma que os campos, as competências BIM são agrupadas em conjuntos baseados em Tecnologia, Processos e Políticas. Porém, distinguem por se referir as habilidades necessárias para executar as tarefas dentro do BIM. Já a hierarquia organizacional, traduz as avaliações de capacidade e maturidade de acordo com o tipo de mercado que a organização pertence, seu tamanho e suas disciplinas. Além disso, o BIMMI serve por meio de uma estrutura de melhoria de processo, como uma ferramenta para avaliação do desempenho de indivíduos, organizações e equipes de projeto, sendo constituída por cinco níveis distintos (Succar, 2010).

Esses índices, (a) Inicial (b) Definido, (c) Gerenciado, (d) Integrado e (e) Otimizado, foram estipulados conforme a terminologia utilizada em outros modelos de maturidade e pela melhor compreensão dos *stakeholders* do setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), que possibilitaria uma melhoria contínua. A progressão de níveis mais baixos a níveis mais elevados indica três benefícios, melhor controle, melhor previsibilidade e maior eficácia (Succar, 2010).

Quanto aos benefícios, ter um maior controle demonstra uma redução nas variações entre o planejado e o real, sendo ocasionado pelo uso mais eficiente

de dados e uma colaboração mais aprimorada. Já em relação a previsibilidade, há uma redução nas variações ligadas ao custo, competência e desempenho, sendo assim mais fáceis de se prever, tendo uma maior assertividade para se concluir o projeto. A eficácia em si é compreendida pelo atingimento das metas conforme há o crescimento do aprendizado e da evolução dos processos (Succar, 2010).

Para garantir a precisão do diagnóstico, a BIM Maturity Matrix utiliza filtros de granularidade (*Levels*), que variam do nível 1 (Descoberta), baseado em autoavaliações informais, até o nível 4 (Auditoria), que exige análises altamente especializadas. Essa estrutura permite avaliar desde as competências individuais até a hierarquia organizacional, adaptando-se ao tamanho e às disciplinas da empresa. Ao cruzar os campos BIM com os estágios de maturidade (modelagem, colaboração e integração), a matriz oferece um mapa claro para a melhoria contínua, sendo a escolha ideal para o setor público e organizações que buscam um diagnóstico estruturado sem a necessidade imediata de grandes investimentos financeiros. (Succar, 2010).

Em contraste, outros métodos como o BIM Assessment Profile e o VDC Scorecard oferecem abordagens distintas para a medição do desempenho. O primeiro, desenvolvido pela Pennsylvania State University, foca em seis elementos de planejamento (como infraestrutura e pessoas) para traçar um perfil básico da organização em níveis de 0 a 5. É uma ferramenta útil para identificar oportunidades rápidas de melhoria e definir o papel do "BIM Champion" dentro da empresa, embora seja considerada uma avaliação mais superficial quando comparada a modelos de auditoria profunda. (CIC, 2013).

O VDC *Scorecard*, desenvolvido pela Universidade de Stanford (CIFE), é um método de avaliação da maturidade BIM e VDC que se destaca por sua abordagem objetiva e quantificável. O modelo é estruturado em uma hierarquia que compreende 4 áreas principais (planejamento, adoção, tecnologia e desempenho), desdobradas em 10 divisões e validadas por 56 medidas específicas. Essa configuração permite que a ferramenta ofereça feedbacks precisos e comparáveis com as normas e práticas de mercado da indústria da construção civil. (Kam, *et al.*, 2013; Lima, Catai e Scheer, 2021).

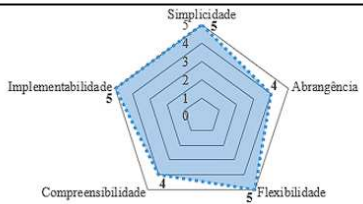
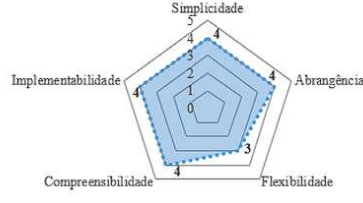
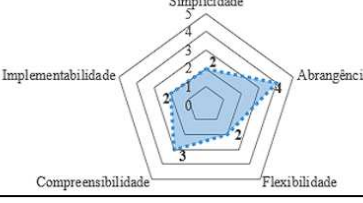
A formulação do seu *framework* baseia-se em quatro diretrizes fundamentais: a holística, que abrange desde a tecnologia até a colaboração social; a quantificável, permitindo o gerenciamento por meio de métricas; a prática, visando a

facilidade de uso pelos profissionais; e a adaptativa, que garante a atualização conforme a evolução do setor. Ao focar em aspectos como objetivos, padrões, processos e organização, o método possibilita uma análise profunda da maturidade organizacional e do projeto, facilitando o rastreamento de pontos críticos que necessitam de melhoria. (Kam, *et al.*, 2013).

As medidas do *Scorecard* funcionam como métricas que integram dados quantitativos e qualitativos para medir o desempenho real em cada divisão. Esse rigor técnico transforma o processo de avaliação em um diagnóstico preciso do progresso em relação às metas estabelecidas, servindo como uma base sólida para a tomada de decisão. Dessa forma, a ferramenta não apenas mede o estágio atual da implementação, mas fornece um roteiro estruturado para que as empresas alcancem níveis mais elevados de excelência em *Virtual Design and Construction*. (Kam, *et al.*, 2013).

Seguindo esses métodos, Lima, Catai e Scheer (2021) trazem em seu estudo um entendimento da aplicação das ferramentas citadas, salientando as qualidades de cada modelo de avaliação de maturidade. Na Figura 04, tem-se os dados compilados descrevendo cada um dos métodos avaliativos.

Figura 4 – Qualidade dos modelos de maturidade BIM

Análise das qualidades	Descrição
BIM Assessment Profile	
	Simples, com apenas um nível de maturidade, e aplicado em planilha Excel. Abrange métricas relacionadas aos três pilares de implantação BIM. Flexível, pode ser aplicado em qualquer empresa do setor AEC. Compreensível, possui guia explicativo. Implementável, não tem custos financeiros.
BIM Maturity Matrix	
	Simples, porém com graus de maturidade. Abrange métricas relacionadas aos três pilares de implantação BIM. Flexível, pode ser aplicado em qualquer empresa ou equipe de projeto do setor AEC. Compreensível, possui materiais explicativos. Implementável, não tem custos financeiros.
VDC Scorecard	
	Complexo, o modelo possui características básicas, descritivas e prescritivas, e é respondido em questionário <i>online</i>. Abrange métricas relacionadas aos três pilares de implantação BIM. Pouco flexível, questões objetivas. Pouco compreensível, necessita de consultor especializado. Implementável se o serviço for contratado, exige investimento financeiro, acompanhamento de consultoria.

Fonte: Lima, Catai e Scheer (2021)

Desta forma, os dois primeiros métodos apresentados pelos autores são passíveis de aplicação no setor público brasileiro devido a simplicidade de aplicação e estarem disponíveis de forma gratuita.

2.1.2.2 Maturidade BIM no setor público

O ente público é responsável por ditar as políticas para estruturação do BIM no país, o que, por meio de decretos federais, estaduais, leis, disponibilização de documentos, fomenta a utilização tanto na iniciativa pública quanto na área privada.

Em meio a iniciativa pública em adotar medidas e estruturas em BIM, por meio das pesquisas de maturidade realizadas por órgãos do governo estadual e pesquisadores em âmbito federal, presume-se um panorama de como a metodologia está desenvolvida dentro da esfera pública.

Dentre essas pesquisas, vale analisar os pontos de acordo com o tema da pesquisa, entre eles dificuldades com os fluxos de trabalho, estrutura, tecnologia, alinhamento e estruturação de processos e dinâmicas colaborativas.

Iniciando pela pesquisa desenvolvida pelo estado de Minas Gerais, sendo uma colaboração entre o Departamento de Estrada de Rodagem (DER-MG), Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade (SEINFRA), Câmara Brasileira de BIM de Minas Gerais (CBIM-MG) e o Serviço de Apoio às Micro e pequenas empresas de Minas Gerais (Sebrae-MG), foi estruturado um questionário a respeito da utilização do BIM nas prefeituras do estado.

Ainda que uma parcela menor de municípios tenha realizado a devolutiva dos questionários, há a possibilidade de entendimento da difusão da metodologia no estado. Somente 24% dos municípios responderam os questionários, sendo 205 de um total de 853, o que corresponde segundo os autores, a 35% da população mineira (Cury, *et al.* 2021).

Como resultados, ressalta-se a falta de estratégia para implementação do BIM, falta de capacitação dos servidores e estruturação dos projetos realizados pelo município no formato CAD. Além disso, outro dado que ressalta é a previsão de investimento na metodologia, que em grande parcela dos municípios ainda não está prevista (Cury, *et al.* 2021).

Outro ponto a ser detalhado, em uma das perguntas há a indagação do uso de *softwares* BIM. Grande parte dos pesquisados utiliza, porém, somente

estruturado para o levantamento de modelos 2D mais precisos (Cury, *et al.* 2021). Isso traduz um breve conhecimento das ferramentas digitais, entretanto demonstra processos pouco estruturados, ou até inexistentes.

Por fim, os autores ressaltam que a estruturação da implantação do BIM nos municípios mineiros se dá pela motivação de alguns servidores interessados na metodologia. Além disso, percebe-se que o grau de maturidade dos municípios pesquisados se encontra em um estado inicial de adoção (Cury, *et al.* 2021).

Outro estado que vem tomando maiores proporções com os estudos de BIM é o estado do Paraná. Por meio de um documento disponibilizado pela Secretaria de Infraestrutura e Logística (SEIL), é demonstrado o nível de maturidade e desafios enfrentados pelos municípios (Vacarri, De Lima, 2023).

Nesse estudo, ressalta ainda a baixa adesão do BIM por parte dos municípios, de um total de 148 prefeituras pesquisadas somente 25% alegam ter algum tipo de iniciativa BIM. Esses dados em um total de 399 municípios contidos no estado, representaria em torno de 10% de adesão. Outro dado importante, a falta de capacitação dos agentes públicos se torna uma barreira para adoção e estruturação do BIM pelas prefeituras, junto com problemas de estrutura tecnologia e recurso para a estruturação da área técnica. (Vacarri, De Lima, 2023).

Em uma pesquisa em âmbito nacional, Dal'Bosco, Lima e Azenha (2024), realizaram um questionário com o objetivo de analisar a maturidade BIM, traduzindo um cenário atual da metodologia com enfoque no setor público municipal. A pesquisa teve a participação de uma gama mais elevada de municípios, porém cobrindo um montante de 18% do total, ou seja, 1006 prefeituras, deste total somente 115 apontaram a utilização da metodologia, o que na visão dos autores, ainda é uma taxa de adoção muito baixa (Dal'Bosco, Lima e Azenha, 2024).

Em meio aos dados coletados e pela matriz construída, os autores ressaltam que, há um conhecimento da metodologia e de sua importância, porém o campo de pessoas e cultura há a necessidade de estruturação das atitudes colaborativas e de uma liderança, ou seja, um campeão BIM (Dal'Bosco, Lima e Azenha, 2024).

Ainda, com relação ao campo processos e procedimentos e ao campo estrutura organizacional e de processos, os municípios apresentam níveis iniciais de maturidade, o que corrobora para a ideia uma melhor estruturação (Dal'Bosco, Lima e Azenha, 2024).

Na perspectiva mais ampliada, as ações do governo traduzem em uma maior adoção da metodologia, a pesquisa de Magalhaes, *et al.* (2024), traz essa visão da maturidade do BIM no Brasil, tomando premissas como estratégias governamentais, lideranças, arcabouços regulatórios e publicações BIM como métricas como amparo ao seu estudo.

Diferente dos outros estudos apresentados, esse denota um teor mais voltado ao campo da política. A estruturação da pesquisa se dá com a análise de materiais publicados, como normas técnicas, guias, manuais técnicos além de leis e decretos.

Isso demonstra que o nível mais alto de maturidade BIM se dá com relação a liderança e arcabouço, porém ainda possuem métricas medianas de maturidade, já no quesito publicações notáveis, há uma condição média baixa, porém que ainda não chega a níveis medianos (Magalhães, *et al.*, 2024).

Em decorrência desses dados, na visão dos autores, o nível de maturidade BIM se encontra baixo, mesmo havendo esforços por parte do poder governamental, ainda é insuficiente e há a necessidade de maiores incentivos (Magalhães, *et al.*, 2024).

Ainda que o nível de maturidade do BIM dentro do governo esteja baixo, há diversas iniciativas de aplicação do BIM nos órgãos governamentais, presentes nas mais diversas áreas das esferas públicas, como departamentos de estrada e rodagem, tribunais de contas, departamentos de prefeituras e instituições financeiras como a Caixa Econômica Federal (CEF).

A CEF é responsável pela estruturação de custos e insumos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção Civil (SINAPI), desta forma, ela vem estruturando a metodologia BIM em meio às suas planilhas bases para orçamentos, utilizando-se das normas da ABNT como a NBR 15.965 para a estruturação e padronização de insumos e composições orçamentárias (CEF, 2024).

2.1.3 Colaboração e Integração

Um projeto em BIM é desenvolvido por diversas áreas especializadas que, ao seguirem essa metodologia, dialogam e colaboram entre si, para assim entregar um modelo digital de um empreendimento. Essa colaboração deve ser resultante de diretrizes adotadas dentro do fluxo de trabalho da empresa.

O BIM facilita a colaboração entre os participantes, trazendo benefícios como redução de erros, de modificações em obra e de custos e prazos, trazendo assim resultados mais completos e confiáveis (Eastman *et. al*, 2018).

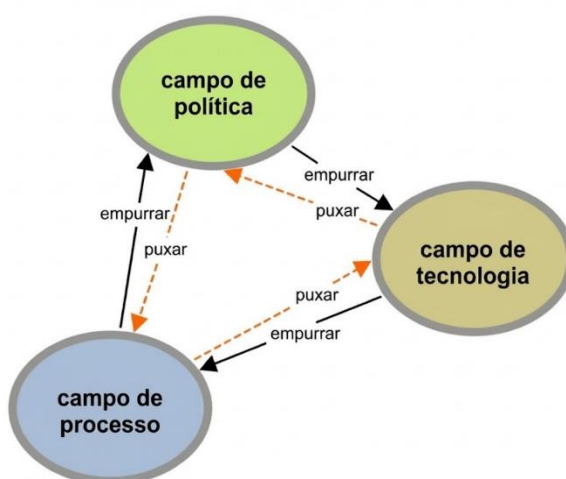
Determinar os métodos que serão utilizados para permitir o compartilhamento de informações de forma adequada para a equipe é essencial, pois este processo levanta questões a respeito do desenvolvimento das equipes (Eastman *et. al*, 2018).

Dentre as diretrizes, a implantação do BIM traz a definição de níveis de experiência, capacitação e maturação, equipes de trabalho envolvidas, objetivos a serem desenvolvidos e os papéis e responsabilidades de cada membro das equipes de trabalho desenvolvidas (CBIC, 2016 a).

Essas diretrizes também são estruturantes para a realização de um fluxo de trabalho em BIM em uma empresa, sendo realizadas durante o período de implantação da metodologia e servindo de guia para a manutenção das interações internas.

As interações em BIM de acordo com Succar (2009), ocorrem por meio de *push-pull*, havendo a troca de informações entre os colaboradores transferindo conhecimento “*push*” e captando “*pull*”, satisfazendo uma solicitação de algum campo ou subcampo (Figura 05).

Figura 5 – Interações entre campos Push-pull



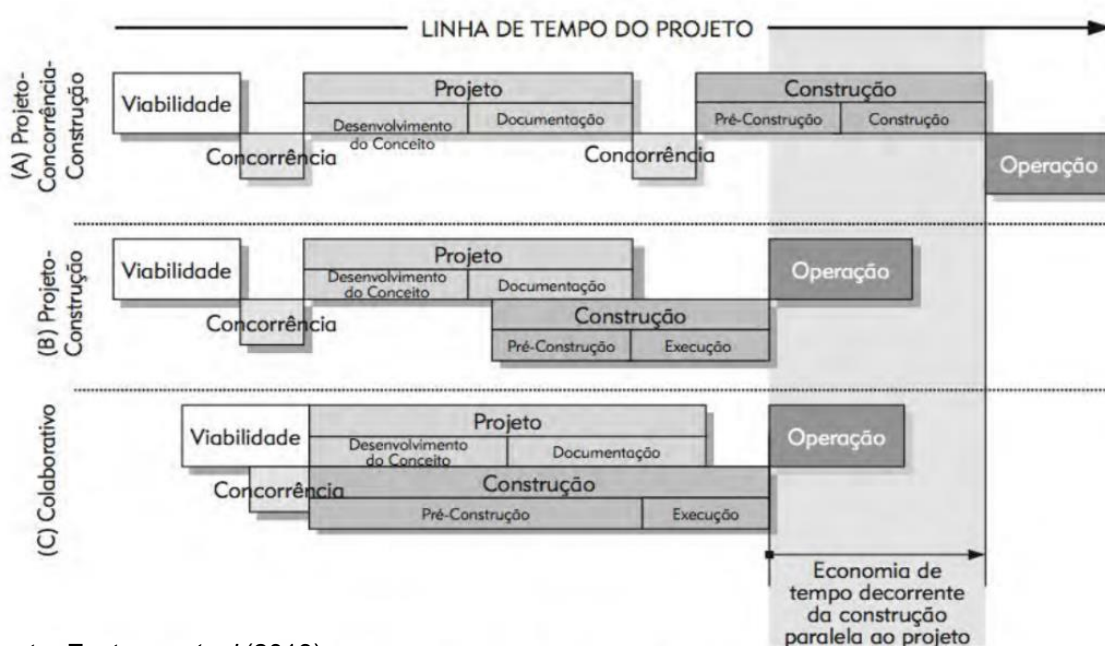
Fonte: Adaptado de Succar (2009)

Com a necessidade de padronização nas trocas de informações entre

fluxos de trabalho diferentes, a NBR 15965 vem para classificar as informações, trazendo um padrão e código que se torne de uso comum sendo possível assim, haver colaboração entre as equipes (CBIC, 2016 a).

Essa troca de informação se dá baseada em ambientes multiusuários, no qual ocorre a interação de múltiplos usuários, podendo criar e editar partes de um mesmo projeto baseado em um único arquivo. Desta forma, haveria uma economia de tempo em meio a atividades realizadas de forma paralelas, conforme a figura 6 (Eastman *et. al*, 2018).

Figura 6 – Linha de tempo do projeto



Fonte: Eastman *et. al* (2018)

2.1.4 Interoperabilidade

Processos em BIM trazem a necessidade de dialogar com diversas áreas, definindo a forma de se comunicar entre os diferentes setores e *softwares*, melhorando a qualidade dos dados enviados. A interoperabilidade pode ser definida segundo a CBIC (2022 b) como sendo a habilidade de dois ou mais sistemas ou componentes de trocar informações e utilizar essas informações para a realização de operações, utilizando de diferentes sistemas operacionais, computacionais e aplicativos, sendo interligados em diferentes tipos de redes e locais.

Os projetos de construção sempre exigiram trocas de informações entre as partes interessadas, desde pequenas edificações até projetos maiores, sendo

necessária a união de várias organizações para sua construção (Sackey, Tuuli e Dainty, 2015).

Ela representa a necessidade de passar os dados entre as aplicações, o que permite uma quantidade diversa de tipos de especialistas e aplicações para o trabalho (Eastman *et. al*, 2018).

Ainda, é retratado por Eastman *et. al* (2018), que há quatro abordagens para a conexão entre aplicações no âmbito BIM, com o uso de formatos baseados em XML, ligações diretas entre ferramentas proprietárias, uso de formatos de arquivos de intercâmbio proprietário e formatos de uso público, como o IFC.

Neste trabalho, foram estruturadas as formas no qual os dados são exportados e importados, ou seja, interação entre si, sendo um primeiro relacionado com a modelagem tridimensional do modelo e um segundo com a forma de comunicação entre arquivos.

2.1.4.1 Arquivos de Modelagem

Os dados da modelagem são salvos nos mais diversos formatos de arquivos devido a diversidade de *softwares* disponíveis no mercado, surgindo assim um problema relacionado com o tratamento e disponibilização das informações por cada um dos *softwares*.

Cada um dos *softwares* e empresas ligadas ao BIM possuem formas de salvar e disponibilizar as informações, esses formatos são conhecidos como formatos nativos. Alguns desses formatos são amplamente difundidos, como no caso do “dwg” da Autodesk que é reconhecido nos mais diversos *softwares*. Porém, no caso de arquivos que contêm dados específicos da modelagem, é necessário que cada *software* saiba exportar e/ou reconhecer cada uma dessas informações (Eastman *et. al*, 2018).

Em meio a busca por padronizações, a visão de interoperabilidade entre os *softwares* e a colaboração de informação exige um formato de arquivo que seja neutro e compatível com os *softwares* BIM.

O *Industry Foundation Classes*, ou IFC, é um formato comum adotado dentro do BIM. Ele é definido como uma descrição digital padronizada do ambiente construído, sendo um padrão internacional aberto, podendo assim ser utilizado em grande parte dos *softwares*, *hardwares* e interfaces de usuários, desta forma

cumprindo seu objetivo de ser um formato neutro (BuildingSmart, 2024).

Ainda, o esquema IFC codifica de forma lógica vários parâmetros, como a identidade e a semântica, características ou atributos, relacionamentos, objetos, conceitos abstratos, processos e pessoas, ou seja, ele especifica como se constrói, seu uso e sua operação (BuildingSmart, 2024).

O formato neutro, possui diversas codificações, em que cada qual contém uma finalidade específica, tendo diferenciações em escalabilidade, legibilidade ou mesmo a compatibilidade com software. Dentre essas codificações, ressaltam-se dois formatos, o Arquivo Físico STEP (SPF) e a XML (*Extensible Markup Language*) (BuildingSmart, 2024).

O SPF ou SPF-IFC, é o formato compacto mais utilizado. Ele é baseado no padrão *Express* ISO 10303-21 para leitura de dados não criptografados, sendo lido na forma de texto, além disso possui o tamanho original da modelagem sendo reconhecido pela extensão “.ifc” (BuildingSmart, 2024).

O formato “XML”, traduz uma maior legibilidade, o que traz uma maior gama de softwares para seu uso. Ele é baseado no formato ISO 10303-28 e possui um tamanho 13% maior que o SPF, sendo reconhecido pela sua extensão. “ifcXML” (BuildingSmart, 2024).

Ainda que o IFC (Industry Foundation Classes) seja um dos pilares do OpenBIM para troca de modelos, muitas ferramentas modernas não suportam o IFC nativamente, necessitando de bibliotecas de terceiros ou conversores, e gerando o risco de perder dados não geométrico (Khorchi, Botton, 2024).

2.1.4.2 Comunicação nos Projetos

Para a construção de uma edificação, devem ser realizados projetos das mais variadas disciplinas, frequentemente desenvolvidas por profissionais de diversas áreas, como arquitetura, estruturas, elétrica e hidráulica. Todos esses profissionais necessitam comunicar-se sobre seus projetos, possíveis interferências e demandas da área. Nessa visão, há ferramentas que possibilitam a realização dessa comunicação, como o *BIM Collaboration Format (BCF)* e o *Ambiente Comum de Dados (CDE)*.

O formato de comunicação *BIM Collaboration Format (BCF)*, estrutura, por meio de um esquema em XML a comunicação entre os arquivos e

integrantes de equipes BIM, sendo um meio de alinhar os dados da modelagem com os meios de comunicação entre equipes. Esse tipo de formato, alinhado com o processo e fluxo de trabalho da empresa, visa contribuir para a redução de erros projetuais, como na concepção do projeto ou até mesmo na compatibilização de disciplinas (Van Berlo, Krijnen, 2014; Eastman *et al.*, 2018).

Esse padrão internacional estruturado em *OpenBIM* pode ser utilizado tanto na forma de troca de arquivos pelos usuários ou por meio de serviços web, sendo possível uma comunicação baseada em modelos e o rastreamento e gerenciamento de conflitos (BuildingSmart, 2024).

Quanto a comunicação por modelos, tem-se a possibilidade de identificação dentro de um modelo BIM o ponto de atenção necessária, além da possibilidade de a equipe anexar comentários como textos, imagens e links que auxiliam no debate (BuildingSmart, 2024).

Com relação ao rastreamento de conflitos, se faz por meio de relatórios de detecção de conflitos, lista de tarefas, acompanhamento do progresso do problema, organização dos problemas em áreas e atribuição de responsabilidades dentro dos arquivos (BuildingSmart, 2024).

O BCF possui uma estrutura em árvore, consistindo em uma hierarquia de atributos e tags. Os atributos são constituídos de chaves e valores onde as informações são alocadas em forma de texto, podendo ser lidas. A organização interna se dá por tópicos que representam um problema, cada um desses tópicos é organizado em pastas, com um identificador próprio (Khorchi, Botton, 2023).

Além do BCF, o *Common Data Environment*, desempenha um papel crucial na colaboração entre as equipes, trazendo um local centralizado para o armazenamento e compartilhamento de dados. O *Common Data Environment* (CDE) ou em tradução Ambiente Comum de Dados (ACD) é um espaço digital, onde são alocadas as informações para a administração de um determinado projeto (ABNT, 2022).

Um servidor BIM é tido como um sistema que faz o gerenciamento de dados baseado em um esquema de objetos que, por serem focados em objetos, permitem a consulta, transferência, atualização e gerenciamento de objetos de um projeto de forma individual por meio de um conjunto de aplicativos diferenciados (Eastman *et al.*, 2018).

A utilização de um CDE no fluxo de trabalho permite a possibilidade

de desenvolvimento de um modelo de informação federado, sendo constituído de modelos de informações de diferentes contratadas, equipes de tarefas e equipe de entregas (ABNT, 2022).

Ainda, a NBR 19650 (2022) sugere um cuidado com relação a informação depositada no CDE, sendo necessário o entendimento de todos os integrantes do grupo que estejam envolvidos no empreendimento ou na gestão do ativo, contemplando formatos de produção, formatos de entrega, dos modelos, formas de estruturação e classificação da informação e os nomes dos atributos de metadados, conforme o disposto na NBR ISO 12006-2 e na NBR ISO 12006-3.

Como servidor para armazenamento de informações, não é necessária a existência de uma mídia física no local de trabalho para a realização de um CDE. Este pode ser alocado na forma de nuvem para ser de fácil acesso aos membros das equipes de qualquer local (BuildingSmart, 2024).

A união entre as duas ferramentas, BCF e CDE, promove uma cultura de colaboração e integração entre as equipes de projeto, compartilhando informações e promovendo uma maior transparência e eficiência do fluxo de trabalho, sendo assim possível a identificação e resolução de interferências de forma mais ágil e com menores riscos de retrabalho (Forth, Hollberg, Borrmann, 2023).

2.1.5 Processos e Fluxos de Trabalho BIM

Os processos em BIM segundo Eastman *et. al* (2018) geram e gerenciam informações com base aplicações BIM para a realização de projetos, análise, detalhamento fabril, estimativas de custos ou outros usos. A padronização do processo BIM é realizada em virtude da sua complexidade, ainda, o conhecimento das formas de implantação e as barreiras existentes em sua adoção se tornam relevantes para uma melhor estruturação dos processos.

Alguns métodos visam contornar possíveis problemas na gestão do processo interno de desenvolvimento de projetos. A utilização de planejamentos e controles de produção visam melhorar e padronizar o fluxo interno de trabalho, visando conferir maior eficiência ao trabalho proposto.

Dentro do fluxo de trabalho, para a realização dos intercâmbios de informações, as equipes de projeto devem levantar as informações que serão necessárias para cada uso do BIM, sendo justamente esses intercâmbios os

responsáveis pela alteração dos modelos de BIM (CBIC, 2016 b).

Nesse sentido, a NBR 19.650 (2022) traz como conceito de informação, a “representação reinterpretabil de dados de maneira formal, adequada para comunicação, interpretação ou processamento”, sendo possível seu processamento ser realizado tanto por pessoas como também por meios automatizados.

2.1.5.1 Classificação da Informação

O BIM é baseado no trabalho e gerenciamento de dados, ou seja, informações, para a realização da gestão de empreendimentos, desde a sua construção, manutenção, demolição ou retrofit, funcionando como um banco de dados (Eastman *et al.*, 2018). Essa gestão de dados e classificação da informação no setor da construção civil está relacionada com normas técnicas, como a NBR ISO 12006, NBR 15965 e NBR ISO 19650. Além do mais, é possível a estruturação utilizando de sistemas de classificação como *Uniclass*, *Unifomat* e *OmniClass®*, conforme realizado na América do Norte e Europa.

A ABNT ISO 12.006 é uma normativa internacional traduzida como meio de estabelecer a organização da informação da construção e a implementação de normativas BIM no Brasil. A norma detalha o desenvolvimento de um sistema de classificação de uma construção, identificando um conjunto de títulos de tabela recomendados para cada variedade de classes de objetos da construção, que realizam a distinção entre objetos com base em suas propriedades. (ABNT, 2018).

Como forma de desenvolver uma norma técnica brasileira, é desenvolvida a NBR 15.965 que traz um sistema de classificação por meio de tabelas, estruturadas por um padrão de classes e princípios que ordenam e operacionalizam o sistema. Ela possui como base normativa a NBR ISO 12.006 e está estruturada em sete partes, tratando das características da edificação, processos construtivos, recursos da construção, unidades, espaços, resultados e na última parte, informações da construção (ABNT, 2011).

A parte sete da NBR 15.965 apresenta a estrutura de classificação da informação para ser aplicada a modelagem de informação da construção pelo setor de AEC, aplicando ao planejamento, projeto, obra, operação e manutenção de um empreendimento (ABNT, 2015).

Já a ABNT ISO 19.650 traduz os conceitos e fundamentos para a gestão da informação em estágios de maturidade para o BIM, realizando trocas, registro, versionamento e organização da informação para todos os envolvidos (ABNT, 2022).

Sua utilização se dá devido à padronização e clareza nos processos, o que garante um gerenciamento eficiente e colaborativo permitindo que as informações estejam disponíveis quando necessário (Abanda *et al.*, 2025).

2.1.5.2 Nível de Informação e detalhamento

A complexidade de modelos em BIM se dá pelo nível de informação necessária para determinado uso, ou seja, para casos menos complexos é requerida uma menor quantidade de informações e para casos mais complexos, consequentemente um número maior de informações. Com isso, surge a necessidade de entender que tipo de informação e a quantidade a ser requisitada para o modelo.

A informação presente dentro de um modelo BIM está ligada a forma com que ela está contida dentro da modelagem, podendo ser diferenciada como sendo geométrica e como não geométrica (NHS SCOTLAND, 2021).

Essa diferenciação parte da disponibilização da informação, na qual a primeira está explícita de forma gráfica, sendo possível uma visualização tridimensional daquilo, correspondendo a informação geométrica. As informações não geométricas são aspectos inseridos ao modelo, como no formato de texto, que atribuem as propriedades e atributos ao modelo, como materiais, parâmetros de conforto e dados para manutenção e operação (Silva, 2019).

Ainda que atento a definição das informações de um modelo, é necessário verificar os níveis de detalhamento que aquele arquivo exige ou apresenta, isso se dá devido a possibilidade de comprometimento do ritmo de trabalho pela queda de rendimento por elementos desnecessários presentes no modelo (CBIC, 2016 b).

Essas informações andam alinhadas, porém são definidas de formas diferentes, uma vez que um modelo pode possuir um nível alto de informação, porém com um nível de detalhamento baixo, como exemplo a modelagem de um equipamento industrial, que teria um detalhamento alto devido às suas singularidades, mas que poderia ser desenvolvido de forma mais simples com o intuito, a retirada de informações daquele objeto. Desta forma, os modelos BIM não detêm somente níveis

diferentes de detalhe, mas também do conteúdo da informação (Eastman *et. al*, 2018).

A definição para os requisitos de informação segundo a ABNT ISO 19650 (2022), traz como sendo uma especificação de algo que indaga sua necessidade, para quando, como e para qual usuário a informação deverá ser produzida. Ainda, destrincha siglas relacionadas aos requisitos de informação para organizações, ativos, projetos e requisitos de troca de informação.

Outro ponto definido na norma é o nível necessário de informação, descrito como sendo um “sistema descritivo da extensão e granularidade da informação”, como forma de prevenção de entregas de informações excessivas (ABNT, 2022 p.6).

A *American Institute of Architects* (AIA) define cinco níveis de desenvolvimeto (LOD), onde partindo do modelo menos complexo para o mais detalhado tem-se, o LOD 100 que contempla o modelo conceito mas que não tenha informações geométricas, o LOD 200 que tem uma geometria aproximada mas com elementos macadores genéricos, LOD 300 com uma geometria precisa, tendo dados de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação, o LOD 350 acrescido de uma coordenação mais detalhada e por fim o LOD 500 com a representação mais realística, como construído (Abualdenien, Borrmann, 2022).

Nesse sentido, essa definição de nível de informação quanto a realização de projetos traz mudanças na modelagem do empreendimento. Onde, a depender do nível de desenvolvimento, há consequentemente uma maior complexidade de desenvolvimento. Sendo assim, com uma maior necessidade de estruturação da informação surge duas ferramentas importantes para a padronização de informações dentro do fluxo de trabalho interno, o BIM Mandate e o BIM Execution Plan. Esses dois itens trazem os parâmetros que o modelo deve seguir, além das informações requeridas e necessidades do cliente.

2.1.5.3 BIM Mandate

O BIM Mandate é um documento estruturado que determina o uso da metodologia BIM em projetos, funcionando como um roteiro com requisitos e objetivos para cada estágio BIM. Com ele, órgãos contratantes passam a estabelecer que o desenvolvimento de projetos e modelos siga padrões específicos, definidos por normas e documentos.

O papel desse documento partindo do setor público demonstra um impacto maior com relação a conscientização da indústria quanto à aplicação do BIM. Isso ajuda a direcionar o setor da construção para uma atuação mais integrada e digital, garantindo a padronização de entregas e maior controle das informações ao longo do ciclo de vida do empreendimento (Eastman et al., 2014; Succar, 2009).

Esse tipo de exigência já é realidade em vários países e tem sido adotado como estratégia para modernizar o setor público e otimizar os investimentos em infraestrutura. (Buildingsmart, 2024; ABDI, 2017; Abanda et al., 2025; Abualdenien; Borrmann, 2022).

A adoção de um BIM Mandate visa garantir maior previsibilidade e controle nas contratações públicas. Com a padronização do uso do BIM, é possível reduzir incertezas no desenvolvimento dos projetos e mitigar falhas de compatibilização, o que contribui para a diminuição de aditivos contratuais, atrasos e retrabalhos em obras públicas (BuildingSMART, 2024; ABDI, 2017). Isso se torna importante em grandes empreendimentos que envolvem diversas disciplinas e etapas complexas de execução, nos quais o controle de informações é essencial.

Outro fator que justifica a implantação do BIM Mandate está relacionado à transparência e à rastreabilidade das informações. O uso do BIM permite o registro detalhado de decisões e alterações ao longo do projeto, promovendo maior clareza nos processos de fiscalização, auditoria e prestação de contas. Essa rastreabilidade é um fator-chave para órgãos públicos que precisam garantir confiabilidade em seus processos e justificar tecnicamente suas escolhas (Abualdenien; Borrmann, 2022; Brasil, 2020; Eastman et al., 2014).

Além disso, com a utilização do BIM desde a etapa de projeto, é possível planejar de forma mais eficiente todo o ciclo de vida do empreendimento, desde a concepção até à manutenção. Isso torna o investimento público mais sustentável, uma vez que se reduz o custo operacional ao longo do tempo com decisões mais bem embasadas desde a origem do projeto (Succar, 2009; Abanda et al., 2025). Com essas vantagens, o BIM deixa de ser uma simples inovação tecnológica e passa a ser uma ferramenta estratégica para a modernização da gestão pública.

A estrutura de um BIM Mandate envolve a definição clara dos objetivos, responsabilidades e entregáveis em cada fase do ciclo de vida do empreendimento. Para isso, são utilizados documentos normativos e diretrizes

técnicas que orientam a forma como a informação deve ser modelada, trocada e armazenada. Um dos principais referenciais internacionais é a ISO 19650, que organiza os fluxos de informação a partir de princípios de gestão, promovendo uma base comum para colaboração entre os agentes envolvidos (Abanda *et al.*, 2025; ABNT, 2022).

Outro ponto fundamental da estrutura é a definição do nível de desenvolvimento (LOD) e do nível de informação (LOI) exigido para cada etapa da obra. Esses níveis definem o grau de maturidade do modelo, garantindo que os dados estejam adequados à fase do projeto e ao uso pretendido, como orçamento, compatibilização, simulação de desempenho ou planejamento executivo (NHS Scotland, 2021; Eastman *et al.*, 2014). A padronização dos formatos de entrega também é essencial, o que reforça a importância do uso de formatos abertos como o IFC (*Industry Foundation Classes*) e da interoperabilidade entre plataformas (BuildingSMART, 2024; ABNT, 2018).

Além da definição dos níveis de informação e da padronização dos formatos, a estrutura de um BIM Mandate também depende da formalização dos papéis e responsabilidades dos agentes envolvidos. Isso é feito por meio de documentos como o Plano de Execução BIM (BEP) e o Protocolo de Modelagem, que descrevem as regras de governança, os usos previstos do modelo e os fluxos de trabalho colaborativos (CIC, 2013; Eastman *et al.*, 2014). Esses documentos funcionam como contratos técnicos que asseguram a coordenação das equipes e o cumprimento dos objetivos do projeto.

Outro elemento importante dentro da estrutura é o uso de ambientes comuns de dados (CDE – *Common Data Environment*), que funcionam como plataformas centralizadas de armazenamento e controle de versões. O uso de um CDE garante que todas as partes interessadas trabalhem com informações atualizadas e reduz riscos relacionados à duplicidade ou perda de dados (Abualdenien; Borrmann, 2022; Abanda *et al.*, 2025). Isso reforça a necessidade de uma infraestrutura tecnológica mínima e de políticas claras de gestão da informação para garantir a efetividade do BIM Mandate.

Ainda a disponibilidade dos documentos varia em decorrência do setor que a produz, enquanto o setor governamental e órgãos públicos disponibilizam os materiais com os roteiros estratégicos e pontos de melhoramento o setor privado mantém os dados de forma interna, sem divulgação dos resultados (Eastman *et al.*,

2018).

A implantação de um BIM *Mandate* requer uma estratégia coordenada entre governo, instituições públicas e setor privado. No Brasil, essa diretriz foi oficializada por meio da Estratégia BIM BR (Decreto 10.306/2020), que estabelece metas escalonadas para a adoção do BIM em contratos públicos, divididas em etapas de capacitação, modelagem e integração de dados (Brasil, 2020). Essa estratégia busca criar um ambiente institucional e técnico favorável, incentivando a capacitação profissional e a atualização de normas técnicas nacionais.

A implantação também exige a adaptação dos processos licitatórios, dos editais e dos critérios de julgamento, para que passem a exigir entregas em BIM de forma clara e compatível com a realidade do mercado. Diversos países adotaram estratégias semelhantes, como Reino Unido, Noruega e Cingapura, utilizando o BIM *Mandate* como política pública para fomentar a inovação e o ganho de produtividade na cadeia da construção (ABDI, 2017; Succar, 2009). Com o tempo, espera-se que a obrigatoriedade se transforme em cultura organizacional, não sendo apenas uma exigência contratual, mas uma prática consolidada no setor público.

Dessa forma, a existência de um BIM *Mandate* por si só não garante o sucesso da adoção da metodologia. É fundamental que ele seja acompanhado por documentos operacionais claros, como o BEP, que detalhem as práticas, padrões e responsabilidades esperadas de cada parte envolvida. A ausência desse alinhamento pode comprometer a colaboração entre os agentes, gerar retrabalho e dificultar o alcance dos objetivos propostos. Por isso, a elaboração e validação de um BEP consistente torna-se uma etapa essencial para transformar as diretrizes de alto nível do mandato em processos eficazes e aplicáveis na realidade dos projetos (Eastman *et al.*, 2014; CIC, 2013; Abanda *et al.*, 2025; ABNT, 2022).

2.1.5.4 BIM Execution Plan

Dentro do contexto de um BIM *Mandate*, o BIM *Execution Plan* (BEP ou BEP em português) surge como um dos principais instrumentos para garantir a efetiva aplicação das diretrizes estabelecidas. Enquanto o *Mandate* define as exigências institucionais e os parâmetros mínimos para a utilização do BIM, o BEP é o documento que traduz essas exigências em ações práticas no âmbito do projeto, especificando como os modelos serão produzidos, quem será responsável por cada

entrega, quais os usos do BIM e quais padrões deverão ser adotados ao longo do ciclo de vida do empreendimento (CIC, 2013; Eastman et al., 2014).

Dessa forma, o BEP atua como elo entre a política pública e a operação técnica, assegurando que as metas definidas pelo contratante sejam compreendidas e executadas pelas equipes envolvidas. Estudos como o de Simões, Conde, Jesus (2021) reforçam essa necessidade ao evidenciar que a ausência do BEP pode comprometer a efetividade do BIM no setor público, principalmente em projetos de maior complexidade. Ainda que não exigido legalmente, o documento é visto como essencial para a estruturação de fluxos colaborativos, definição de responsabilidades e garantia de interoperabilidade entre as plataformas utilizadas. Ao padronizar expectativas e detalhar os usos do BIM no projeto, o BEP atua como instrumento estratégico para assegurar a aderência aos objetivos do mandato, promovendo maior controle, qualidade e transparência nos processos públicos.

Com isso, para a padronização do BIM, é necessária a definição clara do nível de detalhamento das informações (LOD – *Level of Development*), a forma como essas informações serão classificadas e organizadas, além do estabelecimento de fluxos de trabalho internos entre as equipes envolvidas. Esses aspectos são fundamentais para garantir a consistência dos dados e a eficiência na comunicação entre os diferentes agentes do projeto, facilitando a integração e o intercâmbio de informações ao longo de todas as fases do empreendimento (NHS Scotland, 2021; ABNT ISO 19650, 2022).

O BEP, nesse contexto, é o instrumento que detalha esses critérios e procedimentos, determinando quais níveis de desenvolvimento devem ser alcançados em cada etapa, como os dados devem ser estruturados para atender às normas e necessidades específicas do projeto, e de que forma a colaboração será organizada para evitar retrabalhos e erros de compatibilização. Dessa maneira, o BEP não apenas operacionaliza as diretrizes do BIM *Mandate*, mas também contribui para o aumento da qualidade, produtividade e transparência, promovendo a integração eficiente entre projetos, obras e operações futuras.

Além de servir como um guia técnico-operacional, o BEP também funciona como um instrumento de gestão, pois estabelece critérios para a medição do desempenho da equipe e do uso do BIM ao longo do projeto. Por meio dele, é possível definir indicadores de desempenho, marcos de entrega e processos de verificação e validação dos modelos. Isso contribui não apenas para a coordenação entre os

agentes envolvidos, mas também para a rastreabilidade das decisões tomadas ao longo do desenvolvimento do projeto, elemento fundamental em contratações públicas que exigem transparência e prestação de contas (Kassem et al., 2014; ABNT ISO 19650, 2022).

Outro ponto relevante é que o BEP precisa ser adaptado à natureza e ao escopo de cada projeto. Um documento genérico ou padronizado sem análise prévia pode não atender adequadamente às necessidades específicas da obra. Assim, a elaboração do plano deve ser conduzida de forma colaborativa, envolvendo os principais stakeholders desde o início do processo. Essa abordagem garante que o BEP reflita não só as exigências contratuais, mas também as particularidades operacionais e técnicas de cada equipe e projeto. Com isso, o plano deixa de ser apenas um requisito formal e passa a ser um instrumento vivo de gestão, adaptável e essencial à boa execução de empreendimentos públicos e privados (Succar, 2009; BuildingSMART, 2020).

A ausência de um planejamento detalhado pode comprometer o retorno esperado da adoção do BIM, especialmente em obras públicas, em que a complexidade e o número de stakeholders aumentam significativamente. Portanto, a elaboração e o cumprimento do BEP são passos imprescindíveis para transformar o BIM de uma obrigação legal em uma ferramenta estratégica para o setor da construção (Simões, Conde, Jesus, 2021; Eastman *et al.*, 2018).

2.2 LICITAÇÕES E ORÇAMENTOS PÚBLICOS LIGADOS AO BIM

A administração pública depende da prestação de serviços, bens de consumo e materiais para exercer suas funções, sendo assim necessário, para tal fim, a realização de licitações.

De acordo com De Amorim (2021, p. 23):

A licitação pode ser compreendida como o procedimento administrativo formal pelo qual, sob determinação legal, uma pessoa governamental, com base em condições previamente estipuladas e em observância aos princípios da Administração Pública, e em observância busca selecionar a proposta mais vantajosa para a consecução de uma pretensão contratual voluntária.

A sua obrigatoriedade é dada pela constituição brasileira por dois artigos, sendo o Art. 37 Inciso XXI que determina, consoante a Lei Nº 14.133, a

contratação de mediante processo de licitação pública de forma que assegure a igualdade de condições para todos os concorrentes do certame, e pelo Art. 73, Parágrafo 1º, Inciso III que traz as diretrizes com relação ao tribunal de contas (Brasil, 1988; Brasil, 2021; De Amorim, 2021).

Quanto a condução do processo licitatório, é disposto na Lei Nº 14.133 os princípios para o devido resguardo das condições de participação dos concorrentes, tendo os princípios da eficiência, da impessoalidade, da legalidade, da moralidade, da publicidade, do interesse público, da probidade administrativa, da igualdade, da transparência, da eficácia, da segregação de funções, da motivação, da vinculação ao edital, do julgamento objetivo, da segurança jurídica, do planejamento, da razoabilidade, da competitividade, da proporcionalidade, da celeridade, da economicidade e do desenvolvimento nacional sustentável (Brasil, 2021).

Em meio às vantagens trazidas pelo BIM, tem-se relação com os princípios da eficiência, do planejamento, da celeridade, da economicidade e do desenvolvimento nacional sustentável. Isso retrata a importância da utilização da metodologia alinhada ao setor público.

Desta maneira, para resguardar esses princípios e dar base legal ao processo licitatório público, utiliza-se da Lei de Licitações, ou Lei Nº 14.133 envolvendo todas as esferas do poder público e o Decreto Estadual Nº 10.086 que determina o processo no Estado do Paraná.

2.2.1 A Nova Lei de Licitações

A lei Nº 14.133 de 01 de abril de 2021, ou NLL, foi sancionada após oito anos no Congresso Nacional para sua tramitação como forma de atualizar a lei Nº 8.666 de 21 de junho de 1993, buscando assim trazer maior transparência e celeridade no processo licitatório, sendo um novo marco normativo para o regime de contratação da Administração pública (Amorim, 2021).

Ela estabelece os trâmites a serem adotados para a realização de licitações por parte do poder público, como união, estados e municípios, sendo assim indispensável para a compra e contratação de insumos e serviços (Brasil, 2021).

Sua aplicação é dada para serviços como alienação e concessão de direito real de uso de bens, compra, locação, concessão e permissão de uso de espaços públicos, prestação de serviços, contratações de tecnologia e obras e por fim

serviços de arquitetura e engenharia, estes últimos, foco da pesquisa (Brasil, 2021).

Sua atualização como exposto por Amorim (2021), visa consolidar as diversas leis que discorrem sobre o mesmo tema em uma única, além disso, busca a sistematicidade dos procedimentos, positivando os entendimentos do Tribunal de Contas com relação as licitações públicas.

Conforme a pesquisa se concentra na parte orçamentária de serviços de engenharia e arquitetura, então, tomará como foco somente a parte da legislação que está relacionado com esse tema, como as bases legais, modelos de contratação para tal e detalhes legislativos ligados ao BIM e a construção civil.

2.2.1.1 Aplicação aos Estados e Municípios

A lei de licitações faz-se valer para todos os níveis da hierarquia brasileira, seja a União, os Estados e os Municípios. Sendo assim, com a promulgação da lei federal, os estados realizam decretos que complementam as disposições legais prescritas na lei federal, garantindo que seja efetivamente aplicada e adequada às normas para cada estado.

No caso do estado do Paraná, o Decreto Estadual Nº 10.086 de 17 de janeiro de 2022, regulamenta o prescrito na Lei Nº 14.133 de 2021, ou seja, traz para o âmbito da Administração Pública Estadual (direta, autárquica e fundacional), as diretrizes para licitações e contratações (Paraná, 2022).

O decreto apresenta informações complementares ao disposto na lei federal, trazendo disposições que esmiúçam e detalham os procedimentos, especialmente no que concerne à aplicação da metodologia BIM.

2.2.1.2 Panorama do BIM estruturado nas leis de licitações

Dentro da legislação federal, fica disposto no Art. 19 § 3º, o uso preferencial do BIM ou processos similares de mesma tecnologia ou mais avançada nas obras e serviços de engenharia e arquitetura (Brasil, 2021).

Ainda sobre a legislação licitatória federal, apenas pelo exposto anteriormente, torna-se clara a necessidade do uso do BIM, isto é o termo 'preferencialmente' indica, de acordo com o entendimento jurisprudencial, que a metodologia deve ser adotada sempre que possível, sendo flexível quando

devidamente fundamentada (Brasil, 2014).

No decreto paranaense, o BIM é tratado em um capítulo específico, no qual se adotam medidas inovadoras e de tecnologia para a realização de contratações de obras e serviços de engenharia e arquitetura. Trata-se inicialmente da adoção da metodologia de forma obrigatória, porém escalonada, pelo qual, até o ano de 2024, a adoção torna-se obrigatória para fins de pós-obra e manutenção dos edifícios (Paraná, 2022).

Além disso, projetos que se enquadrarem em pelo menos dois critérios descritos no Art. 518 desse decreto, são exigidos serem apresentados em BIM. Isso traz uma forma de obrigar a implementação da metodologia tanto na esfera estadual quanto à municipal.

Outro ponto a ser comentado é que, o decreto determina no seu Art. 521 que o instrumento convocatório deverá conter, no mínimo, diretrizes como o BEP, alinhado com o serviço a ser realizado, conforme os parágrafos 1º e 2º. Também são dispostos no decreto medidas que o governo deve tomar para a estruturação do BIM dentro da estrutura do estado, promovendo a capacitação e organização dos processos internos (Paraná, 2022).

2.2.2 Contratação de Serviços de Engenharia e Arquitetura

Quanto aos projetos de engenharia, a NLL traz no Art. 46 § 1º a vedação da execução de obras de engenharia sem o projeto executivo, salvo quando resguardado pelo Art. 18 § 3º (Brasil, 2021).

Um dos tópicos que deve ser abordado é o descrito no Art. 46, no qual **estão dispostos** os regimes de contratação, sendo eles:

- I - empreitada por preço unitário;
- II - empreitada por preço global;
- III - empreitada integral;
- IV - contratação por tarefa;
- V - contratação integrada;
- VI - contratação semi-integrada;
- VII - fornecimento e prestação de serviço associado.

Ainda, pelo parágrafo 9º desse mesmo artigo, é ressaltado que os itens II, III, IV, V e VI são licitados por preço global, adotando como sistemática a medição e pagamento de acordo com a execução do cronograma (Brasil, 2021).

Desta forma, resultaria em três formas de contratação, sendo uma de fornecimento de serviços e outras duas para empreitada, sendo por preço unitário (EPU) e por preço global (EPG).

Com relação a diferenciação entre a empreitada por preço global e a empreitada por preço unitário, quando houver a opção de EPG, a Administração deve deter amplo conhecimento das características e representações da edificação, ditando as regras na licitação para medições e pagamentos. Já a EPU, fica disposto que a remuneração fica relacionada ao serviço realmente prestado, podendo ser dividido o objeto em unidades diferentes (Amorim, 2021).

Com relação aos custos, fica disposto no Art. 23 que os valor estimado será definido com base nos preços praticados no mercado, sendo considerado os bancos de dados públicos, tendo em vista a potencialidade de economia e suas peculiaridades. Junto a isso, no parágrafo 2º, é retratado no inciso “I” a utilização de composições do Sistema de Custos Referências de Obras (Sicro), para obras de infraestrutura ou do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção Civil (Sinapi), para as outras áreas da engenharia (Brasil, 2021).

2.3 PROCESSO DE QUANTIFICAÇÃO E ORÇAMENTAÇÃO EM BIM

A descrição do processo para se orçar garante maior transparência e melhor entendimento de como as ferramentas, os padrões e os processos orçamentários interferem no resultado. Sendo assim, é possível estruturar, dentro da metodologia, um processo que melhor se adeque.

Há diversos tipos de orçamentos, dependendo da fase de elaboração do projeto, como a estimativa de custo, orçamento preliminar, orçamento estimativo, orçamento analítico/detalhado e o orçamento sintético/resumido, cada um com propósitos diferentes (IE, 2011).

A estimativa de custo estabelece uma ideia do custo de um projeto com base em dados preliminares de área, quantidade de materiais e serviços, utilizando preços médios, pesquisa de mercado ou estimativas realizadas por revistas especializadas. O orçamento preliminar determina um custo, utilizando usualmente o anteprojeto da obra para o levantamento e estimativa de materiais, sendo acrescido o BDI. Já o orçamento estimativo traz uma avaliação detalhada do preço global da obra, sendo obtido por meio dos projetos básicos e utilizando planilhas de composição dos

custos unitários diretos e indiretos, além do BDI (IE, 2011).

Por fim, os orçamentos analíticos e sintéticos utilizam os projetos executivos para a avaliação do custo da obra — o primeiro traz uma avaliação do preço com maior nível de precisão, por meio do levantamento de materiais e serviços e os custos ligados ao BDI; o segundo, um resumo demonstrado por meio de etapas e grupos de serviços, com seus totais e o preço geral do orçamento da obra (IE, 2011).

Sendo assim, para a administração pública, é estipulado pela Lei 14.133/2021 o tipo de orçamento a ser utilizado, bem como as situações a serem aplicadas referentes à contratação de serviços e obras de construção civil (Brasil, 2021).

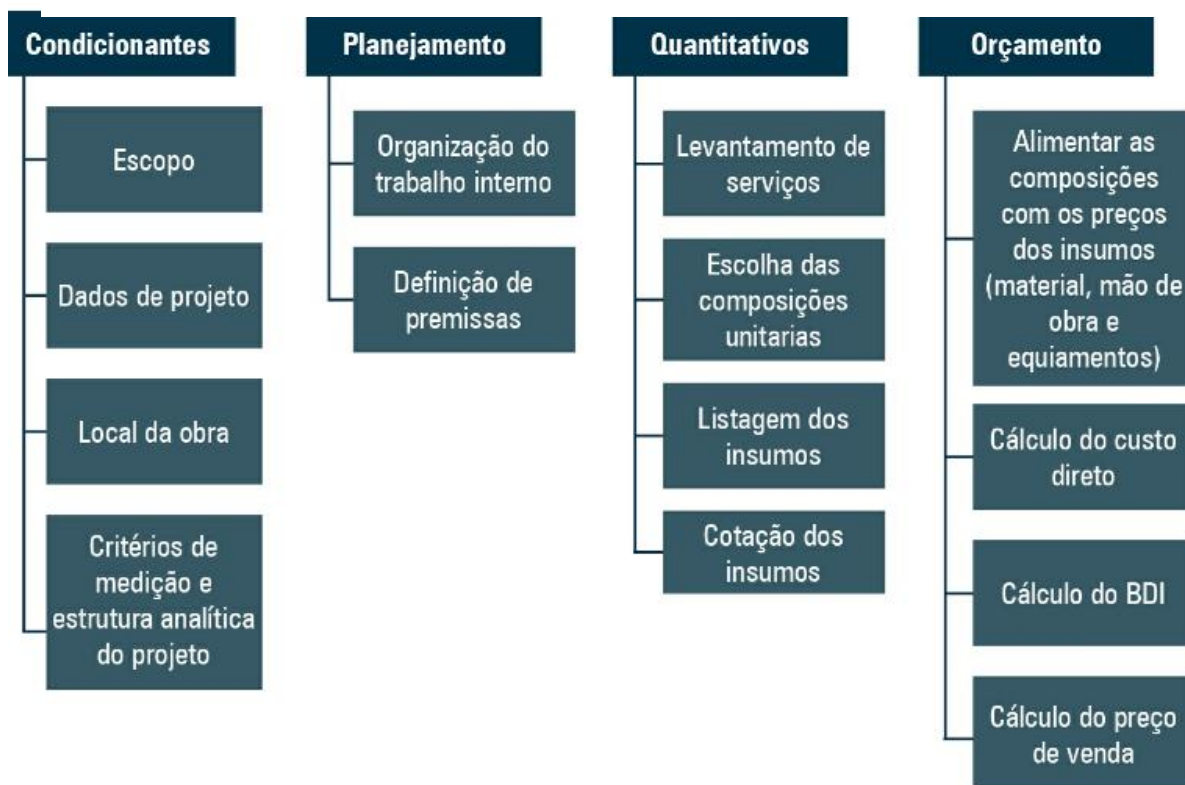
2.3.1 Processo Orçamentário

Para a elaboração do orçamento de obras ou serviço de engenharia e arquitetura, devem ser seguidos métodos estruturados que orientem o profissional, organizando os dados e garantindo maior confiabilidade no produto (Castanheira, 2024). Quando voltado para a metodologia BIM, ainda que haja automatização de alguns processos de extração de quantitativos e orçamentários, deve-se entender como todo o processo orçamentário é realizado de forma tradicional.

Um orçamento é uma avaliação de custos de uma obra ou serviço, baseada nos preços ou valores de referência dos insumos e serviços, juntamente com um levantamento de quantidades de materiais, e realizada conforme a prescrição de uma metodologia preestabelecida (IE, 2011).

Sendo assim, o fluxo de trabalho orçamentário, segundo Castanheira (2024), estrutura-se nas seguintes etapas (Figura 7), sendo elas: condicionantes, planejamento, quantitativos e orçamento. Seguindo essa estrutura, é possível rastrear as informações, o que torna, consequentemente, o processo mais transparente.

Figura 7 – Fluxograma de orçamento de obras



Fonte: Castanheira (2024, p.24)

A primeira etapa do processo orçamentário é chamada de estudo das condicionantes. Nessa fase, o objetivo é reunir e analisar todas as informações básicas do projeto antes de começar qualquer cálculo de custo. Isso inclui definir o que será feito (escopo), o que pode limitar a execução (como orçamento disponível ou restrições técnicas) e qual tipo de contratação será adotado (como uma licitação pública). Também são analisados documentos como projetos arquitetônicos, relatórios técnicos e especificações dos materiais e serviços que serão utilizados na obra.

A etapa de planejamento define como o processo orçamentário ocorrerá, estabelecendo o fluxo e as premissas básicas para o desenvolvimento (Castanheira, 2024).

A etapa seguinte traz os levantamentos de quantitativos, as composições unitárias utilizadas, a elaboração de listas de insumos e suas respectivas cotações. Por fim, realiza-se o orçamento, em que os quantitativos anteriormente levantados, juntamente com a cotação dos insumos, são relacionados, apresentando assim o custo direto do empreendimento. Em seguida, é realizado o cálculo do BDI e, por fim, o preço de venda (Castanheira, 2024).

A realização de um orçamento é baseada no processo de quantificar um serviço a ser executado com seu respectivo preço unitário, sendo isso regido por regras e conceitos importantes para a consistência do trabalho. Essa estrutura básica utiliza a quantificação de serviços baseada nos critérios de medição e remuneração (CMR), regras para o cálculo da respectiva composição de custo unitário (CCU) e uma metodologia de execução (Castanheira, 2024).

Os critérios de medição e remuneração estão presentes ainda nas condicionantes e são conceituados como a "regulamentação do modo de calcular ou medir as quantidades de serviços de uma obra, de acordo com a composição de preços unitários associada à metodologia executiva" (IE, 2011, p. 9).

Já o cálculo dos preços unitários está vinculado ao uso das CCUs, que correspondem a um pequeno orçamento de uma unidade de serviço. Isso relaciona os recursos que serão consumidos durante a execução de um tipo de serviço, estruturando consumo, preço de aquisição, contratação ou locação (Castanheira, 2024).

A metodologia de execução é a forma como se organiza o processo de construção de um serviço ou etapa da obra. Ela ajuda a definir, com clareza, quanto tempo cada atividade leva, quais materiais serão usados, quantos trabalhadores são necessários, além de considerar a vida útil dos equipamentos e ferramentas envolvidos. Utilizar uma metodologia bem definida no orçamento não só torna o planejamento mais confiável, como também permite rastrear todas as informações usadas no cálculo, facilitando auditorias, revisões e tomadas de decisão ao longo da obra (Castanheira, 2024).

Dessa forma, essa relação de itens pode ser estruturada em planilhas, utilizando um método de organização baseado em plano de contas e na estrutura analítica de projeto (EAP), nos quais se agrupam itens de mesma natureza — no caso da construção civil, serviços de uma obra.

Esse processo de trabalho é realizado de forma manual, uma vez que as regras são desenvolvidas com base em informações históricas. Quando há situações anormais, é necessário realizar uma revisão e pesquisa para adequação, sendo, portanto, um processo demorado e sujeito a erros (Aram, Eastman, Sacks, 2014).

O processo tradicional de elaboração de um orçamento, baseado em projetos bidimensionais (2D), não permitia a identificação antecipada de problemas,

bem como não contemplava informações necessárias para a realização de um orçamento, o que resultava em retrabalhos significativos (Albuquerque, Miceli Junior, Pellanda, 2023).

Além do fluxo estruturado em etapas (condicionantes, planejamento, quantitativos e orçamento) apresentado por Castanheira (2024), a transição para orçamentos em BIM traz a necessidade de reformulação do fluxo tradicional, incorporando o trabalho colaborativo entre projetistas e orçamentistas.

Dessa forma, com base no § 2º da Lei 14.133/2021, que estipula a utilização da Sinapi ou do Sicro como parâmetro base de composição de custos, toma-se como base para este trabalho o uso da Sinapi, uma vez que há estudos a respeito de sua aplicação vinculada ao BIM.

2.3.2 A SINAPI e a classificação BIM

O Decreto Federal nº 7.983, de 8 de abril de 2013, estabelece as regras e diretrizes para a elaboração do orçamento de referência para obras de engenharia e arquitetura. Ele determina que devem ser utilizados os custos descritos na SINAPI, exceto nos casos previstos por lei. A Caixa Econômica Federal é responsável pela manutenção e atualização das definições técnicas da SINAPI, sendo utilizados os dados de preços disponibilizados pelo IBGE (Brasil, 2013).

A Caixa disponibiliza mensalmente relatórios de preços de insumos e composições de custos, nas formas sintética e analítica, além de um relatório com as famílias de insumos. Esses arquivos são divulgados para cada uma das unidades federativas do país, considerando as particularidades regionais. A instituição também oferece diversos documentos técnicos disponíveis online, que incluem a metodologia utilizada, conceitos, cálculos, parâmetros, fichas técnicas de insumos, cadernos técnicos e o catálogo de referências (Caixa, 2024).

Dentre os cadernos técnicos, destaca-se o Caderno de Referências, no qual constam todas as composições e insumos. Além disso, são disponibilizadas, juntamente com as planilhas, as correlações dos insumos com as tabelas da NBR 15.965, como forma de adequação ao ambiente BIM (Caixa, 2024).

A Caixa, por meio de sua equipe técnica, realizou diversos estudos com relação à correspondência entre suas planilhas de insumos e composições e a NBR 15.965, com o objetivo de integrar o BIM às planilhas orçamentárias

disponibilizadas. Esses estudos foram conduzidos de forma gradual, divididos em três fases piloto (Caixa, 2024).

O primeiro estudo teve como objetivo classificar os insumos da SINAPI de acordo com a tabela 0M da NBR 15.965. No entanto, concluiu-se que essa classificação era insuficiente para descrever minimamente os insumos com precisão.

O segundo estudo foi dividido em duas fases. Na primeira, foram utilizadas as tabelas da Parte 05 da norma, combinadas à criação de códigos únicos. Posteriormente, os elementos foram classificados segundo as tabelas 04, 05 e 06 da norma, sendo aplicado o modelo de orçamento a uma Unidade Básica de Saúde (Caixa, 2024).

Esse segundo modelo, mais complexo, inicialmente utilizou códigos próprios da SINAPI, sem a combinação com as tabelas da norma. No entanto, verificou-se que tais códigos não eram compatíveis com outros sistemas. Assim, em uma segunda fase, os elementos do modelo foram estratificados para permitir sua classificação utilizando códigos disponíveis tanto na norma quanto na própria SINAPI (Caixa, 2024).

Por fim, o terceiro estudo adotou um método mais simples, no qual os códigos da norma foram integrados diretamente à modelagem BIM, facilitando a correspondência com os itens da SINAPI. Uma proposta adicional consistiu na mesclagem dos itens normativos com as classificações da SINAPI, com o objetivo de criar códigos únicos padronizados (Caixa, 2024).

Com base nessas avaliações, foram demonstrados critérios para a compatibilização da norma com os insumos e composições da SINAPI, possibilitando a estruturação de orçamentos em ambiente BIM com maior padronização, confiabilidade e interoperabilidade entre sistemas.

2.3.3 Métodos de orçamentação em BIM

Há diversos métodos de estruturação de orçamentos em BIM, seja pela utilização de *softwares* nativos, aplicações vinculadas com o formato de plugins ou até mesmo *softwares* especializados para a realização de trabalhos orçamentários.

Os trabalhos de Andrade, Biotto e Serra (2021); Albuquerque, Miceli Junior e Pellanda (2023); Fenato, Saffaro, Barison, Heineck e Scheer (2018); Latreille e Scheer (2021); Moraes, Granja e Ruschel (2015); Naderi, Nazari e Shafaat (2023) e

Olawumi e Chan (2018), trazem as configurações adotadas para a realização dos orçamentos em BIM, que serão discutidos a seguir:

O estudo de Andrade, Biotto e Serra (2021), foca no comparativo da precisão da modelagem BIM com o método tradicional de extração de quantitativos. Os autores exploraram o BIM 5D, que se refere ao uso de modelos BIM para estimativas de custos de projeto, calculando quantitativos de materiais de construção para gerar uma estimativa de custo.

Eles identificam três maneiras de conduzir o BIM 5D, por exportação de quantitativos do modelo BIM para um software de orçamentação, vinculação direta do software BIM com o software de orçamentação e o uso de ferramenta BIM específica para levantamento de quantitativos e orçamentação (Andrade, Biotto e Serra, 2021).

A pesquisa ressaltou que a precisão dos quantitativos e custos obtidos por ferramentas BIM depende da qualidade e do nível de detalhamento das informações do modelo (LOD/ND), da forma como o modelo foi desenvolvido, da experiência do orçamentista e da facilidade de auditoria da quantidade. Foi constatado que a ferramenta "Parede Empilhada" no Revit, por exemplo, não foi eficaz para a obtenção dos custos via composições unitárias do SINAPI, evidenciando que modelar em BIM para extrair quantitativos é diferente de modelar para orçamentação. Concluíram pela necessidade de integrar o processo de orçamentação durante a concepção do modelo, para evitar retrabalhos (Andrade, Biotto e Serra, 2021).

Os resultados mostraram maior acurácia e assertividade da modelagem BIM na extração de quantitativos e preparação de orçamento, com menor propensão a erros e maior automação na atualização conforme alterações de projeto (Andrade, Biotto e Serra, 2021).

A pesquisa de Albuquerque, Miceli Junior e Pellanda (2023), identificou como os principais benefícios para a orçamentação em BIM a extração automática de quantitativos, a melhor visualização proporcionada pelo modelo virtual e a facilidade em testar hipóteses construtivas. Porém, a definição de um nível de detalhamento e qualidade do modelo foram apontados como uma grande dificuldade quando adequados à elaboração do orçamento.

Além disso, destacaram a necessidade de adaptações para melhor integrar o sistema referencial de custos SINAPI com o BIM. Sendo assim, entenderam que com diretrizes de modelagem pré-estabelecidas, o BIM pode contribuir

significativamente para maior assertividade nos processos de orçamentação.

O estudo de Latreille e Scheer (2021) buscou analisar quantitativos provenientes de um modelo BIM para utilização em processos orçamentários já estabelecidos em empresas de construção civil. O método envolveu a comparação da quantificação tradicional (via desenhos 2D e planilhas) com a quantificação baseada em BIM. A validação do modelo BIM por terceiros (gerentes de custo e orçamentistas) é vista como crucial.

A falta de padronização nos orçamentos e softwares, a subjetividade inerente ao processo e a heterogeneidade da modelagem BIM e orçamentação são citadas como barreiras para a adoção do BIM. A comunicação ineficaz ou regras de modelagem excessivas podem desencorajar a colaboração entre modeladores e orçamentistas (Latreille, Scheer 2021).

A comunicação frequente entre o responsável pela planilha orçamentária e a equipe BIM durante a modelagem é essencial para que os quantitativos gerados se adequem ao processo orçamentário estabelecido. A norma ABNT NBR 15965 (Sistema de Classificação da Informação da Construção) é mencionada como uma referência que pode colaborar com a padronização e interoperabilidade (Latreille, Scheer 2021).

Morais, Granja e Ruschel (2015) exploraram a sinergia entre o BIM e o custeio-meta, onde o BIM facilita a extração rápida e precisa de quantitativos para apoiar decisões nas fases iniciais de concepção do projeto.

Na pesquisa foi demonstrada a importância dos Níveis de Detalhamento (LOD - Level of Development) é destacada, desde o LOD 100 (modelo volumétrico) nas fases iniciais até o LOD 400 (modelo detalhado) ou LOD 500 (as built) para construção e operação. A definição de LODs é necessária para cada tarefa (e.g., detecção de conflitos, extração de quantitativos, análise de desempenho) (Morais, Granja, Ruschel, 2015).

Ainda, para a integração entre o BIM e o custeio-meta, é crucial a interoperabilidade entre ferramentas de modelagem e aplicativos de estimativa de custo. Softwares como Revit, Innovaya, Timberline, Tocoman e ArchiCAD são exemplos. O uso de formato IFC para intercâmbio de dados e ferramentas como Solibri Model Checker para verificação de conformidade são essenciais (Morais, Granja, Ruschel, 2015).

A orçamentação via BIM pode reduzir o tempo de feedback de custos

de 8 para até 3 semanas. No entanto, desafios incluem a falta de capacitação em BIM, baixa interoperabilidade entre softwares e a falta de métodos precisos de benchmarking de custos (Morais, Granja, Ruschel, 2015).

Já o estudo de Naderi, Nazari e Shafaat (2023) aborda as limitações na estimativa e gerenciamento de custos indiretos de construção (COCs) nos pacotes de software BIM existentes. Propõe um método inovador de controle de COCs que integra o Activity-Based Costing (ABC) com o BIM 5D para obter um cálculo preciso do índice de desempenho de custos (CPI) do Gerenciamento de Valor Agregado (EVM).

Um framework automatizado é proposto, envolvendo a criação do modelo 3D BIM (ex: no Revit), a geração de estimativas de custos abrangentes e precisas (BIM 5D), e o uso de softwares como Navisworks para a realização do Quantity Take-Off (QTO) e a criação de modelos 4D, nas quais as dimensões geométricas são extraídas e relacionadas ao cronograma. Os COCs são então incorporados ao modelo BIM 5D após a implementação do sistema ABC (Naderi, Nazari e Shafaat, 2023).

A integração ABC-BIM melhora a precisão dos indicadores de desempenho de custos em mais de 9%, revelando o verdadeiro índice de custos do projeto e demonstrando o valor da abordagem. A abordagem permite automatizar cálculos de custos precisos, realizar análises completas de desvios de custos e exercer maior controle sobre os COCs. É indispensável um modelo 3D BIM até o LOD350 para a determinação precisa de quantidades e custos de elementos específicos durante a fase de aquisição (Naderi, Nazari e Shafaat, 2023).

Na pesquisa de Olawumi e Chan (2018), destaca-se que um dos principais benefícios do BIM está na capacidade de gerar representações geométricas integradas com dados de insumos, propiciando uma abordagem mais assertiva na precificação e no controle de performance econômica do projeto. Essa visão embasa a justificativa da adoção de um processo orçamentário em BIM estruturado, que reflete como as fases de quantitativo e orçamento devem ser repensadas com foco em precisão, eficiência e transparência.

Por fim, Fenato, Saffaro, Barison, Heineck e Scheer (2018), trazem um método de modelagem BIM para a elaboração de orçamento operacional, utilizando o software REVIT, com o objetivo de otimizar o tempo de modelagem e automatizar a extração de quantitativos.

A avaliação do método apontou a falta de classes de objetos capazes de representar as atividades do orçamento operacional, levando a ajustes manuais e uso de planilhas auxiliares nos cálculos. Além disso, a modelagem era elaborada com foco no produto, e não no processo de produção e seus custos (Fenato, Saffaro, Barison, Heineck, Scheer, 2018).

Eles sugerem a modelagem com o uso de parâmetros personalizados (calculados), que permite usufruir dos benefícios de automação na extração de quantitativos, embora não proporcione a visualização 3D das operações (BIM 4D). O método foi estruturado em quatro etapas, sendo a extração de quantitativos uma delas (Fenato, Saffaro, Barison, Heineck, Scheer, 2018).

Com isso, foi apontada a falta de uma base de conhecimento para que o modelo BIM dê suporte às informações específicas de orçamentos, indicando a necessidade de identificar quais informações de custos são essenciais (Fenato, Saffaro, Barison, Heineck, Scheer, 2018).

2.3.4 Modelagem da Informação e a Estruturação BIM

A Modelagem da Informação, dentro do contexto BIM, é um pilar essencial para a orçamentação, especialmente em obras públicas, pois transcende a representação geométrica 3D, atribuindo informações a esses modelos digitais, estruturados de forma a permitir que seja possível a utilização colaborativa servindo a todos os participantes do empreendimento ao longo de seu ciclo de vida. No entanto, a eficácia desse processo depende crucialmente da forma como essa informação é modelada, organizada e padronizada (Albuquerque, Miceli Junior e Pellanda, 2023).

Uma das principais dificuldades na orçamentação em BIM reside na definição de um nível de detalhamento e de qualidade do modelo adequados à elaboração do orçamento. Autores apontam que "modelar em BIM para extrair quantitativos é diferente de modelar para orçamentação", exigindo um foco específico na informação para custo durante o processo de modelagem (Albuquerque, Miceli Junior e Pellanda, 2023).

É fundamental que se estabeleçam previamente diretrizes claras de modelagem para que o BIM possa contribuir significativamente para a assertividade na orçamentação. O Nível de Detalhamento (LOD - Level of Development) é crucial, pois um LOD 300, por exemplo, pressupõe geometria precisa com especificação de

materiais e quantitativos que refletem o que será construído, sendo este o nível informacional mínimo necessário para um orçamento confiável (Andrade, Biotto, Serra, 2021).

A padronização de conceitos, termos e processos é um requisito intrínseco à utilização de métodos de modelagem da informação. A série de normas brasileiras ABNT NBR 15965 - Sistema de Classificação da Informação da Construção oferece subsídios para essa padronização, organizando conceitos e termos da construção em classes com agrupamento facetado para atender a diversas necessidades, incluindo a estimativa de custos. (Silva, Marchiori, Correia, Abreu, 2022; Moura, Nielsen, Miceli Junior, Pellanda, 2023).

Contudo, um desafio significativo reside na interoperabilidade entre o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e as normas da série NBR 15965, visto que suas estruturas são distintas e os aplicativos BIM atuais geralmente extraem quantitativos apenas dos elementos construtivos visto que não possuem relação direta com as composições de custos do SINAPI. Para mitigar essa lacuna, propõe-se a codificação de atributos que formam uma composição de serviço do SINAPI, e a criação de tabelas relacionais para classificar insumos e composições do SINAPI segundo a NBR 15965, o que facilitaria a automação da orçamentação (Silva, Marchiori, Correia, Abreu, 2022; Moura, Nielsen, Miceli Junior, Pellanda, 2023).

A interoperabilidade entre softwares é essencial na modelagem da informação, sendo o formato aberto IFC o principal padrão para troca de dados ao longo do ciclo de vida da edificação. A definição das entidades, atributos e propriedades necessárias para uma troca padronizada ocorre por meio de MVD e IDM, assegurando que as informações sejam completas e adequadas para a orçamentação (Fairbanks, *et al.*, 2018).

A "baixa qualidade dos dados BIM" e a "falta de protocolos" são riscos significativos que podem levar a custos inesperados, reforçando a necessidade de um plano claro de troca de dados (Viana, Carvalho, 2020).

Na prática da orçamentação, autores propõem métodos para modelagem BIM de orçamento operacional, em que a automação da extração de quantitativos se beneficia do uso de parâmetros personalizados para representar operações, otimizando o tempo de modelagem e reduzindo retrabalhos (Fenato, Saffaro, Barison, Heineck, Scheer – 2018).

Além disso, a integração do BIM 5D com o método Activity-Based Costing (ABC) é sugerida para o gerenciamento de custos indiretos de construção (COCs), garantindo uma alocação mais precisa e um controle abrangente de todas as atividades do projeto. A necessidade de validação do modelo BIM por terceiros, como gerentes de custo e orçamentistas, e a comunicação frequente entre eles e a equipe BIM, são cruciais para que os dados do modelo se adequem à planilha orçamentária (Naderi, Nazari, Shafaat, 2023; Latreille, Scheer, 2021).

A importância da modelagem BIM para a orçamentação de obras públicas é ampliada pelo contexto regulatório brasileiro. A Lei nº 14.133/2021 (Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos) exige um "orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados" (Brasil, 2021).

O BIM otimiza essa exigência ao fornecer um *feedback* rápido e preciso sobre as implicações de custo de alternativas de projeto, apoiando a tomada de decisão nas fases iniciais. Com a padronização e o detalhamento da informação, o BIM pode aumentar a precisão das estimativas em até 3% e eliminar até 40% das variações não orçadas (Silva, Marchiori, Correia, Abreu, 2022; Moraes, Granja, Ruschel, 2015).

Em suma, a modelagem da informação em BIM é fundamental para uma orçamentação precisa, eficiente e transparente em obras públicas. Ela permite a construção virtual da edificação, a detecção antecipada de problemas, a extração automatizada de quantitativos e uma melhor gestão de custos. Os desafios persistem na definição do nível de detalhe do modelo, na interoperabilidade entre sistemas (especialmente SINAPI e NBR 15965) e na capacitação profissional. Contudo, a superação dessas barreiras é impulsionada pela regulamentação governamental e pela compreensão de que a qualidade da informação modelada é diretamente proporcional à qualidade e confiabilidade do orçamento final (Silva, Marchiori, Correia, Abreu, 2022; Albuquerque, Miceli Junior e Pellanda, 2023).

Castanheira (2024) reforça que o profissional de custos deve estar envolvido desde a modelagem 5D, garantindo que os insumos e quantitativos sejam extraídos de forma precisa de modelos inteligentes, o que favorece a rastreabilidade da informação e aumenta a confiabilidade do orçamento. Essa integração previne inconsistências e otimiza revisões, assegurando que o orçamento reflita a realidade do modelo e atenda aos padrões definidos no BEP.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esse capítulo detalha os métodos e procedimentos adotados para a realização do trabalho, abrangendo os principais aspectos necessários à compreensão da pesquisa científica de natureza empírica.

A investigação caracteriza-se como aplicada e de natureza quali-quantitativa, adotando a estratégia de estudo de caso. A vertente qualitativa concentra-se na análise das interações multidisciplinares e dos fluxos de processos colaborativos. Já a vertente quantitativa dedica-se à medição da maturidade BIM da organização estudada e à análise da precisão dos dados paramétricos extraídos para a orçamentação.

Para a realização da pesquisa, é utilizado como método de pesquisa o estudo de caso. Ele é definido como uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo, com profundidade, tomando como base o mundo real, onde os limites do fenômeno e do contexto não são claramente evidentes. Sendo assim, ele é utilizado em pesquisas para a realização de estudos que visam contribuir com conhecimento individual, grupal, social, político e organizacional (Yin, 2015).

Ao optar por um estudo de caso, entende-se que o objeto de estudo constitui um ambiente que mimetiza um escritório real, porém com a possibilidade de se observar os processos e fluxo de trabalho sem gerar um viés ou oscilações nos dados. Esse tipo de escritório modelo representa o contexto real desse tipo de atividade, trazendo em foco, como o fluxo de trabalho BIM deve ser estruturado.

Com o estudo de caso, será possível analisar os processos internos do escritório, onde de acordo com Sudoski (2013), esse tipo de análise serve como coleta de dados para auxiliar na reestruturação dos processos organizacionais, sendo possível a identificação de oportunidades visando a melhoria e como referência para comparações com o novo processo reestruturado.

Para tal trabalho, optou-se pela utilização do Escritório Modelo de Projetos Executivos, sediado na Universidade Estadual de Londrina - UEL, inscrito como um projeto de extensão universitária Nº 02533, Modernização no Desenvolvimento de Empreendimentos Públicos pelas Prefeituras de Municípios de Pequeno Porte: Uso Da Tecnologia BIM. - PROJETEK.

3.1 PESQUISA-AÇÃO

A coleta de dados desta pesquisa foi conduzida com base na abordagem da pesquisa-ação, caracterizada pela articulação entre produção de conhecimento e intervenção prática no contexto estudado. Conforme Thiollent (2011), esse tipo de pesquisa pressupõe o envolvimento do pesquisador com a realidade investigada, visando não apenas compreendê-la, mas também contribuir para sua transformação por meio de ações planejadas e fundamentadas.

Nesse contexto, a coleta de dados ocorreu a partir da análise sistemática do ambiente organizacional e dos processos de trabalho desenvolvidos no escritório, considerando a atuação do pesquisador como agente inserido na dinâmica institucional. Essa inserção permitiu o acompanhamento contínuo das rotinas, das interações entre equipes e dos fluxos de informação, sem, contudo, restringir-se a uma abordagem exclusivamente observacional.

A estratégia adotada está alinhada ao entendimento de Yin (2015), que destaca a importância do acesso direto ao contexto estudado para a obtenção de dados consistentes em pesquisas aplicadas, especialmente quando se busca compreender processos organizacionais complexos e suas inter-relações.

Para a operacionalização da coleta de dados, foram utilizados documentos institucionais cedidos pelo escritório, tais como diagramas de processos, relatórios técnicos, termos, requerimentos e projetos desenvolvidos no âmbito do projeto de extensão. A análise desse conjunto documental possibilitou a identificação e a sistematização dos fluxos de trabalho, bem como a compreensão do fluxo de informações entre os diferentes setores envolvidos.

A partir dessas informações, foi possível relacionar os processos internos com a elaboração de orçamentos, entendidos como um dos principais produtos entregues ao cliente final, neste caso, o órgão público. Dessa forma, a coleta de dados contribuiu para a construção de um diagnóstico consistente do ambiente estudado, subsidiando a proposição de melhorias alinhadas aos princípios da pesquisa-ação.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi dividida em fases para um melhor entendimento a

sobre o tema pesquisado. Em um primeiro momento foi realizado um estudo teórico bibliográfico acerca dos tópicos ligados ao trabalho, visando o entendimento referente ao assunto e permitindo a realização da estruturação do roteiro do trabalho. Essa fase, mesmo que inicial, perpetua-se durante todo o ciclo do trabalho, dando base para a realização das demais fases.

O levantamento da bibliografia utilizada dentro do trabalho foi realizado por meio de pesquisas em bases de dados como *Web of Science*, *Scopus* e o Portal de Periódicos da CAPES. Nos filtros das bases, utilizando palavras-chaves como “BIM”, “*Building Information Modeling*”, “*Budget*”, “*BIM Work Flow*”, e com base no resumo foram captados artigos que continham similaridades com o tema da pesquisa.

Ainda, utilizou-se de materiais desenvolvidos pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI e pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção, a BuildingSMART e autores já estabelecidos como Chuck Eastman e Bilal Succar. O uso de materiais disponibilizados pela ABDI e a CBIC leva em consideração a aplicação para a realidade do mercado brasileiro.

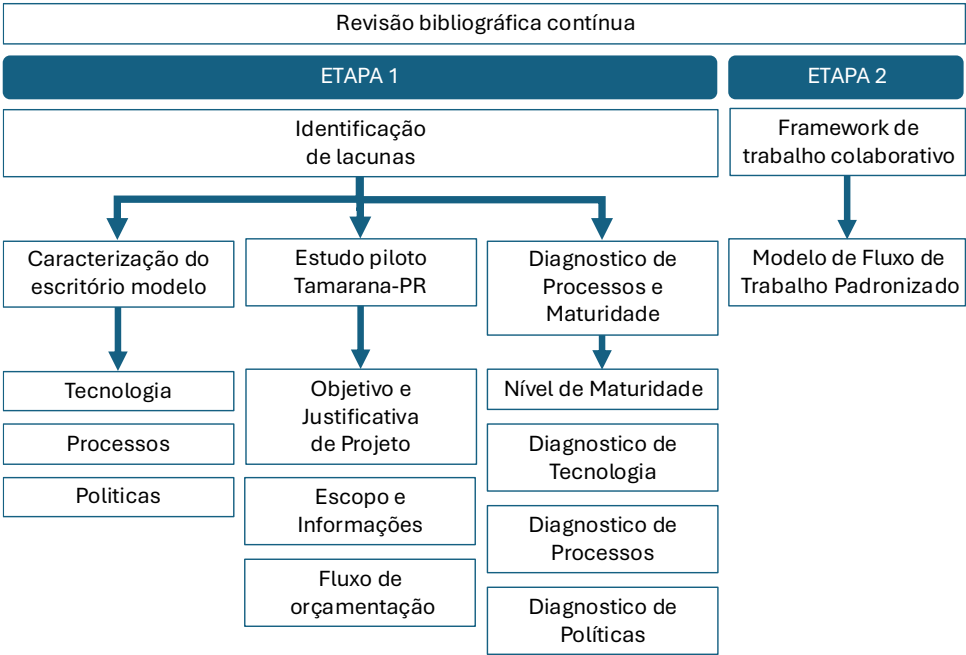
Em um segundo momento foi realizado o estudo de caso, no qual fez-se o levantamento da estrutura física e do processo de trabalho do PROJETEK-UEL. No escritório, foram levantados a estrutura organizacional e de processos do escritório, como forma de entendimento de como estava desenvolvido o fluxo organizacional BIM, detalhando as entradas e saídas de informações, o nível de maturidade, processos de modelagem e colaboração entre os setores.

Junto a essa fase, foi estruturado o processo projetual para a realização do estudo do projeto de Tamarana-PR, desde o levantamento das informações e contato inicial, até a entrega e correções do projeto executivo e orçamento. Para esse momento, por meio de observações do pesquisador, relatos dos membros da equipe durante a execução dos projetos e documentos pertinentes do escritório, foram levantadas lacunas existentes dentro do processo do escritório que afetavam a dinâmica de trabalho projetual interna do escritório.

Complementando, realizou-se um levantamento do nível de maturidade do escritório para determinar a capacidade que o escritório detém para a realização dos projetos.

Com base no levantamento realizado na fase anterior e os pontos elencados na Matriz de Maturidade BIM disponibilizada pela BIM *Excellence Initiative* (2016) foram identificadas lacunas dentro do processo de projeto do escritório e desta forma foi proposto um modelo de fluxo de trabalho padronizado para um ambiente colaborativo que vise trazer uma maior confiabilidade aos orçamentos. Com isso, a pesquisa seguiu conforme ilustrado na figura 8.

Figura 8 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2025)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado dentro de um escritório de projetos de engenharia e arquitetura, inscrito sobre o projeto de extensão comumente denominado PROJETEK-UEL, sediado na Universidade Estadual de Londrina.

4.1.1 Estrutura e Processo de Trabalho do Escritório Modelo

O escritório surgiu com o intuito de auxiliar as prefeituras de pequeno porte da região de Londrina na realização de projetos de edificações e infraestrutura pública. Desta forma, o escritório configura-se como um meio de solucionar o déficit de corpo técnico especializado em engenharia e arquitetura dos municípios com até 30 mil habitantes e proporcionar uma maior infraestrutura para a população dessas localidades.

O projeto do escritório, na forma de um projeto de extensão, teve o apoio de diversas entidades públicas para o início das atividades, sendo realizados pela Universidade Estadual de Londrina, o Governo do Estado do Paraná na forma da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI), o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná (CREA-PR), o Paranacidade e a Associação de Municípios do Médio Paranapanema (AMEPAR).

O modelo de escritório começou a ser desenvolvido no segundo semestre de 2021, com a organização do espaço físico e dos equipamentos necessários para a realização de projetos. A equipe foi formada no início de 2022 e é composta por professores dos cursos do Centro de Tecnologia e Urbanismo – CTU (Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia Elétrica), profissionais graduados como bolsistas externos e estudantes dos cursos do CTU.

O projeto, naquele momento pioneiro na iniciativa de auxiliar a comunidade juntamente com a adoção da metodologia BIM, tomou proporções maiores e devido à demanda presente no estado, o escritório em questão foi replicado nas outras Instituições Estaduais de Ensino Superior (IEES) para atender grande parte dos municípios do estado, que contavam na época com 331 municípios abaixo do

limite de 30 mil habitantes, ou seja, 83% do total de municípios do estado. Em termos populacionais os escritórios regionais podem atender cerca de 3 milhões de pessoas, um pouco mais de 25% da população do estado. (Agência Estadual de Notícias, 2024; IBGE, 2025).

Outro ponto a ser ressaltado, devido a essa expansão para todo o estado do Paraná, foi criado um segundo projeto de extensão na UEL, focado em projetos de infraestrutura que está inserido no mesmo espaço de trabalho. Nesse projeto, há uma outra equipe independente, porém, que atua no mesmo ambiente, agregando não só na quantidade de serviços disponibilizados dentro da universidade, mas também na qualidade e complexidade em todos os outros projetos.

Com a presença de dois projetos de extensão no escritório, há certas diferenciações entre eles, como a área de atuação, coordenação e pessoal. Seguindo essa premissa, foram adotadas duas nomenclaturas, em que Projetek EDF será relacionado ao primeiro projeto, que realiza somente projetos na área de edificações e Projetek INFRA, que está relacionado a projetos de infraestrutura.

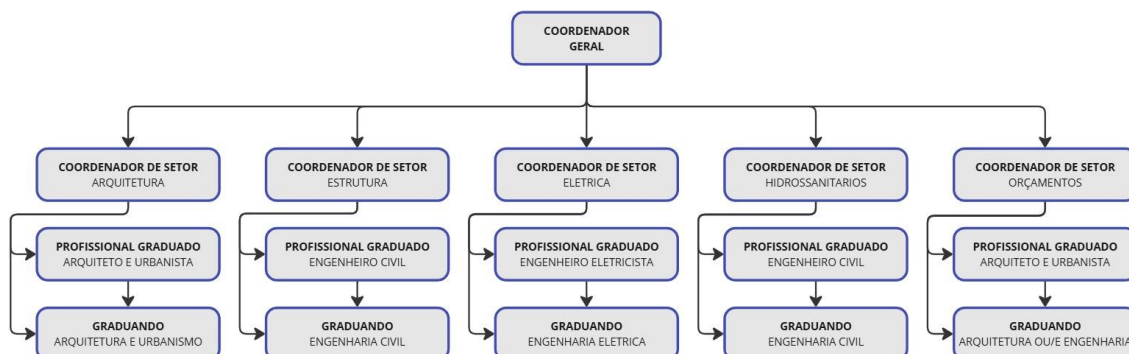
4.1.1.1 Composição e Estrutura Hierárquica

A equipe do Projetek EDF é dividida em 05 áreas projetuais, sendo elas Arquitetura, Estruturas, Instalações Elétricas /SPDA (comumente referida como elétrica), Instalações Hidrossanitárias /Prevenção de Incêndio (comumente referida de hidráulica) e, por fim, a área de orçamentos. Cada uma das equipes conta com um profissional graduado como responsável, dois graduandos dos respectivos cursos e pelo menos um docente como coordenador da área.

Cada um dos indivíduos permanece em uma estrutura hierárquica, na qual há um docente que responde como coordenador geral do projeto de extensão e outros vinculados às áreas de atuação. Os profissionais possuem autonomia quanto a decisões envolvendo projeto, devido à sua responsabilidade técnica, sendo assistidos pelos docentes coordenadores em eventuais dúvidas técnicas. Por fim, os graduandos respondem aos respectivos profissionais quanto a realização do trabalho,

conforme o disposto na figura 9.

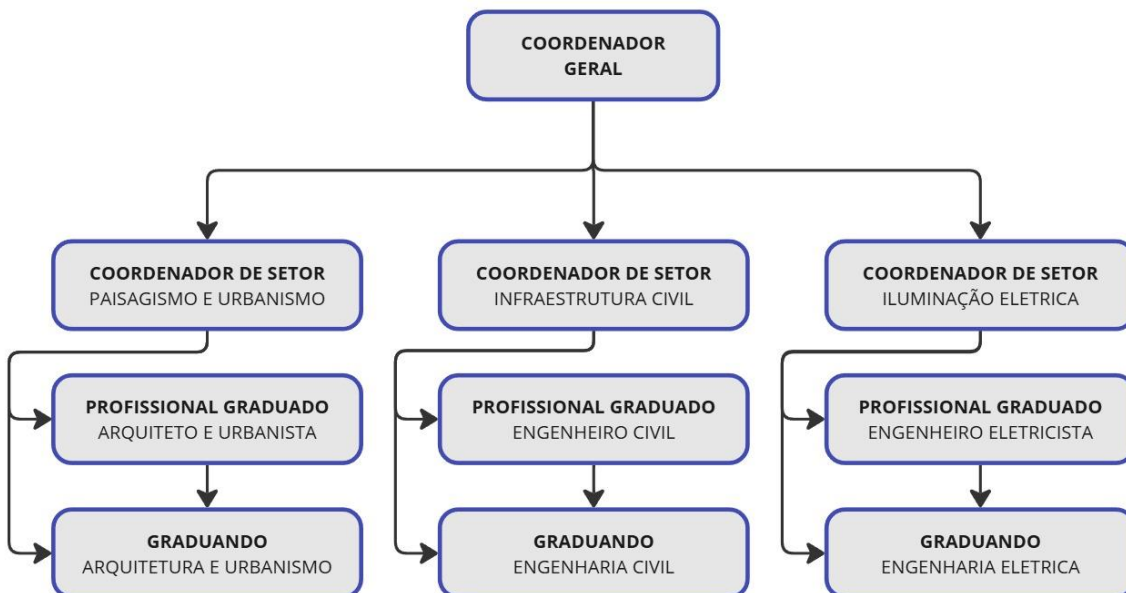
Figura 9 – Organograma Hierárquico Projetek EDF



Fonte: Autoria Própria (2025)

Já a equipe do Projetek INFRA é menor, dividida em 03 áreas projetuais diferentes, sendo elas Paisagismo /Urbanismo, Infraestrutura Civil e Iluminação Elétrica. Da mesma forma que o Projetek EDF, cada área conta com um profissional, alunos da graduação e docentes coordenadores, conforme é detalhado na figura 10.

Figura 10 – Organograma Hierárquico Projetek INFRA



Fonte: Autoria Própria (2025)

Outro ponto a respeito, é que as áreas deficitárias tanto do Projetek EDF quanto do INFRA, são preenchidas por profissionais de ambos os projetos, porém no caso da área de orçamentos, há a prerrogativa de realizar serviços para ambas as equipes.

Nesse sentido, o escritório conta com uma divisão de atribuições com relação a sua atividade, tendo um maior número de responsabilidades a depender da sua função. Começando com a coordenação do projeto que fica a cargo da parte de gestão financeira do projeto, bem como toda a parte burocrática que envolve um projeto de extensão, além de mediações com entes públicos.

Os docentes que coordenam as áreas auxiliam na realização de projetos, realizando correções, apontamentos e retirando eventuais dúvidas que surjam durante a confecção deles. Além disso, eles auxiliam na estruturação do escritório, bem como no processo de trabalho de suas respectivas áreas projetuais.

Os profissionais possuem como sua atribuição a realização de projetos técnicos de suas respectivas áreas, ainda, dentro do escritório realizam tarefas voltadas para organização e padronização do escritório, bem como a realização de conversas com as áreas técnicas das prefeituras. Além disso, por ser um projeto de extensão universitária, os profissionais desenvolvem produções acadêmicas como parte das suas funções.

Por fim, os graduandos auxiliam nas demandas repassadas pelos profissionais e pelos docentes, bem como a realização de estudos e trabalhos acadêmicos, como artigos e resumos expandidos, evidenciando os trabalhos realizados no escritório.

4.1.1.2 Estrutura física

O ambiente de trabalho do escritório conta com 14 estandes de trabalho munidos com *desktops*, sendo divididos para as áreas de atuação de acordo com os *softwares* e licenças instaladas. Inicialmente, cada área da engenharia possuía um *software* exclusivo para cálculo e dimensionamento, sendo QiBuilder com licença para projetos hidrossanitários e prevenção de incêndio para a área de HID, o QiBuilder com licença de instalações elétricas e SPDA para a área de Elétrica e o TQS para a área de Estruturas.

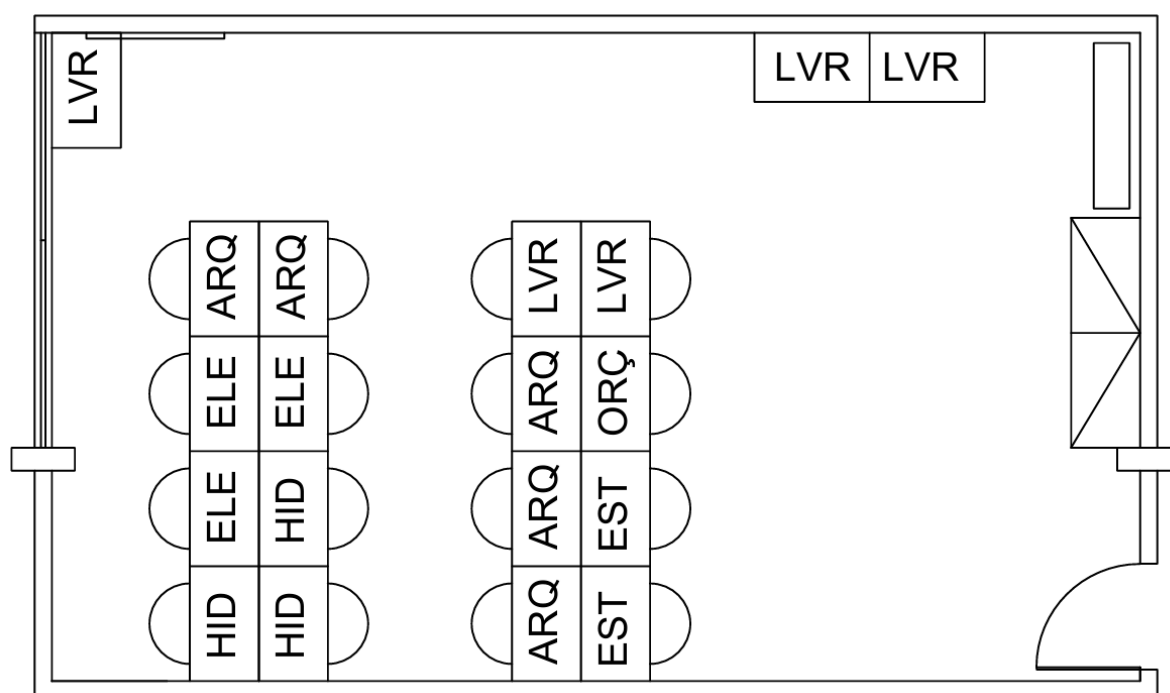
Quanto às áreas de Arquitetura e Orçamentos, utilizam como base o software Revit para a realização dos trabalhos, estando este presente em todos os equipamentos do escritório, no caso da área de Orçamentos era utilizado o plugin OrçaBIM, da empresa Orçafascio.

Devido a escolhas dos profissionais no decorrer da estruturação do

escritório, houve a alteração dos softwares de cada área, sendo alterado o software padrão nas áreas de hidráulica e elétrica. O Revit substituiu o Qibuilder na área de elétrica, e a mesclagem na utilização do QiBuilder com o Revit na área de hidráulica, porém sem alteração na organização local.

Devido a essa limitação da posição pelos softwares, as equipes se encontravam no seguinte arranjo demonstrado na figura 11.

Figura 11 – Layout da sala do Projetek-UEL



Fonte: Autoria Própria (2025)

Esse arranjo coloca ao centro as equipes de arquitetura e no entorno as demais equipes, tendo assim um maior contato das demais áreas com a de arquitetura. Os postos de trabalho com a sigla LVR, são considerados mesas livres que não possuíam *desktops*, mas que poderiam ser utilizados para as mais diversas atividades dentro do escritório.

As áreas projetuais do Projetek INFRA, estão alocadas conforme os locais acima citados, sendo o Paisagismo nas mesmas áreas de Arquitetura, de Infraestrutura Civil com a de Estruturas e o de Iluminação Elétrica com a de elétrica.

Em aspectos físicos, o tamanho do local não comportaria todos os membros dos projetos, porém em decorrência dos horários dos graduandos, que são de períodos e cursos variados, a sala atendia bem a demanda de estações de trabalho

para os usuários. Além disso, o escritório possuía dois notebooks, que eram utilizados quando a demanda aumentava, e para eventos, pesquisas ou na necessidade de realizar demandas fora do ambiente de trabalho.

Ainda vale ressaltar que o escritório detinha o apoio do CTU, sendo possível utilizar a infraestrutura e equipamentos do centro, como sala de reuniões, secretaria, aparelhos eletrônicos, copa e sanitários.

4.1.1.3 Infraestrutura de rede

Além desse arranjo físico de trabalho, o escritório conta com uma infraestrutura de rede que interliga os estandes de trabalho a um servidor local físico, sendo este o responsável pelo gerenciamento e armazenamento das informações do escritório, bem como documentos, arquivos e backups de projeto.

Dentro dessa infraestrutura, há uma organização de armazenamento de arquivos baseada em arranjos de pasta e ordenamento por nomenclaturas, o que garante a disponibilidade de arquivos e informações, transformando o servidor local em um ambiente de dados comum, ou CDE, para os membros projetistas locais.

A organização administrativa do escritório se dá pela organização da documentação recebida e encaminhada dentro do servidor local, no qual o acesso é permitido mediante autorização por usuário e senha de membros do escritório.

Além disso, como forma de disponibilização de documentos com as prefeituras, o escritório utiliza um serviço de armazenamento em nuvem (Google Drive), para alocar arquivos e realizar as entregas de projetos, sendo o acesso restrito aos membros do escritório e às prefeituras atendidas.

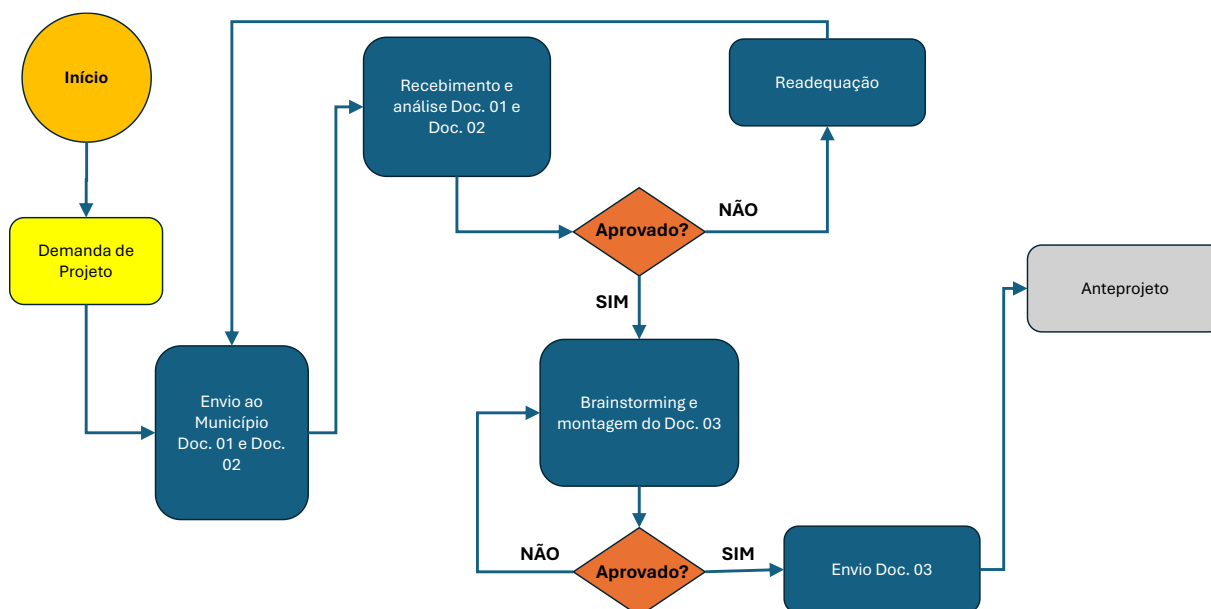
4.1.2 Fluxo de trabalho

Para o entendimento do funcionamento do escritório, deve ser analisado todo o fluxo de trabalho realizado para a confecção dos projetos. Esse fluxo dá a percepção não só das ações para se criar projetos de engenharia e arquitetura, como também dos processos organizacionais e de troca de informação. O documento "Fluxo de Trabalho do Projetek-UEL" (Anexo A) detalha os procedimentos internos, o caminho a ser seguido, os documentos a serem captados e as entregas realizadas.

A realização de um projeto inicia-se com a captação de informações

básicas, estruturação de modelos e trabalhos técnicos, visando a entrega da documentação final (Figura 12).

Figura 12 – Fluxo inicial ampliado de informações do Projetek-UEL



Fonte: Adaptado de Projetek-UEL (2024b).

O processo começa com o contato da prefeitura, que apresenta um ofício ou requerimento (via e-mail, associação de municípios ou SETI) demonstrando interesse na parceria e justificando a demanda com dados sobre tipo, local e motivação do projeto.

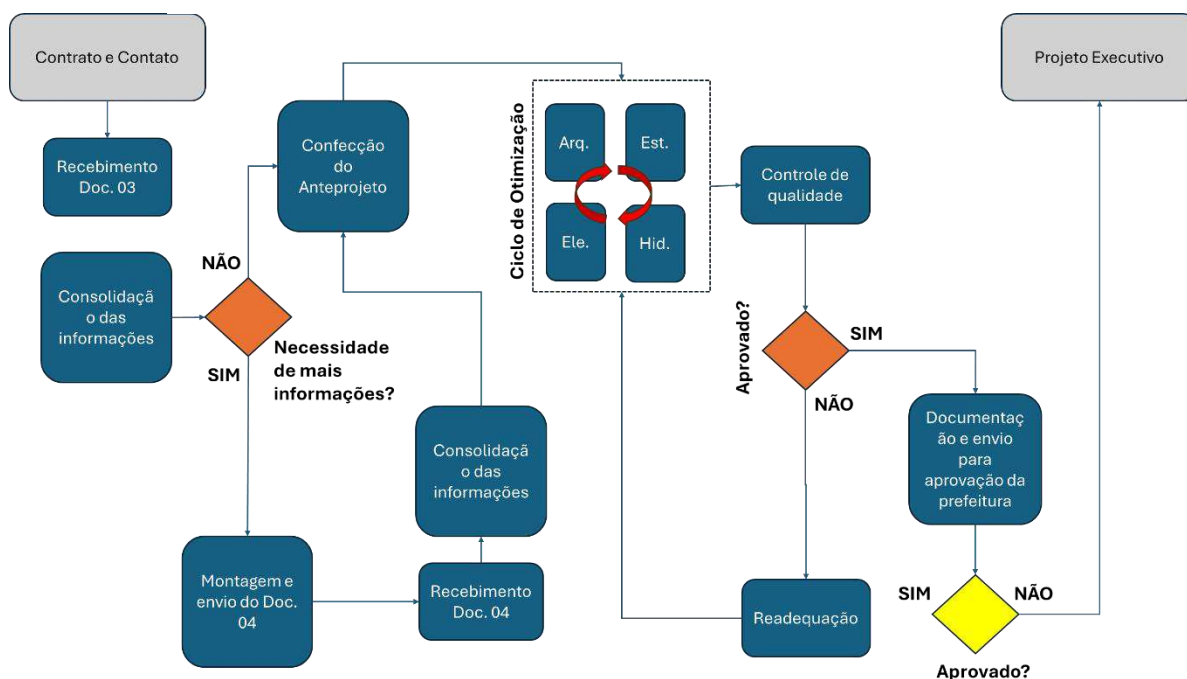
Seguindo, é encaminhado um requerimento de briefing para documentar oficialmente as necessidades do cliente, como tipo de edificação, local e metragem. Com base nesse documento, avalia-se se o projeto se enquadra no escopo da extensão.

Após a análise inicial, é encaminhado à prefeitura um documento requisitando informações de cunho técnico (engenharia e administrativo), registrando dados já repassados e detalhando o panorama para o prosseguimento. Nesse momento, já é definida a ramificação do projeto (EDF ou INFRA) e as áreas que irão atuar. Projetos EDF frequentemente incluem disciplinas do INFRA (como paisagismo) para um produto mais completo.

Conforme a necessidade, informações adicionais são requeridas, como levantamento topográfico e laudos de sondagem. Durante o andamento do projeto, novas informações complementares podem ser solicitadas ao contratante ou a órgãos públicos para viabilizar o empreendimento.

A área de arquitetura assume a liderança na realização do estudo do empreendimento, demonstrando a futura construção e definindo pontos com a prefeitura. Dessa forma se dá início à parte projetual do fluxo interno, no qual são realizadas todas as modelagens, especificações e compatibilizações, conforme demonstrado na Figura 13.

Figura 13 – Fluxo projetual ampliado do Projetek-UEL



Fonte: Adaptado de Projetek-UEL (2024b).

As outras áreas durante o primeiro estudo colaboram com o modelo de arquitetura, inserindo suas necessidades (como posição de quadros elétricos e alguns pré-dimensionamentos) para evitar retrabalhos.

Com o estudo de arquitetura finalizado, ele é apresentado à prefeitura para aprovação. Após a aprovação, inicia-se a realização dos projetos pré-executivos. As equipes passam a trabalhar em seus softwares nativos, obedecendo às prerrogativas da metodologia BIM.

A construção do projeto segue de forma colaborativa, porém, essa colaboração ainda apresenta baixa integração, com informações tratadas de maneira informal e não registrada, o que pode levar à perda de decisões tomadas em reuniões (por exemplo, entre as áreas de hidráulica e estruturas).

Paralelamente à modelagem, a área de orçamento inicia a quantificação, identificando possíveis inconsistências nos modelos, o que auxilia na correção dos projetos e aumenta a confiabilidade.

Realizadas as modelagens, as áreas projetuais realizam a compatibilização interna. Essa fase, contida no Anteprojeto, estrutura um ciclo de otimização em que todas as disciplinas conversam e ajustam o modelo central, corrigindo conflitos e divergências. Com isso finalizado, passam a emitir os projetos executivos.

Com os projetos executivos, a área de orçamentos passa a realizar as quantificações finais para a emissão e finalização das documentações, nesse sentido, engloba tanto o orçamento quanto o memorial relatando os procedimentos tomados.

Com a finalização e entrega, as áreas preparam uma compilação dos documentos, incluindo arquivos .ifc, .pdf (desenhos executivos) e .pdf (diretrizes, memórias de cálculos etc.). Toda a documentação, arquivos de trabalho e backups diários são armazenados no servidor local. Os documentos finais são disponibilizados no Google Drive, e o link é encaminhado ao cliente para visualização e download.

4.1.3 Estudo Piloto: Projeto do Terminal de Tamarana

Para a realização deste estudo, optou-se por utilizar um dos trabalhos entregues pelo escritório, o projeto do terminal urbano municipal de Tamarana. Este projeto consistia na realização de um terminal urbano para o recebimento de passageiros que transitavam entre o município de Tamarana-PR e Londrina-PR.,

A referida escolha justifica-se por três fatores principais: a abrangência das equipes envolvidas, o porte do empreendimento e a confiabilidade dos dados. Primeiramente, o projeto contou com a participação de todas as disciplinas ofertadas pelo escritório (incluindo paisagismo e muros de contenção, desenvolvidos pela equipe do Projetek Infra), o que permitiu envolver uma gama abrangente de disciplinas de projeto.

Quanto ao porte, trata-se de uma edificação de médio porte com particularidades, como o escalonamento da estrutura e a separação dos ambientes para uma melhor solução arquitetônica. Por fim, quanto à confiabilidade, os projetos entregues do terminal foram revisados e apresentados junto perante os órgãos públicos estaduais para a realização do edital licitatório.

4.1.3.1 Objetivo e justificativa do projeto

O projeto do terminal em Tamarana surgiu da demanda da população por transporte coletivo municipal. A geografia da cidade, com bairros distantes e separados, torna a locomoção entre eles um desafio para os moradores.

Agravando essa situação, o município possui um ponto de parada onde um ônibus urbano vindo de Londrina finaliza sua rota antes de retornar. A Prefeitura de Tamarana utiliza esse exato local como ponto de baldeação para um ônibus que circula dentro do município.

Segundo a prefeitura, um volume considerável de usuários, estimado em mil pessoas por dia, utiliza esse ponto de baldeação. A estrutura de parada atual, no entanto, não comporta adequadamente esse fluxo e nem oferecia o conforto necessário aos usuários (Figura 14).

Figura 14 – Atual terminal de Tamarana



Fonte: Google (2023).

Em meio à necessidade da população, o escritório Projetek-UEL recebeu a demanda da Prefeitura de Tamarana para a elaboração do projeto de uma nova edificação.

4.1.3.2 Escopo e informações do projeto

Quando a demanda de Tamarana foi encaminhada ao escritório, utilizou-se um "Checklist" que estipulava as informações mínimas para a realização dos projetos. Esse documento inicial visava definir o que seria construído e quais dados a Prefeitura deveria repassar. As primeiras informações — matrícula do terreno, níveis topográficos, laudo de sondagem e o checklist base — foram encaminhados por e-mail.

Como informado, toda a estrutura existente no local seria demolida pela prefeitura, não havendo aproveitamento de nenhum elemento da edificação atual. Assim, o projeto não demandou a elaboração de levantamentos construtivos da estrutura existente. Dessa forma, o foco inicial voltou-se para o levantamento completo do terreno, abrangendo seus limites, dados planialtimétricos, sondagem do solo e a documentação de cadastro imobiliário.

Durante esse levantamento, notou-se que o parcelamento de lotes da área divergia do observado no local. Isso exigiu não só estabelecer os limites da construção, mas também dos terrenos vizinhos. Dessa forma, a administração municipal, subsidiada pelo escritório, realizou o parcelamento e a regularização de toda a área. Para garantir a precisão desses dados, foi solicitado o encaminhamento dos arquivos em formato .dwg.

Além da troca de e-mails, foram realizadas reuniões e uma visita técnica para entender a situação do local e antecipar possíveis interferências. Nesses encontros, foram elucidadas dúvidas tanto da prefeitura quanto do escritório.

Surgiram, contudo, alguns desafios na coleta de dados. Para os projetos hidrossanitários, o checklist solicitava os pontos de ligação de água e esgoto. As respostas fornecidas pela prefeitura foram genéricas, forçando o escritório a solicitar essas informações diretamente ao órgão competente.

Em relação aos custos, a prefeitura estipulou um orçamento de R\$ 800.000,00 para a construção. Foi definido que os serviços de terraplanagem e a construção do muro de arrimo seriam de responsabilidade da prefeitura, em um orçamento separado.

4.1.3.3 Realização do Projeto

Com base na documentação encaminhada pela prefeitura, deu-se início ao estudo arquitetônico da edificação, realizando o levantamento dos dados do terreno e a estruturação dos ambientes conforme as necessidades apontadas. Esse estudo era normalmente encabeçado pela área de arquitetura, porém contava com a contribuição das outras áreas para alimentar com algumas informações essenciais.

Para a construção do projeto, devido a um grande desnível no terreno foi proposto pela área de arquitetura um escalonamento da edificação, dividindo-a em vários blocos ligados por áreas de vivência que formariam pequenas praças. Essa solução visava também conter gastos com movimentação de terra e a construção de três grandes muros de contenção.

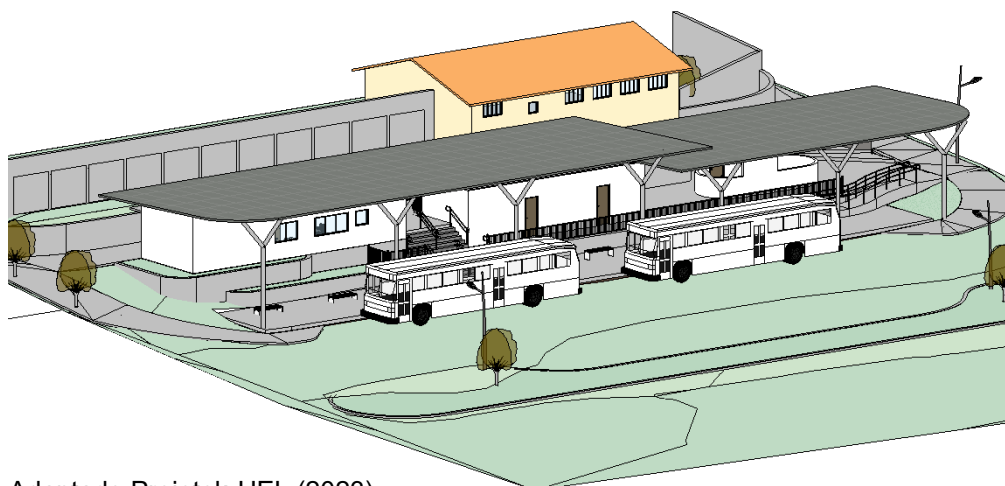
Este estudo foi apresentado como uma contraproposta à solução da prefeitura, que sugeria o nivelamento de todo o terreno pela cota mais baixa. A ideia da prefeitura implicaria a criação de um grande muro de arrimo ao fundo e nas laterais, elevando o custo da obra.

Com base no estudo do escritório, foram estipulados quatro blocos estruturalmente separados: área administrativa, banheiros, lanchonete e plataforma de embarque. Esses locais teriam estruturas independentes, possibilitando sua construção em etapas. A única dependência seria a da lanchonete em relação à caixa d'água (localizada acima dos banheiros), mas seria possível realizar a infraestrutura para uma ligação futura.

Durante a validação do estudo arquitetônico, os agentes da prefeitura relataram preocupações com o custo e a complexidade do projeto. Em resposta, foram realizadas modificações no estudo para reduzir esse custo. Uma das mudanças foi a alteração do telhado do local de embarque.

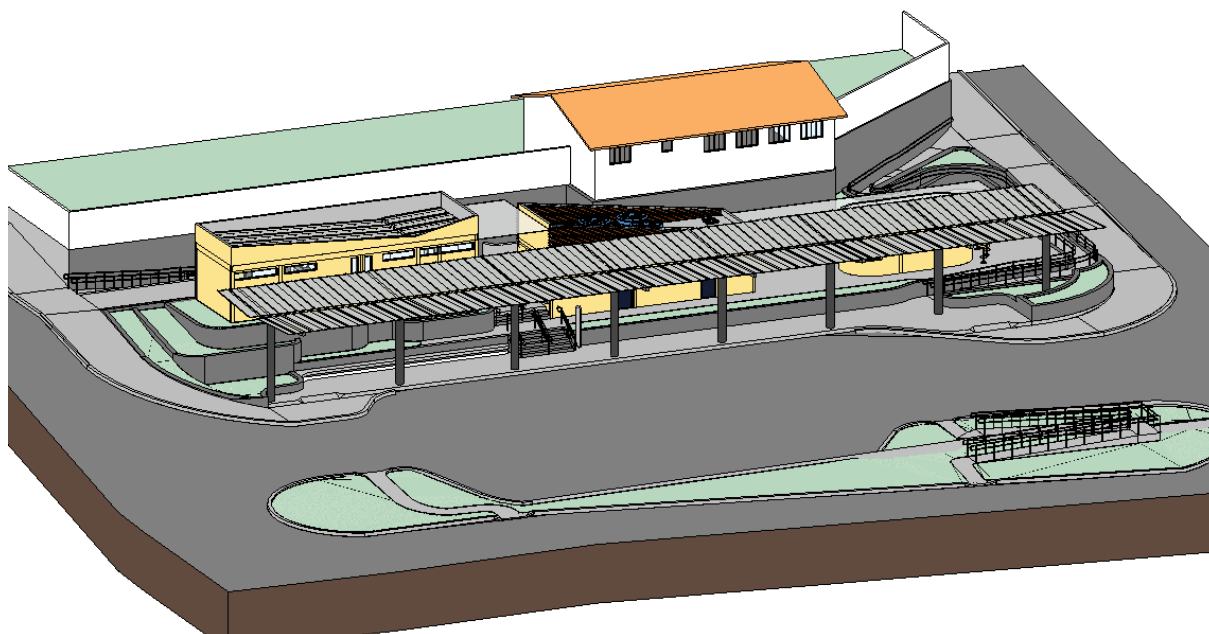
O primeiro modelo (Figura 15) contava com abas maiores que cobriam os demais prédios, diante disso, um novo estudo (Figura 16) foi remodelado e apresentado à equipe da prefeitura.

Figura 16 – Primeiro estudo terminal de Tamarana-PR



Fonte: Adaptado Projetek-UEL (2023)

Figura 15 – Estudo com mudança de cobertura



Fonte: Adaptado Projetek-UEL (2023)

O valor do orçamento era um dos itens mais críticos do projeto, pois uma solução muito cara inviabilizaria a construção, uma vez que o recurso estadual era fixo e a diferença do valor era vinculada a contrapartida da prefeitura.

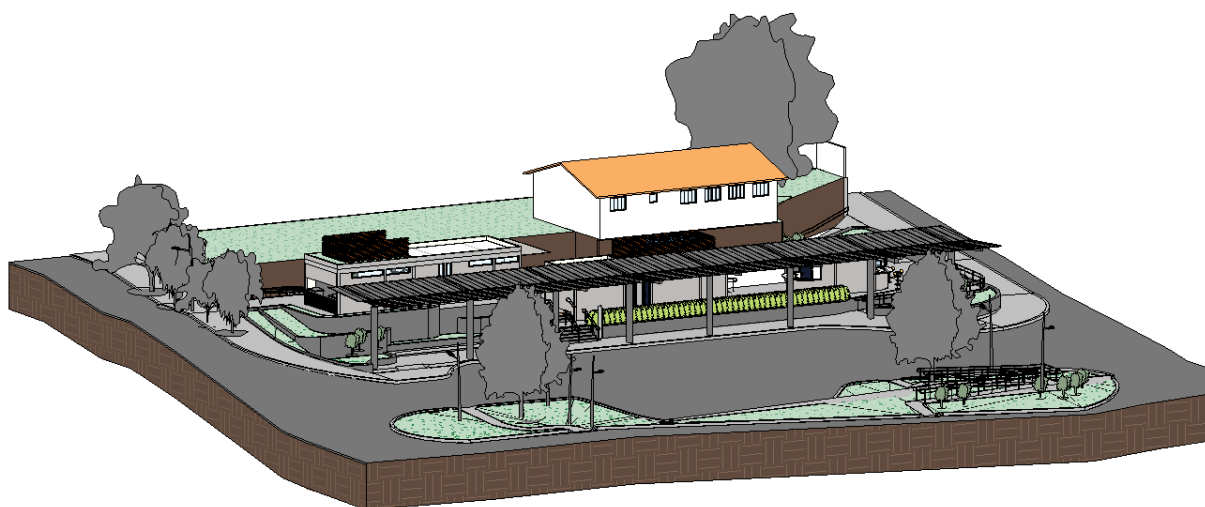
Como o escritório não praticava a orçamentação durante a fase de estudo naquele período, essa mensuração de custo estava associada apenas na percepção e experiência da equipe. Essa dinâmica se dava pela ausência de um profissional dedicado a essa demanda inicial, sendo a contratação realizada somente após a aprovação do estudo e o início dos projetos executivos.

Com a aprovação do estudo pela prefeitura, iniciaram-se os projetos executivos. As áreas complementares, que já haviam realizado estudos prévios para alimentar a arquitetura, passaram a detalhar seus projetos. A compatibilização de interferências (posição de itens arquitetônicos, hidráulica, elétrica e elementos estruturais) era realizada por meio de conversas informais entre as equipes, não sendo necessariamente tratadas de forma documentada pelo profissional responsável.

Em meio a isso, as dificuldades apresentadas eram resolvidas por meio de conversas entre os membros do escritório, a fim de estruturar um processo interno. Dentre essas dificuldades, foi identificada a duplicidade de itens entre as áreas de Arquitetura e Paisagismo, devido à falta de definição clara de responsabilidades, conforme a figura 17.

Isso se deu devido a forma de trabalho realizada pela equipe de paisagismo, que pegou o arquivo de arquitetura como base para a realização do projeto. Esse método de trabalho ocasionou falhas no orçamento, fazendo com que alguns dos itens de arquitetura aparecessem em quantidades duplicadas.

Figura 17 – Arquivo de paisagismo contendo elementos de arquitetura



Fonte: Adaptado Projetek-UEL (2023)

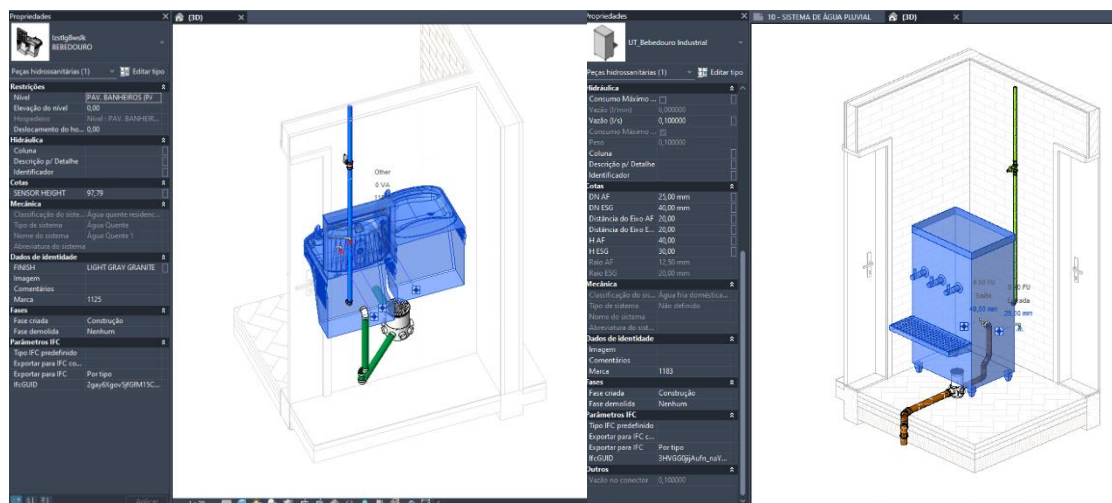
Outro ponto, a diversificação dos projetos recebidos pelo escritório trazia itens pouco usuais, sendo necessária, por vezes a construção da modelagem e sua informação para atender ao projeto. Nesse caso, no empreendimento de Tamarana, um item como o bebedouro industrial utilizado, tomou como modelagem um arquivo tido como genérico.

Nesse sentido, havia uma preocupação do escritório com a modelagem tridimensional, pois naquele momento era realizado somente a compatibilização visual dos projetos, sendo necessário a utilização desses elementos com os parâmetros tridimensionais corretos para a estruturação dos ambientes.

Além disso, o modelo contava com um item para a realização de orçamentos prévios, dando tempo para a equipe encontrar uma família que fosse mais próxima a especificada ou até mesmo se necessário, desenvolver uma família básica para compor o projeto.

Conforme a Figura 18, a esquerda temos um modelo genérico utilizado para a realização dos estudos e modelagens preliminares, e a direita um modelo mais próximo do real encontrado pela equipe.

Figura 18 – Arquivo de hidráulica com o elemento bebedouro



Fonte: Adaptado Projetek-Uel (2023)

Esse fluxo de trabalho, no qual o quesito visual era importante, fazia com que as equipes conversassem durante o processo de otimização do projeto, onde cada um ao construir a edificação em sua área, apontava aos demais os itens que ali estavam em desacordo ou que apresentavam algum tipo de interferência.

Essa troca de informações ocorria de forma natural, mas sem o devido registro, o que poderia gerar a perda de dados importantes ou do histórico de

decisões. Visando padronizar algumas informações, este projeto adotou, como teste piloto, os arquivos no formato BCF (via plugin Bimcollab para Revit) como forma de comunicação e apresentação de conflitos.

Com essa ferramenta, era possível apontar nos modelos os pontos de conflito usando imagens e textos. Devido aos desencontros de horários da equipe (grade de aulas, rotina de trabalho e professores), esse formato auxiliou na mitigação da perda de informações. Os arquivos BCF ficavam registrados no servidor, permitindo o rastreio das mudanças, a definição de responsáveis e o estabelecimento de prazos. Além disso, a ferramenta facilitava a elucidação dos conflitos, apontando o local e o motivo do erro diretamente no modelo nativo do usuário.

Paralelamente, o fluxo de trabalho de cada área foi sendo aperfeiçoado. Os membros de cada setor, ao identificarem disparidades ou dificuldades, contornavam o problema e já incluíam a solução em seus requisitos. Por exemplo, padronizações criadas no setor de hidráulica durante este projeto foram repassadas para o Template padrão da área, aumentando a eficiência e a precisão em projetos futuros.

4.1.3.4 A construção do orçamento

A realização do orçamento da edificação ocorreu durante a elaboração das pranchas executivas, quando grande parte da modelagem e definição de produtos já havia sido realizada. Não houve, portanto, atuação da Orçamentista durante a concepção dos modelos, somente durante os projetos executivos.

O orçamento foi realizado utilizando o plugin OrçaBIM (da Orçafascio), baseado no Revit. Optou-se por usar o Revit, pois processos anteriores haviam identificado perdas de informações na abertura de modelos IFC, além de outras dificuldades na exportação e importação de arquivos.

O plugin retirava os quantitativos dos modelos por meio de parâmetros, contudo, como o escritório não possuía um padrão de parâmetros estabelecido (em BEPs ou BIM Mandates), essa configuração precisava ser refeita a cada projeto. Nesse caso, o ato de conectar um parâmetro da modelagem, como também a sua regra, deveriam ser refeitos a cada projeto, uma vez que os bancos de dados não estavam totalmente alinhados com os *templates*. Na visão da profissional de orçamentos, essa dinâmica era repetitiva e, na necessidade de atualizações,

tornava-se trabalhosa.

Durante os serviços, o setor de orçamentos solicitava esclarecimentos sobre itens de projeto, como a configuração de uma tubulação ou diferenças entre elementos. Como forma de conferência, os itens extraídos via Orçafascio eram comparados com as tabelas de quantitativos das pranchas, permitindo encontrar discrepâncias.

Essas tabelas de quantitativos também utilizavam como premissa os parâmetros criados dentro do modelo nativo. Porém por divergência de softwares utilizados, juntamente com a possibilidade de utilizar o Orçafascio nos demais *softwares* de modelagem nativos e centralizar em um único local, essa premissa de orçamentação baseada nos quantitativos nativos não foi utilizada.

A ferramenta de orçamentação também possibilitou o rastreo de erros de modelagem, como itens duplicados, deslocados ou fora da região do projeto. Esse tipo de divergência era relacionado e repassado ao setor responsável para a devida correção. Com isso, o modelo migrava entre as áreas, sendo aperfeiçoado e garantindo maior precisão nos dados.

Dessa forma, o orçamentista tinha uma forma de checar se os quantitativos retirados utilizando o plugin estavam corretos, bem como auxiliar as outras áreas quanto a qualidade de suas modelagens.

Para a montagem do orçamento utilizou os parâmetros orçamentários descritos na SINAPI. Esses itens eram selecionados dentro da plataforma do Orçafascio e ligados aos quantitativos extraídos do modelo. Nessa dinâmica, ao ligar o serviço ao parâmetro do modelo, era possível a realização de atualizações de forma mais automática.

Para itens não identificados, foram concebidas novas composições a partir de fontes externas. Para estes itens, realizou-se um levantamento de preço com três fornecedores e calculada a média aritmética simples. Para aumentar a confiabilidade, foi montado um memorial contendo o local pesquisado, o valor e a data da cotação (Figura 19).

Figura 19 – Referencias de cotação para composições de custos unitários

2.2.3 Bebedouro industrial 3 torneiras

Cotação1
REFRISOL. **Bebedouro industrial 3 torneiras.** Disponível em: <https://www.refrisol.com.br/produto/bebedouro-industrial-de-coluna-2-geladas-1-natural-inox-100-litros-220v-frisbel/713624?gad_source=4&gclid=CjwKCAjw_4S3BhAAEiwA_64Yhu8jrl8vxQ-L3sZN6hNZDSKBaWTSkC5yPPeVwgK-aahRQ8uKntkZRRoCi88QAvD_BwE>. Acesso em: 27 set. 2024.
valor: dois mil oitocentos e cinco reais

Cotação2
PANAN. **Bebedouro industrial 3 torneiras.** Disponível em: <https://www.panan.com.br/purificadores-e-bebedouros/bebedouros/bebedouro-industrial-100l-3-torneiras-inox-kx10-220v-knox?parceiro=9049&srsitid=AfmBOoqoXri0AxZboZMnc-4ZazaiPbOuom-QhBLpRCvMmHtrq_ufnB8zPU0>. Acesso em: 27 set. 2024.
valor: três mil seiscentos e trinta reais

Cotação3
TIENDA ÚTIL. **Bebedouro industrial 3 torneiras.** Disponível em: <<https://tiendautil.com/produto/bebedouro-industrial-100-litros-coluna-aco-inox-3-torneiras-karina/>>. Acesso em: 27 set. 2024.
valor: dois mil quatrocentos e noventa e nove reais

média aritmética simples: dois mil novecentos e setenta e oito reais

Fonte: Projetek-Uel (2024 a)

A realização do projeto de Tamarana contou com a entrega do projeto para a equipe técnica da prefeitura, que o submeteu nas plataformas estaduais para a realização dos certames e aberturas de editais. Esse tipo de submissão auxiliou no entendimento dos parâmetros de projeto que eram requeridos pelos órgãos, além de permitir, para o orçamento, uma conferência dos dados dispostos.

Dentre os itens apontados, foram realizadas duas revisões em projetos, que afetaram diretamente os quantitativos estipulados pelo orçamento. Entre esses itens, havia a alteração do sistema de hidráulica, que em um momento anterior à primeira entrega havia sido reduzido e não atualizado nas planilhas orçamentárias, ou seja, em projeto constava o quantitativo atualizado, porém divergia do quantitativo exposto no orçamento. Desta forma, os projetos e o orçamento foram revisados.

4.1.4 Diagnóstico de Processos e Maturidade

Para realizar o diagnóstico do escritório e entender o fluxo de trabalho da empresa, foram estabelecido os seguintes tópicos com base na matriz de maturidade para análise, campos de Processos, Tecnologia e Políticas, com ênfase o processo de orçamento estabelecido no escritório. Cada um desses tópicos traduz o processo de trabalho e o intercâmbio de informações dentro do ambiente colaborativo multidisciplinar.

Além disso, realizou-se o diagnóstico de nível geral de maturidade BIM do escritório como um todo, demonstrando pontos dentro do escritório que necessitam de melhoria.

4.1.4.1 Nível de Maturidade

Estabelecer o nível de maturidade do local estudado traz a base de como o BIM está difundido, tornando possível o entendimento da construção dos projetos, dos assuntos tratados, e o leque de possibilidades existentes.

Com base na referência teórica coletada, utilizou-se do método de mensuração de maturidade BIM disponibilizado pela BIM *Excellence Initiative* (2016). Dessa forma, foi possível determinar o nível de capacidade e maturidade que o escritório se encontra, possibilitando averiguar a estrutura do local, confrontando com a referência teórica e dando um panorama da estruturação em meio às metodologias aplicáveis.

Essa matriz é baseada nos estudos de Succar (2009), Succar (2010) e Succar, B., Sher, W., & Williams, A. (2012) e disponibilizada de forma gratuita em seu formato digital, sendo de fácil aplicação pela possibilidade de uso em qualquer empresa ou organização.

Para se estabelecer o nível de maturidade do escritório, são levados em consideração os seguintes passos conforme a BIM *Excellence Initiative* (2016) para a realização da avaliação:

A avaliação do nível de maturidade BIM foi conduzida a partir da análise de cada Conjunto de Capacidade (por exemplo, Software), mediante a leitura integral da respectiva linha da matriz de maturidade anteriormente à seleção da célula que melhor representasse a condição atual da organização (BIM Excellence Initiative, 2016).

Para a mensuração, adotaram-se as pontuações recomendadas pela ferramenta (variando entre 10 e 40). Ressalta-se que o processo de maturidade é considerado progressivo, de modo que não foi atribuída pontuação ou codificação a uma determinada célula quando a célula imediatamente anterior, à sua esquerda, apresentava maturidade inexistente ou apenas parcial (BIM Excellence Initiative, 2016).

Conforme recomendado nas instruções da matriz, para a realização

da avaliação os resultados foram discutidos com outros dois ex-membros do projeto de extensão Projetek, que detinham total conhecimento do fluxo de trabalho do escritório e da metodologia BIM. Os itens foram inicialmente identificados pelo autor e posteriormente confrontados pelos demais membros desse grupo, que sugeriram mudanças ou concordaram com os itens.

Com base nas premissas elencadas anteriormente, foram determinados os níveis de maturidade do escritório, permitindo avaliar sua experiência e capacidade na elaboração de projetos em BIM. Essa análise possibilita identificar os aspectos que devem ser considerados para aprimorar os processos e garantir maior eficiência na execução dos projetos.

O primeiro campo analisado, referente à tecnologia, abrange três áreas-chave: softwares, hardwares e infraestrutura de rede. Conforme ilustrado na Figura 20, observa-se que o escritório dispõe de soluções tecnológicas bem definidas, baseadas no uso integrado de dados e informações provenientes dos softwares nativos em cada disciplina.

Figura 20 – Matriz preenchida campo da tecnologia

Áreas-chave de maturidade - Granularity level		a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)
TECNOLOGIA baseada no conjunto de capacidades v5.0	Software: aplicações, entregáveis e dados	O uso de softwares não é monitorado e regulamentado. Os modelos 3D são utilizados principalmente para gerar representações precisas em 2D. O uso de dados, armazenamento e trocas não são definidas dentro das organizações ou das equipes de projeto. As trocas sofrem de uma grande falta de interoperabilidade.	O uso e a introdução de software é unificada dentro da organização ou das equipes de projeto. Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D bem como em 3D. O uso de dados, armazenamento e trocas são bem definidos dentro da organização e das equipes de projeto. A interoperabilidade é definida e priorizada.	A seleção e o uso de softwares é gerenciada e controlada de acordo com o tipo de entregáveis definidos. Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos. O uso de dados, armazenamento e as trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem gerenciado. A interoperabilidade é obrigatória e monitorada de perto.	A seleção e a implantação de softwares seguem os objetivos estratégicos da empresa e não somente os requisitos operacionais. O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos do negócio. O uso de dados interoperáveis, o armazenamento e as trocas são regulamentados e executados como parte global da organização ou como estratégia de uma equipe de projetos.	A seleção e o uso de ferramentas de software são continuamente revisados para aumentar a produtividade e alinhar com os objetivos estratégicos. Os entregáveis do processo de modelagem BIM são otimizados e revisados ciclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis. Todos os assuntos relacionados ao armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e proativamente reforçados.
	Hardware: equipamento, entregáveis, localização, mobilidade	Os equipamentos para uso do BIM são inadequados; as especificações técnicas existentes são muito baixas para a organização. A troca ou atualização dos equipamentos são tratados como itens de custo e realizados apenas quando são inevitáveis.	As especificações dos equipamentos – apropriadas para a entrega de produtos e serviços em BIM – são definidas, orçadas e normalizadas em toda a organização. As atualizações e substituições de hardware são itens de custo bem definidos.	Existe uma estratégia estabelecida para documentar, gerenciar e manter o equipamento para uso do BIM. O investimento em hardware é bem orientado para melhorar a mobilidade do pessoal (quando necessário) e aumentar a produtividade do BIM.	As implantações de equipamentos são tratadas como viabilizadoras do BIM. O investimento em equipamentos é integrado firmemente com os planos financeiros, as estratégias de negócios e com os objetivos de desempenho.	Os equipamentos existentes e as soluções inovadoras são continuamente testadas, atualizadas e implantadas. O hardware torna-se parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.
	Rede: soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso	As soluções de rede são inexistentes ou provisórias. Indivíduos, organizações (único local / dispersos) e equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados. As partes interessadas não têm a infraestrutura de rede necessária para coletar, armazenar e compartilhar conhecimento.	As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas dentro e entre organizações. No projeto, as partes identificam as suas necessidades de compartilhamento de dados/informações. As organizações e as equipes de são conectadas por meio de conexões de banda relativamente baixas.	As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento dentro e entre as organizações são geridas através de plataformas comuns. As ferramentas de gerenciamento de conteúdo e de ativos são implantadas para regular os dados através de conexões de banda larga.	As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento. As soluções incluem redes/portais de projeto específicos que permitem o intercâmbio de dados intensivos (troca interoperável) entre as partes interessadas.	As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas. As redes facilitam a aquisição de conhecimento, armazenamento e compartilhamento entre todas as partes interessadas. A otimização dos canais de dados, processos e comunicações integradas é rígida.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Os equipamentos para a realização dos trabalhos foram definidos para entregar projetos de menor complexidade, o que demandava no escritório equipamentos com uma capacidade mais reduzida. Nesse sentido o hardware

consequia realizar as demandas apresentadas, todavia em alguns momentos havia a necessidade de encontrar outros meios para contornar algumas restrições.

Já as soluções de rede apresentavam maior nível de maturidade, uma vez que todo o sistema estava estabelecido em um servidor próprio, com um método de organização e disponível para todos os usuários, tendo seus acessos restringidos a depender da sua função dentro do escritório.

No campo dos processos, a matriz está organizada em quatro áreas principais: Recursos, Atividades e Fluxo de Trabalho, Produtos e Serviços, e Liderança e Gerenciamento. Embora o escritório já disponha de uma infraestrutura e um fluxo de trabalho definidos, as especificações e a estratégia organizacional permanecem em estágio inicial, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 21 – Matriz preenchida campo de processos

PROCESSOS baseadas no conjunto de capacidades v5.0

Áreas-chave de maturidade - Granularity level1	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)
Recursos Infraestrutura Física e de Conhecimento	O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou pode não ser favorável à produtividade. O conhecimento não é reconhecido como um ativo; O conhecimento em BIM é compartilhado informalmente entre pessoal (através de dicas, técnicas e lições aprendidas).	As ferramentas de trabalho, o ambiente e o local de trabalho são identificadas como fatores que afetam a motivação e a produtividade. O conhecimento é reconhecido como um ativo compartilhado, recolhido, documentado e assim transferido de tácito para explícito.	O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios são gerenciados para aumentar a produtividade, a satisfação e a motivação do pessoal. O conhecimento é documentado e adequadamente armazenado.	Os fatores ambientais internos e externos são integrados em estratégias de desempenho. O conhecimento é integrado em sistemas organizacionais é acessível e facilmente recuperável.	Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade. As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e divulgação são revistas e reforçadas sistemicamente
Atividades & Fluxo de trabalho Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes	Ausência de processos definidos; as funções são ambíguas, as estruturas/dinâmicas das equipes são inconsistentes. O desempenho é imprevisível e a produtividade depende do heroísmo individual. Uma mentalidade de 'dar voltas' ocorre na organização.	As funções são informalmente definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A competência é identificada e o heroísmo se dilui conforme aumenta a competência, mas a produtividade é ainda imprevisível.	Aumenta a cooperação interna dentro da organização e são disponibilizadas ferramentas de comunicação para projetos transversais. O fluxo de informação é estabilizado; as funções em BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma mais consistente.	As funções e os objetivos de competência fazem parte dos valores da organização. As equipes tradicionais são trocadas por equipes orientadas ao BIM na medida que os novos processos se tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível.	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas em relação ao RH são revistas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos processos.
Produtos & Serviços Especificação, diferenciação e P&D	As entregas de modelos 3D (um produto BIM) sofrem de muitos altos ou muito baixos e níveis inconsistentes de detalhe e desenvolvimento.	Existem diretrizes para a quebra dos modelos e nível de detalhes. Passa a existir preocupação em se manter a coerência comercial com a técnica.	Adoção de produtos e serviços de forma similar ao Modelo de progressão de especificações (AIA 2012) ou similares. A inovação passa a ser um valor a ser perseguido como diferencial.	Os produtos e serviços são especificados e diferenciados de acordo com o Modelo de progressão de especificações. A inovação é incorporada nas ações estratégicas e de marketing da organização.	Os produtos em BIM são constantemente avaliados e ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A empresa passa a ser reconhecida como padrão de referência de mercado.
Liderança & Gerenciamento Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação	Líderes sêniores e gerentes tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do BIM é conduzida sem uma estratégia e através de 'tentativa e erro'. O BIM é tratado como uma tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor.	Líderes sêniores e gerentes adotam uma visão comum sobre BIM. A implementação BIM sofre por falta de detalhes. O BIM é tratado como uma mudança de processos baseada em tecnologia.	A visão para a implementação do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do BIM é casada com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento.	A visão é compartilhada através de toda a equipe da organização e pelos parceiros externos de projetos. A implementação do BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia.	Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Na área de Recursos, o escritório iniciou a elaboração de materiais voltados à melhoria da produtividade, como *templates* e arquivos padronizados. Esses documentos são atualizados continuamente, conforme são identificadas oportunidades de aprimoramento nos processos de desenvolvimento dos projetos.

No que se refere às Atividades e ao Fluxo de Trabalho, embora o escritório possuísse funções e áreas definidas, os projetos não eram previamente estruturados. Conforme evidenciado no estudo de caso, o projeto de Tamarana foi iniciado sem um planejamento integrado das áreas, desenvolvendo-se de acordo com

a disponibilização das informações pela prefeitura e com a entrada gradual dos profissionais no projeto de extensão.

Quanto aos Produtos e Serviços, verificou-se a inexistência de uma padronização tanto dos itens a serem entregues quanto das informações mínimas que deveriam compor os modelos. Assim, cada projeto era desenvolvido e concluído com base na experiência individual dos profissionais responsáveis, o que não garantia uniformidade, consistência ou alinhamento entre as entregas realizadas.

A área de liderança e gerenciamento apresenta divergência de opiniões, na qual a dinâmica de trabalho flui de acordo com as lições aprendidas do projeto anterior, foca-se em um fluxo de trabalho baseado em entregas de projetos em pranchas executivas a construção de modelos de informação.

O campo das políticas contempla três áreas de maturidade: Preparatória, Regulatória e Contratual. A análise evidenciou que o escritório se encontra em estágio inicial, apresentando desenvolvimento apenas na área preparatória, conforme exposto na figura 22.

Figura 22 – Matriz preenchida campo de políticas

Áreas-chave de maturidade - Granularity level	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)
Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional	Muito pouco ou nenhum treinamento disponível ao pessoal do BIM. Os meios para a educação e formação não são adequados para alcançar os resultados buscados.	Os requisitos de treinamento são definidos e fornecidos quando necessários. Os treinamentos são variados, permitindo flexibilidade na entrega do conteúdo.	Os requisitos de treinamento são gerenciados para aderirem aos amplos objetivos de competência e desempenho pré-definidos. Os treinamentos são adaptados para atingirem os objetivos de aprendizagem de uma maneira rentável.	O treinamento é integrado nas estratégias organizacionais e metas de desempenho. O treinamento é tipicamente baseado nas funções e seus respectivos objetivos de competência. Os meios de treinamento são incorporados ao conhecimento e aos canais de comunicação.	O treinamento é continuamente avaliado e melhorado. A disponibilidade de treinamento e seus métodos de entrega são adaptados para permitir o aprendizado contínuo e multimodal.
Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (benchmarks)	Não existem diretrizes para o BIM, documentação de protocolos ou padrões de modelagem. Há uma ausência de documentação e padrões de modelagem. O controle de qualidade não existe ou é informal, nem para modelos 3D nem para a documentação. Não há nenhum valor de referência de desempenho dos processos, produtos ou serviços.	As diretrizes básicas do BIM estão disponíveis (ex.: manual de treinamento e padrões de entrega do BIM). Os padrões de modelagem e documentação estão bem definidos de acordo com os padrões aceitos no mercado. As metas de qualidade e as avaliações de desempenho estão definidas.	As linhas-guia detalhadas do BIM estão disponíveis (treinamento, padrões, fluxo de trabalho). A modelagem, representação, quantificação, especificações e propriedades analíticas dos modelos 3D são gerenciadas através de planos de qualidade e padrões de modelagem detalhados. O desempenho em relação aos valores de referência é rigidamente monitorado e controlado.	As diretrizes do BIM são integradas nas políticas e estratégias de negócios. Os padrões em BIM e critérios de desempenho são incorporados em sistemas de melhoria de gestão da qualidade.	As linhas-guia do BIM são continuamente refinadas para refletir as lições aprendidas e as práticas recomendadas do setor. A adesão aos regulamentos e códigos são continuamente alinhados e refinados. Os valores de referência são revisados repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.
Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos	Os contratos seguem os modelos convencionais pre-BIM. Os riscos relacionados com base em modelos de colaboração não são reconhecidos ou são ignorados.	Os requisitos do BIM são reconhecidos. "Declarações de cada interessado em relação à gestão de informação" estão agora disponíveis.	Há um mecanismo para gerenciar a propriedade intelectual compartilhada do BIM e existe um sistema de resolução de conflitos do BIM.	A organização está alinhada através de confiança e dependência mútua, indo além das barreiras contratuais.	As responsabilidades dos riscos e as recompensas são continuamente revisados e realinhados. Os modelos contratuais são modificados para conseguirem as melhores práticas e o maior valor à todas as partes interessadas.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Por se tratar de um escritório localizado dentro de um campus universitário, a área preparatória dentro do campo das políticas apresentava uma estruturação definida. O escritório contava com treinamentos sobre a metodologia e softwares, além de cursos e a possibilidade participação em palestras e eventos do meio. Para os usuários do projeto, esse tipo de treinamento trazia uma gama de informações e oportunidades de aprendizado, bem como o acompanhamento das

mudanças da metodologia no mercado.

Para a área regulatória, o escritório carece de documentos de padronização de informações e modelagem, em que cada projeto segue sem um planejamento prévio. O produto depende das informações no qual o projetista acredita ser pertinentes em seu projeto, resultando em arquivos visualmente bons, porém internamente os dados são desorganizados.

Por fim, na área Contratual, observou-se que, no relacionamento com as prefeituras atendidas, não havia documento que definisse formalmente as atividades, responsabilidades ou entregas previstas. Existiam apenas os termos utilizados para a criação e regulamentação do projeto de extensão.

Dentro da matriz de maturidade tem-se a divisão em estágios, uma visão micro, meso e macro. Essas divisões representam a escala de atuação da maturidade. Dentre essas escalas, é determinado que a macro seja realizada com a assessoria de um consultor, o que para a pesquisa não foi possível realizar.

Assim, a Figura 23 a seguir apresenta os níveis de maturidade identificados no escritório.

Figura 23 – Matriz preenchida capacidade BIM

Áreas-chave de maturidade - Granularity level	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)
ESTÁGIO 1 Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida	Implementação de uma ferramenta de modelagem baseada em objetos. Nenhuma alteração de processo ou política identificada para acompanhar essa implementação.	Os projetos-piloto são concluídos. São identificados os requisitos de processo e política do BIM. São preparados planos detalhados e sua estratégia de implementação.	Os processos e políticas em BIM são estimulados, padronizados e controlados.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são integrados na estratégia organizacional e nos objetivos do negócio.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são revistas continuamente para se beneficiarem da inovação e adquirir alvos de alto desempenho.
ESTÁGIO 2 Colaboração baseada na modelagem multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos	A colaboração em BIM acontece para um fim específico: as capacidades de colaboração internas à empresa são incompatíveis com os parceiros de projeto. Pode haver falta de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração em BIM está bem definida, mas ainda é reativa. Existem sinais identificáveis de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração é proativa e multidisciplinar, os protocolos são bem documentados e gerenciados. Há confiança mútua, respeito e partilha de riscos e recompensas entre os participantes do projeto.	A colaboração de vários segmentos inclui agentes a jusante do processo. Caracteriza-se pelo envolvimento dos principais participantes durante as primeiras fases do ciclo de vida dos projetos.	A equipe multidisciplinar inclui todos os agentes-chave em um ambiente caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito.
ESTÁGIO 3 Integração baseada em rede, intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos nD através das fases do ciclo de vida da edificação	Os modelos integrados são gerados por um conjunto limitado de agentes interessados do projeto - possivelmente por trás dos firewalls corporativos. A integração ocorre com pouco ou nenhum processo pré-definido, normas ou protocolos de intercâmbio. Não há nenhuma resolução formal dos papéis e responsabilidades dos agentes envolvidos.	Modelos integrados são gerados por um grande subconjunto dos agentes envolvidos no projeto. A integração segue guias de processo predefinidos, padrões e protocolos de intercâmbio. As responsabilidades são distribuídas e os riscos são atenuados através de mecanismos contratuais.	Os modelos integrados (ou partes) são gerados e gerenciados pela maioria dos agentes envolvidos no projeto. As responsabilidades são claras dentro de alianças temporárias do projeto ou parcerias de longo prazo. Os riscos e as recompensas são ativamente gerenciados e distribuídos.	Os modelos integrados são gerados e gerenciados por todos os agentes envolvidos no projeto. A integração baseada em rede é a norma e o foco não é mais sobre como integrar modelos e fluxos de trabalho, mas proativamente detectando e resolvendo a tecnologia, os processos e os desalinhamentos das políticas.	A integração dos modelos e dos fluxos de trabalho é continuamente revista e otimizada. As novas eficiências, alinhamentos, e os resultados são ativamente perseguidos por uma equipe de projeto interdisciplinar firmemente unida. Os modelos integrados contribuem para muitos agentes envolvidos ao longo da cadeia produtiva.
MICRO Organizações: Dinâmicas e entregáveis em BIM	A liderança no processo BIM não existe e a implementação depende de "campeões" da tecnologia.	A liderança no processo BIM é formalizada; os diferentes papéis são definidos dentro da implementação.	As funções pré-definidas no processo BIM se complementam na gestão do processo de implementação.	As funções no processo BIM são integradas em estruturas de liderança da organização.	A liderança no processo BIM se alterna continuamente para permitir novas tecnologias, processos e resultados.
MESO Equipes de projeto: (múltiplas organizações): dinâmicas inter organizacionais e entregáveis em BIM	Cada projeto é executado de forma independente. Não existe acordo entre as partes interessadas para colaborar além do seu projeto atual em comum.	As partes interessadas pensam além de um único projeto. Os protocolos de colaboração entre os participantes do projeto são definidos e documentados.	A colaboração entre várias organizações ao longo de vários projetos é gerenciada através de alianças temporárias entre as partes interessadas.	Os projetos colaborativos são realizados por organizações interdisciplinares ou equipes de projeto multidisciplinar; uma aliança de muitos agentes-chave.	Os projetos colaborativos são realizados pela auto otimização das equipes de projeto interdisciplinar e inclui a maioria das partes interessadas.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

O diagnóstico demonstra um descompasso relevante: embora a organização tenha alcançado maturidade técnica interna, situada no nível "Definida" do Estágio 1 com a realização de outros projetos anteriormente ao estudo de caso,

esse avanço não se refletiu em desempenho colaborativo.

A Colaboração, correspondente ao Estágio 2, permanece no nível “Inicial”, indicando que as capacidades internas não estão alinhadas com os setores. Como consequência, a troca de informações ocorre de forma reativa, limitada e pontual, sugerindo inclusive a existência de fragilidades na confiança mútua entre os envolvidos.

Essa limitação colaborativa desencadeia um efeito em cadeia que impede a progressão dos outros níveis de gestão (Estágio 3, Micro e Meso), também mantidos no estágio “Inicial”. A integração de dados em rede é prejudicada por não haver a definição de processos, normas ou protocolos, enquanto a liderança não está institucionalizada.

Dessa forma, acaba por depender da atuação isolada de “campeões” da tecnologia para sustentar o uso do BIM. Sem a organização do fluxo e padronização da informação, cada projeto é conduzido de maneira isolada, impossibilitando a criação de um fluxo contínuo de trabalho que afeta diretamente o produto entregue.

4.1.4.2 Diagnóstico de Tecnologia

As áreas projetuais possuem suas singularidades, suas diferenças e necessidades. Inicialmente, foram definidos como *softwares* base o Autodesk Revit, AltoQi Builder, TQS e o plugin para Revit da Orçafascio, o OrçaBIM. Eles foram estipulados por serem referência em cada área projetual, sendo os focados em engenharia, utilizados não só para a realização da modelagem como para o dimensionamento dos sistemas.

Dentro de cada área, no andamento do projeto, foram sendo analisadas as dificuldades encontradas na utilização de cada software e as possibilidades de integração entre eles, sendo assim possível organizar o processo interno das áreas e deixá-lo de forma mais fluida.

As áreas de hidráulica e elétrica foram as áreas que acabaram migrando para outros softwares devido à dificuldade encontrada na realização dos projetos. Essas dificuldades estão relacionadas às limitações do software com relação a modelagem, no qual até aquele momento era complexo e demorado a realização dos trabalhos, bem como a emissão de documentos, que possuía uma qualidade e

liberdade menor quando comparada a outros softwares.

Esse tipo de limitação se dá pela construção do software, porém à medida que ele vai sendo atualizado, surgem ferramentas, processos que vieram a corrigir essas limitações, sendo possível uma reavaliação futura para a utilização daquele software.

Outro ponto quanto ao processo de realização da modelagem por parte das áreas, não havia a possibilidade de realização dos projetos de forma colaborativa interna nas equipes, uma vez que o escritório não possuía a integração do software para um ambiente multiusuário. Isso resultava em alguns problemas com relação a realização dos projetos, uma vez que os projetistas das áreas tinham de estar alternando entre si para a realização dos trabalhos.

Isso era contornado pela utilização de escalas de trabalho, bem como a delegação de atividades diferentes para cada um dos membros, mas ainda impossibilitava o foco em atividades que seriam tidas como urgentes ou mais complexas.

Com relação a utilização de famílias para compor os modelos, por vezes era necessário à criação ou alteração delas, principalmente pelo fato de uma grande parte estar vinculadas com marcas e empreendimentos, o que não seria ideal para um orçamento de um empreendimento público.

Por vezes foram necessárias atividades relacionadas a composição de um banco de famílias interno, para otimizar a realização de projetos. Uma parte dessas famílias estava inseridas dentro dos *templates* das áreas e outra parte alocadas dentro do servidor para a utilização.

4.1.4.3 Diagnóstico de Processos

O ambiente de trabalho mantinha a comunicação por e-mail, mensagens de texto por aplicativos como Whatsapp e por conversas realizadas em reuniões, on-line ou presenciais, e conversas informais como formas de comunicação.

Quando observada a troca de informações entre o escritório e as prefeituras, ou seja, o cliente, essa troca é baseada na realização de reuniões e requerimentos encaminhados via e-mail, além da realização de documentos como atas para o registro dos dados.

Esse tipo de trabalho surge como forma de organizar e armazenar a

informação que entra e sai do escritório, além de especificar quem é o emissor e quem é o receptor da informação. Ainda que feita de forma manual, alimentado em planilhas do *software* Excel, o objetivo é alcançado, sendo possível um rastreamento facilitado de informação e sua disponibilização aos membros do escritório.

Já a comunicação entre as equipes de projeto e os membros do escritório é baseada em demandas apresentadas de forma informal, sejam por conversas ou por aplicativos de troca de mensagens. Esse tipo de troca de informação traz problemas, como a falta de confiabilidade na demanda apresentada, possíveis erros de execução e até o esquecimento das atividades.

Quando vistas as áreas projetuais, é observada a existência de conversas informais para a apresentação da demanda, sendo assim necessária a paralisação de serviços para o entendimento do conflito ou demanda expressa. Como os horários entre os técnicos graduados são alternados, algumas das demandas são apresentadas posteriormente ou encaminhadas por mensagens, o que afeta a velocidade com que elas são resolvidas, afetando outros projetistas para o prosseguimento de atividades.

O layout do escritório sugere uma maior interação com a área da arquitetura, já que está centralizada no ambiente. Como uma das áreas mais afetadas com mudanças, sua posição dentro do escritório auxilia na resolução das demandas.

A implantação de um modelo de comunicação no escritório visava a estruturação de arquivos e a manutenção de um histórico de alterações mais preciso e confiável. Além de realizar pedidos para a resolução de interferências entre disciplinas e o seu registro, o modelo empregado facilitava a visualização de arquivos e pontos de interferências existentes nos projetos, o que consequentemente auxiliava os projetistas a entenderem o problema, demandando menos conflitos entre as disciplinas.

4.1.4.4 Diagnóstico de Políticas

O escritório consiste em uma série de atividades e trabalhos realizados de forma convencionada, seguindo como premissas a consolidação de informações em documentos, para a possibilidade de acesso e acervo dentro do escritório. Essas convenções realizadas dentro do escritório foram estipuladas juntamente com os coordenadores, sendo sua manutenção e padronização de

responsabilidade dos profissionais participantes do projeto.

Seguindo essa premissa, o escritório não possui um documento que disponha as informações necessárias para a construção do modelo BIM, ou seja, não há um BEP, BIM mandate ou até mesmo um manual (IDM). Desta forma, as informações necessárias são disponibilizadas conforme a necessidade, seja na hora de realizar o projeto, para a documentação ou para a realização da compatibilização interna.

Esse tipo de ação traz uma série de problemas, como a utilização de modelos com um nível de informação que se torna desnecessário para o cliente ou para o executor, ou até mesmo, informações faltantes para a realização da execução da obra e gestão da manutenção no futuro.

Esse ponto pode ser analisado em duas formas, um tendo como foco a relação cliente / escritório, no qual o desconhecimento ou falta de padronização por uma das partes afeta o fluxo de informação, e uma vertente baseada no fluxo de troca de informações e colaboração interna do escritório.

O primeiro ponto a ser abordado é o desconhecimento por parte do cliente, que em momentos não sabia sobre a metodologia abordada, ou até mesmo conhecimentos de cunho técnico, que eram necessários para a realização dos serviços no escritório.

Entre esses momentos, surgiram questionamentos relacionados à necessidade de uma informação requerida pelo escritório, como o exemplo de laudos de sondagem. Esta informação, por exemplo, é de suma importância para o desenvolvimento de estruturas e fundações das edificações, mesmo sem a aplicação da metodologia BIM, o projetista necessitaria dessa informação para a realização de seu trabalho.

Esse tipo de questionamento está alinhado a definição das necessidades do cliente bem como a definição do nível de informação que o cliente precisa. Ou seja, na concepção do cliente, não havia a necessidade de realização de sondagens para o projeto, uma vez que estavam acostumados com um nível de entrega de informação menor do que o escritório modelo estava disposto a entregar.

Essa divergência entre as concepções entre as duas partes ocorria devido a inexistência de práticas de documentação como o BIM Mandate e o BEP, mas também, derivava do baixo conhecimento relacionado ao funcionamento da metodologia BIM, fluxos de trabalho e conhecimento técnico da construção civil.

Isso afeta o desenrolar do trabalho interno do escritório, uma vez que a falta de uma informação importante para alguma das áreas, afeta não só aquela área em si, mas também todo o grupo, que necessita do produto derivado daquela informação. Com isso, leva-se em consideração a troca de informações e colaboração interna do escritório.

Nesse quesito, o escritório possuía uma repartição hierárquica e de áreas projetuais que auxiliava na distribuição de tarefas e responsabilidades. Porém, alguns itens e modelagens que eram compartilhadas ficavam em aberto quem seria o responsável pela emissão daquela informação.

Como exemplo, itens de estrutura, por vezes, foram disponibilizados de forma duplicada entre a área arquitetura e a de estruturas, em meio da falta de interoperabilidade entre os *softwares*, ou resistência de uma das partes. Essa resistência era dada pela necessidade de apresentação do elemento dentro do seu desenho executivo, sendo assim necessário. Outro item, a caixa d'água, em primeiro momento era relacionada dentro do modelo de arquitetura, porém à medida que o projeto avançava esse item se tornava primordial no projeto hidráulico.

Esse tipo de arranjo era realizado de forma natural, conforme era vista a necessidade de algum item ou informação por alguma das áreas, porém não havia a estruturação ou documentação dessa informação, seja em algum manual do escritório ou por algum BEP.

Outro ponto, da mesma forma que havia itens duplicados, havia itens que acabaram não sendo especificados por alguma área. Isso era evidente quando alguma área, requeria a informação de um modelo para dar continuidade no projeto. Esse tipo de dinâmica interna dentro do escritório traduz em um processo mais lento e pouco assertivo, uma vez que sempre há a necessidade de requisitar a informação, aguardar sua realização para assim dar andamento.

Essa dinâmica gera não só um atraso na linha de produção, mas também conflitos entre os usuários, uma vez que há uma tomada de decisão da responsabilidade, do tempo gasto e da necessidade da informação. A informação estando padronizada é realizada durante o processo projetual de cada uma das áreas, sem a necessidade de requerimentos, tornando o fluxo de trabalho mais fluido.

4.1.4.5 Diagnóstico Específico do Fluxo Orçamentário

Nesse ponto, foram estruturadas as dificuldades que englobam todo o ciclo de informação e modelagem do escritório, tendo os itens já citados como norteadores para estabelecer a dinâmica de troca de informações projetuais com foco de um orçamento.

O processo de orçamento era realizado com base na experiência do profissional. O setor não possuía uma dinâmica de trabalho detalhada e por ter passado um longo período sem um profissional responsável, as adequações realizadas dentro do escritório pelas outras áreas não levaram em consideração os fluxos necessários para a realização do orçamento.

No caso do projeto de Tamarana, o orçamento foi realizado após a definição do estudo, ou seja, todo o pensamento arquitetônico já havia sido idealizado sem a base orçamentaria de quanto aquilo custaria. Essa forma de trabalho acabaria gerando retrabalhos dentro das áreas, bem como um aumento nos valores para construção do empreendimento.

Durante a realização do projeto executivo, o escritório realizou a contratação de uma equipe nova para área de orçamentos, sendo constituída por uma Arquiteta e uma estudante de graduação do curso de arquitetura. A profissional contratada já detinha experiência na área de orçamentos e com foco em empreendimentos públicos, sendo assim, nos projetos de Tamarana e seguintes orçados, o escopo do orçamento era realizado com base em sua experiência profissional.

O fato de se ter uma profissional já experiente auxiliou na integração do fluxo de trabalho, bem como na realização das atividades, sendo possível consultá-la em caso de dúvidas;

A montagem do orçamento era feita por meio de planilhas que vinculavam os quantitativos extraídos do modelo junto às composições da SINAPI. Porém, era necessário à realização de ajustes com base na unidade de medida utilizada na composição, sendo assim realizadas regras para essa estruturação.

Esses ajustes eram realizados de forma manual, conforme a necessidade de se retirar alguma informação de dentro do modelo. Os modelos normalmente continham uma gama diferenciada de informações, porém sem uma padronização.

A ferramenta de orçamentos auxiliava na construção da planilha, mantendo o formato de um EAP, permitindo a separação por fases, disciplinas, subdisciplinas e serviços. Esse formato de trabalho auxiliava na organização do orçamento, sendo possível visualizar qual item apresentava um custo maior.

Durante a realização dos quantitativos, havia itens que não continham informações ou que, eram insuficientes para a retirada dos quantitativos, dessa forma era repassada essa demanda de informações para os demais setores.

Esse tipo de comunicação era feito por meio de conversas com os outros membros do escritório e naquele momento de necessidade, porém sem o devido registro, fazendo com que a necessidade dessa informação para o orçamento se perdesse durante o tempo.

Ainda, as demais áreas de atuação passavam a questionar alguns itens para entender valores e quanto isso impactaria dentro do orçamento. Entre esses itens a utilização de um tipo de cobertura de vidro refletivo, que geraria um aumento dentro do orçamento e era utilizado como elemento arquitetônico. Porém, a troca de informações acabava por funcionar em decorrência das necessidades da área de orçamentos, que requeria as informações necessárias para um determinado item ou serviço.

A participação da equipe de orçamentos dentro do projeto acabava sendo limitada às responsabilidades referentes a área de orçamentos, com isso, poucas decisões eram tomadas com base no valor, somente itens de grande monta acabavam sendo discutidos. Nesse sentido, a área de orçamentos contava com pouca autonomia para tomar decisões, mesmo que pudessem inviabilizar a construção do edifício.

Outro ponto a ser discutido, os orçamentos encaminhados pela prefeitura relacionavam valores fixos, tornando difícil as áreas projetuais se adequarem aos valores propostos. Isso tornava o custo dos empreendimentos orçados superiores aos valores estabelecidos, chegando ao ponto de ser inviável a sua construção. O recebimento de demandas com valores fixos, limitava a realização dos projetos em relação a expectativa do cliente.

Dessa forma, criava-se uma discrepância entre os valores orçados dentro dos projetos e o valor esperado pelo cliente, o que gerava certa desconfiança sobre os projetos efetuados. Nesse sentido ainda, foram realizados pela Prefeitura de Tamarana checagens no orçamento encaminhado, sendo encontrado pontos de

dúvida e itens com valores muito discrepantes.

Isso auxiliou o escritório a entender pontos que ainda estavam em aberto tanto na parte orçamentaria, quanto na parte de modelagem, sendo possível realizar ajustes e correções. Com isso, era possível aumentar o nível de confiança no serviço entregue e alinhar as expectativas do cliente.

Como forma de consolidar as observações realizadas durante o estudo de caso e o diagnóstico dos processos internos, o Quadro 1 sintetiza as principais lacunas identificadas. A correlação é baseada entre os pilares da metodologia BIM, expostos na matriz de maturidade, e trazem os problemas operacionais detectados e seus respectivos impactos negativos durante a realização dos orçamentos em projetos de obras públicas.

Quadro 1 – Quadro síntese do diagnóstico do escritório

Diagnóstico	Problema Identificado no Estudo de Caso	Consequência no Fluxo de Trabalho	Impacto na Confiabilidade Orçamentária
Maturidade do Escritório	Descompasso entre a capacidade técnica (Nível "Definido") e o desempenho colaborativo (Nível "Inicial").	A troca de informações ocorre de forma reativa e pontual, gerando fragilidade na confiança mútua entre as equipes.	A falta de integração de dados em rede impede que o orçamento seja alimentado em tempo real.
	Dependência da atuação isolada de "campeões" da tecnologia em vez de processos institucionalizados.	Projetos conduzidos de maneira isolada, impossibilitando a criação de um fluxo contínuo de trabalho.	A baixa maturidade colaborativa transforma o orçamento em um produto estático e desconectado da evolução do modelo, aumentando o risco de inconsistências.
Políticas	Inexistência de documentos estruturantes (BIM Mandate, BEP ou manuais de modelagem).	Indefinição de responsabilidades sobre elementos construtivos (ex: duplicidade de itens entre arquitetura e paisagismo).	Geração de quantitativos duplicados ou omissos, exigindo conferência manual excessiva e risco de erro no custo final.
	Falta de alinhamento técnico inicial com o cliente (Prefeitura) sobre necessidades de informação (ex: sondagem).	Retrabalhos e paralisações para solicitar dados complementares durante a execução do projeto.	Incerteza nos custos de fundação e terraplanagem nas fases iniciais, comprometendo a estimativa preliminar.
Processos	Entrada tardia da orçamentação (somente na fase executiva), após aprovação do estudo arquitetônico.	Decisões projetuais tomadas sem análise de custo-benefício imediata (ex: cobertura, muros de arrimo).	Projetos com custos superiores ao teto disponibilizado pela prefeitura, gerando inviabilidade ou necessidade de revisões drásticas.
	Comunicação informal (WhatsApp/Verbal) e não centralizada sobre alterações de projeto.	Perda de histórico de decisões e demandas de alteração "esquecidas" ou mal interpretadas.	O orçamentista não recebe a atualização do projeto em tempo real, gerando orçamentos baseados em versões obsoletas.
Tecnologia	Falta de padronização de parâmetros nos templates para extração automática (plugin OrçaBIM).	Necessidade de reconfigurar regras de extração e vínculos com a SINAPI a cada novo projeto.	Processo de orçamentação lento, repetitivo e dependente de ajustes manuais, aumentando a chance de erro humano.
	Modelagem com objetos genéricos ou com baixo Nível de Informação (LOI) para orçamentação.	Necessidade de modelagem adicional ou busca externa de cotações para itens não paramétricos (ex: bebedouro).	Dificuldade na extração automática direta, exigindo composição de custos híbrida (automática + manual).

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

4.2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Com base nos resultados do diagnóstico realizado no escritório de projetos executivos PROJETEK-UEL e com o relatados nos trabalhos de Viana, Carvalho (2020) e Alves, Pereira (2024) é proposto um modelo de colaboração BIM que atenda as lacunas do escritório de projetos.

Conforme o diagnóstico realizado por meio dos campos BIM de maturidade, o modelo proposto se desenrola acompanhando essa premissa. Dessa forma, é possível estruturar o processo de trabalho do escritório.

Partindo pelo campo da tecnologia, um dos campos que apresentava uma maior maturidade e capacidade de entrega BIM, as prerrogativas iniciais de implementação do escritório como compra de equipamentos, escolhas de softwares estavam alinhadas com a premissa inicial do projeto. Dessa forma, não se tornava um gargalo a curto prazo, porém necessitava de um estudo e um plano para uma modernização dos hardwares à medida que o trabalho dentro do escritório crescia.

Esse plano engloba um estudo das ferramentas e softwares utilizados no escritório, além de entender e abranger as atualizações do escopo do escritório como dimensões dos projetos recebidos, uma vez que havia softwares com limitação de área e elementos, além de ampliar a quantidade de equipamentos para a realização dos serviços.

Além disso, a necessidade de estabelecer dentro do plano estudos para interoperabilidade entre os softwares com foco na retirada de quantitativos, uma vez que o arranjo do escritório para a realização dos orçamentos é baseado em plugins para softwares.

Com relação a rede e comunicação, ainda que apresentasse um maior nível de maturidade, há a necessidade de padronização quanto a comunicação externa com o cliente. Dessa forma, aplicar meios como ferramentas de organização como Trello ou o Asana poderiam concentrar a informação dentro de um único local, sendo possível a comunicação entre as partes, escritório e cliente, e estando de mais fácil acesso à informação.

Nesse sentido, também a possibilidade de padronização e organização dessa troca de informações por meio de um drive em nuvem, que atenda somente essa dinâmica e que não gere maiores custos ao cliente ou ao escritório. Essa padronização surge para evitar que informações sejam perdidas ou que fiquem

desordenadas e que gerem conflitos.

Seguindo dessa maneira, a padronização por meio de documentos como plano de gestão dos equipamentos, pesquisas e estudos de softwares, uso de ferramentas de gestão de documentos ou padronização de processos em rede tornaria a informação mais rápida, precisa e acessível a todos os envolvidos, além de dar base para uma evolução gradual do escritório e resolução de conflitos gerados por limitações tecnológicas.

Em vista o campo dos processos, a criação de procedimentos, padrões e a definição de itens dentro do escritório. Com a criação dos documentos como BIM Mandate e o BEP o orçamentista é capaz de sinalizar junto às outras áreas as principais demandas de informações requeridas bem como a construção e estruturação das suas bases de orçamento vinculados aos itens padronizados.

Ainda, dentro do fluxo de trabalho da empresa, a entrada e participação do orçamentista dentro da concepção de projeto, tendo tempo hábil para a realização de simulações, auxilia as demais áreas na realização do projeto, com um custo menor e tendo uma menor quantidade de retrabalhos.

Nesse sentido, visa não só a economicidade de recursos, mas também a apresentação de cenários orçamentários para as prefeituras, sendo parte do processo de decisão para a realização e viabilidade do projeto.

Quanto a comunicação, o uso de ferramentas como o BCF auxiliam na realização de ajustes e resoluções de conflitos, bem como a guarda de informações a respeito dos itens. O uso de e-mails entre os colaboradores para a validação de informações também garante a confiabilidade da informação bem como a diretriz recebida.

Por fim o campo da política, o que apresentou menor nível de maturidade com relação aos demais, há a necessidade de identificação e padronização das informações requeridas, bem como o alinhamento entre as partes quanto a disponibilização das informações e a entrega do produto pelo escritório.

Para tal, a padronização de informações do escritório em um documento como o BIM Mandate e a realização de um BEP para os projetos, auxiliam na realização dos serviços, trazendo as especificações para os participantes do trabalho, além de alinhar as expectativas do que vai ser entregue e como será entregue. Dessa forma, as áreas projetuais passam a entender qual informação deve ou não estar contida no projeto. Isso vem como medida a evitar retrabalhos,

duplicação de arquivos, bem como a paralisação do trabalho devido à falta de informações.

Outro ponto, por meio da padronização das informações há a possibilidade de realização de orçamentos enquanto na fase de estudo das edificações, retirando informações mais precisas relacionadas ao custo de materiais, métodos construtivos e mão de obra para execução, sendo um fator confiável para tomada de decisão projetual.

Com relação ao cliente há a necessidade de alinhamento entre as partes. Esse alinhamento, por meio de reuniões e contratos de prestação de serviço deixam definidos as obrigações de cada uma das partes, desde a apresentação de informações por parte das prefeituras, bem como a entrega total dos projetos. Além disso, a realização de reuniões na fase inicial do projeto para uma maior clareza do escopo pode ser acrescida de explicações técnicas do funcionamento da metodologia e o alinhamento das equipes da prefeitura com os requerimentos de informação.

Desta forma, foram elencadas no quadro 2, as medidas propostas para o fluxo de trabalho, de modo que, estabeleça uma maior padronização do escritório e que seu foco esteja concentrado para a entrega de um orçamento mais confiável.

Quadro 2 – Quadro síntese ações propostas

Campo BIM	Ações e Estratégias Propostas	Objetivos e Benefícios
Tecnologia	Plano de modernização gradual de hardware. Estudo de softwares sem limitações de área/elementos. Estudo de interoperabilidade para extração de quantitativos. Uso de softwares específicos para orçamentação.	Evitar gargalos com o crescimento da demanda. Garantir que o software suporte a escala dos projetos. Otimizar a integração entre modelagem e orçamento.
Comunicação e Rede (Tecnologia)	Implementação de ferramentas de gestão (Trello ou Asana). Padronização de troca de informações via drive em nuvem exclusivo.	Centralizar a informação e facilitar o acesso. Evitar perda de dados e conflitos de comunicação com o cliente.
Processos	Criação de BIM Mandate e BEP (Plano de Execução BIM). Inclusão do orçamentista na fase de concepção do projeto. Uso do formato BCF (BIM Collaboration Format) para ajustes. Validação de diretrizes via e-mail corporativo.	Estruturar a base de dados para orçamentos precisos. Reduzir retrabalho e permitir simulações de custo antecipadas. Gerar cenários orçamentários para tomada de decisão das Prefeituras.
Política	Elaboração de contratos de prestação de serviço detalhados. Reuniões iniciais para alinhamento de escopo e entrega. Explicações técnicas sobre a metodologia BIM para as equipes das prefeituras. Realização de diagnósticos de maturidade periódicos.	Alinhar expectativas entre escritório e cliente. Definir claramente as obrigações de cada parte. Garantir a evolução constante do escritório frente às mudanças do mercado.

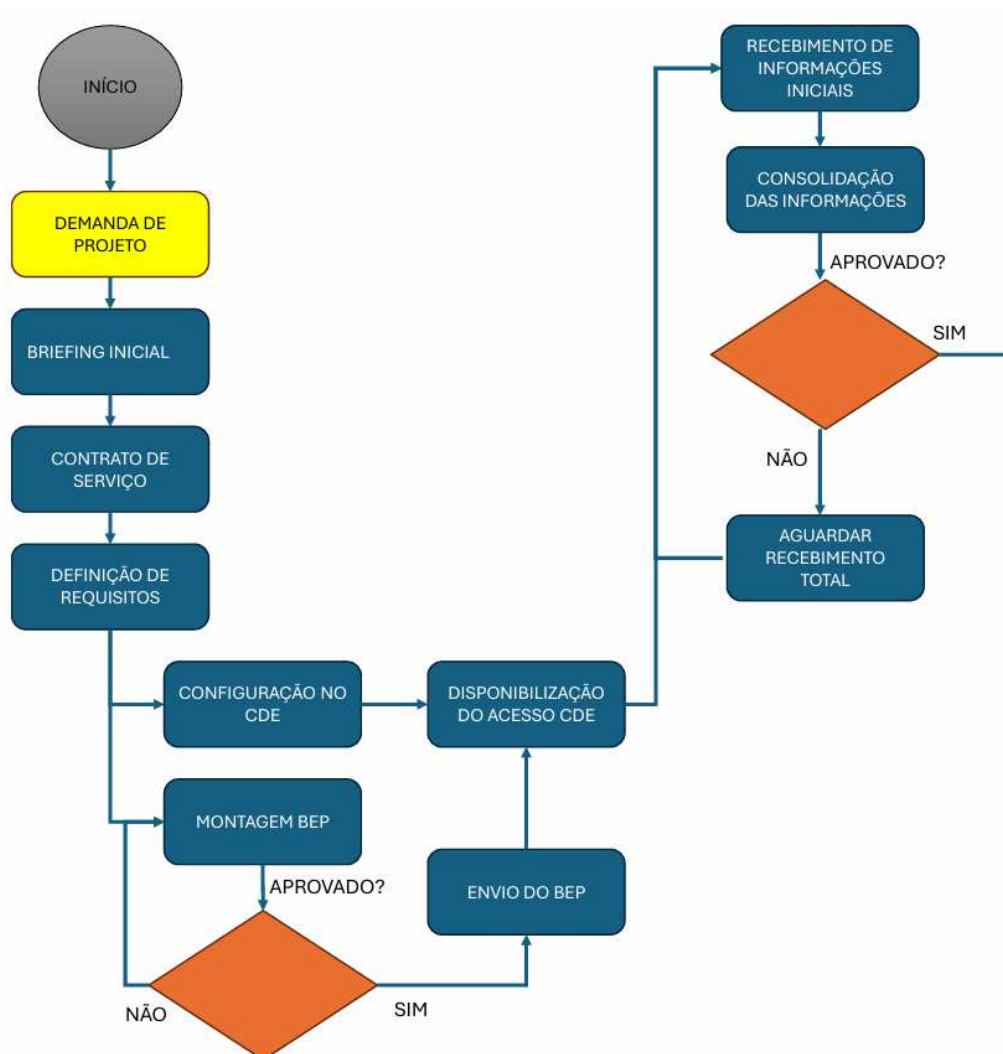
Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Em suma, foi desenvolvido um fluxo de trabalho, apêndice A, que abriga as novas diretrizes e que, juntamente à realização das demais documentações, passe a trazer maior confiabilidade e rastreabilidade dentro do processo projetual.

No que tange ao campo das Políticas, o novo modelo estabelece um rigor técnico logo na fase inicial de 'Contrato e Briefing'. Dessa forma, visando reduzir divergências e alinhar as expectativas com o cliente, institui-se a elaboração de contratos de prestação de serviço detalhados, precedidos por reuniões iniciais de alinhamento.

Nessas ocasiões, são promovidas explicações técnicas sobre a metodologia BIM para as equipes das prefeituras, definindo claramente as obrigações de cada parte e os requisitos de informação necessários para o prosseguimento do trabalho, conforme a figura 24.

Figura 24 – Fluxo de trabalho atualizado – Contrato e Briefing

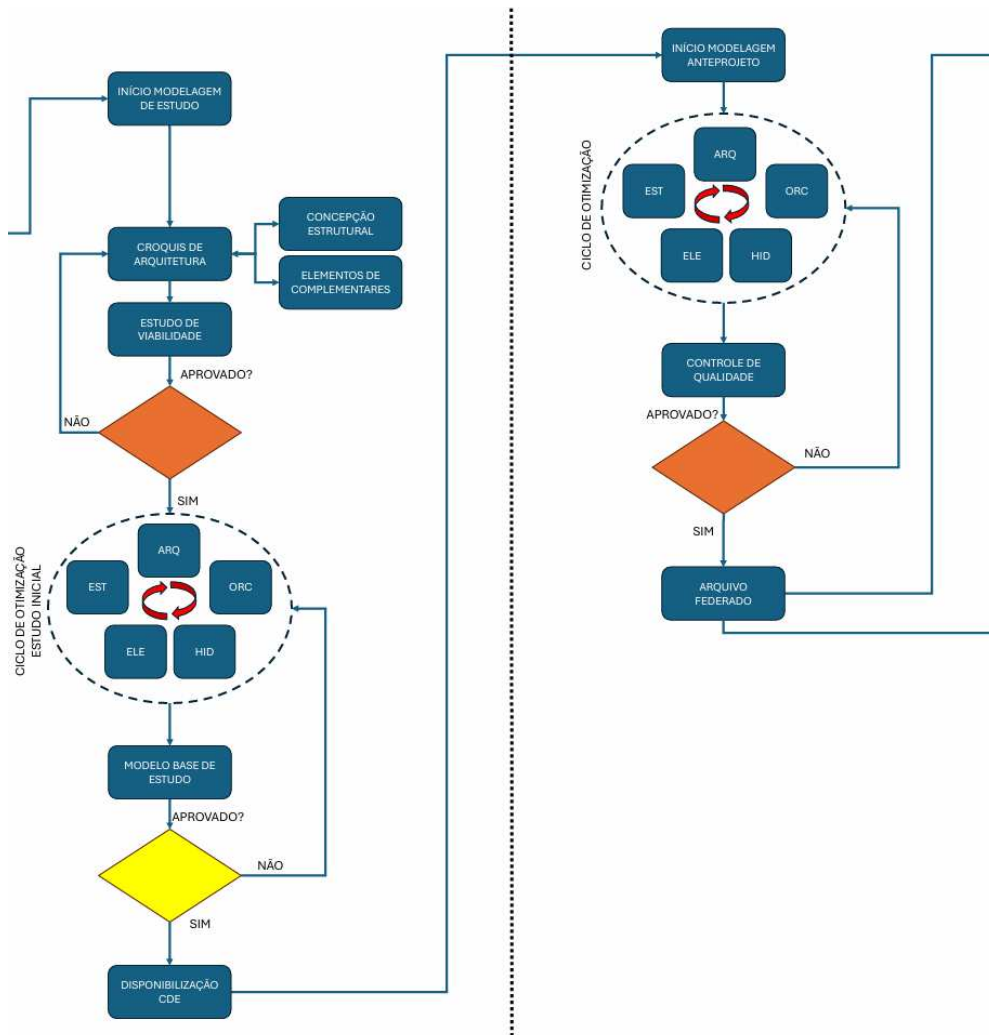


Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Ainda nesta etapa inicial, como resposta direta às lacunas operacionais mapeadas no campo de Processos, o fluxo incorpora a montagem e a validação do Plano de Execução BIM (BEP), além da adoção de um *BIM Mandate* interno. A criação destes documentos balizadores antes do início da modelagem garante a estruturação correta da base de dados, padronizando as diretrizes e assegurando que os elementos geométricos contenham os parâmetros exatos para a extração automatizada de quantitativos e custos nas fases subsequentes.

A partir dessa reestruturação, o fluxo de trabalho foi alterado para que, já na fase de 'Estudos e Viabilidade', todas as disciplinas participem ativamente por meio do 'Ciclo de Otimização do Estudo Inicial'. Dessa forma, as equipes de projetos complementares inserem suas demandas e premissas básicas (como o dimensionamento prévio de quadros elétricos e reservatórios) para orientar a concepção arquitetônica, conforme figura 25.

Figura 25 – Fluxo de trabalho atualizado – Estudos, viabilidade e Anteprojeto



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Consequentemente, a área de orçamentos passa a integrar o processo de tomada de decisão desde a concepção do modelo. Essa antecipação fornece os dados necessários para a elaboração do estudo de viabilidade financeira, gerando cenários orçamentários que se tornam um pilar fundamental para a aprovação e continuidade do projeto junto à prefeitura contratante.

Outro avanço significativo no novo fluxo ocorre durante os 'Ciclos de Otimização' (agora presentes tanto no estudo inicial quanto no anteprojeto). Nestas etapas, as áreas projetuais realizam a compatibilização contínua dos arquivos, prevendo e solucionando grande parte das interferências físicas e paramétricas. Para garantir a eficiência desta etapa de modelagem conjunta, estabelece-se a utilização de formatos padronizados de comunicação, como o BCF (*BIM Collaboration Format*), assegurando que o intercâmbio de dados e a resolução de conflitos ocorram de forma centralizada e passível de rastreamento.

Por fim, no eixo da Tecnologia, as ações propostas no modelo visam sustentar a escalabilidade e a interoperabilidade do escritório. O fluxo prevê a implementação de ferramentas de gestão (como Trello ou Asana) e a padronização do Ambiente Comum de Dados (CDE) em nuvem exclusiva, centralizando a troca de informações com os municípios e prevenindo a perda de dados. Complementarmente, estipula-se a adoção de um plano de modernização gradual de *hardwares* e a realização de estudos contínuos focados em *softwares* orçamentários nativos ou *plugins*, visando otimizar a integração entre a modelagem e a precisão do orçamento.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar e propor um fluxo de trabalho estruturado na metodologia BIM, com foco na orçamentação de obras públicas em ambientes colaborativos multidisciplinares. A pesquisa foi motivada pela necessidade de identificar falhas na confiabilidade dos orçamentos, decorrentes da ausência de padronização processual, bem como propor melhorias no fluxo de trabalho do escritório que impactam diretamente os resultados orçamentários.

Por meio de um estudo de caso no escritório modelo Projetek-UEL, desenvolvido a partir da observação participante durante o projeto do Terminal Urbano de Tamarana-PR, foi possível traçar um diagnóstico das dinâmicas reais de projeto. Os resultados evidenciaram um descompasso na maturidade das equipes: enquanto a capacidade técnica de modelagem atinge o nível “Definido” (Estágio 1), o desempenho colaborativo permanece em nível “Inicial” (Estágio 2). Essa diferença revela que a evolução tecnológica não foi acompanhada por uma estruturação equivalente dos processos e das práticas colaborativas.

Essa lacuna é reforçada pela ausência de documentos balizadores, como o BIM Mandate e o Plano de Execução BIM (BEP), aliada ao uso de fluxos de comunicação informais. Como consequência, observou-se a perda do histórico de decisões, a duplicidade de informações entre disciplinas e a fragilidade na rastreabilidade dos dados. Além disso, a inserção tardia da equipe de orçamentos, restrita à fase de projeto executivo, associada à falta de padronização das informações, inviabiliza análises prévias de viabilidade financeira, gerando retrabalhos e aumentando o risco de extrapolação do teto orçamentário estabelecido pelo cliente.

Nesse contexto, uma das principais reflexões do trabalho é que o orçamento não deve ser tratado como uma etapa isolada, mas como um produto direto da qualidade e da organização das informações ao longo de todo o processo de projeto.

A confiabilidade orçamentária, portanto, está intrinsicamente vinculada à forma como os dados são estruturados, compartilhados e validados entre os agentes envolvidos, evidenciando que a adoção do BIM exige uma mudança de abordagem que vai além da modelagem, alcançando a gestão integrada da informação.

Diante desse cenário, o estudo propõe a reestruturação do fluxo de

trabalho com a inclusão do orçamentista desde a fase de concepção do projeto, possibilitando análises de custo-benefício em tempo real.

Recomenda-se também a obrigatoriedade da elaboração do BEP como instrumento orientador da modelagem, assegurando que os elementos contenham parâmetros adequados para a extração automatizada de quantitativos e sua vinculação direta às composições, como as da SINAPI.

Complementarmente, a adoção do formato BCF para centralização da comunicação de conflitos entre disciplinas e a formalização de contratos mais detalhados junto às prefeituras contribuem para maior controle, transparência e alinhamento entre os agentes envolvidos.

Como contribuição para a área, o trabalho apresenta um modelo de fluxo de trabalho estruturado que evidencia a relação direta entre maturidade BIM, organização da informação e qualidade dos orçamentos, oferecendo diretrizes aplicáveis especialmente a contextos com limitações técnicas e organizacionais, como pequenos municípios e escritórios com equipes reduzidas.

Dessa forma, amplia-se a compreensão de que a eficiência do BIM está menos associada ao domínio de ferramentas e mais à consolidação de processos bem definidos e integrados.

Dentre as limitações do trabalho, destaca-se que a validação do fluxo proposto se baseou inteiramente em um ambiente de escritório modelo universitário (Projetek-UEL), aplicado ao projeto do Terminal de Tamarana-PR, o que carrega particularidades acadêmicas que podem diferir parcialmente de escritórios estritamente comerciais.

Além disso, a medição de maturidade BIM do escritório foi limitada aos níveis micro e meso, baseada na pesquisa-ação e no consenso entre ex-membros, visto que uma avaliação em nível macro exigiria a contratação de um consultor externo especializado, o que não foi possível realizar.

Como forma de expandir o conhecimento sobre o tema e avançar na resolução dos entraves observados, sugere-se, para trabalhos futuros, a realização de pesquisas voltadas à definição dos parâmetros mínimos de informação necessários para viabilizar orçamentos automatizados a partir de modelos BIM.

Recomenda-se também a mobilização e integração de equipes para o desenvolvimento de templates, Planos de Execução BIM (BEP) e Mandatos BIM adaptados à realidade técnica e financeira de municípios de pequeno porte. Além

disso, destaca-se a necessidade de estudos aprofundados sobre a interação entre equipes de projeto, especialmente no que se refere à definição de responsabilidades, níveis de autonomia e organização dos fluxos de trabalho internos.

Assim, conclui-se que a efetividade da metodologia BIM em obras públicas transcende a simples adoção de tecnologias, exigindo uma reestruturação dos processos e da cultura organizacional.

O fluxo padronizado proposto atua diretamente nos gargalos identificados e oferece diretrizes aplicáveis tanto ao escritório analisado quanto a outras organizações e administrações públicas, contribuindo para a melhoria da precisão orçamentária, a redução de desperdícios e o fortalecimento do controle dos recursos públicos.

REFERÊNCIAS

- ABANDA, Fonbeyin Henry et al. Decoding ISO 19650 Through Process Modelling for Information Management and Stakeholder Communication in BIM. **Buildings**, v. 15, n. 3, p. 431, 2025.
- ABDI. AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; MDIC MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília: ABDI, 2017. 6 v.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 12006-2: **Construção de edificação - Organização de informação da construção Parte 2: Estrutura para classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15965-1: **Sistema de classificação da informação da construção Parte 1: Terminologia e Estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ABNT 2022 ISO 19650
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15965-7: **Sistema de classificação da informação da construção Parte 7: Informação da construção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ABUALDENIEN, J.; BORRMANN, A. Levels of detail, development, definition, and information need: a critical literature review. **Journal of Information Technology in Construction** (ITcon), v. 27, p. 363-392, 2022. DOI: 10.36680/j.itcon.2022.018.
- ALBUQUERQUE, L. P. da C. de; MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P. C. **Panorama, vantagens e desafios da orçamentação em BIM no cenário brasileiro**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, v. 14, p. e023020, 2023. DOI: 10.20396/parc.v14i00.8667843
- ALVES, T. O.; PEREIRA, A. P. C. BIM-FM como suporte à gestão de espaços de edificações públicas: uma aplicação de verificação automática de regras. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 19, n. 2, p. 1-22, 2024. <https://doi.org/10.11606/gtp.v19i2.202243>
- ANDRADE, Felipe Miguel Rocha; BIOTTO, Clarissa Notariano; SERRA, Sheyla Mara Baptista. Modelagem BIM para Orçamentação com Uso do SINAPI. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 16, n. 2, p. 94-103, 2021. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v16i2.170318>.
- ARAM, S.; EASTMAN, C.; SACKS, R. A Knowledge-Based Framework For Quantity Takeoff and Cost Estimation in the AEC Industry Using BIM. In: **THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION AND MINING**, 31., Sidney, 2014. *Proceedings...* Sidney, 2014.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013**. Dispõe sobre regras e diretrizes para a contratação de obras e serviços de engenharia pela administração pública. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 9 abr. 2013.

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

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Regulamenta a modelagem da informação da construção e estabelece a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – Estratégia BIM BR. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 3 abr. 2020.

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

BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021**. Institui a Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 1 abr. 2021.

BRASIL. **Superior Tribunal de Justiça. Recurso Especial n. 1.485.790/SP**. Relator: Ministro Paulo de Tarso Sanseverino. Terceira Turma. Julgado em: 11 nov. 2014. Publicado em: DJe 17 nov. 2014.

BUILDINGSMART INTERNATIONAL. **Industry Foundation Classes (IFC) – Specifications**. 2024.

BIMEXCELLENCE. **BIM Maturity Index**. 2016. Disponível em: <https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/301in.PT-Matriz-de-Maturidade-BIM.pdf>

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - CEF. **SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Brasília: CAIXA, 2024.

CASTANHEIRA, R. **Custos e orçamentos em BIM** [e-book]. São Paulo: Senac São Paulo, 2024. ISBN 9788539641345.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Colaboração e integração BIM** – Parte 3: Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília: CBIC, 2016 a.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Fluxos de trabalho BIM** – Parte 4: Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília: CBIC, 2016 b.

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM (CIC). **BIM Planning Guide for Facility Owners**. Version 2.0, June, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, 2013.

CAMPESTRINI, T. F. (Org.). **Entendendo o BIM: uma visão do projeto de construção sob o foco da informação**. 1. ed. Curitiba: Editora UFPR, 2015. 115 p

CURY, M. E. R. et al. **Relatório sobre a adoção do BIM em Municípios Mineiros**. [S.l.: s.n.], 2021.

DANTAS FILHO, J. B. P.; BARROS NETO, J. de P.; ANGELIM, B. M. Mapeamento do fluxo de valor de processo de construção virtual baseado em BIM. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 343-358, dez. 2017. FapUNIFESP.

DAL'BOSCO, T., LIMA, R. M., AZENHA, M. Maturidade BIM nas prefeituras do Brasil: uma análise do cenário atual do BIM no setor público municipal. In: **5º Congresso Português de Building Information Modelling – ptBIM**, Volume II. Universidade do Minho. DOI: 10.21814/uminho.ed.164.26

DE AMORIM, V. A. J. **Licitações e contratos administrativos: teoria e jurisprudência**. 4 ed. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2021.

EASTMAN, C. et al. **An outline of the building description system**. Research Report, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, 1974.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers**. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2018.

ENGELBART, D. C. **Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework**. Menlo Park: Stanford Research Institute, 1962. (SRI Summary Report AFOSR-3223).

FAIRBANKS, J.; MESSIAS, G.; MOREIRA, P.; CORREA, F. Integração BIM por meio da metodologia IDM/MVD para a análise estrutural, considerando o sistema construtivo de wood-frame. in: **encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**, 17., 2018. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 3267–3277. DOI: 10.46421/Entac.v17i1.1752.

FENATO, T. M.; SAFFARO, F. A.; BARISON, M. B.; HEINECK, L. F. M.; SCHEER, S. Método para elaboração de orçamento operacional utilizando um software de autoria BIM. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 129-151, out./dez. 2018.

FORTH, Kasimir; HOLLBERG, Alexander; BORRMANN, André. BIM4EarlyLCA: An interactive visualization approach for early design support based on uncertain LCA results using open BIM. **Developments in the Built Environment**, v. 16, p. 100263, 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOOGLE. **Terminal de Tamarana**. 2023. 1 mapa.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: síntese** – Paraná. 2025. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sintese/pr?indicadores=29171>

IE-INSTITUTO DE ENGENHARIA. **Norma Técnica nº 1/2011**. Elaboração de Orçamento de Obras de Construção Civil, 2011.

LACERDA, D. P. et al.. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.

KAM, C.; SENARATNA, D.; MCKINNEY, B.; XIAO, Y.; SONG, M. H. **The VDC Scorecard: Formulation and Validation**. CIFE Working Paper, nº WP135, Stanford University, Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), 2013.

KASSEM, M.; IQBAL, N.; KELLY, G.; LOCKLEY, S.; DAWOOD, N. Building information modelling: protocols for collaborative design processes. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 19, p. 126-149, 2014.

KHORCHI, Aissa; BOTON, Conrad. An OpenBIM-based 4D approach to support coordination meetings in virtual reality environments. **Journal of Building Engineering**, v. 85, p. 108647, 2024.

LATREILLE, J. L.; SCHEER, S. Quantificação e orçamento de edifícios residenciais com uso do BIM. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 16, n. 2, p. 80-93, 2021.

LIMA, L.O.; CATAI, R.E.; SCHEER, S. Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do Building Information Modeling (BIM). **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v16, n2, fev. 2021. <https://doi.org/10.11606/gtp.v16i2.167253>

MAGALHÃES, R. et al. Avaliação da macro maturidade bim no mercado brasileiro. In: **encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**, 20., 2024, Maceió. Anais... Maceió: ANTAC, 2024.

MAGALHÃES, C. R., SALGADO, M. S., SANTOS, E. T.. Automação de um instrumento de avaliação de maturidade bim. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v18, n1, 2023. <https://doi.org/10.11606/gtp.v18i1.194643>

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L. I. Estratégias para ensino de orçamentação com adoção de BIM em ambiente acadêmico. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 97-118, dez. 2018.

MORAIS, M.; GRANJA, A. D.; RUSCHEL, R. C. Restrições orçamentárias e entrega de valor: sinergias entre BIM e custeio-meta. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 7-27, 2015.

MOURA, R. V. A. R.; MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P. C. Integração openBIM de modelo e orçamento com o sistema nacional de classificação de informação: uma proposta de fluxo de trabalho interoperável e colaborativo. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 18, n. 1, p. 165-185, 2023.

NADERI, M.; NAZARI, A.; SHAFAT, A.; ABRISHAMI, S. Enhancing accuracy in construction overhead cost estimation: a novel integration of activity-based costing and building information modelling. **Smart and Sustainable Built Environment**, v. 14, n. 3, p. 758-780, 2023.

NHS SCOTLAND. **National Service Scotland**. Guidance - Level of Definition. 2021. Disponível em: <https://www.nss.nhs.scot/publications/guidance-level-of-definition-v02/>

OLAWUMI, T. O. et al. Barriers to the integration of BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. **Journal of Building Engineering**, v. 20, p. 60-71, 2018.

PARANÁ (Estado). **11,8 milhões de pessoas**: IBGE aponta Paraná com a 5ª maior população do Brasil em 2024. Governo do Estado do Paraná, 29 ago. 2024. Disponível em: <https://www.parana.pr.gov.br/aen/Noticia/118-milhoes-de-pessoas-IBGE-aponta-Parana-com-5a-maior-populacao-do-Brasil-em-2024>

PARANÁ (Estado). **Decreto nº 10.086, de 2022**: regulamenta, no âmbito da Administração Pública estadual, direta, autárquica e fundacional do Estado do Paraná, a Lei n.º 14.133, de 1º de abril de 2021, que estabelece normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas. [S.l.: s.n.], 2022.

PORTUGAL, M. A. **Corrupção em obras públicas**: uma análise dos procedimentos licitatórios no papel de combate à corrupção. 2017. 234 p. Dissertação (Mestrado) — Faculdade de Engenharia Industrial (FEI)

PROJETEK-UEL. **Memorial descritivo de orçamento**: Terminal Urbano – SE. Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina, 2024 a.

PROJETEK-UEL. **Fluxo de trabalho interno BIM**. Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina, 2024 b.

RUSCHEL, R. C.; VALENTE, C. A. V.; CACERE, E.; QUEIROZ, S. R. S. L. de. O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil. REEC – **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 7, n. 3, p. 36-54, 2013.

SACKEY, E.; TUULI, M.; DAINITY, A. Sociotechnical systems approach to BIM implementation in a multidisciplinary construction context. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 1, p. A4014005, 2015. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000303

SILVA. A. S. de P. et al. A tecnologia BIM como ferramenta de maximização de resultados. **Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 5, n. 3, 30 dez. 2019.

SILVA, R. F. T.; MARCHIORI, F. F.; CORREIA, V. L.; ABREU, J. P. M. Recomendações para a implementação da interoperabilidade entre SINAPI e normas da série NBR 15965. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 213-233, 2022.

Simões, B., Conde, K., & Jesus, L. Plano de execução BIM em projetos de obras públicas brasileiras. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 7, 1–10. <https://doi.org/10.29327/sbqp2021.438101>.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 4, n. 2, p. 26-53, 2009.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation In Construction**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 357-375, maio 2009. Elsevier BV

SUCCAR, B. Building Information Modelling Maturity Matrix. Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: **Concepts and Technologies**. Hershey, IGI Global, 2010. p. 65-1103. DOI: 10.4018/978-1-60566-928-1.ch004.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: conceptual structures. **Automation in Construction**, v. 57, p. 64-79, 2015.

SUDOSKI, A. S. **Metodologia para aplicação da gestão por processos**. 2013.

SMITH, P. BIM implementation – global strategies.” **Procedia Engineering**, v. 85, p. 482–492, 2014. DOI: 10.1016/j.proeng.2014.10.575.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2011.

THORNTON, SIENGE, ABDI. **Mapeamento da maturidade BIM no Brasil**. Brasília, 2022.

VACCARI, L.; DE LIMA, E. **Relatório sobre BIM em Prefeituras do Paraná**. Annual Report 2023 BIM nas Prefeituras, [S.l.: s.n.], 2023. Disponível em: https://www.bim.pr.gov.br/sites/bim/arquivos_restritos/files/documento/2024-05/relatorio_bim_nas_prefeituras_do_parana_2023.pdf

VAN BERLO, L.; KRIJNEN, T. Using the BIM Collaboration Format in a server based workflow. **Procedia Manufacturing**, v. 1, p. 418-424, 2014. DOI: 10.1016/j.promfg.2014.07.068.

VARGAS, F. B. de; FORMOSO, C. T. Método para planejamento e controle da produção baseado em zonas de trabalho com o apoio de BIM. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 129-151, mar. 2020. FapUNIFESP

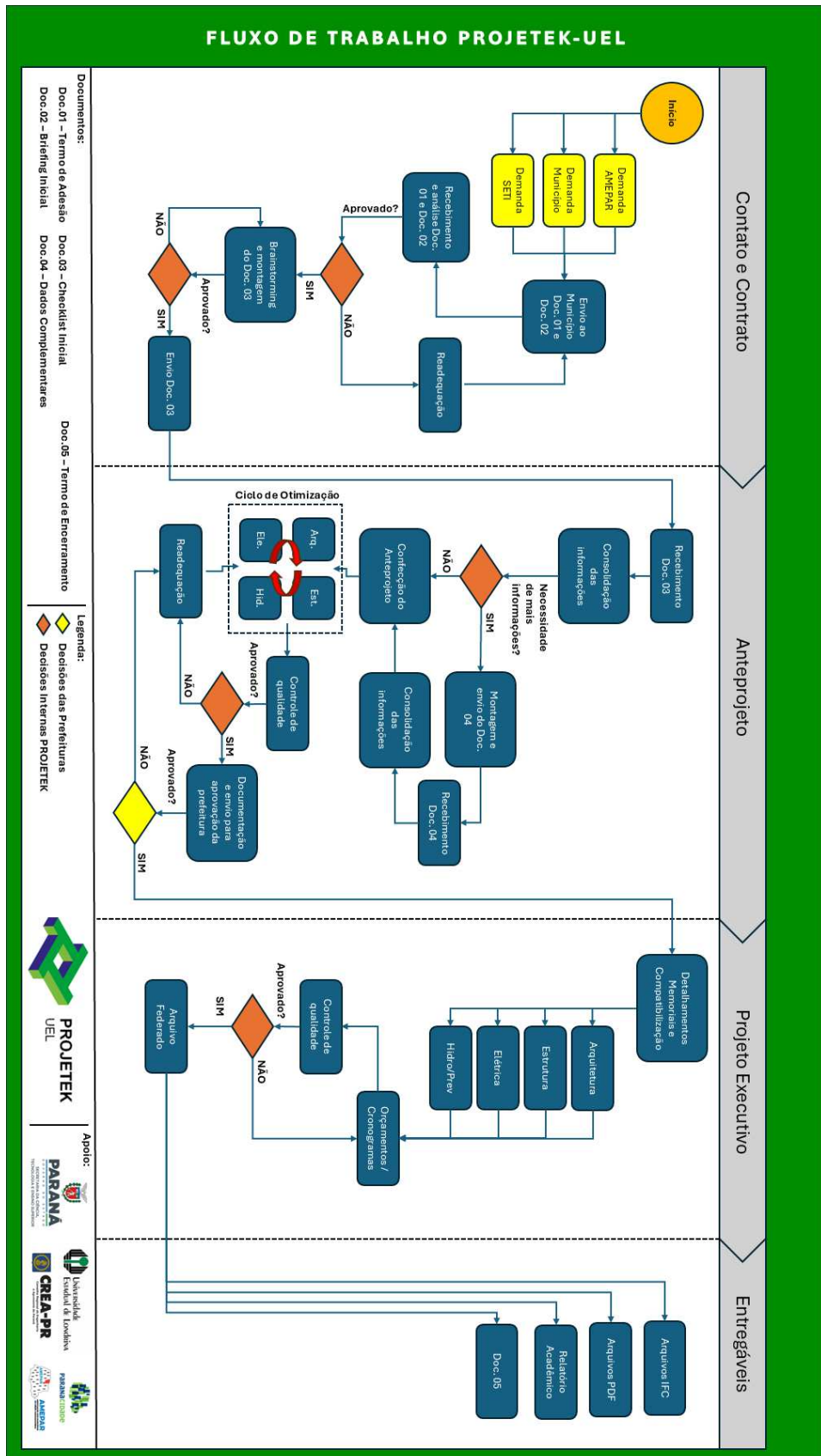
VENANCIO, R.; BRITO, D. C. T. C. de. Fluxos de trabalho com ferramentas BIM: aplicação de questionário online. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 84-100, 19 dez. 2018. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN.

VIANA, V. L. B.; CARVALHO, M. T. M. Prioritization of risks related to BIM

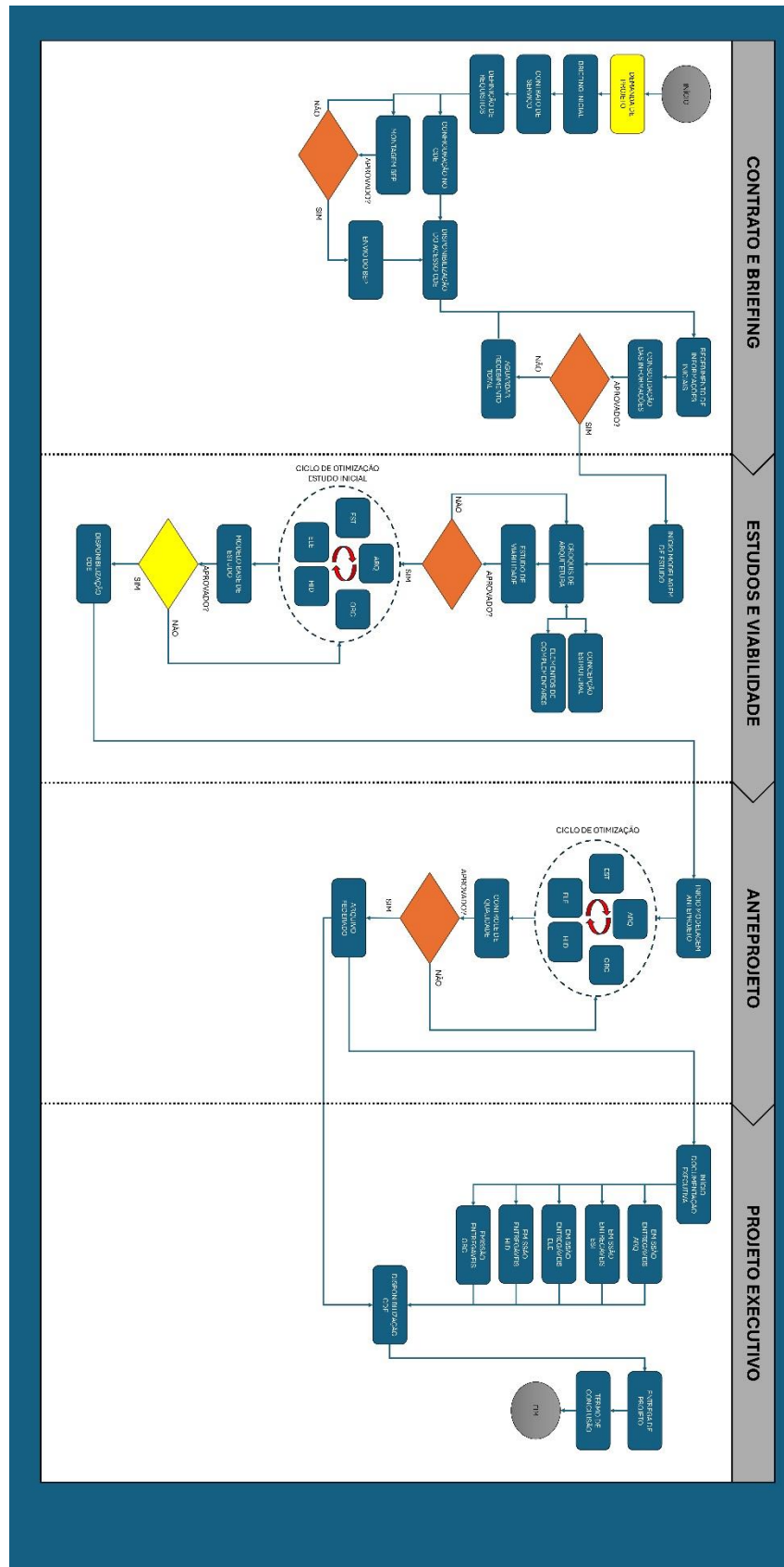
implementation in brazilian public agencies using fuzzy logic. **Journal of Building Engineering**, v. 36, p. 102104, 2021.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

ANEXO A



APÊNDICE A



Fonte: (Dados da pesquisa, 2026)