



Gestão & Gerenciamento

O USO DO BIM 4D E 5D NO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE OBRAS PÚBLICAS DE SANEAMENTO

*THE USE OF 4D E 5D BIM DIMENSIONS IN THE STRATEGIC PLANNING
OF PUBLIC SANITATION WORKS*

Clara Cristine Rodrigues Duarte

Mestre em Engenharia Urbana; Universidade Federal do Rio de Janeiro; Pós-graduanda em
Gestão e Gerenciamento de Projetos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

claracristine@poli.ufrj.br

Amanda Vieira Guimarães

Mestre em Engenharia Urbana; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ,
Brasil;

amandavguimaraes@poli.ufrj.br

Resumo

No panorama atual da engenharia civil, a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) emerge como uma ferramenta estratégica para a gestão eficaz de obras públicas. Um dos principais desafios enfrentados nesse processo de implantação, é a dificuldade na integração do escopo, prazo e custo de forma eficiente. Nesse cenário, o artigo tem como objetivo apresentar como o BIM, nas suas dimensões 4D (tempo) e 5D (custo), pode ser uma solução essencial para promover uma gestão integrada. Para isso, o estudo apresenta a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), o cronograma e o orçamento de uma obra pública de saneamento, abordando como esses elementos podem ser integrados por meio do uso do BIM. O artigo ressalta como essa integração contribui para o planejamento estratégico da obra, promovendo maior eficiência e aprimorando a tomada de decisões. A conclusão ainda aborda as limitações enfrentadas pela implementação do BIM e reforça seu papel como um facilitador na gestão de obras públicas.

Palavras-chaves: BIM; obras públicas; gestão de projetos; saneamento.

Abstract

In the current civil engineering landscape, the application of Building Information Modeling (BIM) is emerging as an strategic tool for the effective management of public works. Among the various challenges encountered in its implementation, one of the most significant is the difficulty in integrating the project's scope, time, and costs effectively. In this context, this article presents how BIM, particularly in its 4D (time) and 5D (cost) dimensions, offers a valuable solution to facilitate integrated project management. The study highlights the application of the Work Breakdown Structure (WBS), as well as the time and budget for a public sanitation project, examining how these elements can be successfully integrated through BIM. The article emphasizes how this integration enhances the strategic planning by increasing efficiency, improving decision-making, and ensuring better outcomes. The conclusion also addresses the limitations faced by the implementation of BIM and reinforces its role as a facilitator in the management of public works.

Keyword: BIM; public works; project management; sanitation.

1 Introdução

O panorama da indústria da construção civil caracteriza-se, principalmente, por sua complexidade e fragmentação, evidenciando a importância do uso de ferramentas de colaboração que garantam a gestão eficiente dos processos [1]. No contexto das obras públicas, os desafios relacionados à eficiência na gestão de projetos, controle de prazos, custos e qualidade têm motivado a busca por novas abordagens que promovam maior integração entre os agentes envolvidos.

Nesse sentido, a adoção de tecnologias como o *Building Information Modeling* (BIM) tem se destacado como uma ferramenta estratégica para modernizar os processos de planejamento, execução e manutenção de empreendimentos públicos, representando não apenas uma inovação, mas uma necessidade para transformar o projeto, a construção e o gerenciamento [1]. O uso do BIM permite prever mais facilmente o desempenho dos projetos antes de sua construção, respondendo a mudanças rapidamente, com simulações que promovem maior qualidade na execução [2].

Em seu sentido mais amplo, o BIM pode ser definido como uma tecnologia de modelagem e processos associados para produzir, comunicar e analisar modelos de construções. Atualmente, pode ser considerado uma simulação inteligente da arquitetura, que permite alcançar uma entrega integrada baseada em propriedades digitais, espaciais; e

de quantificação, durabilidade e abrangência [1]. Inicialmente utilizado para o design de edifícios, esta ferramenta evoluiu para uma abordagem mais ampla, que compreende diversas dimensões da gestão de obras e projetos. Entre essas, as dimensões 4D (tempo) e 5D (custo) têm se mostrado essenciais para promover uma gestão integrada, permitindo o planejamento e o controle mais eficaz dos projetos. A primeira aborda o gerenciamento do tempo e, a segunda, foca nas estimativas e controles de custos durante as fases da obra [3].

No Brasil, a implementação do BIM tem avançado, principalmente no âmbito das obras públicas, à medida que busca a adaptação com foco no aumento da performance e da rentabilidade [3]. Em 2020, esta evolução ganhou um capítulo importante, a partir da publicação do Decreto nº 10.306/2020, que estabeleceu a adoção progressiva do BIM, de maneira direta ou indireta, nas obras e serviços de engenharia de responsabilidade dos órgãos da administração pública federal. A partir desse marco, foi elaborado o plano de disseminação do BIM composto por 3 fases: a 1ª, iniciada em 2021, focou na etapa de projeto com todas as disciplinas competentes; a 2ª fase, com início em 2024, se refere a execução da obra incorporando a etapa de *as built* e, a 3ª fase, com início previsto para 2028, abrange o gerenciamento e a manutenção do empreendimento em BIM [4].

Diante desse cenário, a gestão de projetos assume um papel fundamental como estrutura organizacional e metodológica que pode auxiliar no aumento da produtividade, na melhoria da qualidade e na redução de prazos. Os aspectos relacionados a essa gestão visam a clareza do que será implantado, entendendo/questionando as necessidades da proposta e compreendendo o que é necessário, bem como o caminho a ser seguido para o alcance do objetivo. Ela definirá os procedimentos de comunicação, fluxos de trabalho, de informação e dados, ressaltando a importância do planejamento estratégico ao longo do processo [5].

Nesse sentido, o artigo em questão busca analisar a integração entre gestão de projetos e a implementação do BIM em obras públicas, discutindo seus benefícios, desafios e implicações para o setor. A partir de um estudo de caso de uma obra pública do setor de saneamento, visa-se demonstrar como a integração do cronograma (4D), orçamento (5D) e a EAP, por meio do BIM, pode otimizar o processo de gestão, aumentar a eficiência operacional e aprimorar a tomada de decisões. Dessa forma, reforça-se o impacto do BIM na gestão de obras públicas e sua capacidade de modernizar a concepção, execução e manutenção de empreendimentos públicos.

2 Contextualização

2.1 *Building Information Modeling* (BIM)

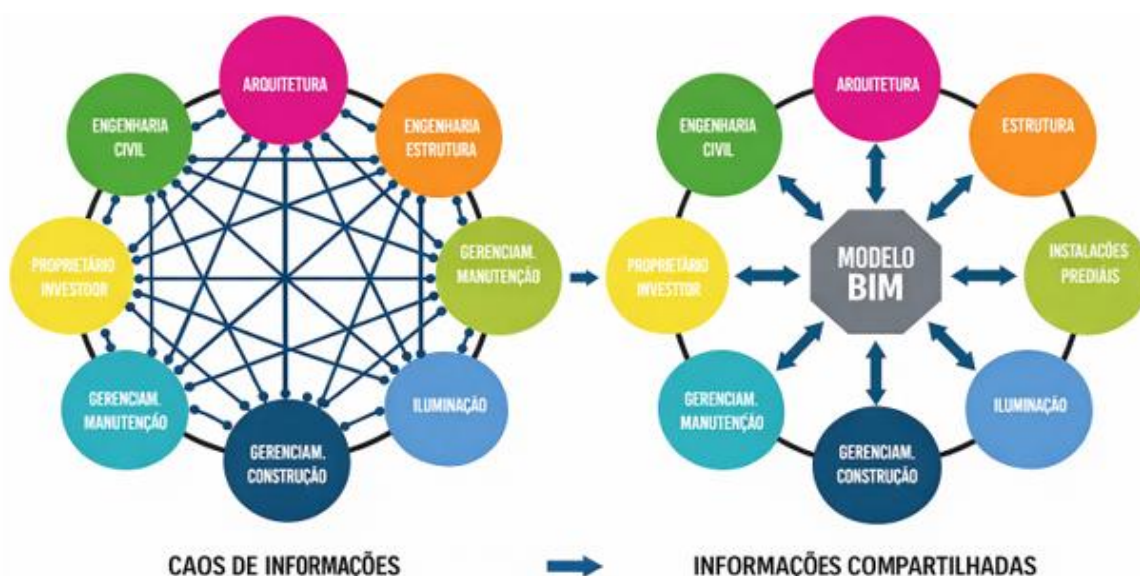
Novas habilidades e funções estão em constante desenvolvimento, refletindo tendências tecnológicas que incluem verificações automatizadas, em conformidade com normas, usando modelos de informação de construção. Nesse contexto, ressalta-se necessidade da prática integrada entre setores e equipes, a qual promove maior efetividade de resultados e eficiência nos projetos [1]. Assim, o *Building Information Modeling* (BIM) surge como uma ferramenta estratégica para modernizar os processos de concepção, execução e manutenção de empreendimentos.

Uma das inovações gerenciais mais relevantes dos últimos tempos, o BIM representa um novo modelo para a indústria da construção civil. Pode ser interpretado como uma

ferramenta que oferece suporte à melhoria do desempenho, aumento da produtividade e modernização para diversos segmentos dentro da cadeia produtiva da construção civil, abrangendo todas as fases do ciclo de vida de projetos [6]. Assim, o BIM pode ser definido como um conceito formado por modelos e tecnologias que vão além de uma nova forma de projetar, tratando-se de uma atividade humana que implica, fundamentalmente, em mudanças significativas em todo o processo de construção [1].

De maneira objetiva, o BIM tem como propósito integrar todas as informações relevantes de um empreendimento, aprimorando a qualidade na elaboração e no gerenciamento de projetos e obras, além de contribuir para a viabilidade financeira das etapas envolvidas (Figura 1). O desenvolvimento do projeto passa a representar uma simulação virtual da construção, realizada de forma automatizada, permitindo a integração das equipes e demais partes envolvidas, que podem atuar de forma coordenada diretamente no modelo, ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento [1, 7].

Figura 1- Integração de informações no modelo BIM



Fonte: Adaptado de CIBIC [6]

Nesse sentido, o BIM é composto por diversas dimensões que possibilitam a classificação das informações por áreas de atuação. Entre elas, destacam-se: a dimensão 3D, que compreende a modelagem digital tridimensional; a 4D, responsável pelo planejamento do tempo e cronograma do projeto/obra; a 5D, relacionada a estimativa de custos; e as dimensões 6D (manutenção) e 7D (sustentabilidade) [7].

Sob essa perspectiva, uma das principais potencialidades do BIM reside em sua capacidade de promover a colaboração multidisciplinar entre as diversas equipes envolvidas no projeto, integrando, em um ambiente digital, um banco de dados associado ao modelo de construção. Junto a esse aspecto, a interoperabilidade possibilita o compartilhamento de informações, assegurando a consistência e a continuidade dos dados ao longo de todas as etapas do empreendimento. Além disso, a riqueza e o nível de detalhamento das informações referentes aos elementos construtivos contidas no modelo BIM favorecem a elaboração de estimativas mais precisas de quantitativos e custos, contribuindo

significativamente para a mitigação de desperdícios e para o aumento da eficiência e da produtividade no projeto/obra [8].

Outros pontos fortes do BIM incluem a possibilidade de visualizar o empreendimento em qualquer estágio, além da redução de conflitos entre as diferentes disciplinas, favorecendo uma comunicação eficiente entre as equipes [1]. Nesse sentido, evidencia-se que a incorporação do BIM desde as etapas iniciais do empreendimento, como o estudo de viabilidade e o desenvolvimento do projeto, é essencial para maximizar seus benefícios. Quando o BIM é implementado logo no início do processo, sua capacidade de influenciar os custos do empreendimento é significativamente maior, permitindo identificar e corrigir incompatibilidades, otimizar soluções construtivas e tomar decisões mais assertivas [5].

O BIM tende a transformar a forma como os empreendimentos são concebidos, funcionam e são construídos, influenciando tanto o projeto quanto a execução. No entanto, trata-se de uma tecnologia em constante evolução. À medida que o BIM se desenvolve e seu uso se torna mais amplo, seu impacto sobre a maneira de projetar e construir edificações aumenta. Espera-se que os projetos de construção alcancem melhor desempenho, impulsionados por análises mais precisas, pela possibilidade de explorar um maior número de alternativas e pela redução de incompatibilidades e inconsistências.

2.2 O BIM e a Gestão Pública

A adoção do BIM tem ganhado cada vez mais relevância na gestão pública, impulsionada por políticas públicas e diretrizes normativas que buscam promover maior transparência, rastreabilidade e eficiência no uso dos recursos públicos. Essa metodologia, que integra tecnologia e pessoas, exige a colaboração ativa de diversos atores envolvidos, tornando essencial o alinhamento entre inovação tecnológica e uma nova mentalidade de processos [3], que priorize a integração e a melhoria contínua na gestão das obras públicas.

O Brasil está entre os países que buscam a disseminação do BIM. Em 2019, a implementação dessa metodologia teve início com o Decreto nº 9.983 (revogado em janeiro de 2024 pelo Decreto nº 11.888), que instituiu a Estratégia BIM BR, visando incentivar seu desenvolvimento. Em 2020, a implementação do BIM ganhou um novo impulso com o Decreto nº 10.306, que estabeleceu a obrigatoriedade de seu uso, direto ou indireto, em obras e serviços de engenharia sob responsabilidade da administração pública federal [4,8].

Nesse contexto, é essencial que os subcontratados entreguem os produtos conforme os padrões estabelecidos, com toda a tecnologia e informações necessárias. Uma medida fundamental para isso é a inclusão de critérios específicos relacionados ao BIM durante o processo de licitação, com a definição clara no edital dos requisitos exigidos dos licitantes. Além disso, é importante que haja alterações nos requisitos contratuais e licitatórios, especificando as aplicações BIM que serão utilizadas no projeto, bem como as informações que deverão ser integradas ao modelo. Ainda é necessário definir métodos de controle de qualidade, determinar os marcos de entrega e designar as responsabilidades das partes interessadas, garantindo que o produto atenda aos padrões esperados [5].

2.3 O BIM e a Gestão de Projetos

A disseminação do uso do BIM e a gestão de projetos caminham juntas, sendo essencial a aplicação das práticas do PMI para assegurar o controle eficaz ao longo de todo o ciclo do empreendimento. Isso envolve a integração dos envolvidos no processo, facilitando o controle das mudanças e o monitoramento das atividades. A adoção dessas práticas

também garante a definição do escopo do projeto, alinhando-o com as expectativas dos *stakeholders*, que incluem pessoas e organizações, como clientes, patrocinadores, organizações executoras e o público, que estejam ativamente envolvidas no projeto ou cujos interesses possam ser afetados, positiva ou negativamente, pela sua execução ou encerramento, podendo também exercer influência sobre o projeto e suas entregas [9]. Além disso, permite o cumprimento dos prazos, por meio do controle do andamento da execução e do cronograma, e assegura o acompanhamento de custos, qualidade e riscos, contribuindo para a entrega de um produto conforme os padrões estabelecidos [5].

Sob essa perspectiva, o BIM também tem se mostrado uma ferramenta essencial nas áreas de escopo, tempo e custos, à medida que permite maior integração, visualização e controle das informações. Os processos de gerenciamento de projeto podem ser organizados em áreas de conhecimento e grupos que se relacionam continuamente. Cada área abrange um conjunto de atividades distribuídas entre cinco grupos principais: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento, os quais orientam o gerenciamento. Essa dinâmica demonstra a natureza iterativa e integrada do gerenciamento de projetos, em que cada grupo de processos depende das informações e resultados dos anteriores, garantindo coerência e eficiência no projeto [9].

Para garantir uma gestão eficiente, deve-se desenvolver uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP), que subdivida o projeto em fases, tornando mais claros os processos a serem executados. A EAP pode ser definida como uma decomposição hierárquica orientada às entregas do trabalho a ser executado [9]. A partir dessa decomposição, é possível detalhar as atividades, definir seu sequenciamento e identificar os recursos necessários. É fundamental planejar os recursos humanos exigidos para a implantação do BIM, estabelecer os padrões de qualidade, definir o plano de comunicação entre os diferentes *stakeholders* e as formas de contratação [5]. Destaca-se que sucesso do uso do BIM associa-se a aplicação sistemática das práticas da gestão de projetos, garantindo o controle e a integração entre equipes e tecnologias, participando de todas as etapas do processo (Figura 2).

Figura 2 – A integração entre o BIM e a gestão de projetos



Fonte: Adaptado de Freitas [5]

3 Metodologia

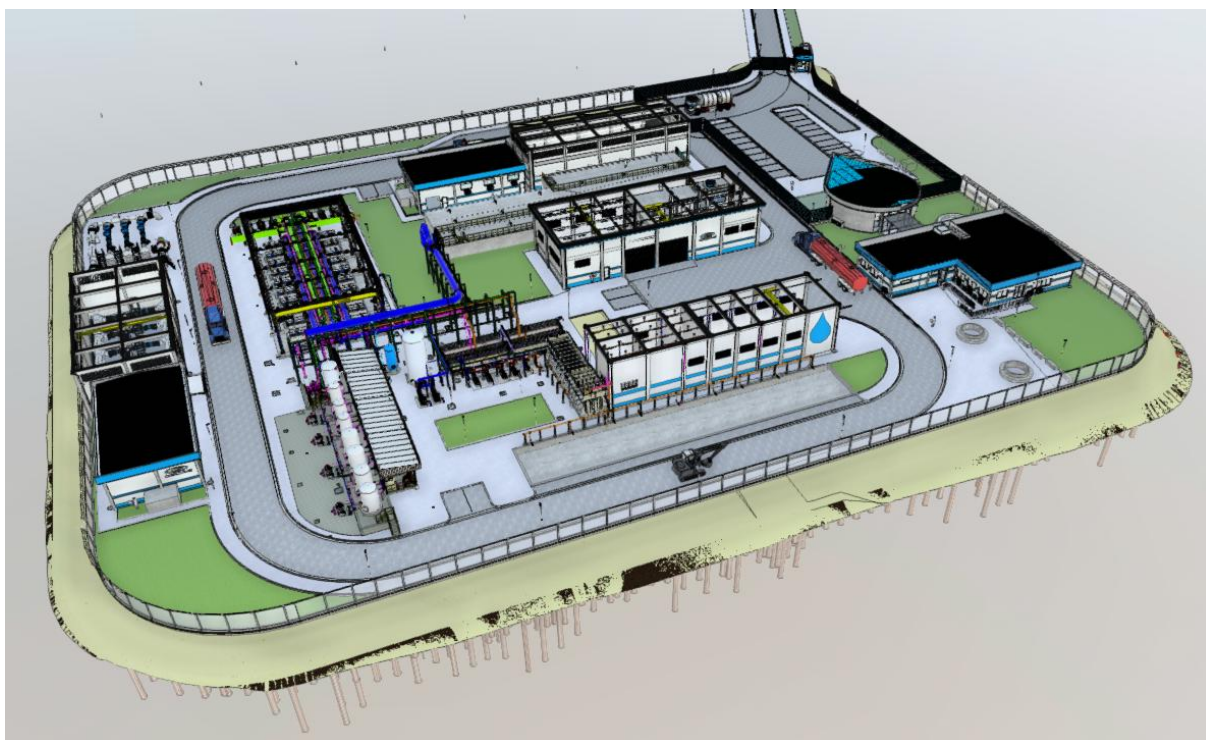
A metodologia adotada consiste na apresentação de um estudo de caso, uma obra pública de saneamento, selecionada em função de sua complexidade técnica e da necessidade de controle de prazo e custo. São utilizados documentos técnicos de planejamento e orçamento da obra, que incluem a EAP, o cronograma físico e o orçamento,

os quais subsidiam a análise da aplicação do BIM na gestão do projeto e da obra. Conjuntamente, são interpretados os processos de planejamento e controle, bem como avaliados os dados numéricos, para compreender e demonstrar a aplicação do BIM nas dimensões 4D e 5D.

3.1 O Estudo de Caso

O estudo de caso compreende o projeto e a execução de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) a ser implantada na Baixada Fluminense, com vazão média de 1.300 L/s, destinada ao abastecimento de mais de 450 mil habitantes. A construção da estação caracteriza-se como uma obra pública de saneamento, cujo projeto foi desenvolvido e apresentado por meio da metodologia BIM, permitindo a integração das informações técnicas do empreendimento. A estação será implantada em um terreno com área de aproximadamente 17.000 m² e contará com diversas estruturas essenciais ao processo de tratamento de água, tais como estações elevatórias, subestações elétricas, tanque de contato, reservatório, laboratório e áreas destinadas ao armazenamento e manuseio de produtos químicos, conforme ilustrado na Figura 3.

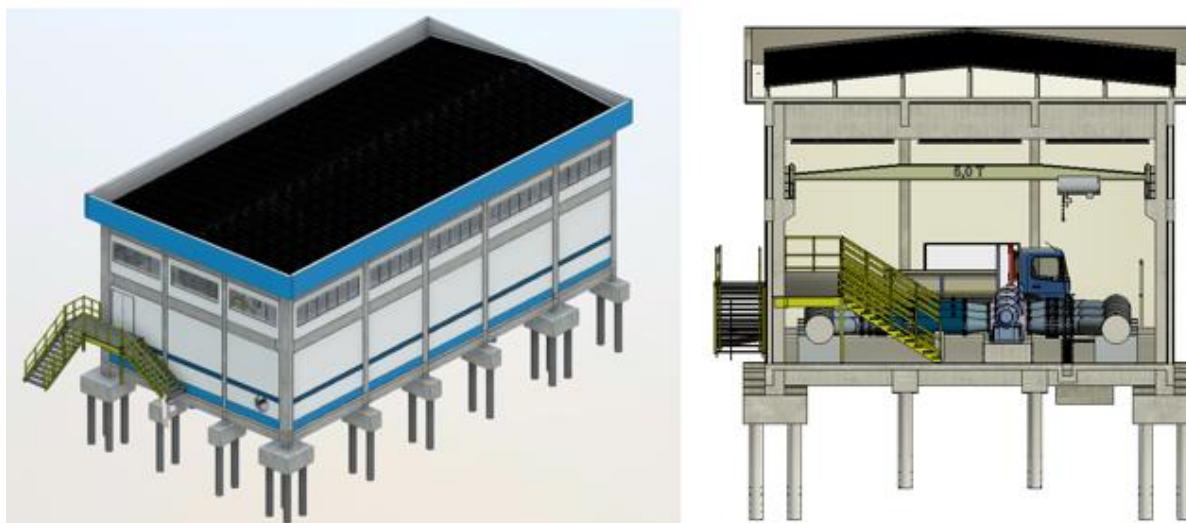
Figura 3- Projeto de uma Estação de Tratamento de Água modelado em BIM



Fonte: Elaborado pelo Autor

Para uma análise mais detalhada, foi selecionada, como exemplo, uma das unidades existentes na ETA. A edificação escolhida foi a Elevatória de Água Bruta (EAB) (Figura 4), responsável pelo bombeamento da água ainda não tratada para o interior da ETA. A escolha dessa unidade justifica-se por sua complexidade e pelo caráter interdisciplinar de seus projetos, que envolvem aspectos de arquitetura, estruturas, hidráulica, sistemas elétricos e automação.

Figura 4- Elevatória de Água Bruta da ETA- Unidade escolhida para análise



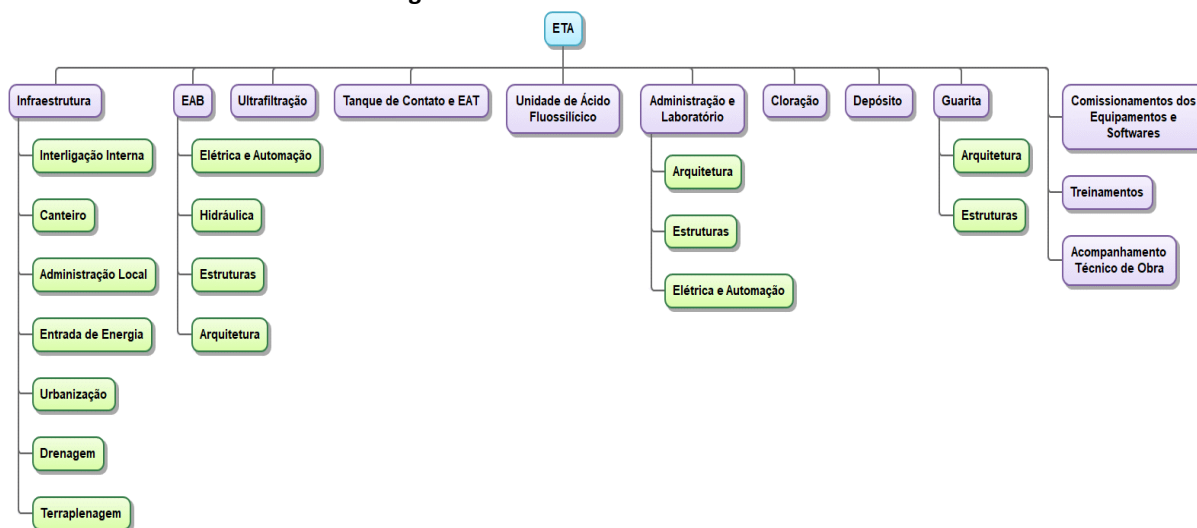
Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2 A EAP

Em termos práticos, a criação da EAP consiste no processo de subdivisão das entregas do projeto em componentes menores, facilitando o gerenciamento do escopo. Ela é estruturada em níveis, nos quais cada nível inferior representa uma decomposição mais detalhada do trabalho até chegar aos pacotes de trabalho, que podem ser planejados e monitorados. Um aspecto fundamental é o foco nas entregas, e não nas atividades, que são definidas posteriormente, quando os pacotes de trabalho são detalhados no cronograma [9].

Para o estudo de caso em questão, a EAP contempla tanto as etapas de projeto quanto de execução da obra, abrangendo as unidades que a compõem, os serviços necessários e a aplicação do BIM ao longo do processo. Dessa forma, os pacotes de trabalho da EAP foram definidos de modo a possibilitar a vinculação direta com os elementos do modelo BIM, tendo correspondência com os elementos físicos da obra. A figura 5 apresenta a EAP elaborada para a obra em questão, a qual inclui a unidade escolhida como exemplo.

Figura 5- EAP da obra do estudo de caso



Fonte: Elaborado pelo Autor

3.3 O Desenvolvimento do Cronograma (BIM 4D)

Com a EAP definida, passa-se ao desenvolvimento do cronograma, correspondente à dimensão 4D do BIM, a qual pode ser definida como a integração do elemento tempo ao modelo tridimensional. Essa dimensão possibilita a visualização e a comunicação do progresso da obra ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, contribuindo para a melhoria do planejamento e da coordenação entre os diversos setores envolvidos. Entre as principais vantagens do BIM 4D destacam-se o aprimoramento do planejamento e do cronograma da obra, a simplificação da coordenação entre arquitetos, empreiteiros e equipes de execução e o melhor compartilhamento das informações [10].

Para o presente artigo, o cronograma do conjunto obra/projeto (Figura 6) foi elaborado considerando a sequência das atividades e suas durações. Em seguida, esse cronograma foi integrado ao modelo BIM, permitindo a simulação do avanço físico da obra.

Figura 6- Cronograma da obra do estudo de caso

ITEM	DESCRIÇÃO	TRIMESTRES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01	SERVIÇOS TÉCNICOS E PRELIMINARES												
02	CANTEIRO												
03	ADMINISTRAÇÃO LOCAL												
04	TERRAPLENAGEM E FUNDAÇÕES												
05	ENTRADA DE ENERGIA												
06	PRÉDIO DA GUARITA												
07	PRÉDIO DA ADMINISTRAÇÃO E LABORATÓRIO												
08	UNIDADE DE ARMAZENAMENTO E DOSAGEM DE ÁCIDO FLUOSSILÍCICO												
09	UNIDADE DE CLORAÇÃO												
10	PRÉDIO DO DEPÓSITO E MANUTENÇÃO												
13	PRÉDIO DO GALPÃO - UNIDADE DE ULTRAFILTRAÇÃO												
14	ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA (EAB)												
15	INTERLIGAÇÃO INTERNA												
16	DRENAGEM												
17	URBANIZAÇÃO												
19	ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA (EAT) E TANQUE DE CONTATO												
22	COMISSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS E SOFTWARES E												
23	TREINAMENTOS												
24	ACOMPANHAMENTOS TÉCNICOS DE OBRAS												

Fonte: Elaborado pelo Autor

3.4 A Elaboração do Orçamento (BIM 5D)

Em seguida, apresenta-se o orçamento da obra, correspondente à dimensão 5D do BIM, que incorpora informações de custo ao modelo, auxiliando na estimativa financeira desde a fase de planejamento até a execução da construção. A dimensão 5D associa os dados de custo à geometria do modelo 3D, permitindo estimativas mais precisas. Essa abordagem oferece diversos benefícios, como a visualização de custos em tempo real com atualização frente a alterações, a simplificação da análise de custos e do controle orçamentário por meio da comparação entre gastos previstos e realizados, a redução de desvios orçamentários e a capacidade de identificar estouros de custos e prazos [10, 11].

O orçamento do estudo de caso em questão (Quadro 1) foi estruturado a partir dos quantitativos extraídos do modelo BIM e dos pacotes de trabalho definidos na EAP. Os custos foram associados aos elementos do modelo, permitindo a análise integrada entre custo, tempo e escopo.

Quadro 1 – Orçamento da obra (por totalizadores)

ORÇAMENTO- RESUMO POR TOTALIZADORES		
Item	Descrição do Item	Valor Total (R\$)
1	Serviços Técnicos e Preliminares	3.465.022,45
2	Canteiro	259.372,42
3	Administração Local	7.086.482,43
4	Terraplenagem e Fundações	17.223.466,87
5	Entrada de Energia	11.034.014,40
6	Prédio da Guarita	133.668,78
7	Prédio da Administração e Laboratório	5.260.590,32
8	Unidade de Armazenamento e Dosagem de Ácido Fluossilícico	1.313.549,95
9	Unidade de Cloração	2.666.562,66
10	Prédio de Depósito e Manutenção	1.453.215,88
11	Prédio do Galpão de Ultrafiltração	2.723.115,15
12	Elevatória de Água Bruta (EAB)	3.746.960,55
13	Interligação Interna	351.566,88
14	Drenagem	3.805.223,39
15	Urbanização	4.448.209,35
17	Elevatória de Água Tratada (EAT) e Tanque de Contato	9.122.238,57
18	Comissionamento dos Equipamentos e Softwares	2.734.861,11
19	Treinamentos	417.449,76
20	Acompanhamentos Técnicos de Obra	4.739.687,28
TOTAL		81.985.258,20

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com base no orçamento apresentado, é possível identificar as unidades do modelo tridimensional com seu respectivo custo. Além disso, a modelagem em BIM permite a extração direta dos quantitativos referentes aos elementos da obra. A figura 7 apresenta algumas das informações extraídas do modelo da unidade escolhida como exemplo, para facilitar a visualização de aspectos construtivos mais específicos. Através dessa ferramenta, é possível identificar dimensões, materiais e fabricantes que, entre outros dados presentes no modelo, facilitam a elaboração do orçamento e sua precisão.

Figura 7- Exemplos de informações extraídas do modelo

Parede Básica [6959818] × Dados de identidade Nome do tipo: PAR-020-BCB-EX-ARQ-00 Descrição: ALVENARIA EM BLOCO DE CONCRETO 14X19X39cm, ASSENTES COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA NO TRAÇO 1:8, NAS VERTICAIS E HORIZONTAIS.	PIL-030-CON-PD-EST-00 [3021349] × Dados de identidade Nome do tipo: PIL-025-CON-PL-EST-00 Estrutural fck (MPa): 35 Dimensões Volume: 0,17 m³ b: 25,00 cm Materiais e acabamentos Material estrutur...: CON-Concreto, Moldado no local	Escada Montada [7509873] × Dados de identidade Nome do tipo: ESC-000-FIB-PD-ARQ-00 Nota-chave: Modelo: Bar Grating Tread Fabricante: Lapeyre Stair Inc. URL: http://www.lapeyrestair.com/#1 Descrição: ESCADA PULTRADA COM PISO EM FIBRA DE VIDRO, APOIADA EM VIGAS METÁLICAS, RETA, COM APLICAÇÃO DE RESINA TERMOFIXA ÉSTER-VINÍLICA NA COR AMARELA
BOMBA_EAB_RUHRPUMPEN [26743663] × Dados de identidade Nome do tipo: Omega Fig 3e_350-430_Content Descrição: CONJUNTO MOTOR BOMBA MODELO DE REFERÊNCIA RUHRPUMPEN 2W 16A22417 (A) - Q= 425 l/s - AMT= 41,66 mca.		

Fonte: Elaborado pelo Autor

4 Discussão

A partir dos dados apresentados, é possível avaliar as dimensões do BIM, bem como a integração entre elas, a fim de apoiar decisões inteligentes de gestão. A elaboração da EAP baseada nas unidades essenciais ao funcionamento da ETA permite alinhar cada pacote de trabalho a um serviço específico, facilitando o planejamento, o controle e a integração entre disciplinas. Nesse sentido, a modelagem BIM favorece a compatibilização multidisciplinar dentro de cada pacote de trabalho da EAP. Ao associar arquitetura, estruturas, hidráulica, elétrica e automação a uma mesma unidade da estação, o gestor do projeto consegue identificar interferências ainda na fase de planejamento.

Nesse contexto, outra vantagem é a visualização integrada dos pacotes de trabalho. Cada unidade da EAP pode ser identificada no modelo tridimensional da ETA, possibilitando melhor compreensão do escopo, redução de ambiguidades e maior objetividade na definição das responsabilidades de cada equipe envolvida. Isso contribui diretamente para a diminuição de conflitos de escopo e retrabalhos durante a execução.

Ressalta-se, ainda, que a estruturação da EAP alinhada ao modelo BIM contribui para uma gestão mais eficiente ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento. As informações organizadas por unidades da estação facilitam, não somente, a fase de obra, mas também, a operação e manutenção, uma vez que cada unidade permanece documentada de forma integrada.

No que tange ao cronograma, a principal contribuição do BIM está na integração entre o modelo tridimensional e o planejamento temporal, permitindo associar cada elemento construtivo do modelo às atividades da EAP, criando uma representação visual da sequência executiva da obra. Essa integração é especialmente relevante em ETAs, que possuem unidades com grande interdependência construtiva e operacional. Assim, as atividades do cronograma são vinculadas aos elementos físicos da obra (estruturas, equipamentos, tubulações, edificações), garantindo maior coerência entre escopo e prazo e um monitoramento mais preciso do que será feito, quando e onde.

Além disso, a simulação 4D permite visualizar a obra evoluindo no tempo, facilitando a compreensão da lógica construtiva e melhorando a comunicação entre projetistas, gestores e equipes de campo. Nesse sentido, com o cronograma integrado ao modelo, é possível identificar a sobreposição inadequada de atividades, conflitos de equipes de trabalho e interferências entre disciplinas que possam impactar o prazo. No contexto de uma ETA, isso ajuda a evitar, por exemplo, a programação de instalação de equipamentos antes da conclusão das estruturas ou das redes hidráulicas. Como o cronograma BIM está diretamente ligado ao modelo tridimensional e às quantidades dele extraídas há maior precisão na duração das atividades e o alinhamento mais realista entre prazo, recursos e métodos construtivos.

Nesse sentido, a possibilidade de extração automática de quantitativos diretamente do modelo, reduz erros comuns associados a levantamentos manuais, proporcionando maior precisão nos quantitativos e o alinhamento direto entre escopo físico e custos. Em obras de ETAs, nas quais há grande volume de estruturas de concreto, redes hidráulicas e equipamentos, esse aspecto é fundamental para a consistência do orçamento.

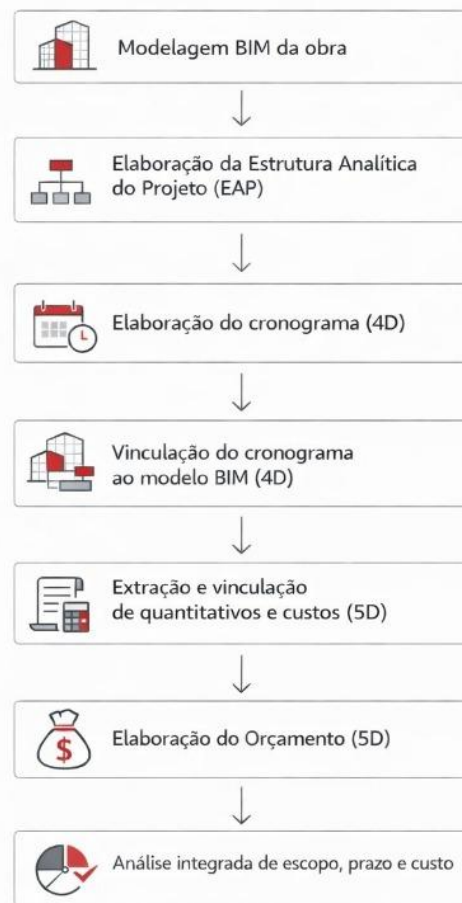
Nesse contexto, as alterações no projeto, como mudanças geométricas, ajustes de layout ou revisão de materiais, refletem automaticamente nos quantitativos e,

consequentemente, nos custos. A modelagem BIM permite uma avaliação rápida do impacto financeiro das alterações de projeto, maior suporte a decisões ainda nas fases iniciais e a redução de riscos associados a mudanças. Assim, o BIM fortalece o processo de gestão de mudanças, um dos aspectos críticos na gestão de projetos.

Como os custos estão diretamente associados a elementos modelados, o orçamento torna-se mais transparente, menos dependente de estimativas gerais e tecnicamente justificável. Essa transparência é especialmente relevante em obras públicas de saneamento, como ETAs, que demandam elevado grau de controle de prestação de contas.

Assim, os aspectos mencionados podem ser sintetizados através de um fluxo metodológico (Figura 8), que apresenta as etapas a serem seguidas nesta implementação. Ressalta-se que esse fluxo não se aplica apenas para o estudo de caso em questão, podendo também ser utilizado em outras obras com características semelhantes, desde que sejam consideradas as especificidades de cada caso.

Figura 8- Fluxo metodológico da aplicação do BIM 4D e 5D no estudo de caso



Fonte: Elaborado pelo Autor

5 Considerações finais

Observa-se que a integração entre modelo, planejamento e orçamento transforma o BIM em uma plataforma efetiva de gestão estratégica da obra. Ao vincular os elementos modelados à EAP, ao cronograma (4D) e ao orçamento (5D), o processo deixa de ser

fragmentado e passa a operar de forma sistêmica, conectando escopo, prazo e custo em um ambiente único. Ao longo deste artigo, a apresentação desses três elementos demonstrou que, quando vinculados ao modelo tridimensional, deixam de ser instrumentos isolados de gestão e passam a compor um sistema integrado de informações.

No ambiente BIM, essas informações podem ser utilizadas para apoiar decisões inteligentes de gestão por meio da vinculação dos elementos modelados aos pacotes de trabalho da EAP, às atividades do cronograma (4D) e às composições do orçamento (5D). Essa associação permite a extração direta de quantitativos, o acompanhamento físico-financeiro e a identificação antecipada de alterações de prazos e custos.

Nesse sentido, o planejamento físico-financeiro adquire maior precisão, permitindo que quantitativos, atividades e composições de custos estejam diretamente associados aos componentes construídos. A possibilidade de simular cenários, avaliar impactos de decisões no prazo e no custo e identificar atividades críticas fortalece a tomada de decisão, reduzindo incertezas e ampliando a capacidade de antecipação do gestor. Dessa forma, o modelo deixa de ser apenas representativo e passa a atuar como ferramenta estratégica de apoio à tomada de decisão.

Assim, a combinação entre o BIM, a EAP, o tempo e o custo reduzem inconsistências e contribui para uma aplicação mais eficiente dos recursos públicos. No entanto, apesar de seu potencial, a implementação do BIM nas obras públicas ainda enfrenta desafios. No contexto brasileiro, a ferramenta se encontra em processo de consolidação, enfrentando algumas limitações relacionadas à padronização de bibliotecas e processos, bem como a necessidade de adequação dos instrumentos licitatórios e a disponibilidade restrita de modelos que atendam aos requisitos de interoperabilidade entre diferentes plataformas. Além disso, há escassez de profissionais capacitados tecnicamente para a atuação neste campo, dificultando a expansão do uso da ferramenta no mercado da construção civil. Soma-se a este cenário, as características próprias do meio público, como a necessidade de conformidades com marcos regulatórios e legislações específicas, a adoção de fluxos de decisão mais estruturados, a fragmentação institucional (compatibilidade entre diferentes órgãos e níveis) e as restrições orçamentárias.

Portanto, o BIM representa uma oportunidade concreta de modernização da gestão de obras públicas de saneamento, desde que sua aplicação vá além da modelagem tridimensional e incorpore as dimensões de planejamento e controle. Nesse contexto, destacam-se como principais forças do uso do BIM a colaboração, a interoperabilidade, a precisão e a eficiência, atributos que potencializam a integração entre equipes, sistemas e informações ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento. A maturidade na integração entre EAP, cronograma e orçamento é um elemento-chave para que o BIM cumpra seu papel como plataforma de gestão estratégica, ampliando a eficiência e a transparência das obras públicas no Brasil.

Referências

- [1] EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K. **BIM Handbook- A Guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. John Wiley & Sons, Inc., 2008.

- [2] SMITH, P. **BIM & the 5D project cost manager**. Procedia- Social and Behavioral Sciences, Australia, v. 119, p. 475-484, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814021442>. Acesso em: 24 set 2025.
- [3] FERNANDES, I. F. M., SANTOS, B. L. **Coordenação para implementação da metodologia BIM na prática**. Gestão e Gerenciamento, Rio de Janeiro, n. 18, 2022. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento>. Acesso em: 22 set 2025.
- [4] BRASIL. **Decreto nº 10.306**, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modeling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 abr. 2020.
- [5] FREITAS, R. C. F. **O processo de adoção do BIM em empresas públicas e em construtoras de infraestrutura**. São Paulo. 2020. 200p. (Mestrado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.
- [6] CIBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Fundamentos do BIM- Parte 1: Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília, 120p, 2016.
- [7] ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Classificação da Informação no BIM**. Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília, v. 2, p. 38, 2017.
- [8] SANTOS, G. M. M. D. **Análise SWOT da implementação do BIM no setor de construção civil no Brasil: custos, benefícios e aplicações práticas**. Rio de Janeiro. 2024. 94p. (Trabalho de conclusão de curso de graduação) Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.
- [9] PMI. Project Management Institute. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK®)**. 4. ed. Newtown Square, Project Management Institute, 2008.
- [10] SOOD, R., LAISHRAM, B. **A review on unexploited features of n-dimensional BIM: na indian construction scenario**. Proceedings of the 10th World Construction Symposium, Sri Lanka, p. 39-49, 2022.
- [11] AZHAR, S. **Buildins information modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry**. Leadership and Manage in Engineering, Reston, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011.