

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

GESTÃO INTEGRADA DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO
SOBRE O USO DE SOFTWARES DE ORÇAMENTAÇÃO E PLANEJAMENTO

YNGRID DE PAULA OLIVEIRA

JUIZ DE FORA

2025

GESTÃO INTEGRADA DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO
SOBRE O USO DE SOFTWARES DE ORÇAMENTAÇÃO E PLANEJAMENTO

YNGRID DE PAULA OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Construção Civil

Orientador: Prof. Mauricio Leonardo Aguilar Molina

Juiz de Fora

Faculdade de Engenharia da UFJF

2025

GESTÃO INTEGRADA DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO SOBRE O USO DE SOFTWARES DE ORÇAMENTAÇÃO E PLANEJAMENTO

YNGRID DE PAULA OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora constituída de acordo com a Resolução Nº 01/2018 do Colegiado do Curso de Engenharia Civil, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em:

Por:

 Documento assinado digitalmente
MAURICIO LEONARDO AGUILAR MOLINA
Data: 28/03/2025 16:27:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. MAURICIO LEONARDO AGUILAR MOLINA, D.Sc. (Orientador)
Faculdade de Engenharia – Departamento de Construção Civil

 Documento assinado digitalmente
JOSE ANTONIO ARAVENA REYES
Data: 28/03/2025 16:01:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. JOSÉ ANTONIO ARAVENA REYES, D.Sc.
Faculdade de Engenharia – Departamento de Construção Civil

 Documento assinado digitalmente
ANTONIO EDUARDO POLISSENI
Data: 28/03/2025 16:16:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. ANTÔNIO EDUARDO POLISSENI, D.Sc.
Faculdade de Engenharia – Departamento de Construção Civil

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho e para minha trajetória acadêmica.

Aos meus pais, Fausto Carlos de Oliveira e Cristina Fatima de Paula Oliveira, meu eterno agradecimento por todo amor e apoio. Aos meus irmãos, Paula Fernanda e Willander, pelo carinho e companheirismo. Vocês sempre foram uma fonte de motivação.

Ao meu orientar, Professor Mauricio Leonardo Aguilar Molina, pela orientação e comprometimento, essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Aos professores que compõem a banca examinadora, agradeço pela disponibilidade e pelo tempo dedicado a análise deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas que fiz durante a trajetória na faculdade, agradeço pelos momentos de descontração, colaboração e pelo convívio diário que tornou essa caminhada mais leve. E a todos que tiveram uma passagem significativa durante essa caminhada.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Juiz de Fora, instituição que me proporcionou a oportunidade de estudar, crescer e me desenvolver profissionalmente.

Agradeço ainda à OrçaFascio pelo licenciamento acadêmico do software OrçaBIM e à Autodesk, pelo licenciamento acadêmico dos softwares Revit e Navisworks.

A todos, os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a importância da orçamentação e da gestão eficiente de projetos na construção civil, destacando seu impacto direto no sucesso dos empreendimentos. A pesquisa foi realizada por meio de um estudo de caso, abordando as fases de orçamento e planejamento, com ênfase na utilização de ferramentas de software, como OrçaBIM, Microsoft Project, Autodesk Navisworks e Microsoft Power BI, para otimizar o gerenciamento de projetos. A integração dessas ferramentas ao longo do ciclo de vida do projeto, desde a elaboração do orçamento até o monitoramento em tempo real, contribui para a melhoria na tomada de decisões e na antecipação de problemas. A adoção do BIM, com recursos de visualização 3D e análise de dados, tem mostrado grande relevância na obtenção de estimativas orçamentárias mais precisas, controle de custos e cumprimento de prazos. No entanto, a adoção dessas tecnologias também apresenta desafios, como a adaptação das equipes e a integração de diferentes sistemas. Apesar das dificuldades, os resultados evidenciam que o uso dessas ferramentas contribui para uma gestão mais eficiente e transparente, garantindo melhor desempenho no controle de recursos e no andamento dos projetos. Em suma, este estudo reforça a importância da aplicação de tecnologias integradas no setor da construção civil, promovendo maior sucesso e eficiência nos projetos de construção.

Palavras-chave: Orçamentação; Planejamento; Gestão de projetos; BIM.

ABSTRACT

The aim of this final work is analyzing the importance of budgeting and efficient project management in the construction industry, highlighting its direct impact on the success of projects. The research was carried out by means of a case study, addressing the budgeting and planning phases, with an emphasis on the use of software tools, such as OrçaBIM, Microsoft Project, Autodesk Navisworks and Microsoft Power BI, in order to optimize project management. Integrating these tools throughout the project cycle, from budgeting to real-time monitoring, helps improve decision-making and anticipate problems. The adoption of BIM, with 3D visualization and data analysis capabilities, has shown great relevance in obtaining more accurate budget estimates, cost control and meeting deadlines. However, adopting these technologies also presents challenges, such as adapting teams and integrating different systems. Despite the difficulties, the results show that the use of these tools contributes to more efficient and transparent management, ensuring better performance in resource control and project progress. In short, this study reinforces the importance of applying integrated technologies in the construction sector, promoting greater success and efficiency in construction projects.

Keywords: Budgeting; Planning; Project management; BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Grupos de processos de gerenciamento de projetos	8
Figura 2- Nível típico de custos e pessoal ao longo do ciclo de vida.....	11
Figura 3 - Graus de detalhamento do projeto e do orçamento.....	14
Figura 4 - Representação 3D do Centro Ambiental	24
Figura 5 - Janela centro ambiental.....	26
Figura 6 - Propriedades do elemento janela	27
Figura 7- Interface do software OrçaBIM	29
Figura 8- Opções do plugin no Revit.....	30
Figura 9 - Bases de dados no OrçaBim	30
Figura 10 - Criação de composições.....	31
Figura 11 - Etapa e subetapa no OrçaBim.....	33
Figura 12 - Composição adicionada ao item	33
Figura 13- Seleção da categoria janelas	34
Figura 14 - Elementos da janela	35
Figura 15- Custo do item pela Sinapi	36
Figura 16 - Extração de quantitativos.....	37
Figura 17- Orçamento da etapa	38
Figura 18 - Memorial de cálculo	39
Figura 19 - Relatórios no OrçaBIM.....	40
Figura 20 - Inserção do BDI.....	41

Figura 21 - Planejamento no OrçaBIM	42
Figura 22 - Funcionalidade do cronograma.....	43
Figura 23 - Projeto no Navisworks.....	46
Figura 24- Painel no Power BI	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 OBJETIVOS GERAIS	2
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.2 Justificativa	3
1.3 Estrutura do trabalho	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 Gestão de projetos na construção civil	7
2.2 Ciclo de vida de um projeto	10
2.3 Orçamentação de projetos	12
2.4 A adoção de novas Tecnologias no setor da construção civil.....	15
2.5 Interoperabilidade entre <i>softwares</i>: o papel do ifc na gestão de projetos de construção civil.....	17
2.6 Desafios e oportunidades na gestão de projetos de construção civil.....	18
3 METODOLOGIA.....	21
4 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO EM UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO (CENTRO AMBIENTAL).....	23
4.1 Descrição do projeto	23
4.2 O modelo como articulador de informação.....	24
4.2.1 Representação das informações de um elemento no modelo de construção	25
4.3 Aplicação do orçabim na elaboração de orçamentos	28
4.4 Planejamento com o Orçabim e o Microsoft Project	41
4.4.1 Rede de precedências com o <i>Microsoft Project</i>	44
4.5 Uso do <i>Navisworks</i> para modelagem e simulação	44
4.5.1 Importação do planejamento para o <i>Navisworks</i>	45
4.6 Análise de dados com o <i>Power Bi</i>	46
4.7 Integração das ferramentas e impacto no projeto	49
5. Resultados e lições aprendidas	50
6. CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

A construção civil, que, por sua natureza, envolve múltiplos fatores e stakeholders, exige uma abordagem integrada e precisa no gerenciamento de orçamentos e recursos. Sendo assim, a análise orçamentaria de projeto consiste em um processo essencial nas etapas de uma construção, definindo os custos a serem aplicados e utilizados durante a execução, considerando todas as despesas, assim auxiliando a manter certo controle em relação às ações e aos gastos atribuídos durante a obra (MOUTINHO et al., 2017, p. 10, apud PEREIRA, 2017; PRA CONSTRUIR, 2018). A complexidade desses processos torna-se mais evidente quando se consideram projetos de grande escala, durante os quais a comunicação entre as diferentes áreas da obra precisa ser eficiente e as decisões precisam ser tomadas rapidamente, a fim de evitar atrasos e estouros de orçamento.

A gestão e o orçamentação de obras na construção civil são processos que envolvem uma série de variáveis, como prazos, custos, recursos humanos, materiais e a coordenação de diversas equipes. Dessa forma, a falta de controle estruturado gera problemas como estouros de orçamento, atrasos e falhas operacionais. Não é surpresa, portanto, identificar empresas sofrendo com o uso de planilhas manuais, erros humanos e descentralização de dados em setores de extrema importância (SIENGE, 2025). No cenário atual, com a crescente demanda por eficiência e competitividade, a implementação de sistemas automatizados tem permitido aos profissionais da área gerenciar projetos com maior eficiência, reduzir custos, minimizar erros e garantir a entrega das obras dentro dos prazos estabelecidos (INBEC, 2024).

De acordo com o estudo realizado pela INBEC (2024), a adoção de sistemas de automação no gerenciamento de obras está promovendo uma transformação significativa na construção civil, possibilitando uma integração eficaz entre diferentes áreas do projeto, como planejamento, orçamento, cronograma e acompanhamento da execução das tarefas. Essa integração resulta em uma gestão mais eficiente e precisa ao longo de todas as fases da obra. Essas ferramentas ajudam a reduzir a complexidade, oferecendo funcionalidades, como o cálculo sistematizado de custos, o planejamento de cronogramas e a gestão de contratos, além de facilitar a comunicação entre os membros da equipe, fornecendo dados em tempo real.

A automação proporcionada por esses softwares não só agiliza a execução de tarefas repetitivas, mas também permite que informações precisas e atualizadas estejam sempre disponíveis para tomada de decisões estratégicas. Segundo Cavalcanti et al. (2018), "uma das principais tecnologias desenvolvidas para o setor da Construção Civil é o *Building Information Modeling* - BIM (ou Modelagem de Informações da Construção), que pode ser definido como

uma ferramenta capaz de elaborar todos os projetos de maneira integrada, contemplando todas as informações que afetam todo o ciclo da obra" (CAVALCANTI et al., 2018, p.7).

Dessa forma, a utilização de tecnologias para orçamentação e gestão de obras contribui para a redução de erros, permitindo que as previsões financeiras se tornem mais realistas e alinhadas à execução da obra, além de garantir maior transparência no gerenciamento do projeto.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a aplicação da orçamentação e da gestão de projetos na construção civil, focando na integração de tecnologias como o BIM e no uso de softwares especializados na otimização dos processos de planejamento, execução e controle orçamentário, visando melhorar a eficiência, a redução de custos e o aumento da precisão na execução dos projetos.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Apresentar os processos de orçamentação e gestão de projetos na ótica do BIM.
- b. Desenvolver um exercício de orçamentação e gestão de projetos com uso de ferramentas BIM na orçamentação e gestão de projetos, destacando suas funcionalidades, vantagens e desafios na prática.
- c. Analisar as principais ferramentas e softwares utilizados para orçamentação e gestão de projetos, avaliando sua contribuição para a melhoria dos processos na construção civil.
- d. Identificar os benefícios e desafios da utilização de softwares especializados em orçamentação dentro do contexto do BIM, considerando o impacto nas fases de planejamento e execução.
- e. Avaliar o impacto da utilização de tecnologias integradas na redução de erros, retrabalhos e no controle de custos.
- f. Propor melhorias ou soluções que podem ser adotadas pelas empresas de construção civil para otimizar a gestão de orçamentos e projetos.

1.2 JUSTIFICATIVA

A construção civil é um setor fundamental para o desenvolvimento econômico de um país, e marcado por altos custos, prazos apertados e complexidade nos processos de gestão e execução de projetos. Nesse contexto, a orçamentação e gestão de projetos desempenham um importante papel em relação ao sucesso das obras, pois são responsáveis por garantir que os recursos sejam utilizados de forma eficiente e que os prazos sejam cumpridos sem comprometer a qualidade.

No entanto, muitas empresas que atuam na área da construção civil ainda enfrentam desafios relacionados à falta de integração entre os diversos processos envolvidos na orçamentação e gestão de projetos. Diante disso, o uso de softwares especializados na gestão de orçamentos e no controle de custos constitui uma solução para otimizar esses processos, proporcionando maior precisão nos cálculos orçamentários, melhor acompanhamento do progresso da obra e maior controle sobre sua execução.

Dessa forma, este estudo se justifica pela necessidade de avaliar o impacto da utilização dessas tecnologias integradas ao processo de orçamentação e gestão de projetos, buscando aprimorar a eficiência, a redução de custos e a minimização de erros, fatores essenciais para o sucesso das empresas de construção. Além disso, ao explorar softwares especializados, este trabalho se propõe contribuir para a disseminação de boas práticas e o desenvolvimento de estratégias que possam ser aplicadas no setor da construção civil, promovendo a inovação e o aprimoramento contínuos dos processos.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este estudo é dividido em duas partes. A primeira parte do trabalho é dedicada à revisão bibliográfica, na qual são abordados os principais conceitos desenvolvidos:

- Gestão de projetos na construção civil: são explorados os fundamentos da gestão de projetos, suas metodologias e melhores práticas no contexto da construção civil, com foco no planejamento, controle e execução de projetos.
- Ciclo de vida dos projetos de construção: é abordado o ciclo de vida dos projetos, considerando desde o planejamento até a execução e a entrega da obra. Com isso, ressalta-se a importância de uma gestão integrada para garantir o sucesso do projeto em cada etapa.

- Orçamentação de projetos: é detalhada a importância da orçamentação no ciclo de vida de um projeto de construção civil, destacando as etapas do processo orçamentário, desde a estimativa inicial até a atualização e o controle durante a execução da obra.
- Tecnologias no setor da construção civil: são apresentados os avanços tecnológicos mais recentes, com ênfase no BIM, suas funcionalidades e impacto na gestão de projetos e na orçamentação. Também são discutidos outros *softwares* complementares que são utilizados para otimizar os processos de construção, como *Orçabim*, *Project*, *Navisworks* e *Power BI*. Além disso, é apresentada a metodologia AWP (*Advanced Work Packaging*), uma abordagem atual que integra o planejamento de pacotes de trabalho, melhorando a execução e o controle do projeto.
- Interoperabilidade entre softwares: O IFC (*Industry Foundation Classes*) é abordado como um formato que garante a troca de dados de forma fluida entre diversos *softwares* utilizados no gerenciamento do projeto, como *Navisworks*, *Orçabim*, *Project*, *Power BI*, entre outros. Essa integração permite que as diferentes ferramentas, usadas no planejamento, orçamentação e execução da obra, compartilhem informações de maneira eficiente e sem perdas de dados.

Desafios e oportunidades na gestão de projetos de construção: são discutidos os principais desafios enfrentados pelas empresas de construção civil, como a falta de integração entre equipes, o controle de custos e a gestão de prazos. Também são apresentadas as oportunidades que surgem com a adoção de novas tecnologias, como a otimização dos processos, a melhoria na precisão orçamentária e a redução de retrabalhos.

A segunda parte do trabalho é dedicada ao estudo de caso, por meio do qual é apresentado um projeto específico de um Centro Ambiental. Nesse estudo, é mostrada a aplicação prática dos conceitos abordados na revisão bibliográfica, focando no uso de softwares e ferramentas tecnológicas para otimizar a orçamentação, o planejamento e o acompanhamento da obra. A descrição do estudo de caso incluirá os seguintes elementos:

- Descrição do projeto: são apresentados os detalhes do projeto do Centro Ambiental, incluindo seu escopo, objetivos, características e desafios iniciais.
- Aplicação do software OrçaBIM na elaboração do orçamento: é detalhado como o Orçabim foi utilizado para realizar a orçamentação do projeto, demonstrando as

funcionalidades do software na elaboração do orçamento, análise de custos e geração de relatórios. É discutido o impacto do software na precisão e no controle do orçamento.

- Planejamento com o software Microsoft Project: É descrito o uso do Microsoft Project para o planejamento do projeto, com ênfase na criação de cronogramas, definição de tarefas e duração das atividades. A interação entre o planejamento e o orçamento é analisada, destacando como a integração das ferramentas contribui para o sucesso da obra.
- Uso do software *Navisworks* para modelagem e simulação: é explorado como o *Navisworks* foi utilizado para a visualização e simulação do projeto, permitindo a análise das diferentes fases da obra e a identificação de possíveis problemas antes da execução.
- Análise de dados com o software *Power BI*: é discutido como o *Power BI* foi empregado para a análise de dados relacionados à obra, incluindo indicadores de desempenho, controle de custos e prazos. É mostrado como as informações extraídas dos diversos *softwares* foram integradas para gerar relatórios de fácil visualização e tomada de decisões.
- Integração das ferramentas de software e impacto no projeto: ao longo desta seção, é analisada a interação entre as diversas ferramentas utilizadas (*Orçabim*, *MS-Project*, *Navisworks* e *Power BI*) e como elas contribuíram para uma gestão mais eficiente do projeto. São avaliados os benefícios da integração das tecnologias no controle orçamentário, no planejamento e na execução da obra.
- Resultados e lições aprendidas: o estudo de caso finaliza com uma análise dos resultados obtidos na aplicação das diferentes tecnologias apresentadas no projeto, destacando os benefícios, desafios enfrentados e as lições aprendidas. A eficácia da utilização de *softwares* especializados para a gestão integrada de projetos de construção é avaliada, com foco nos aspectos de custo, prazo e qualidade.

Feito isso, na conclusão da seção, são sintetizados os principais achados da revisão bibliográfica e do estudo de caso, destacando a importância da orçamentação e gestão de projetos na construção civil, com o uso de tecnologias como BIM e softwares especializados. Além disso, são apresentadas recomendações para a adoção dessas ferramentas no setor, considerando as oportunidades de melhoria identificadas no estudo de caso. Também são

discutidas possíveis direções para pesquisas futuras e o uso de tecnologias no gerenciamento de projetos na construção civil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GESTÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A gestão de projetos pode ser definida como o processo de planejar, organizar, motivar e controlar recursos, processos e pessoas para alcançar os objetivos estabelecidos no projeto dentro das restrições de custo, tempo e qualidade (PMI, 2017). Segundo o *Project Management Institute* (PMI), as áreas de conhecimento da gestão de projetos incluem integração, escopo, tempo, custos, qualidade, recursos, comunicação, riscos, aquisições e partes interessadas (PMI, 2017). A aplicação dessas áreas de conhecimento na construção civil é desafiadora, tendo em vista a complexidade dos projetos, que frequentemente envolvem múltiplos *stakeholders*, cronogramas apertados e orçamentos rígidos.

A abordagem tradicional desse tipo de gestão, muitas vezes referida como *Waterfall* ou *Cascata*, seguiu um caminho linear de desenvolvimento. Desse modo, cada fase do projeto é completada antes de passar para a próxima. Embora essa abordagem tenha sido amplamente utilizada em projetos da construção civil, com o avanço das tecnologias, práticas como a gestão ágil também começaram a ser consideradas, especialmente em projetos mais flexíveis e com necessidades de adaptação rápida (Serrador; Turner, 2015).

Os projetos de construção civil têm características distintas que exigem uma abordagem específica para uma gestão eficaz. Entre os principais desafios enfrentados, destacam-se a complexidade técnica, a coordenação de equipes multidisciplinares, o controle rigoroso de custos e o cumprimento de prazos. De acordo com Kerzner (2017), um dos maiores desafios na gestão de projetos de construção é o gerenciamento de mudanças imprevistas, como a variação de custos e atrasos na entrega de materiais e serviços.

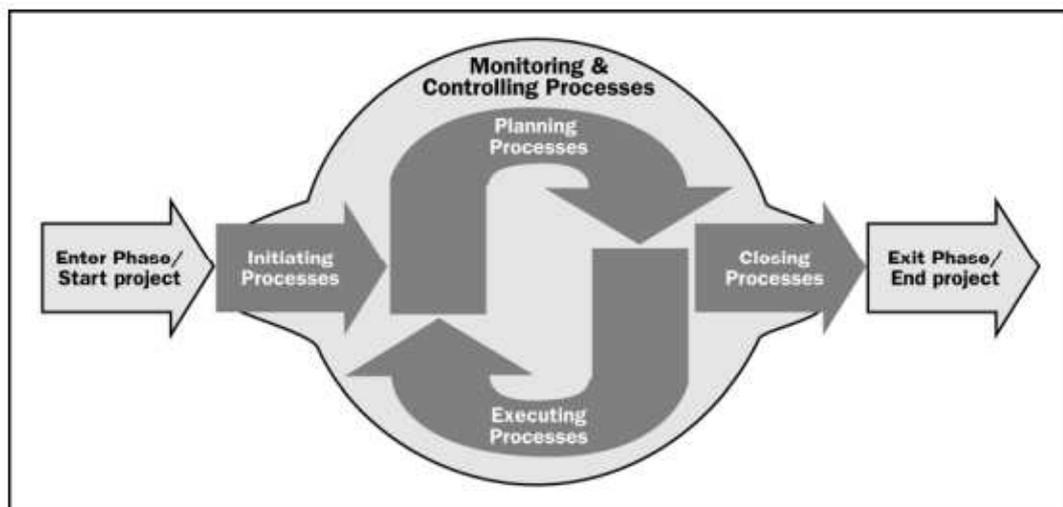
A natureza fragmentada da indústria de construção civil também complica a gestão de projetos. A indústria depende de uma série de contratantes, subcontratantes e fornecedores, tornando a coordenação e comunicação entre todas as partes envolvidas fundamental para o sucesso do projeto. Para lidar com essas complexidades, é essencial um planejamento detalhado, acompanhamento contínuo e uma abordagem integrada para a gestão de todos os aspectos do projeto.

Diante disso, desafios são enfrentados ao executar esse tipo de gestão, tendo em vista a complexidade das obras, a variabilidade dos recursos, a coordenação de diversas equipes e a necessidade de cumprir prazos rigorosos e orçamentos estabelecidos. Para lidar com esses desafios, profissionais do setor têm adotado metodologias e práticas que auxiliam na

organização, controle e execução das obras. Dentre as principais práticas utilizadas, destacam-se o PMBOK, o AWP (*Advanced Work Packaging*) e o *Lean Construction*, cada um com suas abordagens específicas, mas todos focados na otimização de processos, controle de custos e aumento da qualidade.

O PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) é um compêndio de boas práticas para a gestão de projetos em diversos setores, incluindo a indústria da construção civil. O PMBOK define um conjunto de boas práticas, ferramentas e técnicas que são aplicadas para garantir que o projeto seja entregue no prazo, dentro do orçamento e com a qualidade desejada. Para cada uma dessas fases, o PMBOK sugere práticas específicas que devem ser seguidas, incluindo o gerenciamento de riscos, a gestão de custos, a definição de escopo e a comunicação entre as partes envolvidas. Além disso, conforme citado no PMBOK (2017) a natureza integrativa do gerenciamento de projetos requer que o grupo de processos de monitoramento e controle interaja com os outros grupos de processos, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1- Grupos de processos de gerenciamento de projetos



Fonte: (PMI, 2017).

Na construção civil, a aplicação do PMBOK ajuda a manter o controle sobre o progresso do projeto, garantindo que todas as etapas sejam realizadas de maneira ordenada e eficiente. Assim, a adoção de práticas como as descritas no PMBOK, representa o primeiro desafio para aumentar a probabilidade de que a entrega final de um projeto esteja alinhada ao planejamento

estratégico do negócio. Essa abordagem permite que a organização construa seu próprio método, baseado em boas práticas ou em modelos consagrados (PORTUGAL; GASPAR; ANTUNES, 2018).

Já o AWP (*Advanced Work Packaging*) é uma abordagem que se destaca especialmente na gestão de projetos de grande porte e alta complexidade. Por meio dessa abordagem, foca-se na organização do trabalho, criando pacotes de trabalho de forma antecipada. Conseqüentemente, contribui-se para a redução de incertezas e coordenação entre as diferentes disciplinas.

Para tanto, é necessário um plano antecipado do trabalho, com uma visão integrada dos processos e atividades, além da divisão do projeto em pacotes de trabalho menores e mais gerenciáveis. Cada pacote engloba o nível necessário de detalhamento e planejamento para garantir que os recursos sejam alocados de forma eficiente e que as atividades sejam realizadas no tempo certo. Essa abordagem reduz significativamente os riscos de atraso, melhora a coordenação e aumenta a eficiência no uso dos recursos.

Ademais, um dos principais benefícios do AWP é permitir que as equipes trabalhem de forma colaborativa, minimizando erros e retrabalhos. De acordo com Carvalho (2024), as decisões tornam-se mais precisas e o gerenciamento de projetos é aprimorado quando se adota uma perspectiva abrangente, o que contribui para uma gestão mais eficiente e eficaz do projeto.

Por fim, o *Lean Construction* é uma adaptação da filosofia de gestão Lean, originalmente aplicada no setor automobilístico (notavelmente pela Toyota), mas que foi incorporada à construção civil. A *Lean Construction* tem como objetivo otimizar os processos, buscando reduzir tanto o tempo quanto o custo de execução das obras. Isso é alcançado por meio de um planejamento e controle constantes durante todo o processo de construção (PONTELLO; OLIVEIRA; RORIZ, 2020). Essa metodologia busca garantir que todos os recursos do projeto – mão de obra, materiais ou tempo – sejam utilizados de forma eficiente, sem excessos ou falhas. Os principais princípios da *Lean Construction* são:

- Valor para o cliente: as atividades devem ser realizadas com o objetivo de gerar valor para o cliente, eliminando qualquer esforço que não agregue esse valor.
- Redução de desperdícios: em construção, o desperdício pode ocorrer de várias formas, como tempo ocioso, materiais desperdiçados, retrabalho e ineficiência no uso de mão de obra. O *Lean Construction* busca minimizar esses desperdícios.
- Fluxo contínuo: o fluxo de trabalho deve ser constante e eficiente, com o mínimo de interrupções ou gargalos, permitindo que o projeto avance de forma linear e sem atritos.

- Melhoria contínua: o Lean Construction enfatiza a cultura de *kaizen*, ou melhoria contínua, por meio da qual os processos são constantemente revisados e ajustados para garantir que o desempenho do projeto esteja sempre melhorando.

Sendo particularmente útil em obras de grande porte e projetos complexos, pois ajuda a reduzir o tempo de ciclo e a maximizar a produtividade da equipe. Ao adotar essa abordagem, os gestores podem melhorar a eficiência geral do projeto e garantir que os prazos e orçamentos sejam cumpridos.

Portanto, a adoção dessas metodologias resulta em projetos mais eficientes, com maior controle de custos, melhor gestão do tempo e redução de falhas e desperdícios. Desse modo, contribui-se significativamente para o sucesso de obras e empreendimentos de construção civil.

2.2 CICLO DE VIDA DE UM PROJETO

O ciclo de vida de um projeto de construção é uma sequência de fases interligadas que vão desde a concepção inicial do projeto até a entrega final da obra. A correta gestão de cada uma dessas fases é essencial para o sucesso de um projeto, uma vez que garante que o prazo, o custo e a qualidade sejam atendidos conforme as expectativas do cliente e os requisitos do projeto.

Mattos (2019) descreve o ciclo de vida de um empreendimento como composto por diversos estágios, que incluem a concepção e viabilidade, o detalhamento do projeto e planejamento, a execução e, finalmente, a finalização. Esses estágios constituem a base essencial de qualquer projeto de construção, exigindo a colaboração de diversas equipes e profissionais, como engenheiros, arquitetos, gerentes de projeto e fornecedores.

Mattos (2019) descreve o Estágio I do ciclo de vida de um empreendimento, que envolve a definição do escopo, estimativa de custos, análise de viabilidade e o desenvolvimento do anteprojeto até o projeto básico, que inclui informações essenciais para orçamento e execução dos serviços.

Já o Estágio II, de acordo com Mattos (2019), envolve o detalhamento do projeto e do planejamento, incluindo a elaboração de um orçamento analítico mais preciso do que o preliminar e a definição de um cronograma realista para a obra. Nesse estágio, o projeto básico evolui para o projeto executivo, com a inclusão de todos os elementos necessários à execução da obra.

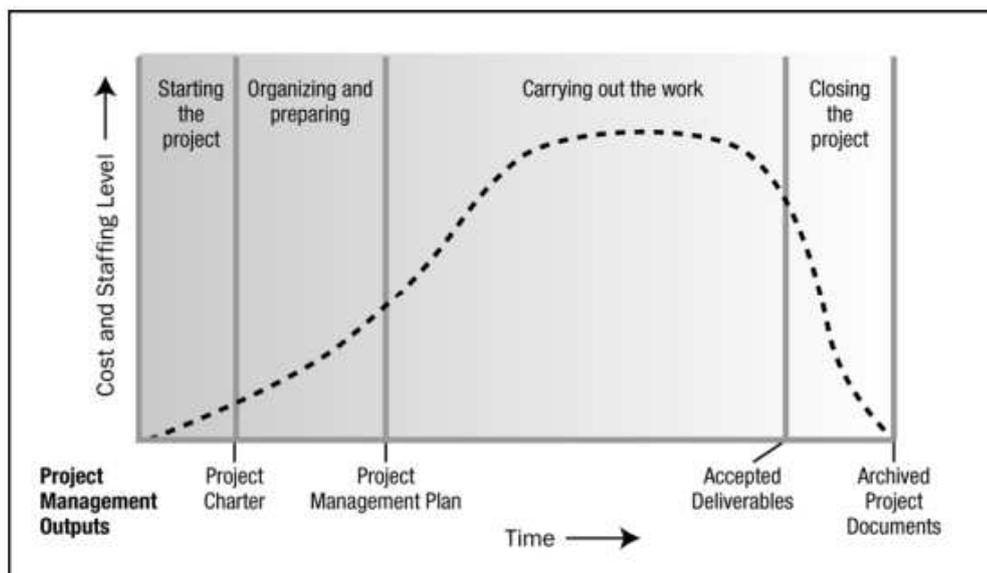
O Estágio III, de acordo com Mattos (2019), refere-se à execução da obra, englobando a realização dos serviços de campo, aplicação de materiais, e utilização de mão de obra e

equipamentos. Inclui também atividades como as montagens mecânicas, instalações elétricas e sanitárias, além do controle da qualidade para garantir que os parâmetros técnicos e contratuais sejam atendidos. A administração contratual e a fiscalização da obra, com supervisão das atividades e resolução de problemas, também fazem parte deste estágio.

Por fim, o Estágio IV, de acordo com Mattos (2019), refere-se à finalização do empreendimento, que inclui atividades como o comissionamento, que consiste na colocação em funcionamento e testes do produto final. Este estágio também envolve a inspeção final para o recebimento da obra, a transferência de responsabilidades, a liberação de retenção contratual e a resolução das últimas pendências, como pagamentos de medições atrasadas e negociações de pleitos contratuais. O termo de recebimento, tanto provisório quanto definitivo, é assinado ao final desse estágio.

Segundo o PMBOK, a estrutura genérica do ciclo de vida de um projeto normalmente segue um padrão característico, onde os níveis de custo e de pessoal são reduzidos no início, aumentam até atingirem um pico durante a execução do projeto, e, em seguida, diminuem de forma acentuada à medida que o projeto é concluído. Esse padrão é ilustrado pela linha pontilhada na Figura 2.

Figura 2- Nível típico de custos e pessoal ao longo do ciclo de vida



Fonte: (PMI, 2017).

Portanto, o ciclo de vida de um projeto de construção abrange todas essas etapas, desde a iniciação até o encerramento da obra, envolvendo uma série de processos interdependentes que devem ser gerenciados de forma organizada, a fim de garantir o sucesso do projeto. Nesse contexto, a gestão de riscos, a coordenação das equipes e a adoção de tecnologias adequadas representam desafios constantes ao longo de todo o ciclo de vida. Dito isso, de acordo com Mattos (2019), o planejamento é essencial para o sucesso de qualquer empreendimento, seja público ou privado, ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. Por meio dele, o gestor pode definir as prioridades, organizar a sequência de execução, comparar alternativas e monitorar atrasos e desvios, assegurando um controle mais eficaz e maior eficiência na execução do projeto.

2.3 ORÇAMENTAÇÃO DE PROJETOS

A orçamentação é uma etapa importante no gerenciamento de projetos de construção, pois estabelece o parâmetro financeiro dentro do qual todas as atividades do projeto devem ocorrer. Segundo Mattos (2019), um orçamento é elaborado a partir da soma dos custos diretos, como mão de obra, materiais e equipamentos, e dos custos indiretos, que envolvem equipes de supervisão e apoio, despesas gerais do canteiro de obras, taxas, entre outros. Além disso, são acrescentados impostos e lucro para se determinar o preço de venda.

É importante o entendimento que orçamento e orçamentação são conceitos distintos, Segundo Aldo Dórea Mattos (2019), o orçamento é o produto e a orçamentação o processo de determinação. A estimativa de custos, que resulta na definição do preço de venda, é essencialmente uma previsão, influenciada por diversos fatores que impactam o custo de um empreendimento. A técnica orçamentária envolve a identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma série de itens, demandando atenção e habilidade técnica. Como o orçamento é elaborado antes da construção efetiva do produto, é necessário realizar um estudo detalhado para evitar lacunas no custo e considerações inadequadas.

Limmer (2015) destaca que, a elaboração de um orçamento adequado é uma das bases da gestão de projetos de construção, já que ele orienta todas as decisões subsequentes, desde a compra de materiais até a alocação de recursos humanos e técnicos.

Além disso, a orçamentação é uma ferramenta relevante para a gestão de riscos no projeto, tendo em vista que permite identificar possíveis variações de custos ao longo do ciclo de vida da obra. Limmer (2015) destaca que a incerteza dos preços de mercado e os custos indiretos são algumas das variáveis que mais impactam um orçamento de construção. A

antecipação de tais variáveis, por meio de uma orçamentação detalhada, ajuda a mitigar riscos financeiros e técnicos, evitando que o projeto passe por algum imprevisto no decorrer da obra.

Para tanto, de acordo com Mattos (s.d.), a composição de custos não deve ser vista como uma simples lista de números extraídos de manuais, mas sim como um processo que reflete a realidade do projeto. Embora regido por conceitos fundamentais de orçamentação, o orçamento deve considerar atributos como aproximação, especificidade e temporalidade, que são essenciais para uma boa previsão dos custos, e que são descritos a seguir.

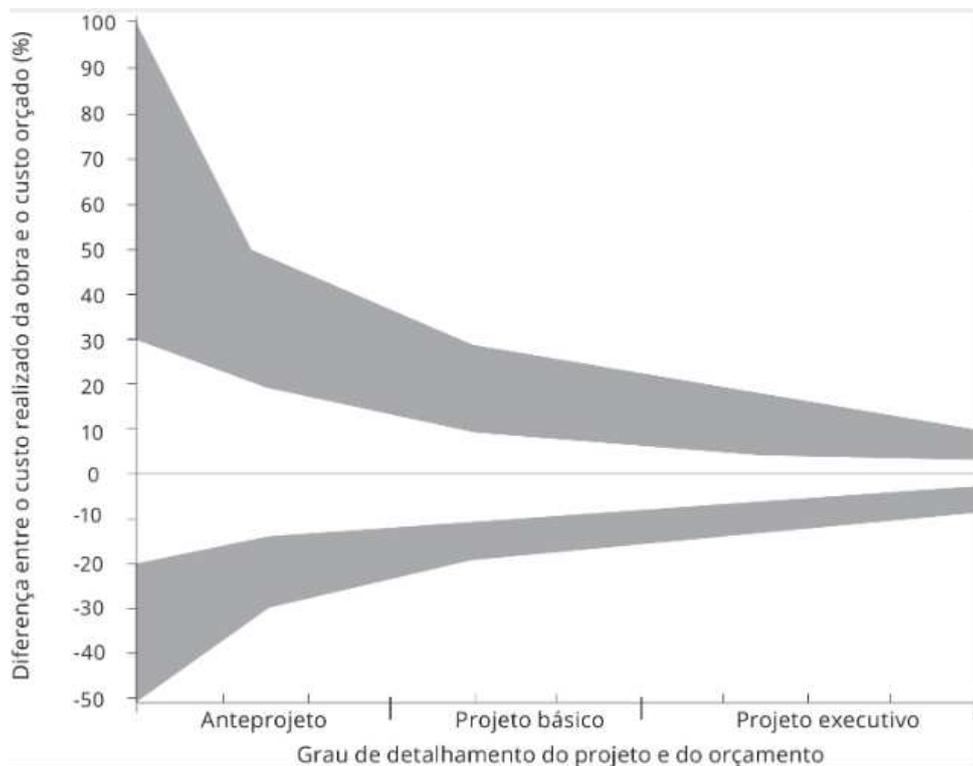
- Aproximação: por se basear em previsões, todo orçamento é aproximado. Apesar de todas as variáveis serem ponderadas, sempre haverá uma estimativa associada. O orçamento não precisa ser exato, mas deve ser preciso. A aproximação de um orçamento está presente em diversos itens, como mão de obra, material, equipamento, custos indiretos, imprevistos e impostos.
- Especificidade: Não se pode falar em orçamento padronizado ou generalizado. Embora um orçamentista possa se basear em trabalhos anteriores, é sempre necessário adaptar o orçamento às especificidades da obra em questão. Todo orçamento está intrinsecamente ligado à empresa, às condições locais, e às particularidades do projeto, garantindo que seja adequado e realista para a execução planejada.
- Temporalidade: Um orçamento elaborado no passado já não é mais válido atualmente, pois está sujeito a diversas mudanças ao longo do tempo. Fatores como flutuação no custo dos insumos, criação ou alteração de impostos e encargos sociais e trabalhistas, evolução dos métodos construtivos com o surgimento de novas técnicas, materiais e equipamentos, além de diferentes cenários financeiros e gerenciais, como terceirização, delegação de tarefas, condições de capital de giro e necessidade de empréstimos, impactam diretamente a validade e a precisão do orçamento.

Com o avanço das tecnologias, ferramentas especializadas têm sido cada vez mais utilizadas para otimizar o processo de orçamentação na construção civil. O uso de *softwares* de orçamentação, como o software *Orçabim*, *Autodesk Revit* e *Sienge*, tem permitido maior precisão e agilidade na elaboração de orçamentos. Esses *softwares* oferecem funcionalidades que interoperam com a quantificação automática de materiais gerada por softwares de modelagem BIM e o cálculo detalhado de custos, o que reduz a possibilidade de erros humanos e melhora a precisão das estimativas.

Entretanto, são enfrentados diferentes desafios durante esse processo. O principal desafio é a incerteza dos preços de mercado, considerando que este pode ser influenciado por fatores como inflação, escassez de materiais e mudanças na demanda. Além disso, a complexidade dos projetos e a diversidade de variáveis envolvidas tornam a orçamentação uma tarefa complexa que exige conhecimento técnico. Por fim, conforme cita Portugal et al. (2018) o controle orçamentário ou financeiro do projeto é fundamental para que sejam tomadas as ações necessárias, essenciais na busca do sucesso do projeto, minimizando os impactos negativos e maximizando as oportunidades.

Aldo Dórea Mattos (s.d.) destaca que, a precisão das estimativas de custos tende a aumentar conforme o nível de detalhamento do projeto se eleva, possibilitando a elaboração de um orçamento mais analítico em vez de uma estimativa imprecisa. A Figura 3 ilustra esse conceito, demonstrando como o grau de detalhamento influencia a precisão da estimativa de custos.

Figura 3 - Graus de detalhamento do projeto e do orçamento



Fonte: Como preparar orçamentos de obras (Aldo Dórea Mattos, 2019)

2.4 A ADOÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Nos últimos anos, o setor da construção civil tem vivenciado uma transformação impulsionada pelo avanço das tecnologias de informação e da comunicação. A adoção de ferramentas digitais e soluções tecnológicas está redefinindo processos tradicionais, proporcionando mais eficiência, agilidade, controle e integração nas diversas fases do ciclo de vida dos projetos. Tecnologias BIM, softwares de gestão de projetos e ferramentas de análise de dados, como Power BI, têm sido cada vez mais incorporadas ao ambiente da construção civil. Isso trouxe importantes benefícios em termos de redução de custos, melhorias na qualidade e otimização do tempo de execução.

O BIM é uma nova abordagem que utiliza modelos 3D digitais para representar, de maneira detalhada e integrada, todas as informações de um projeto de construção. Esse processo não se limita à visualização gráfica, mas abrange todas as etapas do ciclo de vida de um projeto, desde o planejamento e o design até a operação e a manutenção do edifício. A principal vantagem do BIM é a integração das informações, pois permite uma coordenação adequada entre os diversos *stakeholders* (interessados como engenheiros, arquitetos, construtores, fornecedores, etc.). Isso facilita a detecção precoce de conflitos entre os projetos arquitetônico, estrutural e outros projetos como o hidráulico, o que evita retrabalho e desperdício de recursos. De acordo com de Paula et al. (2017), a aplicação do BIM no gerenciamento de projetos facilita a integração entre os profissionais e os projetos, permitindo que os dados sejam compartilhados e tornando os processos de alterações automatizados. Isso possibilita que várias equipes trabalhem simultaneamente no mesmo arquivo base, evitando que modificações feitas por um profissional não sejam comunicadas aos demais envolvidos no projeto.

Além disso, o BIM permite a simulação de cenários e a otimização do planejamento de recursos, como materiais, mão de obra e equipamentos, tornando o orçamento mais preciso e o cronograma mais realista. Sabol (2008, apud Castanheira, 2024) afirma que "a orçamentação de um projeto, quando feita sem a utilização de BIM, demanda tempo e organização, principalmente para a etapa de quantificação", sendo a extração de quantitativos a grande mudança trazida pelo BIM.

O software Power BI é uma ferramenta de análise e visualização de dados da *Microsoft*, que tem ganhado espaço na construção civil, especialmente no que se refere à análise de dados em tempo real. Com o uso do Power BI, é possível gerar painéis de controle interativos que fornecem uma visão precisa sobre o desempenho de um projeto, o andamento da obra e o uso de recursos. Essas ferramentas permitem que os gestores tenham acesso a dados atualizados

sobre custos, cronograma, e qualidade da obra, permitindo a identificação de tendências e a melhor tomada de decisões.

De acordo com Bairros (2022), o Power BI é uma ferramenta que facilita a execução dos serviços ao permitir a criação de painéis e relatórios. Esses modelos podem ser usados durante o planejamento ou acompanhamento de uma obra, ajudando a antecipar ou identificar falhas e os motivos que as causam. A integração com sistemas de gestão de projetos como o *Microsoft Project* permite que os dados sejam extraídos automaticamente, reduzindo o risco de erros e otimizando o tempo de análise.

Nesse sentido, os softwares de gestão de projetos são fundamentais para a organização e o controle das obras de construção civil. Ferramentas como *Microsoft Project*, *Sienge*, *OrçaBIM* e o *Navisworks* são utilizadas no setor para planejar, monitorar e controlar todas as fases de um projeto. Esses programas possibilitam a criação de cronogramas, a alocação de recursos, o acompanhamento do progresso da obra e a identificação de desvios em tempo real.

Além disso, a maioria desses softwares oferecem funcionalidades que permitem a integração entre as diversas áreas do projeto, como orçamento, controle financeiro e gerenciamento de riscos. Dessa forma, o uso de *softwares* de gestão de projetos permite que as equipes de trabalho tenham acesso a informações em tempo real, facilitando a tomada de decisões e a comunicação entre os membros da equipe.

De acordo com Cavalcanti et al. (2018), a gestão colaborativa de projetos, facilitada pelo padrão IFC e pela cultura da modelagem BIM, promove uma comunicação unificada entre todos os participantes em todos os níveis da construção. Isso cria um ambiente de trabalho colaborativo, onde as informações fluem livremente entre as diversas áreas do projeto, como planejamento, orçamentação e execução. Dessa forma, a adoção de tecnologias no setor da construção civil tem se mostrado essencial para aumentar a competitividade, melhorar a eficiência e garantir a qualidade dos projetos. O uso dessas tecnologias permitirá que a construção civil avance para um futuro mais inovador, colaborativo e eficiente.

2.5 INTEROPERABILIDADE ENTRE SOFTWARES: O PAPEL DO IFC NA GESTÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

A interoperabilidade entre softwares é um fator importante para o sucesso da gestão de projetos na construção civil, uma vez que permite a troca de dados entre diferentes plataformas utilizadas ao longo do ciclo de vida de um projeto. A complexidade desses projetos, que envolvem múltiplas disciplinas e equipes, exige que as ferramentas utilizadas para o planejamento, orçamentação e execução da obra se comuniquem de forma adequada.

De acordo com Veras e Ruschel (2009), uma boa interoperabilidade elimina a necessidade de duplicar dados de entrada já gerados, facilitando de maneira automatizada e sem obstáculos o fluxo de trabalho entre diferentes aplicativos durante o processo de projeto.

Nesse contexto, o IFC desempenha um papel central por meio de um formato aberto e universal, que facilita a troca de informações entre diversos softwares. Trata-se de um formato de dados utilizado no contexto do BIM, que permite a interoperabilidade entre diferentes plataformas e sistemas. O IFC foi projetado para garantir que as informações geradas em um software de modelagem possam ser compartilhadas com outros softwares sem perdas de dados, assegurando a consistência e a integridade das informações ao longo de todas as etapas do projeto (buildingSMART, 2021).

Ferramentas como *Navisworks*, *Orçabim*, *Microsoft Project* e *Power BI*, entre outras, podem ser integradas por meio do IFC, o que facilita a comunicação entre diferentes equipes e disciplinas envolvidas no projeto. A integração dos dados nesses softwares reduz a possibilidade de erros de comunicação, como a introdução de informações desatualizadas ou inconsistentes, e aumenta a eficiência operacional, uma vez que todos os envolvidos no projeto têm acesso às mesmas informações em tempo real.

Além disso, o uso do IFC permite que as equipes de trabalho – sejam elas responsáveis pelo planejamento, pela execução ou pela orçamentação – possam colaborar de maneira mais efetiva, aproveitando o conhecimento compartilhado e melhorando a tomada de decisões. De acordo com Vanlande, Nicolle e Cruz (2011), esse modelo de construção descreve tanto os elementos concretos quanto os abstratos, permitindo que todos os participantes de um projeto de construção compartilhem e troquem informações com a mesma descrição.

Assim, a interoperabilidade proporcionada pelo IFC é um pilar essencial para a gestão integrada de projetos na construção civil, tendo em vista que contribui para a otimização do tempo, custos e recursos envolvidos nesse processo. Sendo que de acordo com Veras e Ruschel (2009), o IFC é fundamental para o desenvolvimento do BIM, sendo um dos principais

elementos para a efetivação da interoperabilidade. Portanto, trata-se de uma ferramenta imprescindível para o sucesso dos projetos de construção civil.

2.6 DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA GESTÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

A gestão de projetos de construção civil é uma atividade complexa que envolve diversas disciplinas e a coordenação de múltiplas equipes, além de ser caracterizada por uma grande variedade de fatores que podem impactar sua execução, desde o controle de custos até a entrega dentro do prazo estipulado. Nesse contexto, surgem tanto desafios quanto oportunidades que moldam o sucesso ou o fracasso de um projeto.

A falta de comunicação e integração entre as diversas equipes envolvidas em um projeto de construção é um dos principais desafios na gestão de projetos. Engenheiros, arquitetos, fornecedores e outros profissionais frequentemente trabalham de forma isolada, o que pode resultar em falhas na execução, retrabalhos e atrasos. De acordo com Frej e Alencar (2010), a gestão de múltiplos projetos em uma organização se torna significativamente mais complexa, sendo necessário tratá-los como um portfólio integrado, em vez de um conjunto desconexo de projetos. Sendo necessário uma comunicação bem-feita.

Outro grande desafio na construção civil é o controle dos custos do projeto. O setor é conhecido por apresentar custos imprevisíveis e dificuldades para manter o orçamento dentro dos limites planejados. A escassez de dados precisos e a falta de ferramentas adequadas para monitoramento contínuo podem resultar em aumento desses custos. De acordo com Mattos (2019), o processo de planejamento e controle desempenha um papel essencial nas empresas, pois tem grande impacto no desempenho da produção.

Além disso, o cumprimento de prazos é um desafio constante na construção civil, dado o grande número de variáveis envolvidas, como condições climáticas, falta de materiais, escassez de mão de obra qualificada, entre outras. O gerenciamento de um cronograma detalhado é crucial para a entrega no prazo estabelecido, mas a complexidade do setor torna esse controle bastante difícil. Mattos (2019) destaca que, os gerentes de obra frequentemente enfrentam situações em que a disponibilidade de recursos, como humanos, materiais ou equipamentos, limita o planejamento, especialmente quando o cronograma indica a sobreposição de atividades que exigem mais recursos do que estão disponíveis para serem realizadas simultaneamente, sendo necessário planejar as atividades considerando diversos fatores além do tempo.

No entanto, apesar dos desafios presentes na construção civil, as oportunidades para superar essas dificuldades são vastas, principalmente por meio da adoção de tecnologias como BIM, softwares de gestão de projetos e ferramentas de análise de dados. A implementação dessas soluções pode otimizar processos, melhorar a precisão orçamentária e reduzir os retrabalhos, aumentando a eficiência e o sucesso dos projetos. Dessa forma, a aplicação de inovações tecnológicas são, portanto, fundamentais para transformar os desafios em oportunidades na construção civil.

A utilização de novas tecnologias oferece diferentes oportunidades para melhorar a gestão de projetos na construção civil. A integração de BIM, por exemplo, tem transformado a maneira como os projetos são planejados e executados. De acordo com Gonçalves (2016), o uso das ferramentas de gestão de projetos aumenta a precisão das informações, o que, por sua vez, contribui para um maior aumento da produtividade e para a racionalização das decisões tomadas.

Além disso, softwares de gestão de projetos, como o *Microsoft Project* e o *Orçabim*, permitem um acompanhamento do cronograma e do orçamento, ajudando as empresas a tomar decisões mais rápidas e informadas. A utilização de plataformas que facilitam o compartilhamento de dados entre as equipes também contribui para uma maior eficiência na execução do projeto, pois minimiza erros e retrabalhos. O uso de ferramentas como *Power BI* permite ainda a criação de relatórios e *dashboards* interativos, o que proporciona uma visão clara e objetiva do progresso da obra, custos e recursos disponíveis.

A precisão orçamentária também é um dos maiores desafios enfrentados no contexto da construção civil, todavia, também representa uma das maiores oportunidades para melhorar a gestão dos projetos. Por meio da utilização de softwares especializados, em conjunto com tecnologias BIM, é possível oferecer uma melhor base para estimativas mais realistas e para o controle contínuo do orçamento. Castanheira (2024) destaca que, as possibilidades de simulação de custos e de estudos de faseamento, proporcionadas pela utilização de softwares, aprimoram significativamente as capacidades do orçamento de obra, seja como previsão ou como gestão.

Por fim, é válido destacar que o retrabalho é uma das principais fontes de ineficiência no setor da construção civil. A falta de coordenação entre as equipes, mudanças frequentes no projeto e erros de execução contribuem para a necessidade de retrabalho, o que impacta diretamente no custo e no prazo de entrega. No entanto, a utilização do BIM e de outras tecnologias de modelagem e planejamento pode reduzir significativamente a ocorrência de

erros e ajustes durante a execução da obra. Com a integração de dados em tempo real, as equipes podem identificar problemas antes mesmo de se tornem críticos. Portanto conforme cita Gonçalves (2016), a colaboração e cooperação são fundamentais nesse contexto, e a adoção de sistemas computacionais se torna necessária para mediar as relações.

3 METODOLOGIA

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa. Conforme Godoy (1995), em um estudo quantitativo, o pesquisador segue um plano pré-estabelecido, com hipóteses claramente definidas e variáveis operacionalmente definida, sendo neste caso utilizada revisão bibliográfica e um estudo de caso. Neste trabalho, a revisão bibliográfica foca em referências acadêmicas e técnicas sobre orçamento e a gestão de projetos, com ênfase em ferramentas que otimizam esses processos. Por meio do estudo de caso, analisa-se a orçamentação e gestão do projeto de um Centro Ambiental planejado para ser executado no bairro Terras Altas, na cidade de Juiz de Fora.

Além disso, este trabalho envolve uma revisão bibliográfica utilizando livros e artigos, a qual foi conduzida com o objetivo de contextualizar e embasar teoricamente os processos de orçamentação e gestão de projetos na construção civil. Para tanto, foram pesquisadas diferentes fontes, como livros, artigos científicos, normas técnicas e manuais de boas práticas, abordando tópicos como:

- Métodos de orçamentação na construção civil;
- Modelos de gestão de projetos aplicados à construção;
- Tecnologias BIM e sua aplicação em orçamentos e gestão de obras;
- Softwares de apoio à gestão e orçamentação, como *OrçaBIM*, *Navisworks*, *Microsoft Project* e *Power BI*.

Trata-se, ainda, de um estudo de caso cujo foco é o projeto do Centro Ambiental no bairro Terras Altas, considerando sua concepção, planejamento e orçamentação. Para tanto, foram selecionados os documentos do projeto e analisados dados sobre custos, cronograma e planejamento.

Tendo em vista a otimização do processo de orçamentação e gestão do projeto, foram usadas as seguintes ferramentas de softwares:

- OrçaBIM: utilizado para a geração de orçamentos detalhados a partir de modelos BIM, o que permitiu uma estimativa de custos mais precisa e automatizada;
- Navisworks: empregado para a integração e compatibilização dos diferentes modelos do projeto, o que possibilitou a detecção de interferências e a melhoria da coordenação entre disciplinas;
- Microsoft Project: aplicado com vistas ao planejamento e controle do cronograma da obra, permitindo a gestão eficiente dos prazos e recursos do projeto;

- Power BI: utilizado para a análise e visualização de dados, permitindo a criação de *dashboards* interativos para acompanhamento dos custos, prazos e desempenho do projeto.

Os resultados foram analisados com base na eficácia das ferramentas na otimização do processo de gestão e orçamento. Foram avaliados aspectos como precisão da estimativa de custos, redução de retrabalho, melhoria na comunicação entre equipes e impacto na eficiência do planejamento. O *Power BI* foi empregado para a criação de relatórios que auxiliaram na tomada de decisão e no acompanhamento da evolução do projeto.

4 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO EM UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO (CENTRO AMBIENTAL)

4.1 DESCRIÇÃO DO PROJETO

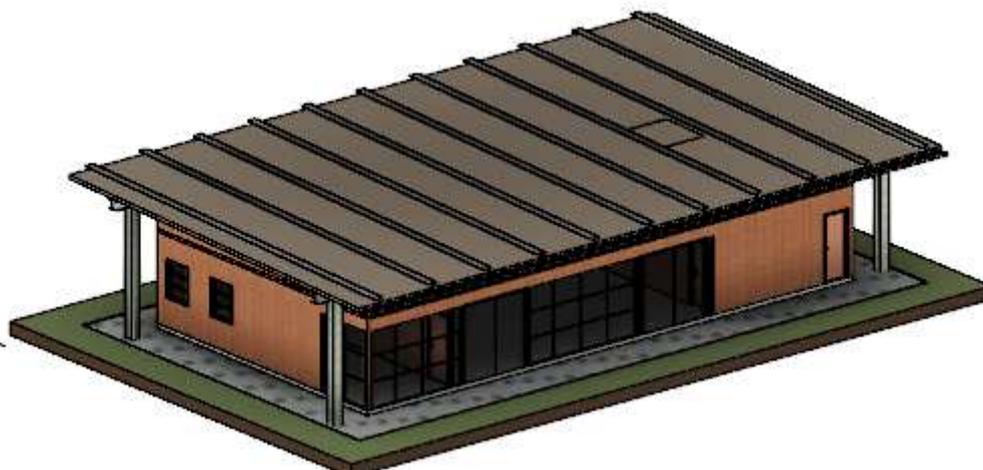
Este trabalho tem como foco a apresentação do projeto do Centro Ambiental, incluindo seu escopo, objetivos, características e os desafios iniciais enfrentados durante sua execução. O projeto em questão foi fornecido pela construtora Rezende e está localizado no condomínio do bairro Terras Altas, em Juiz de Fora, Minas Gerais. A edificação é destinada a abrigar um Centro Ambiental, com foco na sustentabilidade e em práticas ecologicamente corretas.

Para isso, foi realizado um estudo de caso voltado à gestão de projetos, com ênfase na aplicação de tecnologias que buscam otimizar os processos envolvidos. Buscando analisar o impacto dessas ferramentas na melhoria da eficiência e na tomada de decisões, além de identificar as boas práticas adotadas e os desafios enfrentados ao longo do desenvolvimento do projeto. Com isso, pretende-se não apenas apresentar o projeto em si, mas também refletir sobre a utilização de tecnologias no gerenciamento de obras e na superação de desafios inerentes ao processo de construção.

O estudo evidenciou desafios relacionados ao local onde a obra será construída, como questões logísticas e acessibilidade, além de desafios financeiros que impactam diretamente no planejamento e na execução das etapas do projeto. Tais aspectos exigiram a análise e a adoção de soluções, a fim de garantir a viabilidade e a eficácia do projeto.

O modelo adotado neste estudo segue as diretrizes do projeto da construtora Rezende. A Figura 4, a seguir, ilustra a representação em 3D do projeto, com o objetivo de apresentar uma visão geral do Centro Ambiental. A planta baixa completa está disponível no Anexo A, oferecendo uma visão detalhada da disposição dos ambientes e das funcionalidades do edifício.

Figura 4 - Representação 3D do Centro Ambiental



Fonte: Rezende Construtora (2024).

4.2 O MODELO COMO ARTICULADOR DE INFORMAÇÃO

O modelo de um projeto de construção desempenha um papel fundamental como articulador de informações ao integrar dados técnicos, operacionais e gerenciais em um único ambiente. Ele funciona como um repositório centralizado, permitindo que diferentes equipes envolvidas – arquitetos, engenheiros, gestores e operários – acessem e compartilhem informações de maneira efetiva.

A proposta é que o modelo forneça informações relevantes para a construção, indo além de uma representação visual em 3D, em que a geometria se torna uma consequência. Sendo assim, é essencial que as informações contemplem todos os dados necessários para alcançar o objetivo do projeto, em vez de se restringirem a uma única etapa. Para isso, é importante considerar o ciclo de vida das edificações, garantindo que a modelagem abranja todas as suas fases.

Por fim, é válido destacar que, com o avanço das tecnologias na construção civil, modelos digitais como o BIM tornaram-se essenciais para otimizar a comunicação entre os envolvidos no projeto. Esses modelos oferecem representações tridimensionais que podem ser associadas a bancos de dados que possuem inúmeras informações sobre materiais, custos, prazos e sustentabilidade. Dessa forma, reduzem-se erros, retrabalhos e inconsistências que poderiam comprometer a execução da obra. Portanto, o modelo de um projeto de construção

não é apenas uma representação gráfica, mas uma ferramenta que viabiliza a integração de informações e aprimora a gestão de todo o ciclo de vida da edificação.

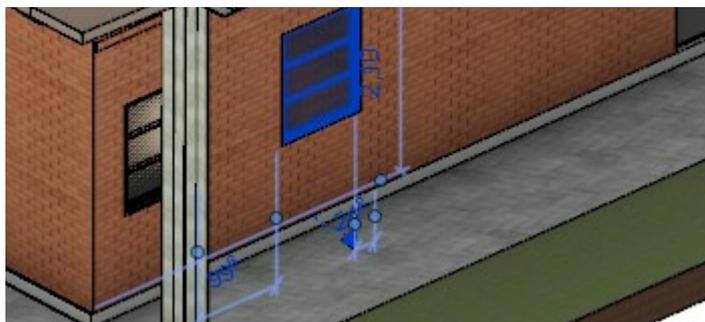
4.2.1 REPRESENTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DE UM ELEMENTO NO MODELO DE CONSTRUÇÃO

Antes de apresentar as informações do modelo, é fundamental compreender seu significado. Por isso, é importante compreender que essas informações contemplam não só a representação geométrica em 3D, mas também incorporam atributos que tornam o modelo mais inteligente e funcional ao longo das diferentes fases do projeto. Elas podem ser classificadas da seguinte forma:

- **Geometria:** dimensões, forma e posição do elemento no modelo.
- **Propriedades físicas e materiais:** tipo de material, resistência, densidade, isolamento térmico/acústico, entre outros.
- **Dados funcionais:** capacidade de carga, eficiência energética, desempenho estrutural.
- **Informações de custo:** orçamento, custos unitários, estimativas de manutenção.
- **Fases do ciclo de vida:** dados sobre fabricação, instalação, manutenção e descarte.
- **Interoperabilidade:** parâmetros para integração com outros sistemas e disciplinas, como elétrica, hidráulica e estrutural.

Cada elemento dentro de um modelo de construção carrega essas informações essenciais para a execução e gestão do projeto. Com o uso de metodologias como o BIM, esses dados são organizados de forma integrada, permitindo uma melhor tomada de decisões, compatibilização entre disciplinas e maior eficiência ao longo do ciclo de vida da edificação. Dessa forma, o modelo se torna um repositório de informações, já que contribui para a otimização do processo construtivo. Para exemplificar essa abordagem, foi utilizada a seleção do elemento janela do projeto do Centro Ambiental, conforme Figura 5, a seguir.

Figura 5 - Janela centro ambiental



Fonte: Rezende Construtora (2014).

Geralmente, os parâmetros do elemento selecionado são exibidos em branco, como ilustrado na Figura 6, a seguir. Nela, observa-se que informações como fabricante, descrição, código, modelo, custo e padrão IFC quando exportado não estão preenchidas. Esses parâmetros, no entanto, podem ser essenciais para a etapa de orçamentação.

Figura 6 - Propriedades do elemento janela

Propriedades de tipo

Família: JANELA Carregar...

Tipo: JA_Paineis(1x3)_1.00x1.20 Duplicar...

Renomear...

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
Coeficiente de ganho de calor solar	
Resistência térmica (R)	
Coeficiente de transferência de calor (U)	
Dados de identidade	
URL	www.projetoAcg.com
Comentários de tipos	
Fabricante	
Descrição	
Código de montagem	
Tipo de imagem	
Nota-chave	
Modelo	
Custo	
Descrição de montagem	
Marca de tipo	J01
Número OmniClass	
Título OmniClass	
Nome do código	
Parâmetros IFC	
Exportar tipo para IFC como	
Nada	0,0000

Ordenar por: ↑ ↓ ↕

<< Visualizar OK Cancelar Aplicar

Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM no Revit (2024).

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (Brasil, 2024), a modelagem BIM do objeto contratado deve atender a uma série de requisitos essenciais, denominados Requisitos de Informação do Projeto (RIP). Esses requisitos são importantes para assegurar que o modelo digital não apenas represente a geometria do projeto, mas também inclua informações completas e precisas sobre os aspectos técnicos, funcionais e operacionais da obra. Os requisitos são os seguintes:

- Informações Gerais do Projeto (DNIT-A-InfoProjeto): identificação do objeto com informações como a fase, a disciplina e o número da revisão, dados do contrato, localização do empreendimento e responsáveis.
- Propriedades Geométricas do Elemento (DNIT-B-PropGeom): dimensões dos elementos visando a quantificação, por exemplo: comprimentos, larguras e espessuras.
- Propriedades de Material, de Classificação e Parametrizadas do Elemento (DNIT-C-PropMatClassParam): nomenclatura do elemento, código de classificação, material de construção e quantitativos calculados por fórmulas.

- Propriedades Geográficas e de Localização Espacial (DNIT-D-Geo): sistema de coordenadas e coordenadas referenciais para georreferenciamento do projeto.
- Requisitos de Custos (DNIT-E-Custos): responsáveis pelo orçamento, referência da base de custos utilizada, código da Estrutura Analítica de Projeto (EAP), entre outros.
- Requisitos de Planejamento de Obra (DNIT-F-Plan): responsáveis pelo planejamento, informações sobre a implantação ou adequação dos elementos.
- Requisitos de Gestão de Ativos (DNIT-G-Ativos): informações relativas a garantias, reposição de elementos e periodicidade de manutenções.

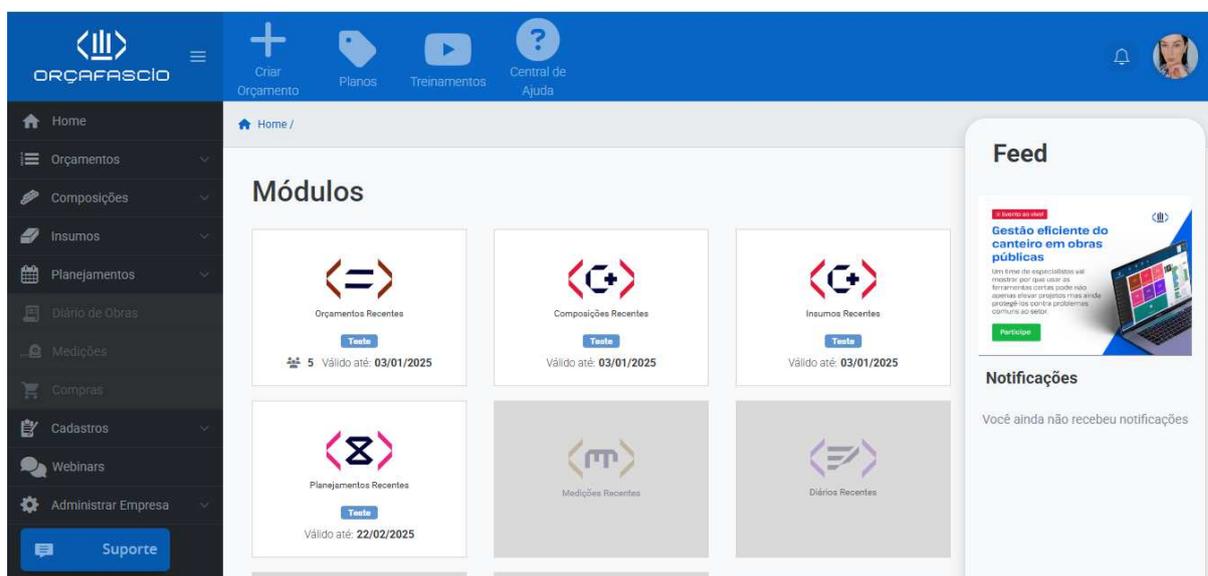
O cumprimento desses requisitos assegura a integração entre as diferentes disciplinas envolvidas, otimiza os processos de gestão e contribui para a eficiência ao longo de todas as fases do ciclo de vida da edificação.

4.3 APLICAÇÃO DO ORÇABIM NA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS

A adoção cada vez mais ampla do BIM na construção civil tem impulsionado o desenvolvimento de ferramentas especializadas na gestão de custos e orçamentos. Entre essas ferramentas, destaca-se o OrçaBIM, um software que integra o modelo BIM à orçamentação, possibilitando uma análise automatizada dos custos do projeto.

Neste trabalho, uma versão do licenciamento acadêmico do software foi utilizada para avaliar sua eficiência na extração de quantitativos, na integração com bases de dados de custos e no aprimoramento da precisão das estimativas financeiras, contribuindo para uma gestão mais assertiva acerca dos recursos. A interface do software é apresentada na Figura 7.

Figura 7- Interface do software OrçaBIM

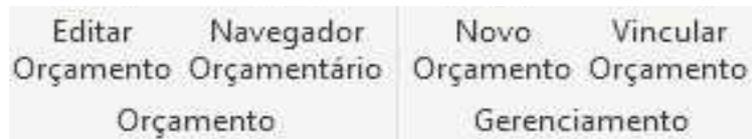


Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM versão web (2024).

O software está disponível tanto em versão *web* quanto por meio de plugins integrados ao Revit, permitindo uma maior flexibilidade na sua utilização. Com essa integração, é possível extrair quantitativos diretamente do modelo BIM, vincular bases de dados de custos e estruturar orçamentos de forma automatizada. Esse processo otimiza significativamente a orçamentação, reduzindo erros manuais, aumentando a precisão das estimativas financeiras e melhorando a eficiência na gestão de custos do projeto.

A Figura 8 a seguir, ilustra as principais funcionalidades do plugin integrado ao Revit, evidenciando suas opções de uso. Entre elas, destaca-se a possibilidade de criar um orçamento do zero, o que permite a extração de quantitativos diretamente do modelo BIM. Além disso, o plugin oferece a alternativa de vincular um orçamento previamente estruturado, facilitando a integração com bases de dados de custos e otimizando o processo de orçamentação.

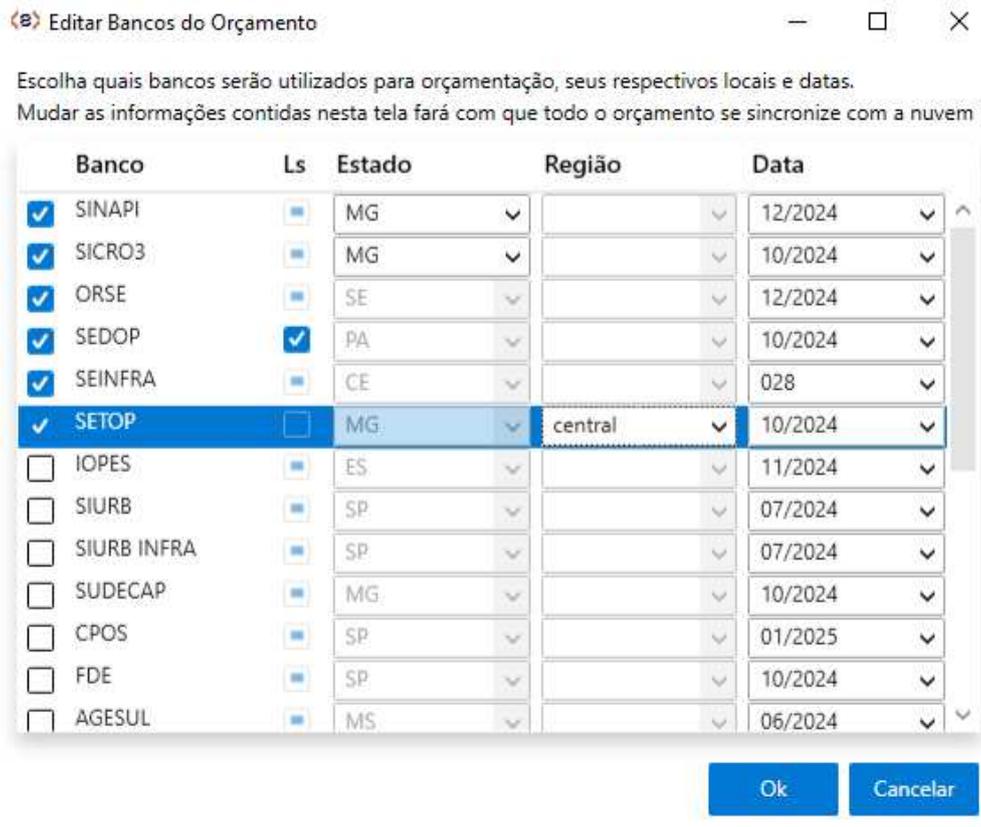
Figura 8- Opções do plugin no Revit



Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM no Revit (2024).

Nesta pesquisa, optou-se pela criação de um novo orçamento. A Figura 9, a seguir, ilustra a possibilidade de selecionar diversas bases de dados, porém, para este estudo, foram selecionadas as seguintes: SINAPI, SICRO, ORSE, SEDOP, SEINFRA e SETOP. No entanto, na constituição do orçamento, optou-se por utilizar somente a SINAPI. Vale destacar que o software também permite a criação de composições próprias, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 9 - Bases de dados no OrçaBim



Fonte: Captura de dados no OrçaBIM versão web (2024).

Figura 10 - Criação de composições

Passo 3 / 3 - Inserção de INSUMOS e COMPOSIÇÕES AUXILIARES

CÓDIGO	00000003				
CÓDIGO SECUNDÁRIO					
DESCRIÇÃO	Alvará e ART de execução				
ESTADO	Minas Gerais				
VALOR NÃO DESONERADO	R\$ 1.000,00				
VALOR DESONERADO	R\$ 1.000,00				

BANCO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	TIPO	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO NÃO DESONERADO
Próprio	00000003	Alvará e ART de execução	Taxas	VB	1.000,00

adicionar

 COMPOSIÇÃO

adicionar

 INSUMO

Fonte: Captura de dados no OrçaBIM versão web (2024).

Para exemplificar o processo de elaboração do orçamento utilizando o plugin, foi selecionada uma das etapas do projeto como referência. No Anexo B, é apresentado o orçamento completo, tanto o sintético como o analítico, abrangendo todas as fases do empreendimento.

Dito isso, como a versão acadêmica do software limita o valor do orçamento a R\$ 100.000,00, optou-se por elaborar o orçamento aplicando um fator de redução, dividindo os quantitativos por 100. Dessa forma, todos os valores foram apresentados de maneira proporcional dentro dessa restrição. Na Tabela 1, a seguir, são exibidos os valores reais, sem a aplicação dessa redução.

Tabela 1 – Orçamento com os valores reais

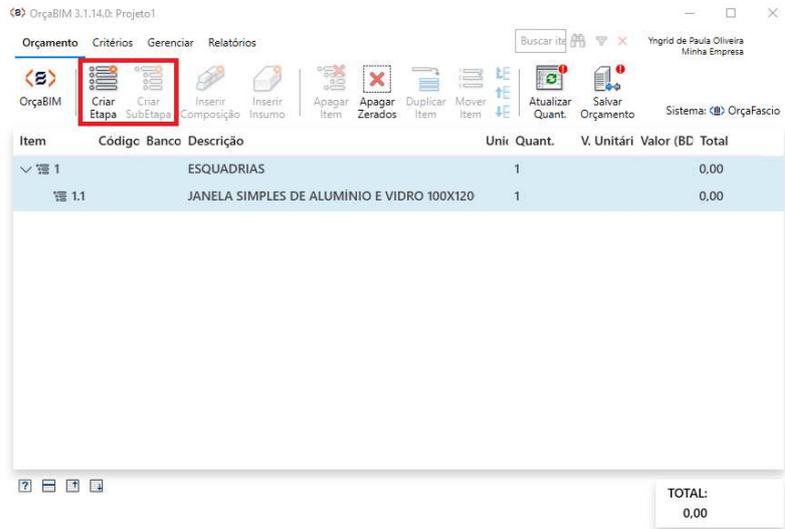
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR S/BDI	VALOR C/BDI 20%
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 22.255,00	R\$ 26.706,00
2	FUNDAÇÕES	R\$ 50.716,00	R\$ 60.859,20
3	ALVENARIA ESTRUTURAL	R\$ 33.992,00	R\$ 40.790,40
4	LAJE	R\$ 40.896,00	R\$ 49.075,20
5	COBERTURA	R\$ 36.458,00	R\$ 43.749,60
6	REVESTIMENTOS	R\$ 31.695,00	R\$ 38.034,00
7	PINTURA	R\$ 13.769,00	R\$ 16.522,80
8	LOUÇAS E METAIS	R\$ 3.210,00	R\$ 3.852,00
9	ESQUADRIAS	R\$ 28.490,00	R\$ 34.188,00
10	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 13.400,00	R\$ 16.080,00
11	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	R\$ 13.400,00	R\$ 16.080,00
12	COMPLEMENTOS	R\$ 6.607,00	R\$ 7.928,40
13	SERVIÇOS FINAIS	R\$ 1.500,00	R\$ 1.800,00
VALOR TOTAL		R\$ 296.388,00	R\$ 355.665,60

Fonte: Elaboração própria.

É importante destacar que, devido às limitações tanto do modelo quanto do plugin, resultantes do acesso educacional, algumas etapas não puderam ser extraídas diretamente pelo software. A seguir, detalha-se a etapa de esquadrias, mostrando a aplicação do OrçaBIM na sua estruturação.

- a. Foi adicionada a etapa "Esquadrias", com a subetapa "Janelas e Portas".

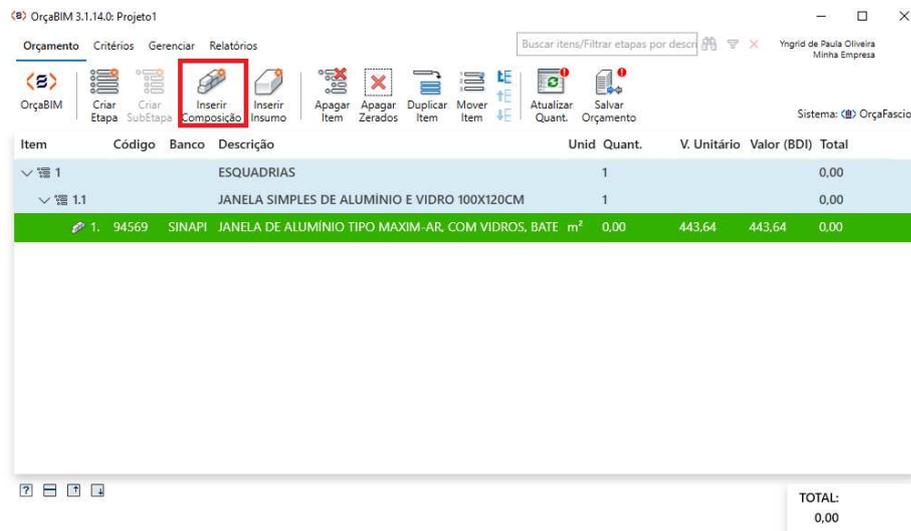
Figura 11 - Etapa e subetapa no OrçaBim



Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM no Revit (2024).

- b. A composição SINAPI foi vinculada ao item.

Figura 12 - Composição adicionada ao item



Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM no Revit (2024).

Em síntese, primeiramente, seleciona-se a categoria correspondente ao elemento desejado para a extração das informações. Neste caso, refere-se às janelas, Figura 5. Em seguida, define-se o material específico a ser considerado na extração. Neste exemplo, verificam-se as esquadrias de alumínio e as esquadrias de vidro.

Os quantitativos de ambos os materiais foram extraídos de forma conjunta para a composição do orçamento, conforme apresentado na Figura 13, a seguir, garantindo uma visão unificada dos elementos. No entanto, o software também permite a extração separada, caso seja necessário um detalhamento mais específico para cada tipo de material.

Figura 13- Seleção da categoria janelas

Editor de Subcritérios

Subcritério Filtros

Janelas

Tipo do Subcritério: Material

Regras de Critério

Tipo de Unidade: Área

Unidade: m²

Somente utilizados

Categoria: Janelas

Material

- .Esquadria_Aluminio
- .Esquadria_Vidro

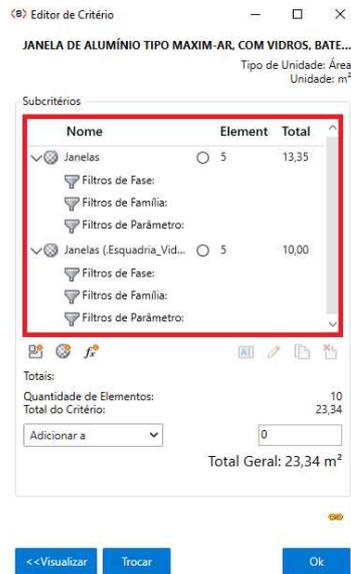
Quantidade de Elementos: 5

Total de Subcritério: 13,35

Ok Cancelar

Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM no Revit (2024).

Figura 14 - Elementos da janela



Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM no Revit (2024).

Em seguida, a composição da janela é adicionada ao orçamento. Como as composições já estão integradas ao plugin, basta selecionar a opção desejada. A partir disso, as quantidades extraídas diretamente do modelo são utilizadas para calcular automaticamente o custo do item, tornando o processo mais ágil e preciso, conforme apresentado na Figura 15, a seguir.

Figura 15- Custo do item pela Sinapi

Item	Código	Banco	Descrição	Unic	Quant.	V. Unitário	Valor (BD)	Total
1			ESQUADRIAS		1			10.354,56
1.1			JANELA SIMPLES DE ALUMINIO E VIDRO 100X120CM		1			10.354,56
	94569	SINAF	JANELA DE ALUMINIO TIPO MAXIM-AR, COM VIDROS	m²	23,34	443,64	443,64	10.354,56
TOTAL:								10.354,56

Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM no Revit (2024).

Também é importante destacar a necessidade de uma análise crítica dos valores apresentados no orçamento. Embora o processo seja automatizado, ele pode estar sujeito a erros, especialmente se os parâmetros da modelagem não forem definidos corretamente. Portanto, é fundamental que o responsável pela orçamentação verifique a coerência dos dados para garantir a precisão dos resultados. Para facilitar essa verificação, o plugin também disponibiliza uma visualização dos elementos selecionados para a extração dos quantitativos, conforme ilustrado na Figura 16, no Anexo C é mostrado os demais quantitativos extraídos.

Figura 16 - Extração de quantitativos

JANELA DE ALUMÍNIO TIPO MAXIM-AR, COM VIDROS, BATENTE E F...
 Tipo de Unidade: Área
 Unidade: m²

Nome	Elementos	Total
✓ Janelas	5	13,35
Filtros de Fase:		
Filtros de Família:		
Filtros de Parâmetro:		
✓ Janelas (.Esquadria_Vidro)	5	10,00
Filtros de Fase:		
Filtros de Família:		
Filtros de Parâmetro:		

Totais:
 Quantidade de Elementos: 10
 Total do Critério: 23,34

Adicionar a:

Total Geral: 23,34 m²

Auto carregar Rec. Visualização >>Visualizar Trocar Ok

Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM no Revit (2024).

Após a inserção de todos os elementos necessários, obtém-se o orçamento final da etapa, que, neste caso, corresponde às esquadrias, conforme representado na Figura 17.

Figura 17- Orçamento da etapa

OrçaBIM 3.1.14.0: TCC

Orçamento Critérios Gerenciar Relatórios

Buscar itens/Filtrar Yngrid de Paula Oliveira Minha Empresa

OrçaBIM Criar Etapa Criar SubEtapa Inserir Composição Inserir Insumo Apagar Item Apagar Zerados Duplicar Item Mover Item Atualizar Quant. Salvar Orçamento Sistema: OrçaFascio

Item	Código	Banco	Descrição	Unic	Quant.	V. Unitáric	Valor (BDI)	Total
1			ESQUADRIAS		1			27.310,31
1.1			JANELA DE ALUMÍNIO E VIDROS		1			10.354,56
	94569	SINAF	JANELA DE ALUMÍNIO TIPO MAXIM-AR, COM VIDROS	m ²	23,34	443,64	443,64	10.354,56
1.2			PORTA DE MADEIRA DE ABRIR 80X210CM		1			2.705,85
	91297	SINAF	PORTA DE MADEIRA FRISADA, SEMI-OCA (LEVE OU M	un	7,00	386,55	386,55	2.705,85
1.3			PORTA DE VIDRO		1			13.592,86
	100702	SINAF	PORTA DE CORRER DE ALUMÍNIO, COM DUAS FOLHA:	m ²	30,48	445,96	445,96	13.592,86
1.4			PORTA DE MADEIRA DE ABRIR 60X210CM		1			657,04
	91295	SINAF	PORTA DE MADEIRA FRISADA, SEMI-OCA (LEVE OU M	un	2,00	328,52	328,52	657,04
TOTAL:								27.310,31

Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM no Revit (2024).

Um dos aspectos interessantes na elaboração do orçamento no OrçaBIM é a possibilidade de inserir memoriais de cálculo diretamente nos itens, facilitando a compreensão dos quantitativos, conforme ilustrado na Figura 18, a seguir. Além disso, o software permite a geração de diversos relatórios gerenciais, como Curva ABC, orçamento analítico, entre outros. Isso proporciona uma visão detalhada do planejamento financeiro, conforme mostrado na Figura 19, mais adiante.

Figura 18 - Memorial de cálculo

EDITAR MEMÓRIA DE CÁLCULO

7.1.1 FUNDO SELADOR ACRÍLICO, APLICAÇÃO MANUAL EM TETO, UMA DEMÃO. AF_04/2023 m² 0,00

LOCAIS	DESCRIÇÃO	FÓRMULA	TOTAL
Selecionar Local	Descrição	Fórmula	0,00

Novo Local

Somar
 Subtrair

Cancelar Salvar

12/2024 MANUAL, 2 DEMÃOS. AF_05/2021

Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM na versão *web* (2024).

Figura 19 - Relatórios no OrçaBIM

Relatórios v2
Personalizar Relatórios
Resumo (Exclusivo da Versão Corporativa)
Sintético
Sintético com Fórmula
Sintético com Memorial de Cálculo
Sintético com Valor de Mão de Obra (Exclusivo da Versão Corporativa)
Sintético com Valor de Mão de Obra e Material (Exclusivo da Versão Corporativa)
Sintético com Valor da Mão de Obra, Equipamento e Material (Exclusivo da Versão Corporativa)
Orçamento Analítico (Exclusivo da Versão Corporativa)
Composições Analíticas com Preço Unitário (Exclusivo da Versão Corporativa)
Curva ABC de Insumos (Exclusivo da Versão Corporativa)
Curva ABC de Serviços (Exclusivo da Versão Corporativa)
Curva ABC de Serviços com Preços da Base (Exclusivo da Versão Corporativa)
Cronograma (Exclusivo da Versão Corporativa)
Observações (Exclusivo da Versão Corporativa)

Fonte: Captura de tela do *software* OrçaBIM na versão *web* (2024).

Sendo assim, o OrçaBIM oferece diversas funcionalidades adicionais, como diário de obras, acompanhamento de medições, controle de compras e cadastro de serviços, tornando o processo de gestão mais completo. Sua principal vantagem está na flexibilidade de acesso e integração, permitindo o uso tanto pelo plugin no Revit quanto pela versão *web*. A sincronização automática entre as plataformas garante que qualquer alteração feita no orçamento na versão *web* seja refletida imediatamente no plugin, otimizando o fluxo de trabalho.

Esse processo é exemplificado na Figura 20, em que a inserção do BDI foi realizada na plataforma *web* e sincronizada com o modelo no Revit. Dessa forma, o OrçaBIM representa um avanço significativo na modernização dos processos orçamentários na construção civil, tendo em vista que contribui para que haja maior precisão e agilidade na gestão de custos.

Figura 20 - Inserção do BDI

Bancos	SINAPI - 12/2024 - Minas Gerais mais ...	SICRO3 - 10/2024 - Minas Gerais
BDI		20,0%
Total		R\$ 4.189,53

Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM na versão *web* (2024).

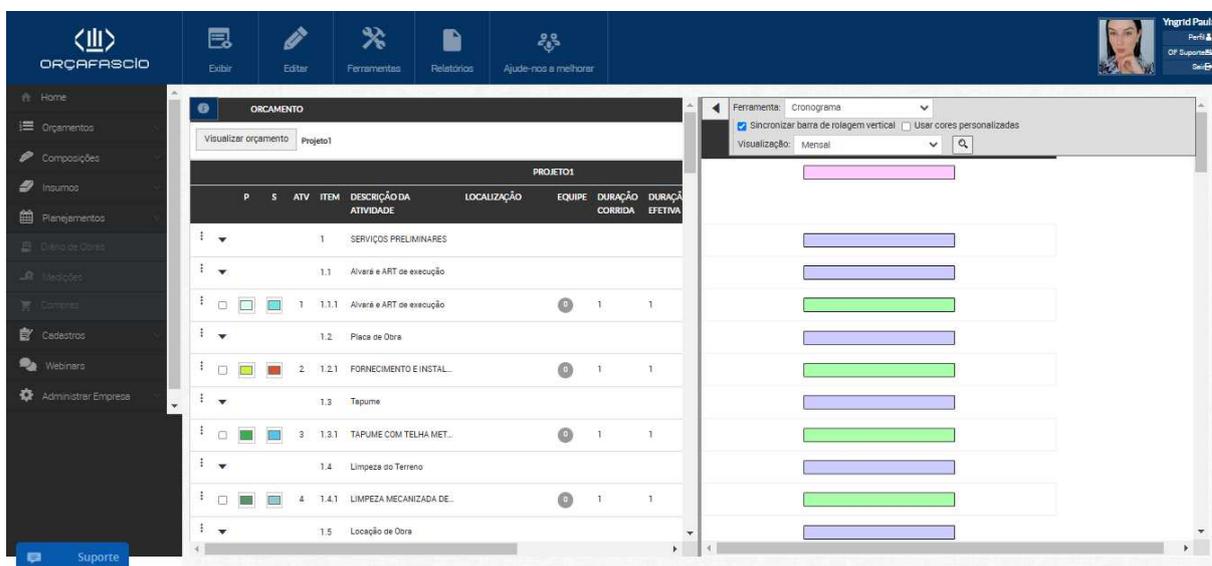
4.4 PLANEJAMENTO COM O ORÇABIM E O MICROSOFT PROJECT

O OrçaBIM possibilita uma integração automatizada entre o orçamento e o planejamento das obras. Com essa ferramenta, é possível vincular os elementos do modelo BIM aos insumos e serviços do orçamento, o que assegura maior precisão no controle financeiro e no cronograma do projeto. Para facilitar essa integração, o arquivo gerado no OrçaBIM pode ser exportado para o *Microsoft Project* nos formatos XLSX ou CSV.

Além disso, o software auxilia na definição das etapas de execução e na distribuição dos custos ao longo do tempo, proporcionando um planejamento mais assertivo. Com essa abordagem integrada, o OrçaBIM melhora a previsibilidade do projeto, reduz riscos financeiros e otimiza a tomada de decisões, tornando o processo de planejamento mais rápido e preciso.

A Figura 21, apresenta o planejamento no software, elaborado com base na integração ao orçamento previamente desenvolvido, mostrando a relação entre os custos estimados e a estruturação das etapas do projeto.

Figura 21 - Planejamento no OrçaBIM



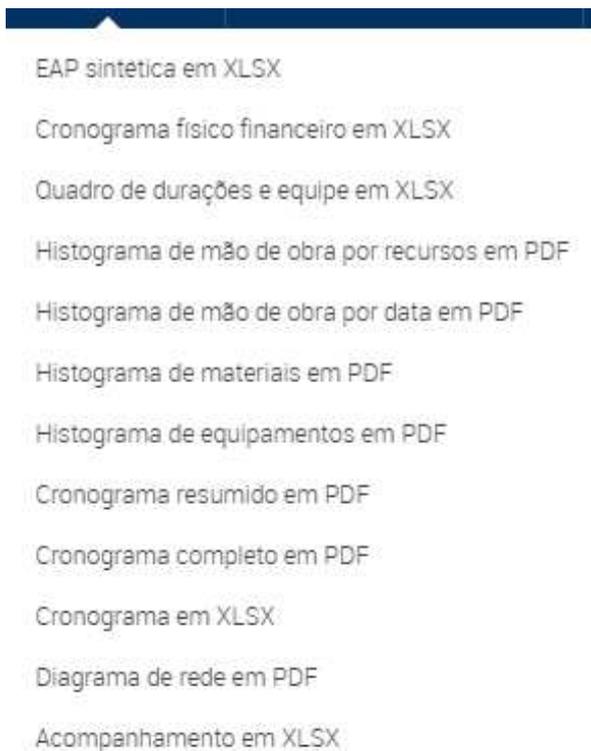
Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM na versão *web* (2024).

Um aspecto importante a ser observado no planejamento realizado por meio do software é a definição das atividades predecessoras. Como o software não executa essa atribuição automaticamente, é necessário que o usuário estabeleça manualmente a sequência lógica das etapas do projeto. Com o OrçaBIM, é possível mapear cada elemento do projeto e obter diferentes informações, tais como:

- **Cronograma de execução:** determina quando cada etapa é construída.
- **Custo estimado:** fornece o valor total do elemento no orçamento.
- **Mão de obra necessária:** identifica os profissionais envolvidos na execução.
- **Lista de materiais:** especifica os insumos essenciais para a construção.
- **Quantitativo:** apresenta as medições e volumes necessários para cada item.

Essa integração permite um planejamento mais assertivo, de modo que a gestão do projeto é otimizada. A Figura 22, a seguir, apresenta as diversas funcionalidades do software relacionadas ao cronograma.

Figura 22 - Funcionalidade do cronograma



Fonte: Fonte: Captura de tela do software OrçaBIM na versão *web* (2024).

Para este trabalho, os arquivos foram exportados no formato XLSX. No Anexo H, é apresentada a visualização do cronograma no *Microsoft Project*. Vale ressaltar que, neste estudo, não foram incluídos todos os elementos do cronograma, como a atribuição de recursos e equipes, o cronograma físico-financeiro, o caminho crítico, entre outros aspectos importantes para a construção do cronograma. A ênfase, portanto, foi dada ao processo de integração entre as ferramentas.

Dessa forma, a integração entre o planejamento realizado pelo software OrçaBIM e o *Microsoft Project* mostra ser uma importante solução para otimizar a gestão de projetos de construção civil. Isso ocorre porque esse processo permite a transferência de dados, como o cronograma e o orçamento, entre as ferramentas. Desse modo, aumenta-se a eficiência no gerenciamento dos projetos e promove-se um planejamento mais alinhado às necessidades do projeto. Nesse sentido, embora a integração não tenha contemplado todos os elementos do planejamento, evidencia-se a importância dessa interoperabilidade para facilitar o trabalho das equipes de gestão e melhorar a tomada de decisões.

4.4.1 REDE DE PRECEDÊNCIAS COM O *MICROSOFT PROJECT*

O OrçaBIM oferece a possibilidade de exportar o planejamento desenvolvido na plataforma para *softwares* de gestão de projetos, como o MS Project. Essa funcionalidade permite que as informações estruturadas no OrçaBIM, como as atividades, prazos e custos, sejam aproveitadas de forma integrada, facilitando o sequenciamento lógico das tarefas.

No MS Project, a principal vantagem dessa exportação é a definição da rede de predecessoras, um processo essencial para estabelecer as dependências entre as atividades do projeto. Como o OrçaBIM não realiza essa atribuição automaticamente, a importação dos dados para o MS Project permite que o usuário defina manualmente as relações entre as tarefas, ajustando os prazos de acordo com as restrições e o caminho crítico da obra.

No Anexo D, é apresentado o planejamento exportado para o MS Project, contendo as predecessoras, os prazos e a identificação do caminho crítico. Essa integração entre OrçaBIM e MS Project contribui para a realização de um planejamento mais detalhado e otimizado, o que garante maior controle sobre a execução do projeto e possibilita ajustes conforme a necessidade.

4.5 USO DO NAVISWORKS PARA MODELAGEM E SIMULAÇÃO

O *Navisworks* consiste em um software desenvolvido pela *Autodesk*, que permite a integração de diferentes modelos em uma única plataforma, possibilita a visualização 3D detalhada e a coordenação entre diversas disciplinas do projeto, como arquitetura, estrutura e instalações. O uso dessa tecnologia para modelagem e simulação tem se destacado como uma ferramenta importante no gerenciamento de projetos de construção, especialmente em ambientes complexos e com grande volume de informações.

Na fase de modelagem, o *Navisworks* permite a importação e a combinação de modelos de diversas fontes e formatos, como Revit, AutoCAD, SketchUp, entre outros. Isso facilita a visualização conjunta de todos os elementos de um projeto, independentemente da plataforma utilizada para sua criação. Essa capacidade de integrar modelos permite uma análise mais coordenada de todos os componentes do edifício ou infraestrutura.

Já a simulação no *Navisworks* vai além da visualização, visto que oferece recursos para realizar análises de interferências que indicam conflitos entre os elementos do projeto, como tubulações que podem colidir com estruturas ou sistemas elétricos que interferem em sistemas mecânicos. Detectar esses problemas na fase de planejamento evita custos extras e retrabalho durante a execução da obra.

Além disso, o *Navisworks* possibilita a realização de simulações temporais 4D, o que permite associar o modelo 3D ao cronograma do projeto e visualizar a execução da obra ao longo do tempo. Isso ajuda a otimizar o planejamento e a coordenação de atividades, além de melhorar a comunicação com a equipe de trabalho e com as partes interessadas.

4.5.1 IMPORTAÇÃO DO PLANEJAMENTO PARA O *NAVISWORKS*

A importação do planejamento para o *Navisworks* e a visualização do 4D é um processo importante para a gestão eficiente de projetos de construção. Ao integrar o cronograma de atividades ao modelo 3D da obra, o *Navisworks* permite simular a execução do projeto ao longo do tempo. Desse modo, proporciona-se uma visão clara da sequência de tarefas e da evolução da obra.

O primeiro passo para essa integração é a preparação do cronograma no *software* de gestão de projetos, como o MS Project. Neste cronograma, são definidas as atividades, suas dependências (predecessoras) e os prazos de execução. Após concluir o planejamento, o próximo passo é exportar esse cronograma para um formato compatível com o *Navisworks*, geralmente o .XML ou .NWC, a fim de garantir que todas as informações necessárias sejam mantidas na transição.

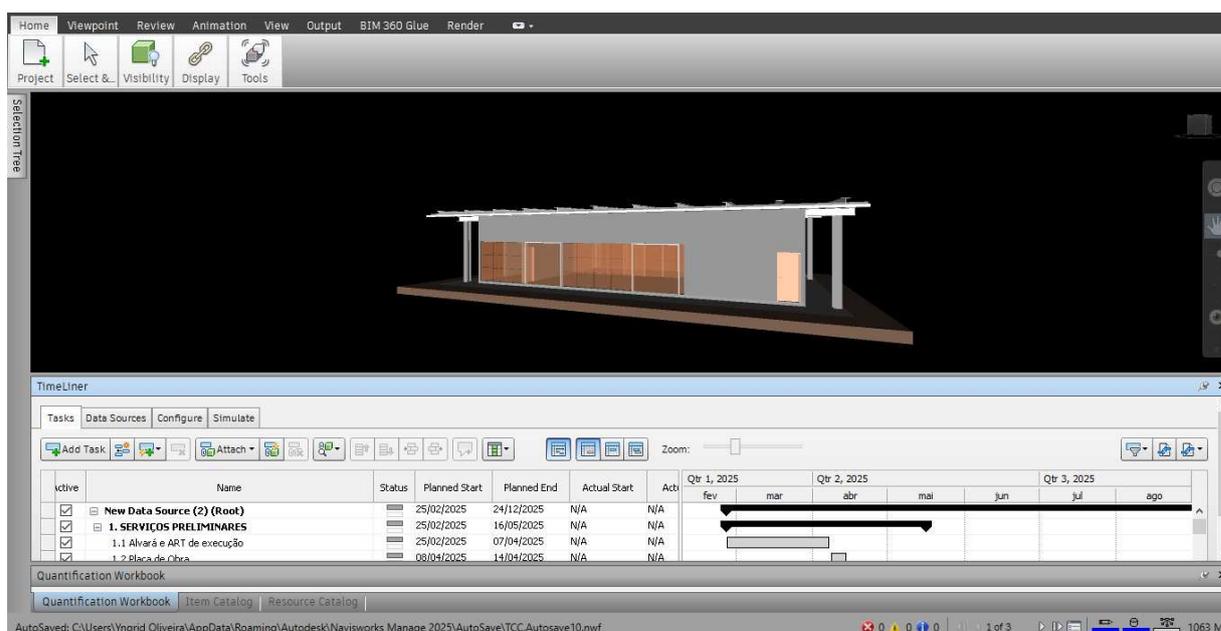
Em paralelo, o modelo 3D da obra – que pode ser criado em *softwares* como Revit, AutoCAD ou outras plataformas de modelagem BIM – precisa ser exportado para um formato compatível com o *Navisworks*, como .NWD, .NWC ou .FBX. Esse modelo contém todos os detalhes geométricos e estruturais do projeto, fundamentais para a simulação da obra.

Com ambos os arquivos preparados, a integração entre o cronograma e o modelo 3D no *Navisworks* é realizada por meio da ferramenta de 4D *Scheduling*. Nesse estágio, as atividades do cronograma são associadas aos elementos específicos do modelo, possibilitando que o *software* mostre, em tempo real, como a obra vai sendo construída ao longo do tempo. Essa animação 4D permite que os profissionais visualizem a execução da obra, identifiquem possíveis conflitos entre as tarefas e o espaço físico e ajustem o planejamento, se necessário, a fim de otimizar o uso de recursos e evitar contratempos.

É válido salientar que a visualização 4D no *Navisworks* oferece inúmeras vantagens, incluindo a capacidade de prever problemas antes que ocorram no canteiro de obras, melhorar a comunicação entre as equipes envolvidas e garantir maior precisão no gerenciamento dos prazos. Essa integração entre planejamento e modelagem 3D não só facilita o controle da

execução do projeto, mas também melhora a coordenação e o entendimento do andamento da obra entre todos os stakeholders. Na Figura 23 é apresentado a visualização inicial do arquivo referente a essa importação do estudo de caso deste trabalho.

Figura 23 - Projeto no Navisworks



Fonte: Interface do *Navisworks* (2025).

Já no link a seguir, é mostrado a simulação do projeto feita no *Navisworks*.

https://drive.google.com/file/d/1TKWL_pC7aNBz80z6VIgEi8_PThrbmnnV/view?usp=sharing

4.6 ANÁLISE DE DADOS COM O *POWER BI*

A implementação do *Power BI* na gestão de projetos de construção civil oferece uma abordagem voltada para a análise e visualização de dados. Essa ferramenta permite consolidar informações provenientes de diversas fontes, transformando dados brutos em relatórios interativos e *dashboards*, facilitando a tomada de decisão e a transparência na gestão do projeto. A aplicação desse software melhora significativamente a visualização das informações diretamente no canteiro de obras, permitindo que as equipes acompanhem o progresso em tempo real e tomem decisões mais ágeis.

Além disso, o recurso pode ser integrado a diferentes softwares utilizados na modelagem e gestão do projeto, tais como: OrçaBIM, para análise detalhada dos custos, comparando orçamentos planejados e realizados; MS Project e *Navisworks*, para acompanhamento do cronograma e visualização 4D da obra; Revit e outras ferramentas BIM, para extração de quantitativos e acompanhamento da evolução do modelo digital. Essa integração permite que dados como custos, prazos, produtividade e consumo de recursos sejam automaticamente atualizados e disponibilizados de forma visual e interativa.

Com o Power BI, é possível criar painéis que apresentam diferentes KPIs (*Key Performance Indicators*) essenciais para o projeto, como: orçamento vs. custo real, com vistas à comparação entre os valores planejados e os valores reais dos insumos e serviços; acompanhamento do cronograma, tendo em mente o percentual de avanço físico e financeiro da obra em relação ao planejado; gestão de recursos, considerando o controle de materiais, a mão de obra e os equipamentos utilizados em cada etapa; os riscos e os impactos, no que tange à análise de possíveis atrasos e desvios no planejamento.

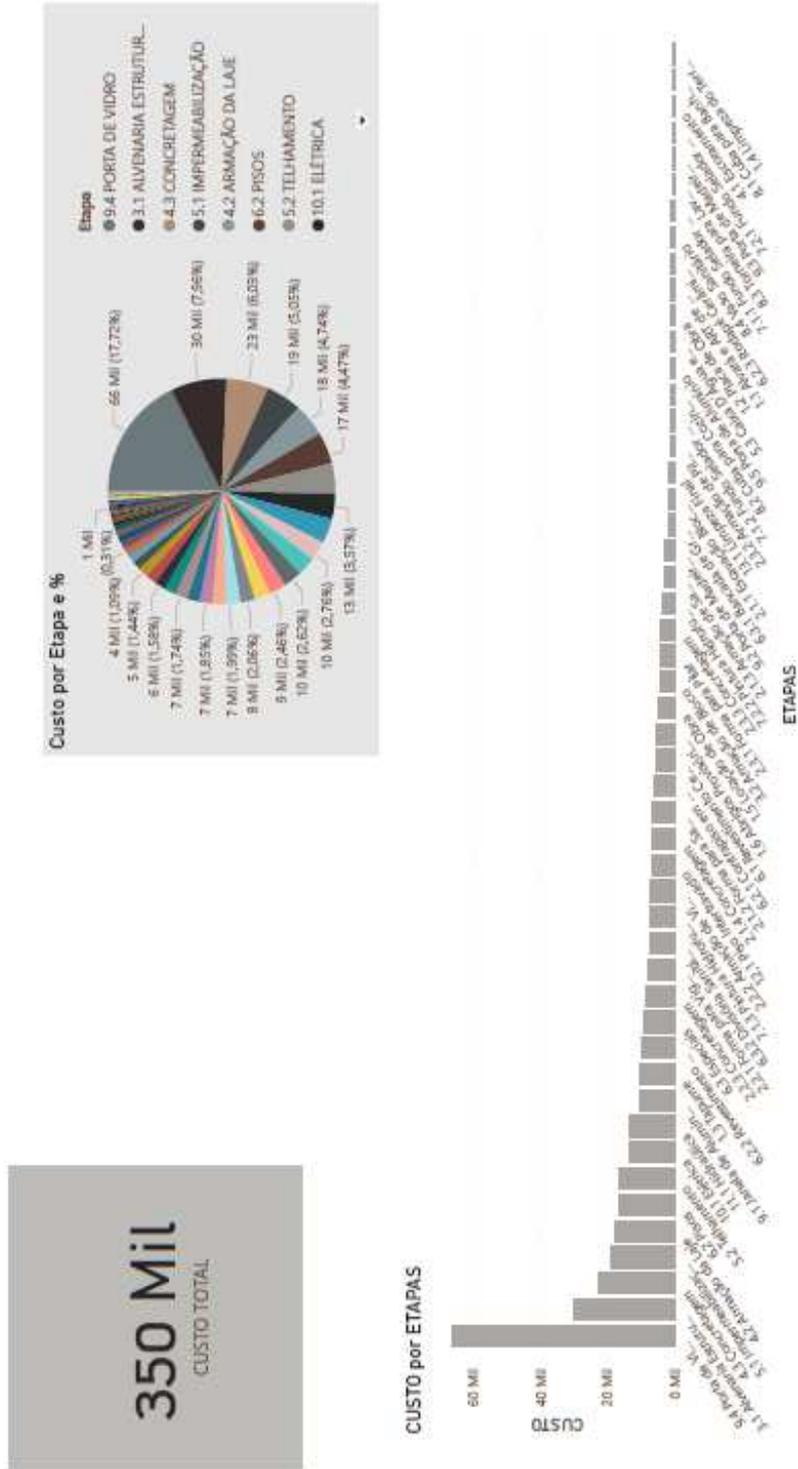
Além disso, há diferentes benefícios que podem ser observados com a utilização do Power BI, como a facilidade de visualização na obra, considerando que o acesso aos painéis pode ser feito por meio de dispositivos móveis, tablets ou telas instaladas no canteiro, o que permite que engenheiros e equipes acompanhem o progresso da construção de forma clara e intuitiva. Ademais, a tomada de decisão passa a ser baseada em dados. Com isso, a equipe pode identificar rapidamente gargalos no projeto e agir proativamente para solucioná-los. Também é possível a automação e atualização em tempo real do processo, de modo que os relatórios sejam dinâmicos e atualizados automaticamente, reduzindo a necessidade de ajustes manuais.

A utilização do Power Bi também possibilita o acesso facilitado e compartilhamento de informações, de modo que os *dashboards* podem ser acessados por diferentes membros da equipe, garantindo maior transparência e alinhamento estratégico. Por fim, também é permitida a visualização intuitiva dos gráficos e tabelas de maneira interativa, o que torna a análise mais clara e eficiente.

Assim, é possível afirmar que a aplicação do Power BI na construção civil fortalece a gestão integrada do projeto, melhorando o controle sobre custos, prazos e eficiência operacional.

Na Figura 24, é apresentado um exemplo de painel desenvolvido para este projeto, destacando alguns dados indicadores extraídos do OrçaBIM e do MS Project, o que permite uma melhor visualização e o monitoramento direto no canteiro de obras.

Figura 24- Painel no Power BI



Fonte: Power BI (2025).

4.7 INTEGRAÇÃO DAS FERRAMENTAS E IMPACTO NO PROJETO

A integração das ferramentas no contexto de gerenciamento de projetos de construção tem se tornado cada vez mais crucial para otimizar processos, reduzir erros e melhorar a eficiência ao longo de todas as fases do projeto, desde o planejamento até a execução. Conforme exposto anteriormente, a utilização de ferramentas de *software*, como OrçaBIM, *Navisworks*, Microsoft Project, entre outras, permite que diferentes aspectos do projeto sejam analisados de maneira coordenada e integrada.

No contexto do estudo de caso em questão, a integração entre as ferramentas proporcionou maior facilidade para a execução do orçamento e planejamento, otimizando esses processos. O *Navisworks* foi utilizado para mostrar a possibilidade de modelagem e a simulação do projeto, analisando o controle da execução das fases do projeto. Por fim, o Power BI foi utilizado para mostrar a possibilidade de visualização e análise de dados.

Nesse sentido, verifica-se que a integração das ferramentas tem um impacto significativo no desenvolvimento do projeto. Dentre elas, é possível citar as seguintes:

- a. Eficiência na gestão de custos e cronogramas: facilitou o controle financeiro e o acompanhamento do cronograma, permitindo que as equipes ajustassem os custos e os prazos conforme a necessidade.
- b. Detecção precoce de problemas: o *Navisworks*, ao ser integrado às outras ferramentas, permite a identificação de conflitos no modelo 3D antes mesmo da construção começar. Isso resulta na eliminação de retrabalhos e custos adicionais.
- c. Melhoria na coordenação e comunicação: a integração proporciona uma plataforma de visualização e acompanhamento, o que facilita a comunicação entre as equipes de projeto, engenharia e execução.
- d. Ajustes no planejamento: a interação entre o *Microsoft Project* e o *OrçaBIM* permite ajustes no planejamento à medida que surgem novos desafios ou oportunidades.

5. RESULTADOS E LIÇÕES APRENDIDAS

Ao longo da execução do projeto objeto deste trabalho, foi possível observar de que forma a utilização integrada de softwares como OrçaBIM, Microsoft Project, *Navisworks* e Power BI impactaram positivamente os aspectos de custo, prazo e qualidade da obra, além de permitir a identificação de benefícios, desafios e lições aprendidas. Os benefícios observados foram:

- a. Facilidade na elaboração do orçamento: o uso do OrçaBIM facilitou significativamente a elaboração do orçamento do projeto, proporcionando melhor extração de quantitativos. A presença de bases orçamentárias específicas para o setor da construção permitiu que os cálculos fossem realizados com maior confiabilidade, evitando erros comuns em orçamentos manuais. Essa ferramenta também otimizou a alocação de recursos financeiros, garantindo que os custos fossem melhor controlados ao longo do projeto.
- b. Integração de dados com o Microsoft Project: a integração do OrçaBIM com o Microsoft Project possibilitou a exportação de dados orçamentários diretamente para o planejamento de cronograma. Isso reduziu a necessidade de inserção manual de informações, o que não só economiza tempo, mas também minimiza erros de transcrição. Além disso, o alinhamento entre custos e prazos foi facilitado, permitindo um acompanhamento mais rigoroso e ágil do andamento do projeto.
- c. Visualização e coordenação com o *Navisworks*: este recurso desempenhou um papel essencial na visualização 3D do projeto, proporcionando uma representação mais clara de todas as etapas do planejamento. A ferramenta também permitiu a realização de simulações e a detecção precoce de conflitos (*clash detection*), como a interseção de tubulações e estruturas, antes da execução no canteiro de obras. Esse recurso ajudou a evitar retrabalho, assegurando que as interferências fossem corrigidas de maneira eficiente e sem impacto significativo nos prazos de entrega.
- d. Análise de dados com o Power BI: o uso do Power BI para a análise e visualização de dados foi outro grande benefício observado. A ferramenta permitiu o monitoramento contínuo e em tempo real dos indicadores do projeto, como o desempenho financeiro e o andamento das atividades. Por meio de gráficos e relatórios interativos, foi possível identificar rapidamente desvios e tomar decisões corretivas de forma rápida, o que contribuiu para uma gestão mais proativa do projeto.

Em contrapartida, embora as tecnologias proporcionem inúmeros benefícios, há ainda alguns desafios a serem superados:

- a. Adaptação das ferramentas pelas equipes: a adoção das ferramentas exige uma adaptação por parte das equipes envolvidas no projeto, que precisaram aprender a utilizar os novos softwares de forma eficiente.
- b. Integração entre ferramentas: embora a integração entre os softwares tenha sido uma das grandes vantagens, em alguns momentos, a compatibilidade entre os diferentes sistemas gera dificuldades técnicas, especialmente na sincronização dos dados entre o *OrçaBIM*, *Microsoft Project* e *Navisworks*. A troca de informações entre diferentes plataformas nem sempre foi 100% fluida, o que demandou ajustes e retrabalho em alguns casos.
- c. Desafios logísticos no local da obra: o local onde o projeto foi desenvolvido apresenta desafios logísticos que não estavam totalmente previstos nas simulações feitas com as ferramentas. A adaptação das soluções tecnológicas para as condições reais do terreno é um processo que exige ajustes ao longo do tempo.

Com base nos resultados e desafios enfrentados, várias lições importantes foram aprendidas durante a execução do estudo de caso:

- a. Importância da capacitação contínua: a adoção de tecnologias avançadas no gerenciamento de projetos de construção requer uma capacitação contínua das equipes. Sendo assim, investir em treinamentos regulares e no suporte técnico adequado é fundamental para garantir o máximo aproveitamento das ferramentas e minimizar a resistência à mudança.
- b. Integração como pilar do sucesso: a integração das ferramentas de *software* é um fator importante para a eficiência no gerenciamento de projetos. A combinação de orçamentação, cronograma, visualização 3D e análise de dados oferece uma visão completa do projeto, permitindo o controle mais adequado de custos, prazos e qualidade. No entanto, é necessário garantir que todas as plataformas sejam compatíveis e que a equipe saiba como extrair o melhor dessas integrações.
- c. Antecipação de problemas: a simulação e a visualização 3D, como oferecidas pelo *Navisworks*, destacaram-se como recursos essenciais para a antecipação de problemas antes da execução no campo. Detectar conflitos e ajustes necessários na fase de planejamento reduz significativamente o risco de imprevistos durante a construção, economizando tempo e recursos.

- d. Monitoramento e tomada de decisão em tempo real: a utilização de ferramentas de visualização de dados, como o Power BI, foi essencial para o monitoramento contínuo do progresso do projeto. Isso permite uma tomada de decisão mais assertiva e embasada em dados reais, o que permitiu a realização de ajustes rápidos quando necessário. Portanto, contribuiu positivamente para o sucesso do projeto.

6. CONCLUSÃO

A utilização integrada de ferramentas tecnológicas no gerenciamento de projetos de construção tem mostrado resultados significativos em termos de eficiência, controle de custos e cumprimento de prazos no desenvolvimento deste trabalho. Softwares como OrçaBIM, Microsoft Project, Navisworks e Power BI desempenham um papel fundamental na otimização dos processos, desde a elaboração do orçamento até a visualização 3D do projeto e o monitoramento em tempo real. Esses recursos permitem uma gestão mais precisa e ágil, facilitando a tomada de decisões e a antecipação de problemas.

Através da integração desses sistemas, foi possível observar melhorias consideráveis na precisão das estimativas orçamentárias desenvolvidas neste trabalho através da utilização do software OrçaBIM, proporcionando maior controle sobre os recursos financeiros e materiais, além de um cumprimento mais rigoroso dos prazos estabelecidos. A utilização do BIM e a capacidade de visualização 3D, por exemplo, proporcionou uma representação mais clara do andamento da obra, enquanto o Power BI contribuiu para a visualização de dados da obra. Esses aspectos, quando combinados, oferecem uma base eficiente para uma gestão mais eficaz e para um desempenho superior nos projetos de construção.

Embora as tecnologias tragam benefícios claros, também surgem desafios, como a adaptação das equipes e a integração entre sistemas distintos, que representam obstáculos que exige tempo e esforço para o setor. No entanto, os resultados indicam que essas dificuldades são superáveis e que as ferramentas contribuem para uma gestão mais eficaz e transparente, com maior controle sobre os recursos e o progresso do projeto. Em resumo, a adoção de tecnologias integradas na construção civil, especialmente no gerenciamento de projetos, representa um avanço significativo no setor. O impacto positivo dessas tecnologias na otimização dos processos é evidente, e a tendência é que, à medida que a indústria da construção se adapta a essas inovações, a eficiência e o sucesso nos projetos se tornem cada vez mais consistentes e duradouros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 21500. **Diretrizes para Gerenciamento de Projetos**. 2 ed. Rio de Janeiro: ISO, 2021. 13 p. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/32383/abnt-nbriso21500-gerenciamento-de-projeto-programa-e-portfolio-contexto-e-conceitos>. Acesso em: 28 fev. 2025.

BRASIL. Núcleo BIM/DPP. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (org.). **Caderno de Requisitos Técnicos BIM do DNIT**. Brasília - DF: Diretoria de Planejamento e Pesquisa, 2024. 82 p. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/bim-no-dnit/mosaico-de-servicos/documentos-tecnicos-bim/CRTBIM_2024.pdf. Acesso em: 28 fev. 2025.

KERZNER, Harold. **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling**. 12. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2017. 814 p. Disponível em: https://library.ucyp.edu.my/wp-content/uploads/2024/01/Kerzner-Harold-Project-management-a-systems-approach-to-planning-scheduling-and-controlling-2017-Wiley-libgen.li_.pdf. Acesso em: 28 fev. 2025.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC. **Padrão de gerenciamento de projetos e Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)**. 7. ed. Project Management Institute: USA, 2021. Disponível em: <https://www.academiaplaorc.com.br/wp-content/uploads/2024/07/Guia-PMBOK-7a-Edicao.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2025.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (Guia PMBOK)**. 6. ed. Project Management Institute: USA, 2017. Disponível em: <https://prothoughts.co.in/wp-content/uploads/2022/06/a-guide-to-the-project-management-body-of-knowledge-6e.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2025.

SERRADOR, P.; TURNER, R. The Relationship between Project Success and Project Efficiency. **Project Management Journal**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 30-39, fev. 2015. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1002/pmj.21468>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273330615_The_Relationship_Between_Project_Success_and_Project_Efficiency. Acesso em: 28 fev. 2025.

REZENDE CONSTRUTORA. **Projeto do Centro Ambiental – Bairro Terras Altas**. Modelo 3D do empreendimento. Juiz de Fora, 2024.

MOUTINHO, Felipe Oliveira; VALENTE, Fernando Ângelo Cassin; DE ASSIS, Luana Pereira; FERREIRA, Yuri Arquete. **Análise orçamentária de projeto: comparação entre o CUB e o TCPO**. 2017. Disponível em: https://repositorio.unifoa.edu.br/server-unifoa/api/core/bitstreams/5783083c-a54f-48a8-af81-6caa9fdb2996/content?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 1 mar. 2025.

SIENGE. **Os 5 principais problemas na gestão com planilhas**. 2025. Disponível em: https://sienge.com.br/os-5-principais-problemas-na-gestao-com-planilhas-whitepaper/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 1 mar. 2025.

INBEC. **Sistemas de automação para gerenciamento de obras: como a tecnologia está transformando a construção civil**. 2024. Disponível em: https://inbec.com.br/blog/sistemas-de-automacao-para-gerenciamento-de-obras-como-a-tecnologia-esta-transformando-a-construcao-civil?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 1 mar. 2025.

CAVALCANTI, Vladyr Yuri Soares de Lima; SOUZA, George Henriques de; SODRÉ, Marcelle Afonso Chaves; ABREU, Márcia Suzana Dutra de; MACIEL, Tuanny da Silva; SILVA, José Martinho de Albuquerque. **Indústria 4.0: desafios e perspectivas na construção civil**. *Revista Campos do Saber*, 2018. Disponível em: <https://periodicos.iesp.edu.br/campodosaber/article/view/149>. Acesso em: 2 mar. 2025.

PORTUGAL, Marco Antonio; GASPAR, João Alberto da Motta; ANTUNES, Lucedile Adriana Mendes. **Bússola de Gestão Para a Construção Civil**. 1. ed. 2018. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/164691>. Acesso em: 2 mar 2025.

CARVALHO, Marcelo B. **Gestão de projetos: conhecendo a metodologia AWP e a aplicação da “sopa de letrinhas”**. 2024. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/22901/209209218626>. Acesso em: 2 mar 2025.

PONTELLO, K.; OLIVEIRA, V. L. F.; RORIZ, P. J. M. **Lean Construction: aplicação das ferramentas na construção de casas 1.0**. 2020. Disponível em: https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/828/1/TCC%20_Trabalho_02_9.pdf. Acesso em: 2 mar 2025.

MATOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 2. ed. 2019. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/187397>. Acesso em: 3 de mar.

LIMMER, F. A. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1996.

MATOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras**. Editora Oficina de Textos. Disponível em: https://www.mercadolivre.com.br/como-preparar-orcamentos-de-obras-de-mattos-aldo-dorea-editora-oficina-de-textos-capa-mole-em-portugus/p/MLB23581481#polycard_client=search-nordic&searchVariation=MLB23581481&wid=MLB3561211983&position=2&search_layout=grid&type=product&tracking_id=93914a80-950a-4e8d-8ec5-4cd66f9b35cc&sid=search. Acesso em: 3 de mar.

de Paula, J. F. dos Santos; Oliveira, G. C.; Maciel, A. C. F.; Costa, B. B. F. **Aplicação da modelagem BIM para fins de orçamentação em uma edificação residencial multifamiliar no Brasil**. 2024. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/APLICA%C3%87%C3%83O_DA_MODELAGEM_BIM_PARA_FINS_DE_OR%C3%87AMENTA%C3%87%C3%83O_EM_UMA_EDIFICA%C3%87%C3%83O_RESIDENCIAL_MULTIFAMILIAR_NO_BRASIL.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 3 mar. 2025.

Castanheira, R. **Custos e orçamentos em BIM**. São Paulo: Editora Senac, 2024.

BAIROS, William Parnov. **Desenvolvimento de painéis interativos no Power BI para acompanhamento e controle de obras de construção civil**. 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23971/Bairros_William_Parnov_2022_TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 3 mar. 2025.

BUILDINGSMART. **IFC 5: Industry Foundation Classes (IFC) - version 5.0**. 2021. Disponível em: https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2021/06/IFC_5.pdf. Acesso em: 3 mar. 2025.

VERAS, Max Lira; RUSCHEL, Regina Coeli. **Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC**. 2009. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50960>. Acesso em: 3 mar. 2025.

VANLANDE, Renaud; NICOLLE, Christophe; CRUZ, Christophe. **IFC and Buildings Lifecycle Management**. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580520310165>. Acesso em: 3 mar. 2025.

FREJ, Tatiana Asfora; ALENCAR, Luciana Hazin. **Fatores de sucesso no gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil em Recife**. *Revista Produção*, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/XS4R9dDJ3dnvDcDbbJtNRSg/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 3 mar. 2025.

GONÇALVES, Rodrigo Augusto. **Ferramentas de gestão de projetos para construção civil e tecnologia BIM**. 2016. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AQ4GUN/1/ferramentas_de_gest_o_de_projetos_para_constru_o_civil_e_tecnologia_bim_v04.pdf. Acesso em: 3 mar. 2025.

GODOY, Arilda Schmidt. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCgnnC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 3 mar. 2025.

ANEXO A – PLANTA BAIXA

ANEXO B – ORÇAMENTO

ANEXO C – QUANTITATIVOS

ANEXO D – PLANEJAMENTO NO *MS PROJECT*

