

THIAGO THEODORO SILVA ZULLO

**RECOMENDAÇÕES A SEREM APLICADAS NA GESTÃO DE ESCOPO, CUSTOS E
PRAZOS COM UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES EM EMPREENDIMENTOS
RESIDENCIAIS**

São Paulo

2025

THIAGO THEODORO SILVA ZULLO

**RECOMENDAÇÕES A SEREM APLICADAS NA GESTÃO DE ESCOPO, CUSTOS E
PRAZOS COM UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES EM EMPREENDIMENTOS
RESIDENCIAIS**

**Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Especialista em Real Estate – Economia
Setorial e Mercados MBA-USP**

Orientador:

Prof. Abla Maria Proência Akkari Osso

São Paulo

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Zullo, Thiago Theodoro Silva

Recomendações a serem aplicadas na gestão de escopo, custos e prazos com utilização de softwares em empreendimentos residenciais / T.T.S. Zullo. – São Paulo, 2025.

Monografia – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Real Estate 2. Gerenciamento da construção.
Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Rubens e Divina, que me deram um universo de oportunidades e me criaram com garra, sendo exemplos de dedicação e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria para seguir minha jornada com propósito e determinação.

À minha orientadora e referência profissional, Abla Akkari, por me incentivar a repensar o tema da pesquisa e, com generosidade e firmeza, assumir a responsabilidade de me orientar. Sua exigência, dedicação e incentivo constantes foram fundamentais para o desenvolvimento e a qualidade desta monografia.

Ao professor Claudio Alencar, meu orientador no tema inicial da monografia, pela paciência, disponibilidade e apoio contínuo sempre que precisei. Sou grato especialmente pela compreensão diante da mudança de tema e pela sugestão generosa da nova orientação, que possibilitou a continuidade e o aprofundamento deste trabalho.

Ao meu tio Armando Theodoro, por acreditar em mim, investir nos meus sonhos e sempre me incentivar a seguir em frente.

Aos coordenadores e professores do curso, que compartilharam seus conhecimentos com generosidade e paciência ao longo da jornada acadêmica.

Aos colaboradores da USP, em especial ao Edson e à Márcia, pela atenção e prontidão em ajudar sempre que necessário.

Ao Josaphat Baia, por todo o apoio durante a elaboração deste trabalho, pela indicação de empresas para as entrevistas e, acima de tudo, pela parceria profissional e amizade ao longo do percurso.

A todos os profissionais das empresas entrevistadas, que gentilmente contribuíram com este estudo, meu sincero agradecimento.

A minha esposa Renata Theodoro, que tem muita paciência comigo e me incentivou na finalização do trabalho, te amo.

A minha filha, Helena Theodoro, que ainda é um bebê, mas que já é a minha força para vencer cada dia.

RESUMO

O setor da construção civil enfrenta desafios significativos no que se refere ao controle de escopo, custos e prazos. A utilização de *softwares* especializados para o planejamento, monitoramento e controle de obras tem se mostrado uma ferramenta essencial para tornar mais eficiente a gestão de recursos e processos oferecendo maior precisão e eficiência no gerenciamento. Este trabalho analisa e aponta recomendações a serem aplicadas na utilização de *softwares* no gerenciamento de projetos na Construção Civil, com foco na gestão de escopo, custos e prazos. A introdução aborda os desafios enfrentados pelo setor e a crescente importância de utilização de *softwares* na gestão para melhorar a eficiência e a tomada de decisões. A metodologia utilizada, estruturada em revisão bibliográfica, pesquisa de mercado com incorporadoras e construtoras, e um estudo de caso, visou identificar o que as empresas estão aplicando. A revisão bibliográfica explora os conceitos do PMBOK 6ª Edição, detalhando as áreas de conhecimento de escopo, custos e prazos, além de analisar os *softwares* utilizados. Em seguida, a pesquisa de mercado apresenta resultados obtidos junto a oito incorporadoras, destacando o uso de metodologias e *softwares*, os principais desafios e os indicadores de desempenho mais relevantes. O estudo de caso visou explorar e identificar, em um empreendimento de dezesseis casas de alto padrão, os processos de gerenciamento de escopo, custos e prazos de uma Incorporadora e Construtora. Após o estudo de caso, são propostas recomendações para a implementação de *softwares* no gerenciamento de projetos, enfatizando a necessidade de integração de sistemas e capacitação das equipes, visando aumentar a eficiência operacional e o controle sobre custos e prazos nos projetos. Por fim o trabalho aponta as conclusões finais, relacionando a pesquisa, o estudo de caso e os conceitos das referências bibliográficas nas áreas de escopo, custos e prazos, assim como as recomendações indicadas.

Palavras chaves: *Real Estate*. Planejamento de produto. *Softwares* de gestão de obras. Gestão de custo. Gestão de Prazo. Monitoramento.

ABSTRACT

The construction sector faces significant challenges in controlling schedules and costs. The use of specialized software for planning, monitoring, and managing construction projects has proven to be an essential tool to optimize resource and process management, offering greater precision and efficiency. This study analyzes and provides recommendations for the application of software in project management in the construction industry, focusing on scope, schedule, and cost management. The introduction addresses the challenges faced by the sector and the growing importance of technological tools in improving efficiency and decision-making. The methodology employed, structured around a literature review, market research with developers and construction companies, and a case study, aimed to understand the practices being applied by companies. The literature review explores the concepts of the PMBOK 6th Edition, detailing the knowledge areas of scope, schedule, and cost management, as well as analyzing the software used. Subsequently, the market research presents results obtained from six developers, highlighting the use of methodologies and software, the main challenges, and the most relevant performance indicators. The case study focused on exploring and identifying the processes of scope, schedule, and cost management in a project comprising sixteen high-end houses by a developer and builder. Based on the case study, recommendations are proposed for the effective implementation of software in project management, emphasizing the need for system integration and team training to increase operational efficiency and control schedules and costs. Finally, the study presents its conclusions, relating the market research, the case study, and the concepts from bibliographic references in the areas of scope, cost, and schedule, as well as the recommendations provided.

Key words: *Real Estate. Product Planning. Construction Management Software. Cost Management. Schedule Management. Monitoring.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de etapas de trabalho.....	18
Figura 2 - Gráfico - Sua empresa utiliza metodologia BIM?	47
Figura 3 - Gráfico - Se sim, quais <i>softwares</i> utiliza?.....	47
Figura 4 - Gráfico BIM.....	48
Figura 5 - Gráfico - Sua empresa utiliza <i>softwares</i> para planejamento de obras?.....	49
Figura 6 - Gráfico - Se sim, quais <i>softwares</i> para planejamento de cronograma?	49
Figura 7 - Gráfico - Quais <i>softwares</i> sua empresa utiliza para planejamento de orçamento de obras?	50
Figura 8 - Gráfico - As EAPs de orçamento e planejamento estão no mesmo nível de pacote de trabalho?	52
Figura 9 - Gráfico - Essas duas áreas são separadas na empresa?.....	53
Figura 10 - Gráfico - Essas duas áreas são terceirizadas?	53
Figura 11 - Gráfico - Se sim, são realizadas por empresas diferentes?	54
Figura 12 - Gráfico - Utilizam ERP?.....	54
Figura 13 - Gráfico - Você utiliza algum <i>software</i> para BI?	55
Figura 14 - Gráfico - Se sim, quais <i>softwares</i> ?.....	56
Figura 15 - Gráfico - Quais KPIs principais sua empresa monitora durante o andamento do projeto?	57
Figura 16 - Fluxograma de gerenciamento de escopo.....	60
Figura 17 – Clash detection - BIMCOLLAB	62
Figura 18 - Fluxograma de gerenciamento de custo.....	64
Figura 19 - Fluxograma de gerenciamento de prazo.	69
Figura 20 - ATUALIZAÇÃO de atividades (<i>Update</i> das atividades não executadas).75	
Figura 21 – IDC no POWERBI	76
Figura 22 – IDP	77
Figura 23 – Busines Inteligence (BI).....	78
Figura 24 - Gráfico PPP.....	79
Figura 25 - Gráfico PPC	80
Figura 26 – Gráfico Gantt com Tabela %AFF Kpi	81
Figura 27 - BI Tendência.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%AFF: Percentual de Acompanhamento Físico-Financeiro

AC: *Actual Cost* (Custo Real)

BI: *Business Intelligence*

BIM: *Building Information Modeling*

CPI: *Cost Performance Index* (Índice de Desempenho de Custo)

EAC: *Estimate at Completion* (Estimativa ao Término)

EAP: Estrutura Analítica de Projeto

ERP: *Enterprise Resource Planning* (Planejamento de Recursos Empresariais)

EV: *Earned Value* (Valor Agregado)

IDC: Índice de Desempenho de Custo

IDP: Índice de Desempenho de Prazo

IFC: *Industry Foundation Classes*

KPI: *Key Performance Indicator* (Indicador-Chave de Desempenho)

PMBOK: *Project Management Body of Knowledge*

PMI: *Project Management Institute*

PPC: *Percent Plan Complete* (Percentual de Planejamento Concluído)

SPI: *Schedule Performance Index* (Índice de Desempenho de Cronograma)

SV: *Schedule Variance* (Variação de Cronograma)

SUMÁRIO

1	Introdução.....	14
1.1.	Justificativa.....	15
1.2.	Objetivos	16
1.2.1.	Objetivos específicos.....	16
1.3.	Metodologia.....	17
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	21
2.1.	Gerenciamento de Escopo	22
2.2.	Gerenciamento do Cronograma do Projeto	23
2.3.	Gerenciamento dos Custos	25
2.4.	<i>Softwares</i> e Sistemas disponíveis do Mercado aplicados na Construção Civil.....	26
2.4.1.	<i>Softwares</i> para gerenciamento de Escopo	27
2.4.2.	<i>Softwares</i> para gerenciamento de Prazo	30
2.4.3.	<i>Softwares</i> para gerenciamento de Custos	31
2.4.4.	Indicadores em Monitoramento de Custos e Prazos.....	32
3	PESQUISA DE MERCADO COM INCORPORADORAS E CONSTRUTORAS.....	40
3.1.	Formatação do questionário	40
3.2.	Seleção e descrição das empresas entrevistadas.....	42
3.3.	A elaboração do questionário	45
3.4.	Análise das respostas do questionário	46
4	ESTUDO DE CASO	59
4.1.	O empreendimento	59
4.2.	Etapas do gerenciamento e monitoramento.....	59
4.2.1.	Gerenciamento de Escopo	59
4.2.2.	Gerenciamento de Custo.....	63
4.2.3.	Gerenciamento de Prazo	68
4.2.4.	Monitoramento e controle	71
4.3	Os <i>softwares</i> utilizados.....	83

5	ANÁLISE DE DADOS E RECOMENDAÇÕES	85
5.1.	Integração de <i>Softwares</i>	85
5.2.	Gerenciamento de Escopo	87
5.3.	Gerenciamento de Custos	89
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	92
6.1.	Conclusões.....	92
6.2.	Recomendações para trabalhos futuros	94
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	96

1 INTRODUÇÃO

O setor da Construção Civil enfrenta uma série de desafios relacionados ao gerenciamento eficaz de projetos, principalmente no que tange ao controle de custos e prazos. Apesar dos avanços tecnológicos e da crescente adoção de *softwares* especializados para o planejamento, monitoramento e controle de obras, muitas empresas ainda encontram dificuldades em integrar e tornar mais eficiente o uso dessas ferramentas em seus processos. Segundo Rezende e Abreu (2000), a adoção de sistemas ERP e outras tecnologias no setor ainda é fragmentada, dificultando a comunicação entre equipes e departamentos. Além disso, de acordo com Azhar (2011), a utilização de tecnologias como BIM tem potencial para reduzir conflitos e melhorar a previsibilidade nos projetos, mas sua implementação ainda enfrenta resistências e limitações em muitas empresas.

Apesar da evolução tecnológica em diversas áreas, a adoção e exploração de tecnologias como o BIM ainda são limitadas no setor da Construção Civil. A maioria das empresas utiliza apenas o BIM 3D, focado na modelagem tridimensional, enquanto as dimensões mais avançadas, como o BIM 4D (gestão de tempo) e 5D (controle de custos), continuam subutilizadas. Isso reflete a dificuldade do setor em acompanhar plenamente as inovações disponíveis, seja por barreiras culturais, falta de capacitação ou limitações na integração dos sistemas.

Nesse contexto, as bibliografias de referência, mesmo sendo publicadas em anos anteriores, são relevantes, pois abordam fundamentos que ainda não foram superados ou amplamente explorados pelo mercado, os fundamentos ainda são os mesmos. Suas análises fornecem uma base sólida para compreender os desafios persistentes e oferecem conhecimentos que permanecem atuais diante da lenta evolução na adoção dessas tecnologias.

A correta implementação e sinergia entre os diversos sistemas utilizados nas incorporadoras e construtoras, como ERPs, BIM, e *softwares* de planejamento como MS Project e Primavera, são frequentemente obstáculos para a eficiência operacional. De acordo com Monteiro e Poças Martins (2013), a falta de integração entre ferramentas gera inconsistências de dados, impactando negativamente o fluxo de informações entre áreas como planejamento, orçamento e execução.

A falta de controle efetivo sobre o planejamento e o monitoramento de custos e prazos durante a execução das obras é um problema recorrente, e a utilização inadequada ou parcial dessas ferramentas pode resultar em atrasos, estouros de orçamento e falhas de comunicação

entre equipes. Estudos indicam que empresas que não utilizam ferramentas de gestão integradas frequentemente enfrentam problemas de coordenação, resultando em retrabalhos e aumento de custos (Eastman et al., 2011). Além disso, a resistência à adoção de novas tecnologias e a falta de treinamento adequado das equipes de trabalho contribuem para a subutilização dos *softwares* e, conseqüentemente, para a perda de eficiência (Azhar, 2011; PMI, 2017).

Diante desse cenário, este trabalho investiga os impactos positivos e negativos da utilização de *softwares* de gerenciamento de projetos em incorporadoras e construtoras de médio e grande porte, com foco específico no controle de custos e prazos. A pesquisa busca identificar os desafios enfrentados pelas empresas na implementação e integração desses sistemas, além de propor recomendações para gestão de custos e prazos, com a utilização de *software* em empreendimentos residenciais, visando aprimorar sua utilização, melhorando a eficiência e a eficácia na gestão de projetos.

1.1. Justificativa

A principal justificativa para este estudo está na dificuldade que muitas empresas do setor da Construção Civil enfrentam em implementar e integrar de forma eficaz os diversos *softwares* de gerenciamento de projetos. De acordo com Monteiro e Poças Martins (2013), a falta de integração entre ferramentas como ERPs e BIM pode levar à fragmentação das informações e à duplicação de esforços, comprometendo a eficiência do processo de gestão. Estudos de Eastman et al. (2011) destacam que, embora o BIM ofereça uma abordagem integrada e colaborativa para o gerenciamento de projetos, sua implementação depende de uma integração robusta com outros sistemas, como ERPs e ferramentas de planejamento, o que muitas vezes não ocorre de maneira satisfatória.

Essa lacuna de integração resulta na fragmentação das informações, dificultando o acompanhamento em tempo real e a tomada de decisões estratégicas pelas equipes de gestão. Rezende e Abreu (2000) apontam que a ausência de sinergia entre sistemas é uma barreira significativa para a adoção de tecnologias no setor, especialmente em projetos complexos. Azhar (2011) enfatiza que a resistência organizacional e a falta de interoperabilidade entre *softwares* são desafios recorrentes que impedem o pleno aproveitamento das soluções tecnológicas disponíveis.

Além disso, a falta de um controle robusto sobre o planejamento e monitoramento de escopo, custos e prazos em obras, mesmo com o uso desses *softwares*, é uma questão crítica. A dificuldade da manutenção do escopo inicial, de manter as operações dentro do orçamento e do

cronograma estabelecidos continua sendo um dos principais pontos de dificuldade para incorporadoras e construtoras. Este problema é agravado por fatores como a resistência interna à mudança, a falta de treinamento adequado e os custos elevados de implementação de novas tecnologias.

Portanto, o estudo se justifica pela necessidade de compreender melhor esses desafios e propor recomendações que auxiliem as empresas na adoção mais eficaz desses *softwares*. Acredita-se que uma gestão mais integrada, com sistemas que operem de forma sinérgica e um controle mais rígido sobre custos e prazos, possa melhorar significativamente o desempenho dos projetos.

1.2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é propor recomendações a serem aplicadas na gestão de escopo, custos e prazos com a utilização de *softwares* aplicados em empreendimentos residenciais.

Para isso, o autor investiga quais softwares são utilizados no gerenciamento de escopo, custos e prazos por incorporadoras e construtoras de médio e grande porte no setor de empreendimentos residenciais, analisando sua interligação.

O estudo busca identificar os desafios enfrentados pelas empresas na implementação e integração desses *softwares*, além de analisar os benefícios obtidos.

A partir dessa análise, pretende-se propor recomendações para a utilização eficaz dessas ferramentas, visando tornar mais eficiente o gerenciamento de recursos, melhorar a sinergia entre sistemas e aumentar a eficiência no acompanhamento e controle do escopo, dos prazos e dos custos em projetos de construção.

1.2.1. Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral o trabalho estabelece os seguintes objetivos específicos:

- a) Apontar um levantamento dos *softwares* utilizadas por empresas de médio e grande porte do setor para escopo, custos e prazos.

- b) Analisar as etapas do gerenciamento e monitoramento envolvendo escopo, custos e prazos, destacando a integração dos *softwares* utilizados e as interações entre as áreas responsáveis.
- c) Identificar os principais KPIs (*Key Performance Indicator* ou Indicadores-Chave de Desempenho) usados para monitorar custos e prazos, evidenciando sua eficácia no acompanhamento do progresso dos projetos.
- d) Explorar boas práticas e barreiras enfrentadas pelas empresas na implementação e utilização de tecnologias para gerenciamento de projetos, apresentando recomendações para tornar mais eficiente os processos e superar desafios.

A partir das análises anteriores e objetivos específicos, o objetivo principal é propor recomendações que ajudem outras empresas do setor a tornar mais eficiente a utilização de *softwares* de gerenciamento de projetos. Essas recomendações serão focadas em superar os desafios observados durante o levantamento de dados e o estudo de caso, abordando questões como a melhor forma de integrar os sistemas, garantir o treinamento adequado das equipes, e propor uma EAP que possa ser utilizada como padrão e escolher os KPIs mais eficazes para o monitoramento. Essas recomendações visam fornecer orientações práticas que possam ser aplicadas por outras empresas para melhorar a eficiência no controle de custos e prazos, mitigando o risco de atrasos e desvios de orçamento.

1.3. Metodologia

Este trabalho adota uma abordagem exploratória e descritiva com o objetivo de investigar a utilização de *softwares* de gerenciamento de projetos em incorporadoras e construtoras de médio e grande porte, com foco específico no gerenciamento de escopo, custos e prazos, para assim propor recomendações que visam melhorar a eficiência no controle de custos e prazos. A metodologia está delineada em 5 (cinco) etapas principais: revisão bibliográfica, levantamento de dados com pesquisa, estudo de caso, análise dos dados onde será proposto as recomendações e conclusão, cada uma delas desenvolvida para fornecer uma visão abrangente sobre os desafios e benefícios associados à adoção de *softwares* de gerenciamento de projetos no setor da Construção Civil. Conforme fluxograma abaixo demonstrando cada etapa do trabalho:

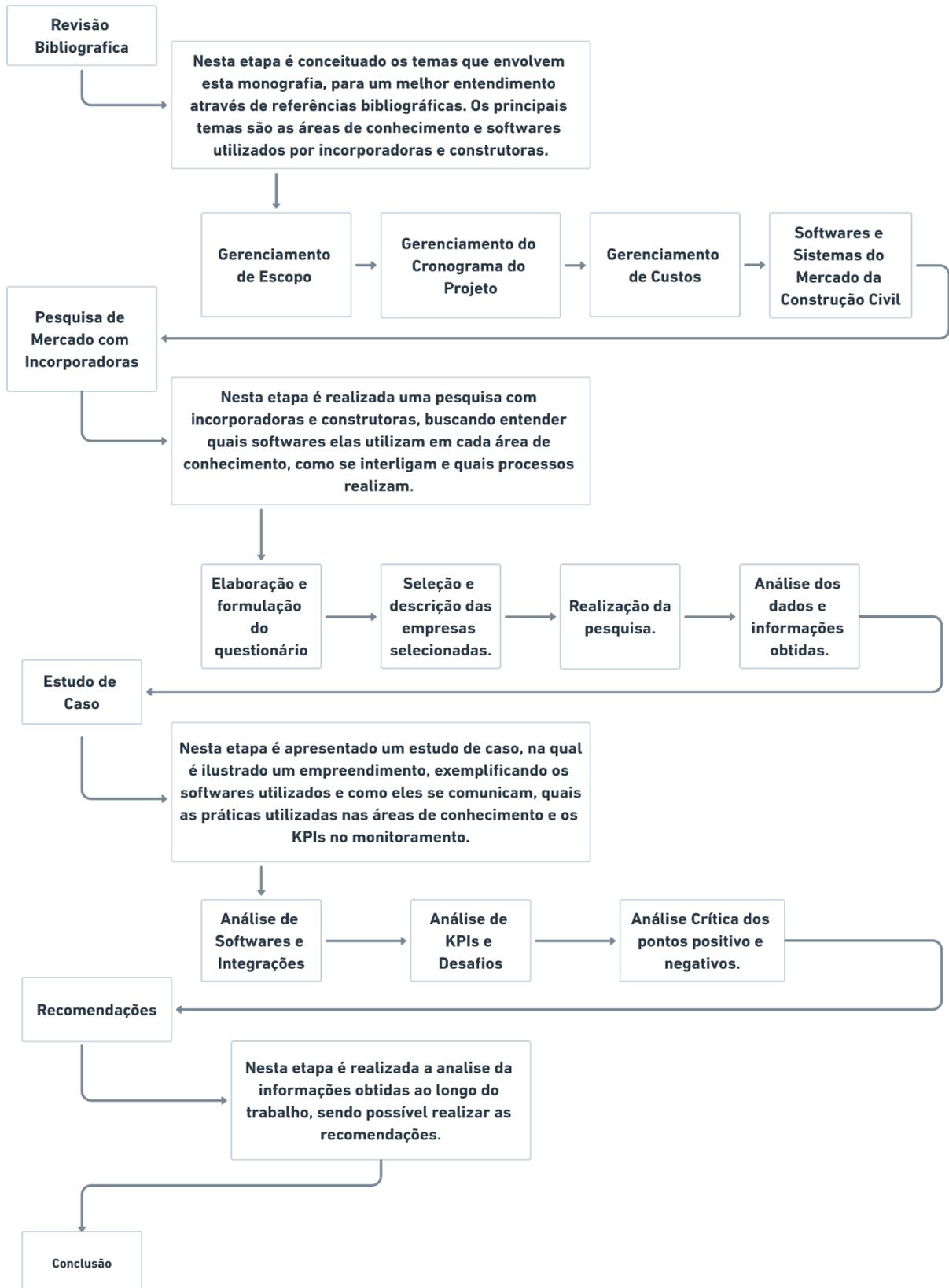


Figura 1 - Fluxograma de etapas de trabalho

A primeira etapa consiste em uma revisão bibliográfica detalhada. Esse processo envolve a análise de fontes bibliográficas que abordam as práticas de gerenciamento de projetos, com especial atenção ao gerenciamento de escopo, custos e prazos. Como referência teórica central, é utilizada a 6ª Edição do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), que fornece as diretrizes para os processos de planejamento, monitoramento e controle de projetos. Além do PMBOK, são analisados estudos que discutem a utilização de *softwares* e ferramentas tecnológicas no setor, como o *Building Information Modeling* (BIM), ERP, MS Project e Primavera. A revisão bibliográfica tem como propósito um melhor entendimento em termos de metodologias e *softwares* aplicados ao gerenciamento de projetos na Construção Civil, servindo de embasamento teórico para as análises que serão realizadas posteriormente.

Na segunda etapa realiza-se um levantamento de dados empíricos por meio de entrevistas estruturadas e questionários aplicados a oito incorporadoras e construtoras de médio e grande porte. A seleção dessas empresas baseia-se em critérios como o uso de tecnologias avançadas de gestão de projetos e a diversidade de *softwares* empregados para o controle de custos e prazos. O levantamento visa aprofundar o conhecimento sobre as práticas de utilização de *softwares* por essas empresas, explorando quais ferramentas são empregadas para o gerenciamento de projetos, incluindo MS Project, Primavera, BIM e ERPs, utilizados no setor. Além disso, são investigados os modos de integração entre esses sistemas, como por exemplo o ERP e o BIM, de forma a entender como o fluxo de informações ocorre entre as áreas de conhecimento: escopo, custos e prazos e seu impacto em cada uma destas áreas.

Durante o levantamento, busca-se compreender como as empresas organizam sua Estrutura Analítica de Projeto (EAP) para a gestão de custos e prazos, avaliando se as metodologias adotadas permitem um controle eficaz. Adicionalmente, são analisados os indicadores de desempenho (KPIs) monitorados pelas empresas, como o Índice de Desempenho de Custos (IDC) e o Índice de Desempenho de Prazos (IDP), de modo a identificar quais métricas são utilizadas para acompanhar o progresso dos projetos.

Outro ponto importante são os desafios e benefícios observados na implementação e uso dos *softwares*, incluindo questões relacionadas a custos de implantação, resistência das equipes e as melhorias obtidas no controle de custos e prazos.

As entrevistas são conduzidas com profissionais de diferentes níveis hierárquicos, como gerentes de projeto, engenheiros de planejamento, diretores financeiros e sócios diretores, garantindo uma visão abrangente e multifacetada da utilização dos *softwares* nas empresas.

Ainda nessa etapa os dados obtidos são analisados de forma qualitativa e quantitativa. Inicialmente, as respostas são agrupadas em temas, como a integração de sistemas, desafios de implementação e benefícios alcançados. Em seguida, são utilizadas métricas quantitativas para avaliar o impacto da utilização dos *softwares* na melhoria do controle de custos e prazos, bem como na eficiência geral do gerenciamento dos projetos. Esse processo de análise permite identificar padrões nas práticas das empresas e mapear os principais obstáculos enfrentados na adoção de *softwares* para gestão.

A terceira etapa consiste na realização de um estudo de caso em uma construtora de médio porte que utiliza *softwares* de gerenciamento de projetos em suas operações. Esse estudo de caso é escolhido para proporcionar uma visão mais aprofundada sobre os desafios e benefícios da implementação desses sistemas em um contexto prático. Durante essa análise, são observados os *softwares* utilizados pela construtora/incorporadora para o planejamento, monitoramento e controle de custos e prazos, bem como a forma de integração desses sistemas com outras plataformas internas, como ERP e BIM. A sinergia entre os sistemas e a aplicação prática de cada etapa do planejamento e monitoramento na gestão de projetos são avaliadas de forma detalhada. Além disso, são analisados os KPIs monitorados para garantir que os projetos permaneçam dentro do cronograma e do orçamento, e os desafios enfrentados durante a implementação dos *softwares*.

A partir dos resultados obtidos nas três etapas anteriores, na quarta etapa são analisados os resultados e propostas recomendações para a utilização eficaz de *softwares* de gerenciamento de projetos em incorporadoras e construtoras, com foco em gerenciamento de escopo, custos e prazos. Essas recomendações abordam aspectos como a integração entre os sistemas utilizados no estudo de caso, as melhores práticas envolvendo as três áreas de conhecimento e a definição dos KPIs mais relevantes para o monitoramento de custos e prazos. As recomendações têm como base a literatura revisada, o estudo de caso e os dados empíricos coletados, buscando oferecer soluções práticas que possam ser implementadas por outras empresas do setor.

Finalmente, na quinta etapa temos as conclusões finais do trabalho, sendo possível apontar os pontos positivos e negativos encontrados ao longo do trabalho e considerações finais sobre os temas abordados.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Este capítulo tem como objetivo conceituar e explicar os principais processos de gerenciamento de projetos com foco nas áreas de escopo, custos e prazos que são essenciais para o sucesso de qualquer empreendimento na Construção Civil. Com base nas melhores práticas descritas no PMBOK 6ª Edição serão apresentadas as definições e as recomendações bibliográficas necessários para garantir que o projeto seja planejado, monitorado e controlado, garantindo que os prazos, custos e objetivos sejam alcançados conforme o previsto.

A escolha pela utilização do PMBOK 6ª Edição neste trabalho, deve-se a fatores relacionados à abordagem metodológica e à aplicabilidade prática no setor da construção civil. A 6ª edição do PMBOK é amplamente reconhecida por sua abordagem baseada em processos, com foco em áreas de conhecimento específicas, como gerenciamento de escopo, custos, prazos e qualidade. Essa estrutura é altamente detalhada e prescritiva, o que facilita a aplicação direta em projetos de engenharia e construção, onde o controle rígido de processos e cronogramas é fundamental. Por outro lado, a 7ª edição do PMBOK, lançada pelo Project Management Institute (PMI) em 2021, adota uma abordagem mais flexível e baseada em princípios, focando em resultados e na adaptação a diferentes contextos organizacionais. Embora essa nova edição seja valiosa para projetos ágeis e ambientes complexos, ela não apresenta o mesmo nível de detalhamento em processos e ferramentas específicos, o que pode limitar sua aplicabilidade direta em projetos de construção, que demandam métodos mais estruturados e previsíveis.

Tabela: PMi (2021)

Entrega	Cadência de entrega	Abordagem de desenvolvimento
Construção	Entrega única	Preditiva
Serviços para idosos	Entrega múltipla	Interativa
Site	Entrega periódica	Adaptativa
Treinamento de patrulha de ação comunitária	Entrega múltipla	Incremental

O gerenciamento de projetos envolve um conjunto de processos que aumentam a capacidade de eficácia, sendo possível o trabalho seja definido, executado e controlado ao longo de seu ciclo de vida. De acordo com o PMBOK 6ª Edição, publicado pelo *Project Management Institute* (PMI), existem dez áreas de conhecimento que são essenciais para garantir o sucesso dos projetos, cada uma com processos específicos que orientam a gestão de diferentes aspectos do projeto (PMI, 2017). Foi selecionada a edição 6ª ao invés da mais recente, a 7ª, pois a 6ª

edição é mais detalhada e estruturada, focado em processos específicos e áreas de conhecimento, ideal para projetos preditivos, onde as etapas e cronogramas são claros desde o início, já a 7ª edição foca em princípios, permitindo adaptar as práticas conforme o contexto de cada projeto, focando na entrega de valor e na adaptação.

Neste capítulo, serão abordadas três dessas áreas de conhecimento, necessárias para a execução de projetos de Construção Civil: Gerenciamento do Escopo do Projeto, Gerenciamento do Cronograma do Projeto e Gerenciamento dos Custos do Projeto.

2.1. Gerenciamento de Escopo

O Gerenciamento do Escopo do Projeto visa garantir que o projeto inclua apenas o trabalho necessário para alcançar os objetivos do projeto, sem desvios que possam comprometer a sua execução. O escopo precisa ser bem definido e controlado para evitar o *scope creep*, que é o aumento descontrolado do escopo durante a execução do projeto (PMI, 2017).

Segundo o PMBOK, o gerenciamento do escopo é composto por seis processos fundamentais:

- Planejamento do Gerenciamento do Escopo - Este processo é a base para garantir que o escopo seja bem gerido ao longo do projeto. O Plano de Gerenciamento do Escopo documenta como o escopo será definido, validado e controlado. Essa definição inclui as diretrizes para a criação da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) e as regras para lidar com mudanças no escopo (PMI, 2017).

- Coleta de Requisitos - A coleta de requisitos é crucial para entender as expectativas das partes interessadas e garantir que o escopo reflita suas necessidades. De acordo com o PMBOK, a coleta de requisitos inclui técnicas como entrevistas, grupos de discussão e análise de documentos, garantindo que todas as necessidades sejam claramente identificadas e documentadas (PMI, 2017).

- Definição do Escopo - Na definição do escopo, desenvolve-se a Declaração do Escopo do Projeto, que descreve os objetivos, as entregas, os limites e os critérios de aceitação do projeto. Esse documento detalha o que está incluído e o que está excluído do projeto, estabelecendo uma base clara para a gestão do escopo (PMI, 2017).

- Criação da EAP (Estrutura Analítica do Projeto) - A Estrutura Analítica do Projeto (EAP), ou *Work Breakdown Structure* (WBS), é uma decomposição hierárquica do escopo do projeto, que facilita a divisão do trabalho em componentes menores e mais

gerenciáveis. A EAP é fundamental para organizar as entregas do projeto de forma estruturada, garantindo que todos os itens de trabalho sejam considerados e que o escopo esteja completo (PMI, 2017). Kähkönen e Atkin (2017) abordam a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) como uma ferramenta fundamental para a decomposição do trabalho em projetos de construção, destacando sua importância para a organização dos elementos do projeto em pacotes de trabalho mais gerenciáveis. Eles enfatizam que a EAP facilita o planejamento detalhado e a comunicação entre as partes interessadas, permitindo uma visão clara das entregas e das atividades necessárias para a conclusão do projeto. Segundo os autores, "a EAP oferece uma estrutura que facilita a alocação de responsabilidades e a gestão de custos, garantindo que cada parte do projeto seja atribuída de maneira clara e organizada" (KAHKONEN; ATKIN, 2017). Eles também apontam que a EAP é particularmente útil em projetos complexos, onde a decomposição em partes menores permite melhor controle sobre os processos e facilita a identificação de problemas em estágios iniciais.

- Validação do Escopo - A validação do escopo consiste na formalização da aceitação das entregas do projeto pelas partes interessadas, garantindo que as entregas estejam conforme os critérios estabelecidos. Este processo é fundamental para assegurar que o trabalho realizado esteja alinhado com as expectativas (PMI, 2017).

- Controle do Escopo - O controle do escopo envolve o monitoramento contínuo do escopo do projeto para garantir que todas as mudanças sejam gerenciadas de forma adequada, evitando impactos negativos no projeto. Segundo o PMBOK, o controle do escopo é uma prática essencial para manter o projeto dentro dos seus limites acordados (PMI, 2017).

2.2. Gerenciamento do Cronograma do Projeto

O Gerenciamento do Cronograma do Projeto abrange os processos necessários para gerenciar o tempo de execução do projeto e garantir que todas as atividades sejam realizadas de acordo com o cronograma estabelecido. De acordo com o PMBOK 6ª Edição, o gerenciamento eficaz do cronograma permite aos gerentes de projeto prever atrasos e tomar medidas corretivas antes que os problemas comprometam os prazos do projeto. O gerenciamento do cronograma é abordado em várias etapas cruciais para o sucesso do projeto. Ele envolve processos que asseguram o planejamento, o monitoramento e o controle do tempo

necessário para concluir as atividades do projeto, garantindo que elas estejam alinhadas com o cronograma aprovado (PMI, 2017).

O gerenciamento do cronograma é composto por seis processos fundamentais:

- **Planejamento do Gerenciamento do Cronograma:** Esse processo define as políticas, os procedimentos e a documentação para gerenciar o cronograma do projeto. Segundo o PMBOK, "o benefício chave desse processo é que ele fornece orientação sobre como o cronograma do projeto será gerenciado ao longo do projeto"(PMI, 2017).
- **Definição das Atividades:** Esta etapa compreende a identificação e documentação das ações específicas a serem realizadas para completar os pacotes de trabalho da Estrutura Analítica do Projeto (EAP). O uso de técnicas como a decomposição permite dividir os pacotes de trabalho em atividades menores, facilitando o gerenciamento detalhado (PMI, 2017).
- **Sequenciamento das Atividades:** Para criar um cronograma viável, as atividades precisam ser organizadas em uma sequência lógica, considerando as dependências entre elas. Métodos como o Diagrama de Precedência e o Método do Caminho Crítico (CPM) são usados para identificar o caminho que determinará a maior duração total do projeto (PMI, 2017).
- **Estimativa de Duração das Atividades:** O tempo necessário para concluir cada atividade é estimado utilizando técnicas como a estimativa análoga, a estimativa paramétrica e a estimativa de três pontos (PERT) ou CPM (método determinístico). Essas estimativas permitem a construção de um cronograma mais realista, considerando a variabilidade e os recursos disponíveis (PMI, 2017).
- **Desenvolvimento do Cronograma:** Nessa fase, todas as informações coletadas nas etapas anteriores são combinadas para desenvolver o cronograma final do projeto. Esse cronograma inclui as atividades, durações, dependências e recursos alocados, e serve como uma linha de base para monitoramento e controle. A análise do caminho crítico é essencial para determinar quais atividades impactam diretamente na duração total do projeto (PMI, 2017).
- **Controle do Cronograma:** Finalmente, o controle do cronograma é realizado continuamente para garantir que o projeto permaneça no cronograma aprovado. Variâncias no cronograma são identificadas e ações corretivas são tomadas para

alinhar o projeto com o planejamento inicial. Segundo o Project Management Institute (PMI, 2017), “o controle do cronograma envolve determinar o status atual do cronograma, influenciar os fatores que criam mudanças no cronograma, determinar se o cronograma foi alterado e gerenciar mudanças reais quando elas ocorrem”.

2.3. Gerenciamento dos Custos

O Gerenciamento dos Custos do Projeto é uma área crucial para garantir que o projeto seja concluído dentro do orçamento aprovado, sem comprometer os objetivos e a qualidade do projeto. De acordo com o PMBOK 6ª Edição, o gerenciamento de custos envolve os processos de estimativa, orçamentação e controle dos custos do projeto, assegurando que os recursos financeiros sejam geridos de forma eficiente ao longo do ciclo de vida do projeto (PMI, 2017).

- **Planejamento do Gerenciamento dos Custos:** No processo de Planejamento do Gerenciamento de Custos, é estabelecido como os custos serão gerenciados, estimados e monitorados ao longo do projeto. Essa etapa é fundamental, pois define as diretrizes que serão utilizadas para o controle financeiro, além de permitir que o gerente de projetos tome decisões informadas sobre o orçamento e os recursos financeiros (PMI, 2017). Este processo ocorre nas etapas iniciais do projeto e "define como os custos serão planejados, monitorados e controlados durante o ciclo de vida do projeto"
- **Estimativa dos Custos:** O processo de Estimativa de Custos é um componente essencial do gerenciamento de custos, pois é responsável por prever os recursos financeiros necessários para completar cada atividade do projeto. De acordo com o PMBOK®, essa estimativa pode ser feita usando diferentes técnicas, como estimativas análogas, paramétricas e de três pontos, entre outras. O uso dessas técnicas depende do nível de precisão necessário e das informações disponíveis. Conforme descrito:

"A precisão das estimativas aumenta conforme o projeto avança, e as suposições se tornam mais claras" .

- **Determinação do Orçamento:** A Determinação do Orçamento envolve a agregação das estimativas de custos das atividades e dos pacotes de trabalho para formar uma linha de base de custos, essencial para monitorar o progresso financeiro do projeto. Essa linha

de base inclui não apenas os custos das atividades, mas também reservas de contingência para cobrir riscos conhecidos, como indica o PMBOK®, "fornecendo uma reserva de segurança para lidar com incertezas".

- **Controle dos Custos:** o Controle dos Custos monitora o status financeiro do projeto em relação ao orçamento planejado, permitindo ajustes em caso de desvios. O PMBOK® destaca a importância do controle contínuo e do uso de técnicas como a Análise de Valor Agregado (EVA), que compara o valor planejado com o valor agregado e o custo real, auxiliando na "identificação de variações e no ajuste da linha de base de custos conforme necessário" (PMI, 2017).

2.4. Softwares e Sistemas disponíveis do Mercado aplicados na Construção Civil

O uso de *softwares* de gerenciamento de projetos tem se tornado essencial para solidificar a eficiência e eficácia na execução de projetos de Construção Civil. Segundo Rezende e Abreu (2000), esses sistemas "proporcionam uma visão integrada das atividades, facilitando o planejamento e o controle financeiro e de prazos, essenciais para a conclusão bem-sucedida de projetos complexos". Estes *softwares* auxiliam no planejamento, monitoramento e controle dos diversos aspectos de um projeto, como escopo, cronograma e custos, o que permite aos gestores "tomar decisões informadas baseadas em dados atualizados em tempo real" (Monteiro e Poças Martins, 2013). Além de facilitar a criação de planos detalhados, essas ferramentas possibilitam o acompanhamento contínuo do progresso das atividades, contribuindo para a mitigação de riscos e a prevenção de atrasos e sobrecarga de custos (Azhar, 2011). Neste capítulo, serão apresentados os principais *softwares* utilizados no mercado para cada área de conhecimento, com foco em suas funcionalidades e como podem ser integrados para tornar mais eficiente o gerenciamento de projetos.

Os processos apresentados nos capítulos 2.1, 2.2 e 2.3 são fundamentais para a escolha dos softwares de gestão em projetos da construção civil. Cada um desses processos requer ferramentas específicas que auxiliem no planejamento, execução e controle das atividades. Por exemplo, o detalhamento da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), o sequenciamento de atividades no cronograma e o monitoramento de custos demandam softwares que ofereçam integração entre planejamento físico-financeiro, bem como a capacidade de gerar relatórios de desempenho e indicadores-chave (KPIs). Assim, a seleção de soluções tecnológicas deve

considerar a capacidade dos softwares em automatizar, monitorar e integrar esses processos, garantindo maior eficiência, precisão e controle durante todo o ciclo de vida do projeto.

2.4.1. Softwares para gerenciamento de Escopo

A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) é uma abordagem que integra todas as disciplinas envolvidas em um projeto de construção em um modelo digital tridimensional, proporcionando uma visão colaborativa e centralizada do projeto. Segundo Eastman et al. (2011):

o BIM permite que arquitetos, engenheiros e gestores de projetos visualizem e analisem o projeto em uma plataforma única, o que facilita a identificação de interferências entre sistemas e reduz os retrabalhos".

Um dos principais benefícios do BIM na Construção Civil é a capacidade de gerar automaticamente quantitativos de insumos, o que auxilia na definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) e na previsão de custos, assegurando que os recursos sejam adequadamente alocados (Azhar, 2011). Além disso, a compatibilização de projetos em BIM permite identificar e resolver conflitos entre as disciplinas de arquitetura, estrutura e instalações antes da fase de execução, o que reduz significativamente os custos e os prazos de entrega, conforme apontado por Monteiro e Poças Martins (2013), que afirmam que:

"o uso do BIM na compatibilização de projetos minimiza o risco de conflitos no canteiro de obras, otimizando o fluxo de trabalho e reduzindo desperdícios".

O avanço do BIM é frequentemente descrito em níveis de maturidade, que refletem a complexidade e a integração dos processos. No nível 1.0, os projetos ainda são gerados em 2D por ferramentas CAD, sem qualquer integração entre disciplinas. No nível 2.0, surge a modelagem 3D, permitindo representar volumes e geometrias mais detalhadas, mas ainda com pouca colaboração entre áreas. O nível 3.0 marca o início da coordenação multidisciplinar e do uso de ferramentas para a detecção de conflitos (clash detection), otimizando a compatibilidade entre projetos como arquitetura e instalações.

Com a introdução do BIM 4.0, o elemento temporal é incorporado, permitindo que os modelos tridimensionais sejam vinculados ao planejamento de cronogramas, resultando na modelagem 4D. Este avanço possibilita simulações de sequências construtivas e identificação de gargalos nos prazos. No BIM 5.0, a dimensão de custos é adicionada, integrando dados de custos e permitindo uma análise precisa de orçamento, orçamentos detalhados e projeções de custos. O nível 6.0 expande a metodologia para incluir aspectos de sustentabilidade, com ferramentas que analisam o impacto ambiental, eficiência energética e ciclo de vida dos materiais. Finalmente, o BIM 7.0 representa o estágio mais avançado, focado na operação e manutenção do edifício. Nesse nível, o modelo BIM torna-se uma base para gestão de *facilities* (FM), integrando tecnologias como sensores IoT e sistemas de automação para monitoramento em tempo real.

Eastman et al. (2011) destacam que a evolução do BIM, de um simples modelo tridimensional para uma plataforma integrada de gestão, redefine os processos da construção civil, melhorando a colaboração entre equipes e reduzindo significativamente os erros durante a execução dos projetos.

Principais *softwares* usados em gerenciamento de escopo:

- Autodesk Revit: Segundo a Autodesk, o Revit permite a criação de modelos 3D detalhados que integram arquitetura, estrutura e sistemas prediais. Além de gerar quantitativos de materiais diretamente do modelo, facilita a integração com orçamentos e cronogramas (Autodesk, 2024).
- Autodesk ACC (Build, Docs, BIM Collaborate, Takeoff): Solução baseada em nuvem que permite a colaboração em projetos BIM, oferecendo funcionalidades como controle de versões, análise de interferências e gerenciamento de quantidades para orçamentos.
- Navisworks: A Autodesk afirma que o Navisworks é fundamental para a revisão e coordenação de projetos BIM, oferecendo ferramentas para detecção de interferências e compatibilização de disciplinas. O *software* se conecta a outros programas, como Primavera P6, para a gestão integrada de atividades e elementos do projeto (Autodesk, 2024).
- Solibri: Software avançado para verificação e validação de modelos BIM, permitindo análises detalhadas de qualidade, compatibilidade e conformidade com normas regulatórias.

- Archicad (Graphisoft): De acordo com a Graphisoft, o Archicad é uma plataforma de modelagem BIM focada em arquitetura, que permite a criação de modelos tridimensionais e a exportação de relatórios de quantitativos e tabelas de custo, facilitando a compatibilidade com outros *softwares* através do formato IFC (Graphisoft, 2024).
- BIMCollab (KUBUS): O BIMCollab é uma plataforma de colaboração projetada para gerenciar questões e problemas relacionados a projetos BIM (*Building Information Modeling*). Ele oferece uma interface intuitiva para identificar, rastrear e resolver conflitos (*clash detection*) entre diferentes disciplinas de projeto, como arquitetura, estrutura e instalações. A ferramenta é baseada no protocolo BCF (*BIM Collaboration Format*), permitindo a interoperabilidade com diversos *softwares* BIM, como Autodesk Revit, ArchiCAD e Navisworks. (KUBUS, 2024)
- Trimble (SketchUp, Tekla, Straus): Conjunto de ferramentas que atendem desde a modelagem 3D simplificada (SketchUp) até a modelagem estrutural detalhada (Tekla) e análises avançadas para engenharia civil (Straus).
- Dalux: Plataforma focada em gestão de construção e BIM, oferecendo funcionalidades como visualização de modelos em dispositivos móveis, controle de qualidade e gestão de documentos.
- Vectorworks: Software de modelagem 3D e documentação, muito utilizado para projetos arquitetônicos e urbanísticos, com suporte a processos BIM.
- BIM Track: Plataforma colaborativa baseada em nuvem que facilita a comunicação entre equipes, permitindo a rastreabilidade de problemas e a melhoria na coordenação de projetos BIM.
- Bentley Systems: Fornece um conjunto robusto de softwares voltados para infraestrutura, incluindo modelagem, análise estrutural e gerenciamento de informações ao longo do ciclo de vida do projeto.

Esses *softwares* desempenham papéis essenciais na integração das diferentes fases do projeto, desde a concepção e modelagem até a execução e monitoramento. A escolha da ferramenta ideal depende das especificidades do empreendimento, do nível de maturidade da empresa na adoção de tecnologia e da necessidade de integração entre diferentes disciplinas dentro do projeto.

Seguindo o PMI (2017) o gerenciamento de escopo é essencial para garantir que o projeto inclua todas as entregas necessárias e que estejam claramente definidas" (PMI, 2017). Ferramentas como o Microsoft Project e o Primavera P6 facilitam essa gestão de escopo, pois o Primavera P6, por exemplo, oferece uma estrutura visual para organização e controle do escopo através da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), o que permite um acompanhamento detalhado dos pacotes de trabalho" (Oracle, 2023). De maneira similar, "o Microsoft Project permite a decomposição do escopo em pacotes de trabalho visualmente representados, facilitando o planejamento e o controle ao longo do projeto" (Microsoft, 2023).

2.4.2. Softwares para gerenciamento de Prazo

O gerenciamento do cronograma é essencial para garantir que todas as atividades sejam executadas dentro dos prazos estabelecidos. "O cronograma do projeto inclui os processos necessários para gerenciar o término pontual do projeto" (PMI, 2017). Os *softwares* de planejamento de cronograma, como Microsoft Project e Primavera P6, auxiliam na definição de atividades, sequenciamento, estimativa de durações e desenvolvimento do cronograma, proporcionando uma estrutura detalhada e dinâmica.

Principais *softwares* de gerenciamento de prazo:

- Microsoft Project: Conforme descrito pela Microsoft, o Microsoft Project "permite o sequenciamento de atividades, definição de predecessoras e sucessoras, e a estimativa de durações. Além disso, oferece funcionalidades para ajustar cronogramas de forma dinâmica e realizar o acompanhamento em tempo real" (Microsoft, 2024).
- Primavera P6 (Oracle Primavera): A Oracle explica que o Primavera P6 é "preferido em projetos de grande escala devido à sua robustez e capacidade de lidar com milhares de atividades simultâneas". O *software* oferece recursos avançados para "controle de cronogramas complexos e análise de caminhos críticos, além de integrar-se com ERPs e ferramentas de BI para criação de relatórios de desempenho" (Oracle, 2024).
- GanttProject: GanttProject é uma ferramenta de código aberto que "facilita a criação de cronogramas no formato de gráfico de Gantt, sendo útil para projetos de pequeno a médio porte" (GanttProject, 2023). Embora seja mais simples que o Microsoft Project e o Primavera P6, sua interface é acessível, mas apresenta limitações em integração com outros sistemas.

- GESCORP: *Software* que permite o gerenciamento integrado do cronograma físico e financeiro, vinculando medições, avanço físico e controle de fluxo de caixa de forma prática e eficiente.
- Prevision: De acordo com o site da Prevision, o *software* é "especializado no planejamento de obras e na gestão de cronogramas, oferecendo uma interface intuitiva que facilita o planejamento e controle de atividades de obra, com uma visão detalhada do progresso" (Prevision, 2024). Além disso, possibilita a integração com o Microsoft Project e o Primavera P6 para sincronização dinâmica de cronogramas.
- Agilean: Ferramenta baseada em nuvem que utiliza princípios ágeis para o planejamento e execução de projetos, com foco em eficiência e flexibilidade.
- Synchro: Software que integra o planejamento de cronogramas com a modelagem 4D do BIM, permitindo visualizar o progresso do projeto em uma linha do tempo tridimensional.
- Gantter.com: Ferramenta online que oferece recursos similares ao Microsoft Project, permitindo o planejamento colaborativo em tempo real com integração ao Google Drive.

2.4.3. *Softwares* para gerenciamento de Custos

O gerenciamento de custos é vital para garantir que o projeto seja concluído dentro do orçamento aprovado. A tecnologia Enterprise Resource Planning (ERP) ou Planejamento de Recursos Empresariais são *softwares* de gestão empresarial ou de sistemas integrados, com recursos de automação e informatização, visando contribuir com o gerenciamento dos negócios empresariais (REZENDE e ABREU, 2000).

Principais *softwares* de gerenciamento de custo:

- Sienge: De acordo com o site do Sienge, "o ERP Sienge é desenvolvido especificamente para a Construção Civil, facilitando o controle de custos e o planejamento financeiro dos projetos. Ele permite integrar o orçamento ao cronograma e ao planejamento de recursos, oferecendo uma visão clara e consolidada dos gastos ao longo das fases do projeto" (Sienge, 2024).

- Totvs Protheus: A Totvs descreve o Protheus como “uma solução amplamente adotada no Brasil para gestão integrada de projetos, abrangendo desde o controle de custos até a gestão de compras e estoque. O *software* possui módulos específicos para Construção Civil, permitindo a integração entre orçamento, cronograma e gestão financeira” (Totvs, 2024).
- Mega Sistemas: Segundo a Mega Sistemas, “o ERP Mega oferece soluções para controle de custos em todas as etapas do projeto, com relatórios financeiros customizados. É uma ferramenta brasileira voltada para a gestão de obras e Construção Civil, que se integra a *softwares* como Primavera P6 para garantir uma análise financeira precisa” (Mega Sistemas, 2024).
- SIECON: Conforme descrito no site da SIECON, este ERP é “voltado para o setor da construção, com foco em controle de orçamentos, gestão de contratos e controle de medições. Ele permite uma atualização constante das informações financeiras e se integra com *softwares* de planejamento como Prevision e Microsoft Project, facilitando a sincronização entre cronograma e relatórios financeiros” (SIECON, 2023).
- SAP: O SAP é um dos sistemas ERP mais robustos e amplamente utilizados no mundo, oferecendo módulos específicos para controle financeiro, gestão de materiais, custos e planejamento de projetos. Sua integração com outras áreas da empresa permite uma visão abrangente e em tempo real dos custos do projeto.
- UAU: Voltado especificamente para o setor imobiliário e da construção civil, o UAU é um ERP que oferece funcionalidades para o controle de custos, planejamento orçamentário, gestão de contratos e acompanhamento financeiro, integrando diferentes áreas do projeto em uma única plataforma.
- Lumina: O Lumina é uma plataforma que oferece soluções integradas para o gerenciamento de custos e orçamentos na construção civil, com foco em otimização de processos, análise de viabilidade econômica e controle financeiro detalhado.

2.4.4. Indicadores em Monitoramento de Custos e Prazos

O monitoramento eficaz de custos e prazos em projetos de Construção Civil é fundamental para assegurar o cumprimento dos objetivos estabelecidos e a viabilidade econômica dos empreendimentos. Nesse contexto, os KPIs emergem como ferramentas essenciais para mensurar e avaliar o desempenho dos projetos. De acordo com o Project

Management Institute (PMI), KPIs são métricas utilizadas para avaliar o sucesso de um projeto em atender aos seus objetivos de desempenho (PMI, 2017). Esses indicadores permitem uma análise quantitativa do progresso do projeto, facilitando a identificação de desvios e a implementação de ações corretivas quando necessário.

No monitoramento e controle do cronograma de obras, é essencial acompanhar indicadores que avaliem não apenas o que foi planejado, mas também o desempenho real e projetado da execução. Um dos principais problemas enfrentados é o desvio de prazo, definido como a diferença entre o tempo previsto e o tempo efetivamente gasto para a conclusão do projeto. Segundo Vidalis e Najafi (2002), o desvio de prazo pode ser caracterizado como o intervalo entre o prazo contratual original e o prazo final real de execução.

Para mitigar desvios e ter um maior controle, o Percentual de Acompanhamento Físico(%AF), tem sido utilizado como uma ferramenta eficiente de controle e monitoramento do cronograma. Outra ferramenta utilizada em conjunto é a utilização do Percentual de Acompanhamento Físico-Financeiro (%AFF), que permite a comparação entre o previsto, o realizado e o projetado, facilitando a tomada de decisões corretivas durante a execução do projeto (BARBOSA et al., 2014). Esse indicador permite comparar o progresso físico e físico-financeiro da obra em três dimensões: o % previsto (baseado no cronograma original), o % realizado (baseado na medição real das atividades) e o % projetado (estimativa futura com base no desempenho atual). Barbosa et al. (2014) destacam que o uso conjunto desses percentuais auxilia na identificação de desvios e na definição de estratégias corretivas para um melhor controle de cronograma e custos.

O controle de custos em projetos de construção civil deve considerar não apenas o valor orçado e executado, mas também o progresso físico-financeiro, por meio de indicadores de desempenho como:

- Valor Agregado (Earned Value – EV), que representa, em termos financeiros, o valor do trabalho que foi efetivamente executado até uma data específica, de acordo com o orçamento aprovado para o projeto. É calculado multiplicando-se o percentual de avanço físico real pelo orçamento aprovado (BAC). Este indicador permite compreender o progresso do projeto em relação ao que foi efetivamente realizado.

- Custo Real (Actual Cost – AC), que representa o custo efetivamente incorrido até uma data específica para realizar o trabalho executado. Este indicador reflete todas as despesas e

custos diretos e indiretos associados ao trabalho realizado, independentemente do que estava planejado.

- Valor Planejado (Planned Value – PV), que representa o valor do trabalho que deveria estar concluído até uma data específica, de acordo com o cronograma do projeto. Ele reflete o orçamento autorizado para as atividades que estavam planejadas até aquele momento, independentemente de terem sido executadas ou não.

A técnica de Análise de Valor Agregado (EVA) permite avaliar indicadores, que apontam a performance do projeto de forma integrada entre custo e prazo, oferecendo uma métrica objetiva do progresso. Segundo Vargas (2005), “a técnica de valor agregado oferece uma forma precisa de mensurar o desempenho físico e financeiro de um projeto, permitindo a análise de desvios e tendências futuras com base em índices como o Índice de Desempenho de Custo (CPI) e o Índice de Desempenho de Prazo (SPI)” (VARGAS, 2005, p. 112).

Ferramentas como a Análise de Valor Agregado (EVA)¹ auxiliam no monitoramento da performance dos custos e cronograma em relação ao planejado (PMI, 2017). Segundo Lipke et al. (2009):

"O método de valor agregado (EVA) é amplamente utilizado para monitorar o desempenho de projetos, fornecendo uma avaliação objetiva do progresso ao integrar dados de custo e cronograma. Ele permite aos gestores identificar desvios em relação ao plano original e tomar decisões corretivas com base em métricas como o Índice de Desempenho de Custo (CPI) e o Índice de Desempenho de Prazo (SPI)"

A análise de valor agregado (EVA) é uma técnica central para o controle de custo, aderido ao cronograma. Ela permite comparar o valor planejado com o valor agregado, o que proporciona uma visão clara do desempenho do cronograma ao longo do projeto. De acordo com o PMBOK, “a EVA usa indicadores como o índice de desempenho de cronograma (SPI) e a variação de cronograma (SV) para avaliar o andamento das atividades em relação à linha de base” (PMI, 2017). Essas métricas permitem identificar desvios no custo e tomar ações corretivas conforme necessário.

¹ O conceito de Valor Agregado (EVA) na construção civil refere-se à medição do progresso físico-financeiro de um projeto. Diferentemente do entendimento comum no mercado financeiro, onde o valor agregado é reconhecido apenas após a conclusão total de um ativo, na construção civil o EVA atribui valor às atividades parcialmente concluídas. Isso permite acompanhar o desempenho do projeto em relação ao planejado, mesmo que as atividades ainda estejam em andamento (PMI, 2017; Oliveira e Souza, 2018).

Os principais indicadores utilizados no monitoramento de custos e prazos, acompanhados de suas definições, fórmulas de cálculo e interpretações, são:

a) Índice de Desempenho de Custo (IDC)

O Índice de Desempenho de Custo (IDC), também conhecido pela sigla em inglês CPI (Cost Performance Index), mede a eficiência do uso dos recursos financeiros em um projeto, comparando o valor agregado ao custo real até um determinado ponto. Conforme descrito no Guia PMBOK®, o IDC é calculado pela fórmula:

$$\underline{IDC = VA/CR}$$

Onde:

VA: Valor Agregado (Earned Value - EV)

CR: Custo Real (Actual Cost - AC)

Interpretação:

IDC < 1: Indica que o projeto está com custos acima do orçamento previsto.

IDC = 1: Indica que o projeto está com custos conforme o orçamento planejado.

IDC > 1: Indica que o projeto está sendo executado com custos abaixo do orçamento.

Obra Prima

b) Estimativa no Término (EAC)

A Estimativa no Término (EAC) é uma previsão do custo total esperado para a conclusão de um projeto, baseada no desempenho atual em termos de custo e cronograma. Segundo o Guia PMBOK®, a EAC pode ser calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$\underline{EAC = CR + (BT - VA)}$$

Onde:

CR: Custo Real (Actual Cost - AC)

BT: Orçamento Total (Budget at Completion - BAC)

VA: Valor Agregado (Earned Value - EV)

Interpretação:

EAC > BT: Sugere que o projeto provavelmente excederá o orçamento inicial.

EAC = BT: Indica que o projeto está dentro do orçamento previsto.

EAC < BT: Indica que o projeto pode ser concluído abaixo do orçamento.

c) Índice de Desempenho de Prazo (IDP)

O Índice de Desempenho de Prazo (IDP), conhecido em inglês como SPI (Schedule Performance Index), avalia a eficiência do uso do tempo em um projeto, comparando o progresso real com o planejado até uma data específica. Conforme o Guia PMBOK®, o IDP é calculado pela fórmula:

$$\underline{IDP = VA/VP}$$

Onde:

VA: Valor Agregado (Earned Value - EV)

VP: Valor Planejado (Planned Value - PV)

Interpretação:

IDP < 1: Indica que o projeto avançou financeiramente menos que o previsto no cronograma físico-financeiro planejado.

IDP = 1: Indica que o projeto avanços financeiramente conforme o cronograma físico-financeiro planejado.

IDP > 1: Indica que o projeto avançou mais financeiramente que o previsto no cronograma físico-financeiro planejado.

O uso do IDP é recomendado em relatórios de acompanhamento físico-financeiro, sendo uma métrica fundamental para análise de desempenho e controle da aderência do planejamento à execução.

d) PP -Projeção de prazo (PP) – (Osso e Uchoa, 2023)

O indicador PP – Projeção de Prazo é voltado especificamente para o monitoramento da aderência do cronograma de execução da obra. Segundo Osso e Uchôa (2023), esse indicador corresponde à duração total estimada, em dias, para a conclusão da obra, sendo calculado com base no caminho crítico extraído de uma rede de precedência atualizada. O cálculo da projeção de prazo é realizado sempre que a rede é atualizada, permitindo a comparação entre a duração prevista inicialmente e a duração atualizada. Se a nova duração for superior à originalmente prevista, conclui-se que a obra apresenta atraso; por outro lado, se a duração for inferior, a obra está adiantada em relação ao cronograma. A periodicidade de análise do PP é geralmente semanal ou quinzenal, alinhada aos ciclos de controle do plano de curto prazo, tornando-o uma ferramenta relevante para a tomada de decisões ágeis durante a execução da obra (OSSO; UCHÔA, 2023).

e) Indicador de Avanço Físico (AF%) – (Osso e Uchoa, 2023)

O Percentual de Avanço Físico (AF%) é um indicador que representa a relação entre a quantidade de trabalho executado e o total previsto no empreendimento. Conforme descrito por Akkari e Uchôa (2023), o AF% é determinado atribuindo-se um peso a cada tarefa, geralmente considerando o esforço necessário para sua realização, expresso em homens-horas. Utilizando softwares como o Microsoft Project, insere-se o número de trabalhadores e a duração de cada tarefa, permitindo que o cálculo do AF% seja realizado automaticamente. À medida que o controle é efetuado, o software fornece dados do percentual acumulado de avanço físico da obra. Segue abaixo fórmula para o cálculo do AF%:

$$\text{AF\%} = (\text{n}^\circ \text{ de horas de mão-de-obra calculada para realização das tarefas} / \text{n}^\circ \text{ de horas de mão de obra total do projeto}) \times 100\%$$

É importante analisar o AF% em conjunto com o indicador de desvio de prazo, pois um valor elevado não reflete necessariamente o adiantamento da obra, já que as tarefas eventualmente antecipadas podem não estar no caminho crítico, que define o prazo final da obra. A periodicidade de análise do AF% pode ser semanal, quinzenal ou mensal, conforme o ciclo de controle do plano de curto prazo adotado no projeto.

e) Indicador de Avanço Físico-Financeiro² (AFF%)- (Osso e Uchoa, 2023)

O Percentual de Avanço Físico-Financeiro (%AFF) é um indicador utilizado na construção civil para mensurar o progresso de uma obra, considerando tanto o avanço físico das atividades quanto os custos associados a elas. Esse indicador é fundamental para o controle de custos e prazos, permitindo uma visão integrada do desempenho do projeto.

Segundo Osso e Uchoa (2023), o %AFF é calculado pela razão entre o valor acumulado das atividades executadas e o valor total previsto no orçamento do projeto:

$$\text{AFF\%} = (\text{custo real de cada tarefa} \times 100\%) / \text{custo total da tarefa}$$

“A análise detalhada sobre modelagem e avaliações de percentuais de avanço físico e físico-financeiro, bem como seus impactos no prazo projetado ao final de um empreendimento, é essencial para o sucesso do projeto.” (OSSO; UCHOA, 2023)

f) Índice de Remoção de Restrições (IRR)

O Índice de Remoção de Restrições (IRR) é um indicador utilizado no planejamento e controle da produção na construção civil. O índice mede a eficácia da equipe em identificar e eliminar restrições que possam impedir o início ou a continuidade de atividades programadas, garantindo a fluidez do processo construtivo. Segundo Minozzo (2013), o IRR é calculado pela razão entre o número de restrições removidas e o número total de restrições identificadas em um determinado período:

$$\text{IRR} = (\text{Número de Restrições Removidas} / \text{Número Total de Restrições Identificadas}) \times 100$$

Um IRR elevado indica uma gestão proativa e eficaz na resolução de impedimentos, contribuindo para a aderência ao cronograma e a melhoria contínua dos processos. Por outro

² No mercado financeiro ou de capitais, o termo “financeiro” pode ter outros significados ligados à correlação entre dispêndios financeiros, ativos físicos e instrumentos financeiros. No entanto, no contexto da construção civil, “avanço físico-financeiro” refere-se ao método de mensuração do progresso da obra associando o avanço físico das atividades aos custos correspondente, permitindo o acompanhamento integrado do cronograma e orçamento.

lado, um IRR baixo sinaliza a necessidade de ações corretivas para evitar impactos negativos no desempenho do projeto. Segundo Akkari (2003) o objetivo do IRR é avaliar a eficácia do processo de remoção de restrições no nível de planejamento de médio prazo.

g) Percentual de Planos Concluídos (PPC)

O Percentual de Planos Concluídos (PPC) é um indicador que avalia o cumprimento das metas de curto prazo em um projeto, monitorando a execução das atividades planejadas em um período específico. De acordo com Ballard (2000), o PPC é calculado pela fórmula:

$$PPC = \frac{((\text{Número de atividades concluídas no período}) / (\text{Número de atividades comprometidas no período})) \times 100\%}{}$$

Interpretação:

PPC < 100%: Indica que nem todas as atividades comprometidas foram concluídas no período.

PPC = 100%: Indica que todas as atividades comprometidas foram concluídas no período.

h) Percentual de Pacotes Planejados (PPP)

O Percentual de Pacotes Planejados (PPP) indica a proporção de pacotes de trabalho que foram realizados em relação ao total de pacotes planejados para um período específico, refletindo a eficácia do planejamento. Sendo uma análise e controle interno, na qual não se baseia em teorias ou referências bibliográficas renomadas, mas é muito utilizado nos relatórios, propostos por Akkari (2009).

$$PPP = \frac{((\text{Número de pacotes realizados}) / (\text{Número total de pacotes planejados})) \times 100\%}{}$$

Interpretação:

PPP < 100%: Indica que nem todos os pacotes planejados foram realizados.

PPP = 100%: Indica que todos os pacotes planejados foram realizados

3 PESQUISA DE MERCADO COM INCORPORADORAS E CONSTRUTORAS

A pesquisa de mercado teve como objetivo identificar em Incorporadoras e Construtoras, de grande e médio porte, como e quais as práticas utilizadas nas áreas de conhecimento: gerenciamento de escopo, gerenciamento de Cronograma e gerenciamento de Custo.

Buscando obter uma visão prática, de quais *softwares* estas empresas estão utilizando como ferramentas para gestão e como integram tecnologias e práticas de mercado nos processos. Além disso, a pesquisa visa identificar as percepções dessas empresas quanto aos pontos positivos e desafios enfrentados na implementação e uso diário destes *softwares*, contribuindo com recomendações práticas para o setor.

Foram realizadas entrevistas pessoais aplicando um questionário aos entrevistados, além da coleta de respostas do mesmo questionário preenchido sem ser via entrevista. A entrevista ajudou a esclarecer melhor algumas perguntas, proporcionando uma compreensão mais detalhada sobre os processos internos das empresas e suas dificuldades na implementação e integração dos softwares. Sendo assim, o questionário foi elaborado de forma autoexplicativa, permitindo que os participantes respondessem de maneira estruturada e padronizada, garantindo consistência na coleta de dados.

3.1. Formatação do questionário

O objetivo central do formulário é investigar o uso de tecnologias e práticas de gerenciamento de projetos, focando especialmente em *softwares* de controle de escopo, custos e prazos.

No início do questionário, é destacada a importância da pesquisa, reforçando a confidencialidade dos participantes para incentivar respostas honestas e detalhadas.

O questionário é dividido em seções principais, cada uma correspondente a uma área de conhecimento, e segue com perguntas focadas em ferramentas e processos específicos.

As perguntas foram organizadas com respostas de múltipla escolha, questões abertas e respostas escalares, permitindo tanto a análise quantitativa quanto qualitativa dos dados. As perguntas de múltipla escolha ajudam a padronizar respostas sobre os *softwares* e práticas utilizadas, enquanto as perguntas abertas oferecem uma compreensão mais detalhada sobre os desafios e melhorias relatados pelos profissionais.

As seções foram divididas e estruturadas da seguinte forma:

- Seção 1: Identificação e Informações Básicas

Esta seção visa obter os dados como o nome da empresa e o cargo do respondente, garantindo o anonimato das respostas.

Justificativa: Essas informações fornecem um contexto sobre o perfil do respondente e a relevância da empresa no setor, ajudando na análise segmentada dos dados sem comprometer a privacidade.

- Seção 2: Planejamento e Gerenciamento de Escopo

As perguntas nesta seção incluem o uso da metodologia BIM e os *softwares* associados, como Revit, Archicad, e Navisworks, além de questionamentos sobre a extração de quantitativos e os pontos positivos e negativos do BIM na fase de planejamento.

Justificativa: A metodologia BIM é cada vez mais central na Construção Civil. As perguntas buscam entender como as empresas aplicam o BIM e quais benefícios obtêm em termos de compatibilização de projetos e quantificação de insumos, auxiliando a Estrutura Analítica de Projeto (EAP).

- Seção 3: Gerenciamento de Cronograma

Esta seção explora os *softwares* de cronograma, como Microsoft Project, Primavera, e Prevision, bem como os benefícios e limitações dessas ferramentas no planejamento e controle de prazos.

Justificativa: Compreender os métodos e ferramentas usadas para o gerenciamento de prazos é essencial, visto que a pontualidade de entrega é um dos principais desafios na Construção Civil. Esta seção permite avaliar a eficiência dos sistemas na execução das atividades.

- Seção 4: Gerenciamento de Custos

Perguntas sobre os ERPs, como Sienge, Mega, Totvs Protheus, e SAP, além de outros métodos de controle financeiro, e os principais pontos positivos e negativos na gestão de custos.

Justificativa: O controle de custos é fundamental para a estabilidade financeira dos projetos. Identificar como as empresas estruturam esse controle com ERPs ajuda a entender as melhores práticas para o monitoramento de gastos.

- Seção 5: Integração de Sistemas e Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

Esta seção trata da integração entre diferentes áreas e sistemas, questionando sobre o alinhamento entre as EAPs de prazos e orçamento, a comunicação entre as áreas de planejamento e custos, e o nível de terceirização dos processos.

Justificativa: A integração entre sistemas permite um fluxo de informações mais coeso e transparente, fundamental para o controle de escopo e custos. Perguntas sobre a EAP ajudam a entender como as empresas padronizam e detalham os pacotes de trabalho.

- Seção 6: Monitoramento com Business Intelligence e KPIs

São abordados os principais *softwares* de BI, como Power BI, Tableau e Looker, além dos indicadores monitorados (IDC, IDP, variação de custos, entre outros).

Justificativa: Ferramentas de BI e KPIs são essenciais para o acompanhamento e análise do desempenho do projeto em tempo real. Essa seção busca identificar as práticas das empresas em monitoramento e a eficácia das métricas aplicadas.

Essa pesquisa visa traçar um panorama prático do uso de *softwares* e práticas de gerenciamento em empresas da Construção Civil, fornecendo uma base para comparar e identificar as melhores práticas e desafios comuns no setor. A análise dos dados coletados servirá como subsídio para o desenvolvimento de recomendações para o uso eficaz de *softwares* na gestão de escopo, custos e prazos.

3.2. Seleção e descrição das empresas entrevistadas

Para garantir a relevância e abrangência da pesquisa, foram selecionadas empresas representativas do mercado de Construção Civil no Brasil, com atuação em projetos de médio e grande porte, na qual atendem especificamente na maioria o mercado de alto padrão. De forma a respeitar a confidencialidade das informações, os nomes das empresas são mantidos anônimos na análise de dados. Na pesquisa foram selecionadas e abordadas 08(oito) empresas. As empresas que foram entrevistas e responderam o questionário serão denominadas de: Empresa 01 a 08, descritas a seguir:

Empresa 01: Fundada em 1983, esta empresa acumula mais de 40 anos de experiência no mercado de Construção Civil. Ao longo de sua trajetória, entregou mais de 150 mil unidades residenciais, totalizando aproximadamente 8 milhões de metros quadrados construídos, tendo destaque no mercado de médio e alto padrão.

Empresa 02: Fundada em 1995, a empresa tem mais de 29 anos de experiência no mercado imobiliário. Ao longo de sua trajetória, entregou mais de 5.500 unidades autônomas, totalizando aproximadamente 1,2 milhão de metros quadrados de área construída. A empresa é reconhecida por desenvolver empreendimentos de alto padrão, concentrando sua atuação em bairros nobres da cidade de São Paulo. Seus projetos destacam-se pela atenção aos detalhes, utilização de

materiais de alta qualidade e acabamentos sofisticados, visando atender aos clientes mais exigentes.

Empresa 03: Fundada em 1979, essa empresa possui mais de 45 anos de atuação no mercado imobiliário. Ao longo de sua história, lançou 180 empreendimentos, totalizando mais de 5,4 milhões de metros quadrados construídos e em construção, abrangendo cerca de 41 mil unidades. A empresa é reconhecida pelo alto padrão de acabamento, priorizando a qualidade dos materiais e a atenção aos detalhes, especialmente em empreendimentos de médio e alto padrão.

Empresa 04: Fundada em 2011, a empresa completa 13 anos de atuação no mercado da Construção Civil, sendo que os sócios desta empresa já vinham de outras empresas de grande porte e antigas no mercado. Ao longo de sua trajetória, a empresa entregou 70 obras, totalizando 15.929 unidades e aproximadamente 2 milhões de metros quadrados construídos. A empresa é reconhecida por obras verticais e focada em empreendimentos de médio padrão.

Empresa 05: Fundada em 1977, esta empresa acumula mais de 45 anos de experiência no mercado imobiliário. Ao longo de sua trajetória, entregou mais de 7 milhões de metros quadrados em empreendimentos, abrangendo mais de 44 mil unidades.

A empresa é reconhecida por sua constante inovação e qualidade construtiva, oferecendo acabamentos que variam conforme o perfil de cada projeto, a maioria dos seus projetos são de médio e alto padrão.

Empresa 06: Fundada em 1998, a empresa é uma incorporadora especializada em empreendimentos imobiliários de alto padrão nos segmentos residencial e comercial. Desde sua entrada no mercado brasileiro em 2011, lançou mais de 10 empreendimentos em áreas de destaque econômico, totalizando 280 mil metros quadrados lançados e um Valor Geral de Vendas (VGV) de R\$ 1,5 bilhão. Com foco em produtos de alto valor agregado, inspirada na herança italiana, a incorporadora valoriza a excelência construtiva, o design e a arquitetura em todos os seus projetos.

Empresa 07: Fundada na década de 1980, esta empresa tem como principal foco o desenvolvimento de projetos imobiliários e urbanísticos em regiões estratégicas de São Paulo. Ela é conhecida pelo desenvolvimento de empreendimentos com alta qualidade construtiva e pelo compromisso com a sustentabilidade e inovação tecnológica. Com mais de 40 empreendimentos lançados, já construiu mais de 2,5 milhões de metros quadrados, abrangendo empreendimentos comerciais, residenciais e projetos urbanísticos.

Empresa 08: Fundada em 1977, com mais de 40 anos de história, atuando em diversos estados do país. Seu portfólio inclui empreendimentos residenciais, comerciais e complexos multiuso, totalizando mais de 200 projetos entregues. Ao longo de sua trajetória, construiu mais de 9 milhões de metros quadrados.

Essas empresas foram selecionadas com base nos seguintes critérios:

- **Porte e expressividade no mercado:** As empresas selecionadas são classificadas como de médio e grande porte, de acordo com critérios baseados no faturamento anual. Conforme o Sebrae (2013), empresas de médio porte na construção civil possuem receita bruta anual entre R\$ 4,8 milhões e R\$ 300 milhões, enquanto empresas de grande porte têm receita superior a R\$ 300 milhões. Todas as empresas selecionadas têm forte presença no setor de Construção Civil, atuação em múltiplos projetos residenciais e comerciais e tempo de existência de mais de 10 anos de mercado. Esse critério é fundamental para que a pesquisa reflita práticas de gerenciamento utilizadas por empresas que já são consolidadas no mercado, enfrentam desafios complexos e utilizam *softwares* para gestão.
- **Experiência com Ferramentas de Gerenciamento:** as empresas selecionadas pelo tempo de existência e tamanho, foram selecionadas por provavelmente ter experiência com o uso de *softwares* de gerenciamento de projetos, incluindo ERPs, BIM, e ferramentas específicas para o planejamento e controle de custos e prazos. Essa familiaridade permite que os entrevistados forneçam *feedback* baseado em práticas reais, o que contribui para a análise de melhores práticas. **Necessidade de Controle Rigoroso de Escopo, Custos e Prazos:** Com múltiplos projetos de grande porte, todas essas empresas enfrentam os desafios de manter os custos e prazos sob controle. Essa necessidade as leva a utilizar ferramentas e processos bem definidos para o monitoramento e gerenciamento de projetos, fatores que são essenciais para a coleta de dados relevantes para a pesquisa.
- **Relevância e Inovação no Setor:** além de serem líderes em seus segmentos, algumas dessas empresas são conhecidas pela inovação na adoção de novas tecnologias e metodologias de trabalho, o que agrega valor à pesquisa, permitindo observar a aplicação de práticas e tecnologias inovadoras.

A seleção de empresas com essas características permite que a pesquisa reflita as práticas de mercado em gerenciamento de projetos, especialmente para grandes empreendimentos e

projetos complexos. A partir dessa amostra, a pesquisa pretende identificar práticas eficazes e desafios comuns que possam auxiliar outras empresas na escolha e na implementação de ferramentas de gerenciamento de projetos.

3.3. A elaboração do questionário

Durante toda a experiência profissional do autor nas fases de planejamento, execução e controle de obras residenciais, foram visualizadas inúmeras dificuldades recorrentes relacionadas à gestão de escopo, custos e prazos. Esses desafios não eram pontuais das empresas na qual fez gestão, mas sim repetidamente mencionados por diferentes empresas do mercado na qual tinha contato direto, sendo construtoras, parceiros e consultorias do setor. Independentemente do porte da construtora ou do nível de complexidade do empreendimento, os problemas enfrentados apresentavam padrões semelhantes, evidenciando uma lacuna generalizada no uso de ferramentas e na integração entre sistemas de gestão.

Diante disso, a elaboração do questionário aplicado neste estudo foi fundamentada não apenas em referencial teórico, mas também em uma base prática e empírica, construída ao longo dos anos de atuação do autor no mercado da construção civil. Essa base inclui o acompanhamento direto de obras residenciais de médio e alto padrão e um relacionamento constante com engenheiros, consultores de planejamento e gestores de incorporadoras e construtoras que trabalham com softwares distintos para a realização de uma mesma função ou tem dificuldades em operacionalizar um planejamento de uma forma que seja possível realizar a gestão com eficiência.

Após a percepção destas dificuldades, foram realizadas consultas a empresas especializadas em planejamento, que prestam serviços para construtoras atuantes no segmento residencial e consultorias que implementam soluções em ERP e BIM. Nessas conversas foi possível entender que estas empresas ao realizar consultoria enfrentam diversos problemas com processos e com a diversidade de softwares e integração dos mesmos.

A partir dessas observações e interações, o questionário foi desenvolvido com o objetivo de captar de forma objetiva e estruturada:

- Quais softwares são utilizados nas diferentes etapas do gerenciamento de projetos;
- Quais indicadores de desempenho (KPIs) são mais relevantes e aplicados;

- Como ocorre a integração e como são os processos entre áreas de planejamento, financeiro e execução;
- E quais são os principais obstáculos na implementação e uso das tecnologias de apoio à gestão de projetos.

Essa abordagem permitiu construir um instrumento de coleta de dados alinhado à realidade prática do setor, pode obter a relevância das respostas dos resultados obtidos e a aplicabilidade das recomendações apresentadas neste trabalho.

3.4. Análise das respostas do questionário

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa realizada com oito incorporadoras, que responderam a um questionário composto por 33 perguntas relacionadas a ferramentas de gestão de custos e prazos, metodologias utilizadas, integração de tecnologias e desafios enfrentados no setor. O objetivo principal desta pesquisa foi compreender as práticas adotadas pelas empresas na gestão de projetos, buscando identificar tendências, lacunas e oportunidades de melhoria, especialmente no que se refere ao uso de *softwares* e integração de informações.

Com base nos dados coletados, este capítulo busca analisar as respostas de forma detalhada, identificando padrões e diferenças entre as práticas das incorporadoras participantes. A análise também procura destacar as principais contribuições dos *softwares* e metodologias de gestão na melhoria do controle de custos e prazos nos projetos imobiliários. Dessa forma, espera-se que os resultados apresentados forneçam subsídios para futuras discussões sobre a implementação eficaz de *softwares*, metodologias e processos no setor.

Na parte das primeiras perguntas gerais, as duas perguntas iniciais envolvem a descrição do nome da empresa e e-mail dos entrevistados, onde o autor pretendia somente identificar a entrevistado:

A terceira pergunta é sobre o cargo, visando assim sua qualificação:

3. Qual o seu cargo?

Os cargos declarados pelos participantes incluem Coordenador de Inovação, Gerente de Suprimentos e Contratos, Superintendente de Planejamento, Analista de Planejamento, Diretor e Diretora de Incorporação.

Na seção de Planejamento – Gerenciamento de escopo, temos as seguintes perguntas e respostas:

4. Sua empresa utiliza a metodologia BIM?

Das empresas entrevistadas, 75% (06 entrevistados) utilizam a metodologia BIM, enquanto 25% (02 entrevistados) não a utilizam.

Sua empresa utiliza a metodologia BIM?

8 respostas

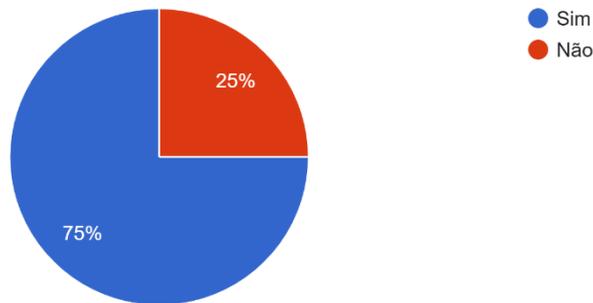


Figura 2 - Gráfico - Sua empresa utiliza metodologia BIM?

5. Se sim, quais *softwares* utiliza?

Os *softwares* mencionados para o uso do BIM foram Revit, Navisworks, Construcode, ConstrufLOW, Archicad, Leica Icon e BIM360. A pergunta realizada é múltipla escolha, na qual quatro empresas utilizam o Revit, duas utilizam o Navisworks, uma utiliza o Archicad, uma o BIM360 e uma o Construcode com ConstrufLOW.

Se sim, quais softwares utiliza?

6 respostas

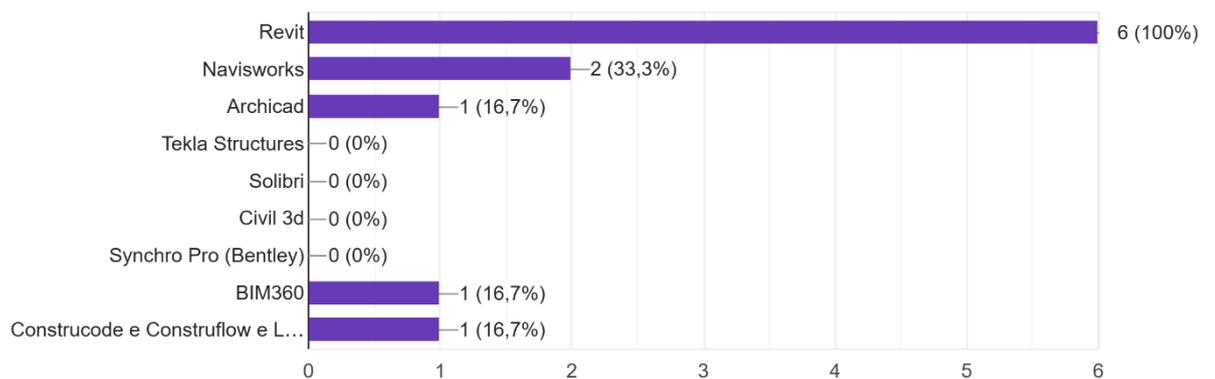


Figura 3 - Gráfico - Se sim, quais softwares utiliza?

6. Você realiza a extração de quantitativos de insumos e/ou atividades de *softwares* BIM?

62,5% das empresas (05 entrevistados) realizam a extração de quantitativos por meio de *softwares* BIM, enquanto os outros 37,5% não utilizam essa funcionalidade (03 entrevistados).

Você realiza a extração de quantitativos de insumos e/ou atividades de softwares BIM?

8 respostas

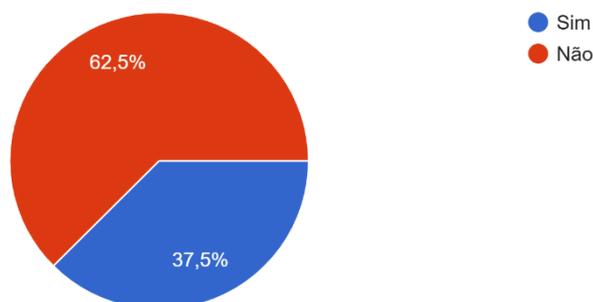


Figura 4 - Gráfico BIM

7. Quais são os pontos positivos que o BIM fornece para planejamento e orçamento?

As respostas destacaram precisão, rastreabilidade, assertividade nos levantamentos e a integração das informações como os principais benefícios do BIM. Entretanto, algumas das empresas entrevistadas ainda utilizam o BIM apenas para compatibilização de projetos, chegando no nível de maturidade 2D apenas, não tendo integração com as áreas de custos e prazos devido a dificuldade de mão de obra qualificada na qual consiga parametrizar os softwares para conseguir extrair quantitativos precisos.

8. Considera pontos negativos na utilização da metodologia BIM?

As dificuldades mais apontadas incluem resistência cultural, falta de capacitação, custo das licenças e a complexidade técnica envolvida na operação dos *softwares*. Na qual 100% das empresas (08 entrevistados) apontaram a resistência cultural e falta de capacitação, sendo que a modelagem é complicada para alguns itens de serviços a serem levantados e tem alto custo somente para esta atividade, não compensando o trabalho versus o custo. Sendo necessário incluir em muitas atividades e insumos o processo tradicional com leitura 2D no AutoCad e consolidação dos levantamentos com planilhas padronizadas em Excel. Sendo necessário processos muito bem delimitados para mitigar erros no orçamento.

Na seção de Gerenciamento de Prazos, temos as seguintes perguntas e respostas:

9. Sua empresa utiliza *softwares* para planejamento de cronograma de obras?

87,5% das empresas (07 entrevistados) afirmaram utilizar *softwares* e apenas 12,5% (1 entrevistado) afirmou não utilizar *softwares* para o planejamento de cronograma.

Sua empresa utiliza softwares para planejamento de cronograma de obras?

8 respostas

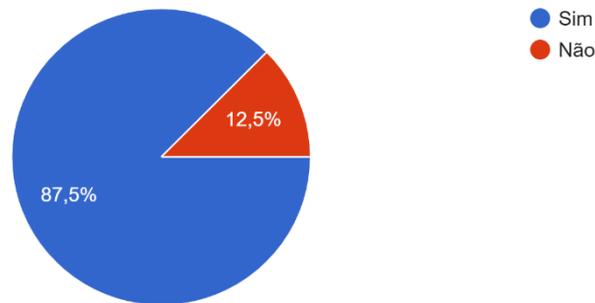


Figura 5 - Gráfico - Sua empresa utiliza *softwares* para planejamento de obras?

10. Se sim, quais *softwares* sua empresa utiliza para planejamento de cronograma?

Dentre as respostas temos que a maioria das empresas 71,4% (05 entrevistados) utilizam o Microsoft Project, outros 14,3% (01 entrevistados) utilizam o Prevision e outros 14,3% (01 entrevistados) utilizam o Microsoft Project simultaneamente com o Excel.

Se sim, quais softwares sua empresa utiliza para planejamento de cronograma?

7 respostas

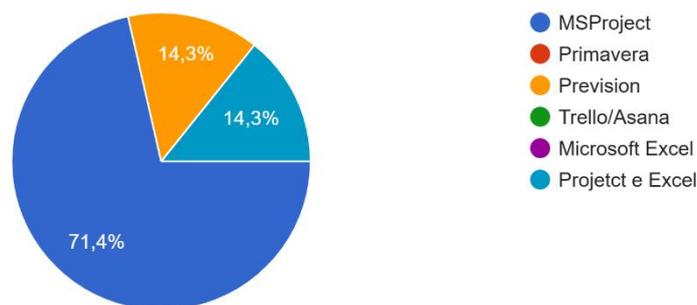


Figura 6 - Gráfico - Se sim, quais *softwares* para planejamento de cronograma?

11. Quais são os pontos positivos que os *softwares* trazem para planejamento?

Os pontos positivos destacados foram: antecipação de decisões, acompanhamento logístico, facilidade em simular soluções, assertividade no monitoramento e controle das obras, conectividade online, transparência e integração com outras plataformas.

12. Existem pontos negativos?

Entre os pontos negativos, foram mencionados a necessidade de treinamento e conhecimento da equipe, dificuldade de integração com sistemas existentes e necessidade de atualização constante. Por exemplo na utilização do BIM 4D em planejamento, é muito caro ter mão de obra própria para realização das simulações das atividades dentro do modelo, inclusive sendo necessário processos para integração com os prazos das atividades feitos externamente, demandando um prazo maior para realização do planejamento.

Na sessão de Gerenciamento de Custos temos as seguintes perguntas e respostas:

13. Quais *softwares* sua empresa utiliza para planejamento do orçamento de obras?

Os *softwares* mais citados foram Microsoft Excel, ERP Mega, ERP Sienge, ERP SIECON e GESCORP, sendo que a maioria utiliza o ERP Sienge e Microsoft Excel. Segundo uma pergunta múltipla escolha, na qual quatro empresas utilizam o Microsoft Excel, quatro empresas utilizam o ERP Sienge, três empresas utilizam o ERP Mega, uma empresa utiliza o ERP SIECON e uma empresa utiliza o ERP GESCORP.

Quais softwares sua empresa utiliza para planejamento do orçamento de obras?

8 respostas

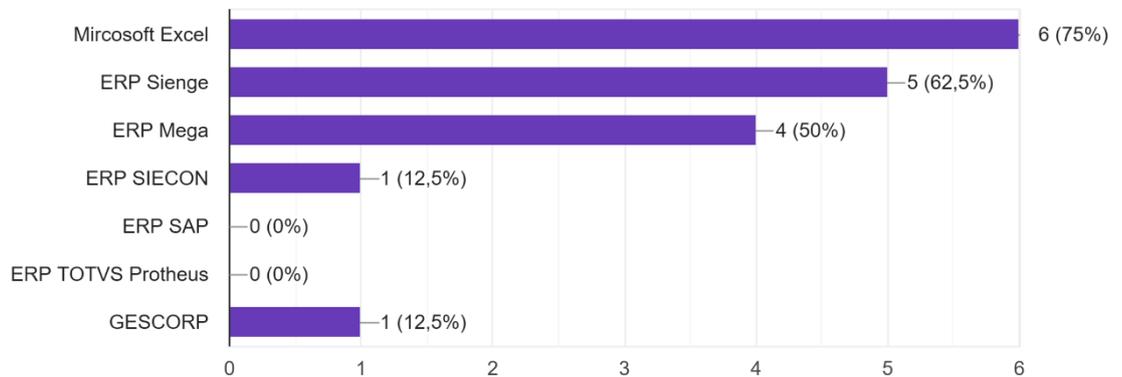


Figura 7 - Gráfico - Quais *softwares* sua empresa utiliza para planejamento de orçamento de obras?

14. Quais os pontos positivos em utilizar *software* para planejamento do orçamento de obras?

Os participantes destacaram como benefícios a uniformização de forma sistêmica das composições e possibilitar a integração com as atividades subsequentes de suprimentos, controle de desvios de orçamento, monitoramento de custos, facilidade na organização de informações, integração com todas as áreas e armazenamento histórico financeiro.

15. Existem pontos negativos?

Entre os desafios, foram mencionados a dificuldade de manutenção e ajustes no orçamento, falta de integração com o BIM, complexidade operacional, integração entre os sistemas e demora na extração de informações. Um exemplo de falta de integração é do ERP, o Sienge ainda carece de recursos que permitam o lançamento do planejamento da obra no tempo, o controle mensal e fornecimento de relatórios gerenciais sem que seja necessário retrabalhar as informações. Algumas definições no sistema são mais voltadas ao atendimento dos departamentos financeiro e contábil do que propriamente para a visão de engenharia das obras.

16. Como é estruturada a EAP de orçamento?

As respostas foram abrangentes, de forma geral as empresas responderam que as Estruturas Analíticas de Projeto (EAP) são realizadas em planilhas no Microsoft Excel, organizadas por grupos de custos diretos e indiretos, e se amplia a três níveis, com atividades ou serviços, geralmente subdivididas em primeiro nível como fundações, estrutura, revestimentos internos e externos, e detalhando mais as atividades a cada nível. Algumas empresas utilizam padrões replicáveis ajustados conforme as particularidades de cada obra.

17. Como é estruturada a EAP de planejamento?

Na maioria das empresas, a EAP de planejamento segue uma estrutura dividida em pacotes de trabalho e etapas do projeto de acordo com a estrutura de custos/orçamento, são considerados os mesmos critérios de etapas e atividades, elencando e definindo os prazos de duração para cada atividade

18. A EAP de orçamento e de planejamento estão no mesmo nível de pacote de trabalho?

71,4% (05 entrevistados) das empresas afirmaram que as EAPs estão no mesmo nível, enquanto 28,640% (02 entrevistados) declararam que não.

As EAPs de orçamento e planejamento estão no mesmo nível de pacote de trabalho?

7 respostas

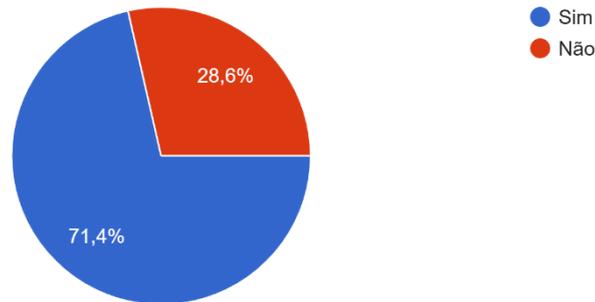


Figura 8 - Gráfico - As EAPs de orçamento e planejamento estão no mesmo nível de pacote de trabalho?

19. Quais informações o orçamento fornece para a elaboração do planejamento?

O orçamento fornece informações fundamentais, como a EAP base de orçamento/custo e estruturação inicial, custos por pacote de trabalho e quantitativos em unidades por atividade.

Exemplos de informações enviadas: planilha orçamentária detalhada com quantidades e custos dos serviços no Excel, assim como, relatórios complementares como Curva ABC de insumos, planilha de custos unitários, levantamentos de quantidades detalhados globais, por pavimento ou por setor da obra, composição dos custos indiretos da obra, entre outros.

20. Quais informações o planejamento fornece para o orçamento?

O planejamento fornece informações relacionadas a prazos das atividades, estratégias de execução, logística, plano de ataque e sequência de atividades.

21. Essas duas áreas são separadas na empresa?

Metade das empresas, ou seja, 50% (04 entrevistados) afirmaram que as áreas de planejamento e orçamento são separadas, e outros 50% (04 entrevistados) informaram que as áreas não são independentes.

Essas duas áreas são separadas na empresa?

8 respostas

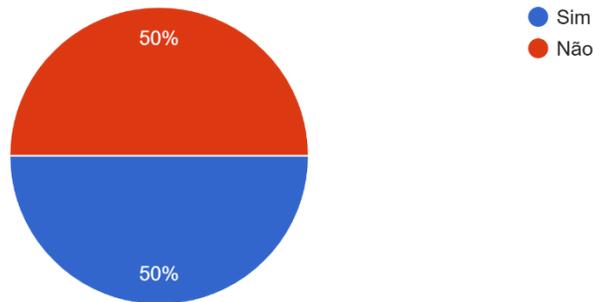


Figura 9 - Gráfico - Essas duas áreas são separadas na empresa?

22. Essas duas áreas são terceirizadas?

A maioria das empresas 87,5% (07 entrevistados) declarou que as áreas de planejamento e orçamento não são terceirizadas. Apenas 12,5% (01 entrevistado) afirmou terceirizar essas atividades.

Essas duas áreas são terceirizadas?

8 respostas

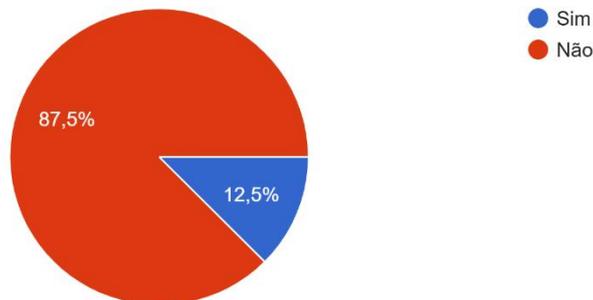


Figura 10 - Gráfico - Essas duas áreas são terceirizadas?

23. Se sim, são realizadas por empresas diferentes?

100% das empresas que terceirizam essas áreas afirmaram que os serviços são realizados pela mesma empresa.

Se sim, são realizadas por empresas diferentes?

4 respostas

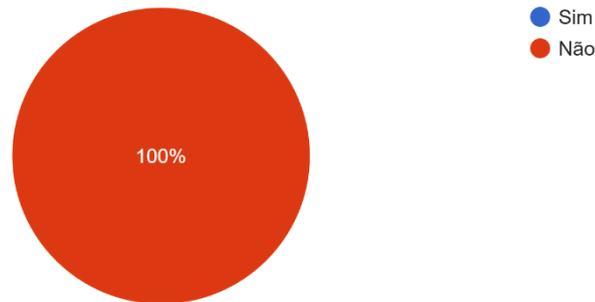


Figura 11 - Gráfico - Se sim, são realizadas por empresas diferentes?

24. Utilizam ERP?

A maioria das empresas 87,5% (07 entrevistados) declararam que utilizam ERP. Apenas 12,5% (01 entrevistado) afirmou não utilizar.

Utilizam ERP?

8 respostas

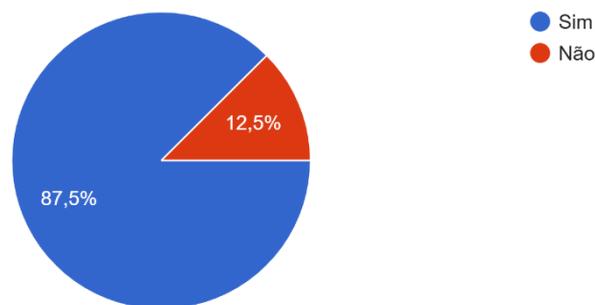


Figura 12 - Gráfico - Utilizam ERP?

25. O ERP é integrado com quais outros *softwares*?

Na maioria das empresas (05 entrevistados) os ERPs são integrados com diferentes sistemas, sistemas de gerenciamento de obras específicos como SBS, GESCORPGO, ferramentas desenvolvidas internamente, BI e sistemas de vendas. Algumas empresas destacaram que não existe integração com nenhum outro *software*.

26. Quais os pontos negativos na implementação de *softwares*?

Os principais desafios incluem resistência cultural, alta demanda de horas para integração, falhas na comunicação entre sistemas e necessidade de ajustes constantes.

Sendo necessário na implementação de softwares, principalmente ERP, uma metodologia de processos bem alinhada com o sistema, onde muitas vezes é necessário adaptações para melhores práticas.

27. Quais os pontos positivos dos *softwares*?

Os benefícios destacados foram a agilidade na obtenção de dados, redução do esforço manual, a velocidade e facilidade para manipular e analisar informações, centralização das informações e maior segurança e rastreabilidade.

28. Você utiliza algum *software* para BI?

75% (06 entrevistados) das empresas afirmaram utilizar *softwares* para *Business Intelligence* (BI), enquanto 25% (02 entrevistados) não utilizam.

Você utiliza algum software para BI?

8 respostas

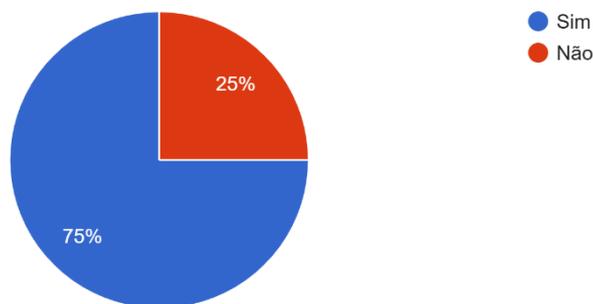


Figura 13 - Gráfico - Você utiliza algum *software* para BI?

29. Se sim, quais *softwares*?

O único *software* mencionado foi o Microsoft Power BI.

Se sim, quais softwares?

6 respostas

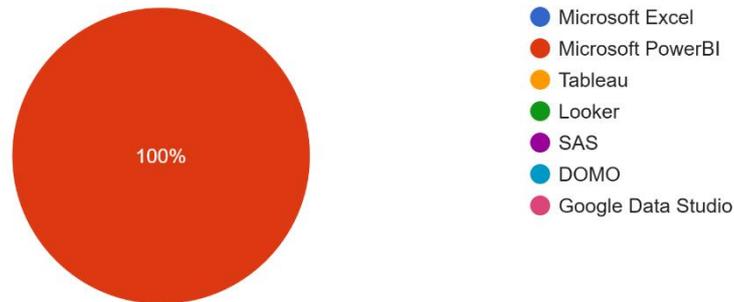


Figura 14 - Gráfico - Se sim, quais *softwares*?

30. Como é controlado o custo real? É baseado em estoque ou em caixa?

A maioria das empresas controla os custos reais com base em caixa. Algumas utilizam o ERP com projeções por competência, enquanto outras combinam métodos de análise.

31. Qual é o período de acompanhamento de custos?

O acompanhamento de custos ocorre mensalmente em todas as empresas, com reuniões regulares para análise de despesas e cenário financeiro das obras.

32. Qual é o período de acompanhamento de prazos?

O acompanhamento de prazos varia entre mensal, quinzenal e semanal, dependendo do empreendimento e empresa.

33. Quais KPIs principais sua empresa monitora durante o andamento do projeto?

Os principais indicadores monitorados incluem o prazo planejado versus prazo real, índice de custo (IDC), índice de prazo (IDP), variações de custo, produtividade, tendência/projeção e análise de caminho crítico. Sendo uma pergunta múltipla escolha, cinco empresas monitoram Prazo Planejado VERSUS Prazo Real, cinco empresas monitoram Variação de Custos, quatro empresas monitoram IDP, três empresas monitoram IDC, três empresas monitoram tendência/projeção, três empresas monitoram Análise de Caminho Crítico, duas empresas monitoram produtividade e uma empresa monitora PPC.

Quais KPIs principais sua empresa monitora durante o andamento do projeto?

8 respostas

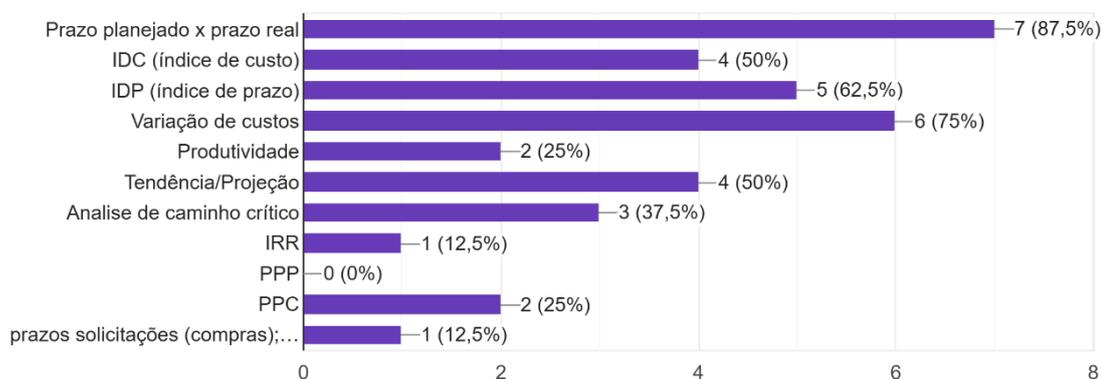


Figura 15 - Gráfico - Quais KPIs principais sua empresa monitora durante o andamento do projeto?

A pesquisa realizada revelou os seguintes padrões em relação ao uso de *softwares* e indicadores na gestão de projetos no setor da Construção Civil. Quanto ao uso dos *softwares*:

a) O *software* mais utilizado na gestão de escopo: o Autodesk Revit foi amplamente destacado como a ferramenta principal para modelagem BIM e extração de quantitativos, enquanto o Navisworks foi apontado como essencial para a detecção de conflitos entre disciplinas.

b) O *software* mais utilizado na gestão de prazo: o Microsoft Project se destacou como o *software* mais utilizado, principalmente devido à sua interface intuitiva e integração com cronogramas complexos. Outros respondentes mencionaram o uso combinado com o Primavera P6.

c) O *software* mais utilizado na gestão de custo: o ERP Sienge foi o mais citado, seguido por planilhas avançadas no Microsoft Excel.

Quanto aos indicadores:

d) Indicadores mais utilizados na gestão de escopo: As empresas relataram a utilização de relatórios de compatibilização, sendo os *clash detections*.

e) Indicadores mais utilizados na gestão de prazo: O Índice de Desempenho de Prazo (IDP) foi unanimemente citado como essencial para medir o avanço do cronograma em relação ao planejado.

f) Indicadores mais utilizados na gestão de custo: O Índice de Desempenho de Custo (IDC) foi amplamente utilizado, em conjunto com a análise de variações de custos para assegurar a conformidade orçamentária durante a execução.

Quanto ao avanço nessas áreas, a pesquisa identificou que empresas estão adotando tecnologias mais integradas, como *dashboards* em *Power BI* conectados ao ERP para consolidar indicadores em tempo real. Além disso, o uso de metodologias de trabalho colaborativas em BIM tem evoluído, com a adoção de plataformas como BIMCollab para melhorar a comunicação e a eficiência no gerenciamento de escopo.

4 ESTUDO DE CASO

O objetivo do estudo de caso é constatar, na prática, o uso de *softwares* de gerenciamento destacados no Capítulo 03 como os mais relevantes, e aplicados em um empreendimento específico no setor da Construção Civil. Esse exemplo permite observar como os conceitos abordados ao longo do trabalho são aplicados no cotidiano de uma empresa que atua no mercado da Construção Civil. O estudo detalha as práticas de gerenciamento de escopo, custos e prazos, bem como o monitoramento do projeto, demonstrando a eficiência e os desafios enfrentados na implementação e integração de *softwares* de gestão.

4.1. O empreendimento

Este estudo de caso tem como base um empreendimento residencial horizontal localizado no litoral norte de São Paulo. O projeto contempla a construção de dezesseis (16) unidades de casas de alto padrão, na frente da praia, com 2.440m² construídos. Devido à complexidade da região, da sua distância ao centro metropolitano de São Paulo, e a alta qualidade e padrão da construção definida no escopo do projeto a empresa utilizou uma combinação de *softwares* para coordenar as diversas áreas envolvidas, como gerenciamento de escopo, custos e prazos e qualidade.

Além desses fatores, destaca-se a necessidade de a empresa querer melhorar os seus processos de gestão, estando aberta a proposição de mudanças.

4.2. Etapas do gerenciamento e monitoramento

4.2.1. Gerenciamento de Escopo

O gerenciamento de escopo é fundamental para assegurar que o projeto inclua todas as atividades necessárias para atingir os objetivos definidos. Neste caso, as práticas de gerenciamento de escopo foram estruturadas nas seguintes etapas e processos conforme fluxograma abaixo e detalhamento dos *softwares* utilizados:

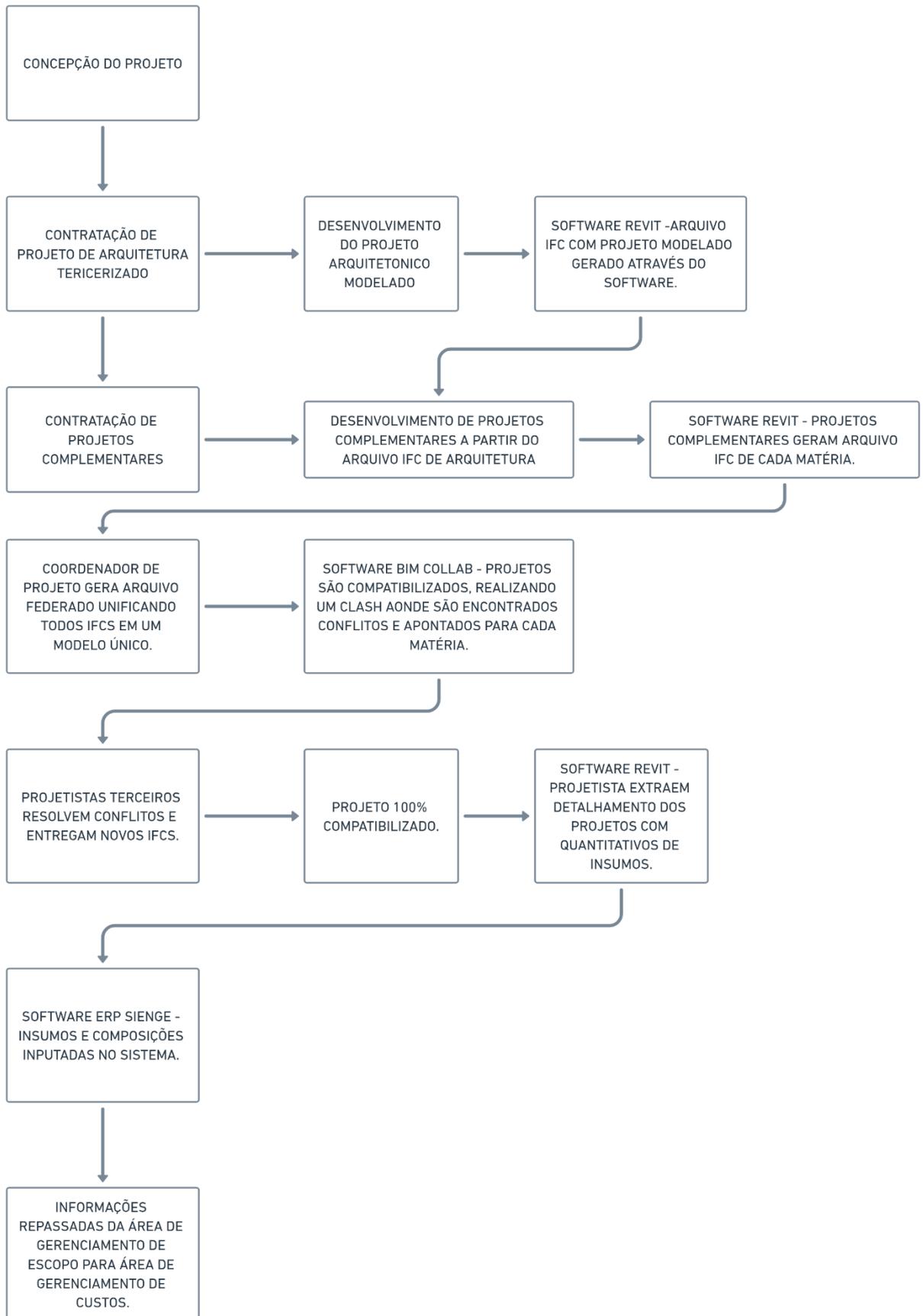


Figura 16 - Fluxograma de gerenciamento de escopo

Na concepção do projeto, foi contratada empresa terceira para realização do projeto arquitetônico. Na qual a empresa teve contato direto com o Diretor de Incorporação para concepção do produto, neste momento a empresa terceira realizou o projeto arquitetônico no *software* Autodesk Revit, gerando um arquivo IFC (*Industry Foundation Classes*), que é o arquivo na qual o projeto estava modelado e pode ser visualizado por projetistas de outras matérias para elaborações dos respectivos projetos.

A partir dessa etapa foram contratadas empresas terceiras para realização dos projetos complementares, sendo os projetos estrutural, instalação hidráulicas, instalações elétricas, HVAC (*Heating, Ventilating and Air Conditioning*), acústica e paisagismo, na qual também realizaram os seus projetos no Autodesk Revit, sendo realizado um arquivo IFC para cada matéria. A coordenação dos projetos foi conduzida internamente, garantindo que todas as disciplinas estivessem alinhadas aos objetivos do empreendimento. Para isso, foi elaborado e implementado um BEP (*BIM Execution Plan*), que serviu como documento orientador para o uso do BIM ao longo do projeto. O BEP definiu as diretrizes para a modelagem, a estrutura de troca de informações entre as equipes e as responsabilidades de cada parte envolvida no processo. O BEP também estabeleceu os padrões de modelagem, os níveis de desenvolvimento (LOD) exigidos para cada etapa do projeto, o cronograma de entregas dos modelos e as plataformas de comunicação a serem utilizadas. Isso garantiu que a colaboração entre as empresas terceirizadas e a equipe interna fosse eficiente e que as informações fluíssem de maneira estruturada, reduzindo riscos de retrabalho e inconsistências no projeto.

Para garantir a qualidade e a eficiência na compatibilização dos projetos, foi contratada uma empresa terceirizada especializada na análise e detecção de interferências entre os modelos disciplinares (arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico etc.).

Com os projetos modelados em IFC, foi criado o modelo federado, o qual une todos os arquivos IFCs em um único modelo, O modelo federado é uma abordagem amplamente utilizada em projetos com a metodologia BIM, que consiste na integração de diferentes modelos disciplinares em um único ambiente de visualização e coordenação. Cada modelo é desenvolvido separadamente pelas diferentes empresas contratadas, mas todos são combinados em uma única plataforma para análise e verificação de compatibilidade. Essa abordagem permite que cada equipe mantenha o controle sobre seu próprio modelo, enquanto a coordenação geral é facilitada por softwares de gerenciamento BIM, sendo possível realizar a compatibilização destes projetos internamente utilizando o *software* BIMCOLLAB, neste processo é gerado um relatório de detecção de conflitos (*clash detection*) e alocação de

responsabilidades para cada participante do projeto, na qual foram encontrados diversos conflitos entre o projeto de arquitetura e estrutura, e estrutura e instalações hidráulicas, sendo gerado um relatório para cada equipe realizar ajustes em seus projetos dentro do *software* BIMCollab. Os relatórios de compatibilização gerados contêm informações detalhadas sobre os conflitos identificados durante o processo de *clash detection*, incluindo: a descrição do problema encontrado, o autor do comentário ou responsável pela revisão, a data da identificação do conflito e imagens ou capturas de tela do ponto específico do modelo onde o problema foi detectado.

The screenshot displays the BIMCollab interface for clash detection. At the top, a status bar indicates 'Ativo, Visível para você, Prioridade: 'Critical'' with a bell icon. Below this is a horizontal list of seven clash thumbnails, each with a number and a partial title: 285. Tubulações x t..., 292. Climatização x..., 299. Tubulação con..., 307. Climatização x..., 310. Climatização x..., 314. Climatização x..., and 317. CLI x EST ajus... The main area shows the details for clash 285, 'Tubulações x tubulações'. The description reads 'As tubulações estão conflitando entre si'. The status is 'Ativo' with buttons for 'Resolver' and 'Resolver e fechar'. A 'Comentário rápido' field is present with a camera icon. On the right, there are fields for 'Designar a' (set to 'Willian Silveira') and 'Notificar' (set to '<selecione utilizadores>'). Below the main content is a table with two tabs: 'Comentários' and 'Detalhes'. The 'Detalhes' tab is active, showing a table with the following data:

Propriedade	Valor
Nº	285
Modificado	04-12-2024
Título	Tubulações x tubulações
Descrição	As tubulações estão conflitando entre si
Status	Ativo

Figura 17 – Clash detection - BIMCOLLAB

Após a solução dos conflitos encontrados os projetistas podem finalizar o detalhamento dos projetos, no final do processo de detalhamento cada equipe extrai em formato de planilha

as tabelas de quantitativos(schedules) de insumos de cada matéria diretamente do *Software Microsoft Revit*.

Essas informações de quantitativos dos insumos e composições são alimentadas pela equipe de engenharia no *software* ERP Sienge e consecutivamente são repassadas para a área de gerenciamento de custos.

A integração dos *softwares* de gerenciamento de escopo é sequencial, primeiramente é realizado os projetos no Autodesk Revit e posteriormente a compatibilização através do BIMCollab. Todos os dados e informações são inputados no *software* ERP Sienge que integra com a área de gerenciamento de custos e prazos.

No gerenciamento de escopo, foram empregadas ferramentas como o BIM e o ERP Sienge para assegurar o controle e a precisão das atividades. Contudo, o processo apresentou desafios significativos. Entre as principais dificuldades, destacaram-se:

- Capacitação inicial à adoção do BIM: A equipe de projeto estrutural realizou o projeto modelado em BIM, porém descobrimos que ele realizava em 2D e uma equipe terceira realizada a modelagem, existindo uma falta de capacitação da equipe interna contratada e atrasando o processo.
- Compatibilização de projetos: Embora o uso de modelos BIM tenha reduzido conflitos, o volume de ajustes necessários na fase de detecção de conflitos (*clash detection*) gerou atrasos na conclusão dos projetos complementares.
- Fragmentação de sistemas: A ausência de integração automatizada entre o BIM e o ERP Sienge exigiu retrabalhos manuais para alinhar quantitativos e informações entre as ferramentas, sendo necessário a utilização também do Microsoft Excel para importar as informações para o ERP. Isso mostra a necessidade de metodologia e processos bem alinhados para o objetivo ser cumprido.

4.2.2. Gerenciamento de Custo

Na área de gerenciamento de custo as equipes que realizam os processos são parte interna e parte terceirizada, esta etapa inicia após a definição do escopo e foi estruturada em etapas e processos conforme a Figura 18 - Fluxograma de gerenciamento de custo do fluxograma abaixo:

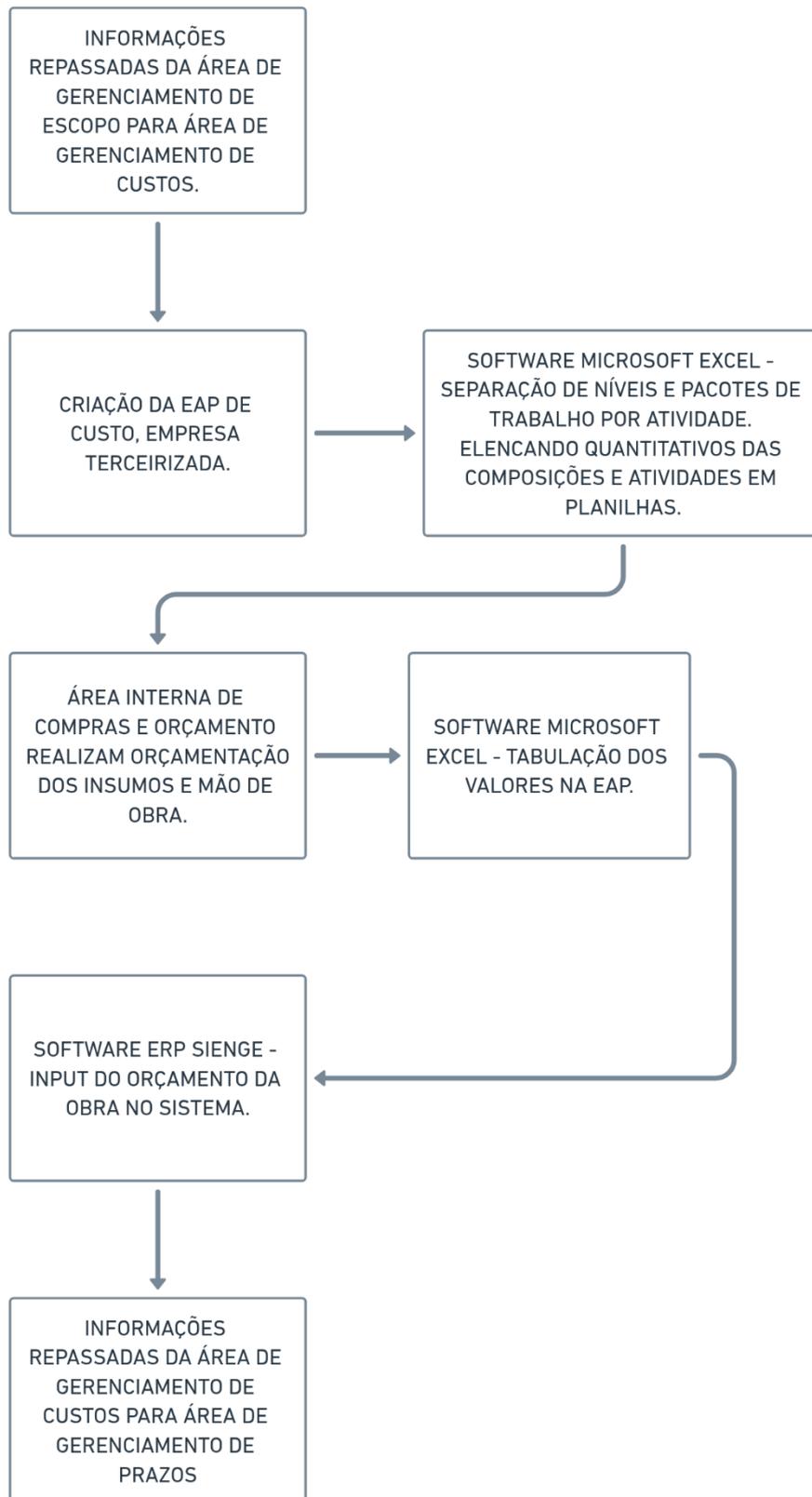


Figura 18 - Fluxograma de gerenciamento de custo

- Estruturação da EAP de Custos

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) foi desenvolvida em conjunto pela equipe interna de engenharia e por uma consultoria externa especializada, utilizando inicialmente o *software* Microsoft Excel. A definição dos pacotes de trabalho seguiu as diretrizes estabelecidas no escopo do projeto, com base em informações fornecidas pelas equipes de arquitetura, coordenação de projetos e engenharia. Esses insumos contemplavam dados extraídos de modelos BIM (quantitativos automáticos), planilhas parametrizadas baseadas em obras anteriores e características específicas do empreendimento em questão.

A EAP foi organizada em três níveis hierárquicos:

-Nível 1 – Macro entregas: grandes divisões do projeto, como fundação, estrutura, instalações e acabamentos;

-Nível 2 – Subentregas: detalhamento de cada macro entrega, como concreto armado, instalações elétricas, hidráulica, revestimentos, entre outros;

-Nível 3 – Atividades específicas: atividades individualizadas, como lançamento de concreto, instalação de luminárias, assentamento de pisos, etc.

- Composição de insumos e integração com o ERP

A partir do detalhamento das atividades no Nível 3, a equipe de engenharia interna, em conjunto com a consultoria de orçamentos externa, desenvolveu as composições de insumos para cada atividade. Esse processo foi inicialmente realizado no Microsoft Excel pela necessidade de interatividade com consultoria externa, o software possibilitou a tabulação dos quantitativos de materiais, mão de obra e equipamentos necessários.

Posteriormente, essas composições foram exportadas para o sistema ERP Sienge, sendo a influência do software muito importante para definição dos processos de planejamento e futuramente durante a execução de obra o controle orçamentário, sendo necessário o registro e apropriação de custos durante a execução da obra perante os insumos que são comprados. Sendo que o uso do *software* ERP, neste caso o Sienge proporciona uma segurança nos processos e um monitoramento e acompanhamento com dados mais fiéis entre o que foi planejado e o que efetivamente será executado.

- Elaboração e consolidação do orçamento

Com a EAP de custos finalizada e as composições definidas, a área de suprimentos interna realizou a cotação dos insumos e serviços junto aos fornecedores, considerando valores reais de mercado para materiais, equipamentos e mão de obra.

As informações obtidas foram então importadas no *software* ERP Sienge, que consolidou os dados orçamentários e permitiu a análise do custo total da obra. Nessa etapa, a equipe de suprimentos, juntamente com a engenharia, incluiu provisões de contingência e riscos, assegurando maior robustez ao planejamento financeiro e orçamento definitivo da obra.

- Aprovação e estabelecimento da linha de base financeira

O orçamento final detalhado foi submetido à validação da diretoria de Incorporação e Engenharia. Após aprovação, esse orçamento passou a representar a linha de base financeira do projeto, servindo como referência para o controle e acompanhamento de custos ao longo da execução.

- Integração com o planejamento físico-financeiro

A partir da EAP de custos consolidada, a equipe de engenharia forneceu os dados para o setor de planejamento, que utilizou a mesma estrutura de pacotes de trabalho para desenvolver o cronograma físico-financeiro do empreendimento. Essa integração entre custo e prazo garantiu maior precisão na alocação de recursos ao longo do tempo e facilitou o monitoramento integrado do progresso da obra.

Quando é realizada a integração do planejamento físico-financeiro, torna-se necessário adotar um índice de correção que permita a atualização dos orçamentos realizados ao longo do tempo, garantindo maior aderência à realidade econômica do projeto. Neste estudo, foi adotado o índice INCC acrescido de 0,7% ao mês, como fator de correção dos custos.

A definição desse critério considerou o contexto específico do empreendimento, que ocorreu em um período de alta significativa dos preços dos insumos da construção civil. Observou-se que, apesar de ser um índice de referência para o setor, o INCC isoladamente não refletia de forma fiel a variação real dos custos, especialmente no que se refere ao aumento expressivo dos preços de materiais e serviços no período pós-pandemia.

Por essa razão, foi necessário aplicar um fator adicional (+0,7% ao mês) sobre o INCC, de forma a ajustar o orçamento de maneira mais aderente ao comportamento de mercado

observado naquele momento. Essa estratégia foi fundamental para garantir que o acompanhamento físico-financeiro do empreendimento refletisse de forma mais precisa os custos efetivos, evitando distorções no controle orçamentário e na análise dos indicadores de desempenho.

A integração dos *softwares* de Gerenciamento de Custo acontece de forma separada inicialmente, retirando as informações para o Microsoft Excel e posteriormente imputando as mesmas para o ERP Sienge, sendo possível ter as informações de orçamento para integração da área de Gerenciamento de Prazo.

O gerenciamento de custos foi realizado de forma integrada entre as áreas de suprimentos e engenharia, com rígido controle por meio do *software* ERP Sienge. No entanto, alguns desafios foram identificados ao longo do processo:

- Importação do orçamento no ERP: A importação do orçamento de obras no sistema foi feita de forma automática, porém algumas colunas tiveram que ser preenchidas manualmente por problemas de importação no *software*, item por item, sendo um trabalho que atrasou os outros fluxos de trabalho.
- Bloqueio automático do sistema: Embora útil para evitar compras fora do escopo, o bloqueio automático em casos de divergências orçamentárias ocasionava atrasos, em caso de erro de planejamento era necessário um retrabalho manual no sistema muito burocrático e demorado para realizar os ajustes no orçamento. Então mesmo que o sistema consolide maior segurança nos processos, acaba que muitas vezes torna uma situação de urgência em um atraso pela necessidade de realização de um trabalho manual que demanda muito tempo dentro do *software*.
- Demora em aprovações hierárquicas: Dependendo da alçada necessária para autorizar compras, os processos de aprovação acabam se tornando mais demorados, mesmo existindo um cronograma de prazos para os processos de solicitações, negociações e pedidos, com o dia a dia dos gestores, impactando diretamente o ritmo das atividades em campo.
- Capacitação da equipe: Alguns usuários do sistema enfrentaram dificuldades em operacionalizar o *software* o ERP, especialmente na etapa de geração e controle de estoque, sendo uma responsabilidade do mestre de obras, um funcionário que não está tão habituado a lidar com sistemas e tecnologia, sendo necessário muita capacitação em processos para melhor operacionalizar estas áreas.

4.2.3. Gerenciamento de Prazo

O gerenciamento de prazo é crucial para assegurar que todas as atividades do projeto sejam concluídas dentro do cronograma estabelecido, evitando atrasos que possam comprometer os custos e o planejamento financeiro. A área de gerenciamento de prazo é parte interna e parte terceirizada. O gerenciamento de prazo neste estudo de caso envolveu as seguintes etapas, conforme fluxograma abaixo:

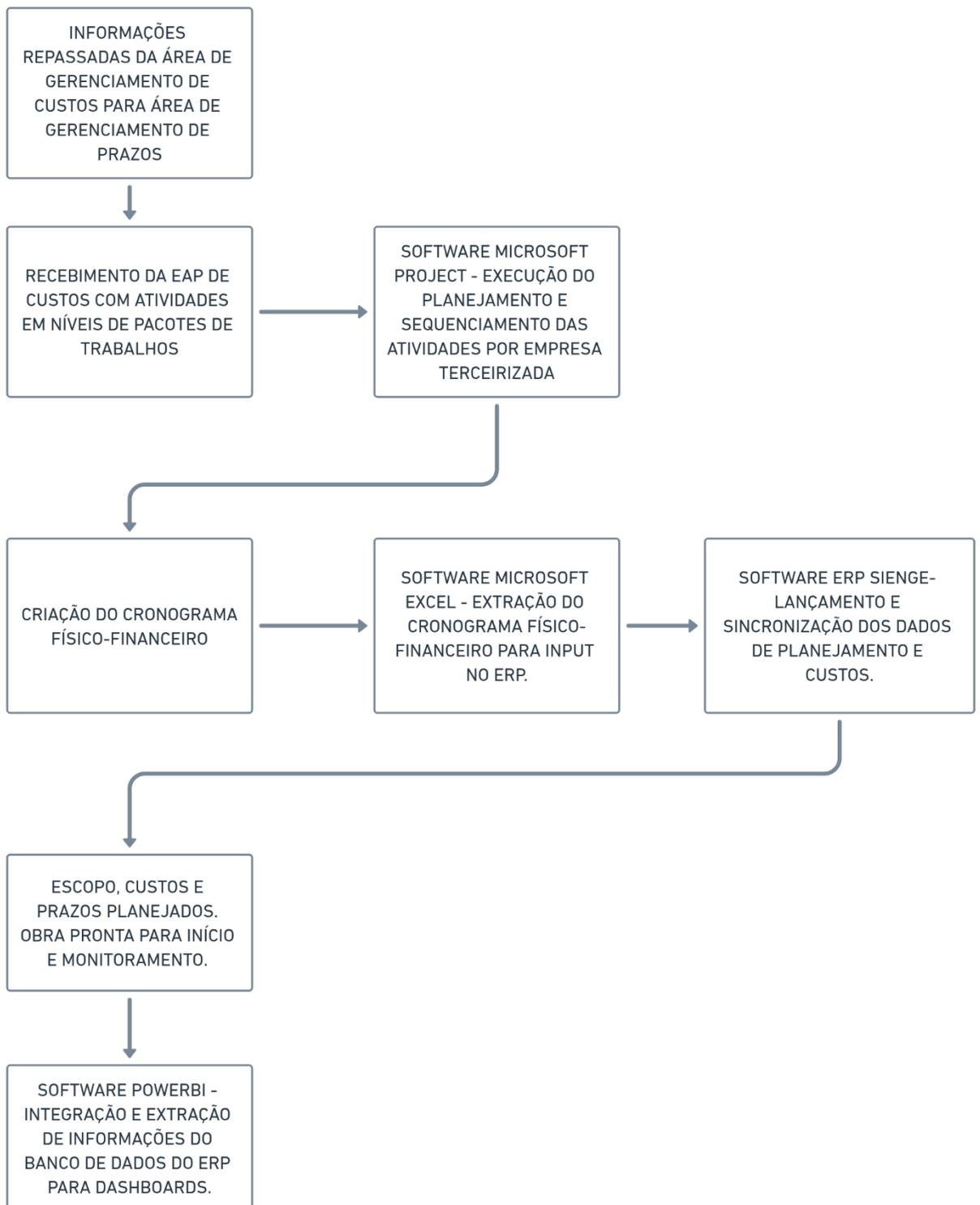


Figura 19 - Fluxograma de gerenciamento de prazo.

A área de gerenciamento de prazo começa o seu planejamento após o recebimento das informações necessárias da área de gerenciamento de custo, sendo basicamente a EAP de Custo com os níveis de trabalho e o orçamento da obra. Essas informações são repassadas através do ERP Sienge e também planilha do Microsoft Excel.

A parte de concepção do cronograma com as atividades foi realizada através de empresa terceirizada especializada, na qual a mesma realizou sequencialmente em conjunto com a equipe de produção:

- Planejamento das Atividades:

As atividades foram definidas a partir da EAP de escopo e custo. Cada atividade foi detalhada, incluindo duração estimada, predecessoras e sucessoras, e dependências entre elas. O Método do Caminho Crítico (CPM) foi aplicado para identificar as atividades críticas que impactariam diretamente o prazo final do projeto.

- Sequenciamento das Atividades:

As atividades foram sequenciadas no Microsoft Project, considerando períodos específicos para execução de fases como fundação, estrutura e acabamento. Restrições como disponibilidade de recursos e janelas climáticas foram incorporadas ao planejamento através de informações obtidas com a área de engenharia, garantindo um cronograma contingenciado.

- Estimativa de Duração e Alocação de Recursos:

As durações foram estimadas com base em dados históricos internos e da equipe empreiteira, informações de projetos semelhantes e principalmente com a área de execução da própria incorporadora. A alocação de recursos, como mão de obra e equipamentos, foi ajustada para evitar sobrecarga ou ociosidade.

A partir do cronograma da obra elaborado com base na duração das atividades e na alocação de recursos, considerando hora-homem e tempo de execução, foi possível consolidar o cronograma físico-financeiro, integrando o orçamento da obra ao cronograma físico nos mesmos níveis da EAP. Nesse processo, o custo das atividades é distribuído proporcionalmente ao tempo de execução de cada etapa, permitindo representar financeiramente o avanço físico ao longo do tempo. Ou seja, a metodologia consiste na distribuição do custo total das atividades ao longo dos períodos definidos no cronograma, de acordo com sua duração. Com essa integração concluída, os dados foram imputados no ERP Sienge, possibilitando que a obra fosse iniciada com o planejamento físico-financeiro completamente estruturado.

Para iniciar o monitoramento e controle, as informações que foram geradas até o momento estão no banco de dados do sistema ERP Sienge e são repassados acessos ao repositório para a área de desenvolvimento do POWER BI elaborar os relatórios e dashboards automatizados e integração entre sistemas.

O gerenciamento de prazos utilizou medições semanais e reuniões mensais para análise de indicadores e caminhos críticos. Apesar da eficácia do processo, algumas dificuldades foram enfrentadas:

- Retrabalho com EAP de Custo: Para o ajuste fino do cronograma, e a EAP de custo e prazo estarem nos mesmos níveis de trabalho e mesmas atividades, foram necessários alguns ajustes entre as áreas, ocasionando atraso no planejamento e início efetivo da obra.
- Atraso no registro de medições semanais: Em algumas ocasiões, as medições de andamento realizadas pela equipe de engenharia não foram alimentadas no Microsoft Project em tempo hábil, sendo um input manual, gerando lacunas temporais no acompanhamento do cronograma físico financeiro e KPIs do Power BI.

4.2.4. Monitoramento e controle

- Monitoramento do Escopo:

O escopo foi monitorado através de uma coordenação de projetos terceirizada, na qual existia um cronograma com cada entrega de cada *stakeholder*. As entregas das plantas (*design*) eram acompanhadas, permitindo que os responsáveis validassem cada etapa do projeto antes de avançar para a próxima, os projetistas necessitavam realizar o reparo nos conflitos apontados dentro do *software* BIMCollab para poderem prosseguir para a próxima etapa.

Os indicadores de escopo incluíram a análise de cumprimento das entregas e a detecção de alterações através de relatórios de conflitos gerados pelos *clashes*, garantindo que o escopo fosse mantido sem desvios inesperados.

Na obra foi possível verificar a simulação da modelagem 3D com o que realmente estava sendo executado, sendo seguido o design e planejamento de forma fidedigna, e em pequenos conflitos durante a execução os projetistas foram acionados e a visualização das possíveis soluções em 3D deram agilidade nas decisões e alterações de escopo.

- Monitoramento de Custo

O monitoramento e controle de custos no empreendimento foram realizados por meio de processos bem definidos e integrados entre as áreas de suprimentos e engenharia. Todo o fluxo operacional foi gerenciado no ERP Sienge, garantindo segurança, rastreabilidade e consistência das informações.

O processo inicia com o orçamento da obra lançado no ERP pela área de engenharia. Esse orçamento detalha os recursos necessários para cada atividade, vinculando-os às respectivas etapas da Estrutura Analítica do Projeto (EAP). Sempre que a obra necessita de recursos, o engenheiro responsável realiza uma solicitação de compras diretamente no sistema. Essa solicitação deve atender a critérios rigorosos: os recursos solicitados precisam estar previstos no orçamento, e deve haver saldo disponível na quantidade planejada para a atividade correspondente. Caso algum desses requisitos não seja cumprido, o sistema bloqueia automaticamente a ação.

Se o sistema identifica a necessidade de ajustes – como uma autorização especial para exceder o orçamento ou estourar o saldo de recursos – o engenheiro deve solicitar aprovação do gestor. Após a aprovação, ajustes no orçamento são realizados no ERP para refletir a nova alocação de recursos ou a quantidade adicional necessária.

Quando os requisitos são atendidos, a solicitação de compras é encaminhada ao setor de suprimentos, que inicia o processo de aquisição. O setor realiza, dentro do ERP, três cotações para o recurso solicitado, gerando um mapa de negociações. Dependendo da alçada de aprovação do usuário, a negociação pode ser finalizada diretamente no sistema ou enviada para aprovação de um gestor. Uma vez aprovada, o sistema emite automaticamente um pedido de compra vinculado à área financeira.

Após a chegada do material na obra e a emissão da nota fiscal, a área de engenharia realiza o lançamento do estoque no ERP. Somente após a utilização dos materiais e a medição das atividades, os recursos são alocados efetivamente dentro do orçamento. Esse processo rigoroso permite que todas as etapas sejam monitoradas e que os custos realizados sejam constantemente comparados aos custos planejados, garantindo total controle sobre os desvios.

Com estes processos bem delimitados, foi possível monitorar com o auxílio do ERP Sienge e o Power BI, que permitiu o acompanhamento dos gastos reais em comparação com o orçamento planejado, sendo necessário a equipe alocar os recursos em cada atividade, na qual existiam quantidade máximas permitidas e sendo necessário aprovações.

Os principais KPIs monitorados foram o Índice de Desempenho de Custo (IDC), que mede a eficiência no uso dos recursos financeiros, e a Variação de Custos, que permite identificar diferenças entre os custos previstos e os custos reais. O IDC foi realizado através do custo real a partir da alocação de recursos em cada atividade, sendo também gerado uma comparação com regime caixa para análise.

A previsão de custos ao término, conhecida como *Estimate at Completion* (EAC), foi calculada automaticamente através do Power BI, com base nos dados financeiros consolidados no ERP Sienge e nas medições realizadas em campo semanalmente, ficando disponível para visualização no Power BI, para monitorar e prever a conformidade com o orçamento planejado. A análise realizada pela equipe de gestão da EAC era realizada mensalmente. Essa periodicidade foi definida para garantir alinhamento entre o planejamento financeiro e as condições reais da execução, permitindo ajustes preventivos em caso de desvios identificados.

Os relatórios "*just in time*", que são visualizados automaticamente em tempo real, no Power BI apresentavam variações de custos, como desvios entre o orçamento planejado e o custo real acumulado, e tendências que incluíam projeções de aumento ou redução de custos futuros com base no desempenho até aquele momento. Essas percepções permitiram identificar áreas com sobrecarga de custos, revisar alocações de recursos e priorizar atividades críticas para evitar estouros de orçamento. Por exemplo, uma análise identificava se determinados pacotes de trabalho estavam consumindo recursos acima do planejado, possibilitando uma reavaliação do cronograma e a implementação de medidas corretivas antes que os custos extrapolassem.

- Monitoramento de Prazo:

O monitoramento de prazos no empreendimento foi realizado por meio de processos sistemáticos que garantiam a rastreabilidade e o controle contínuo do andamento das atividades. A integração entre a equipe de engenharia e uma empresa terceirizada especializada em planejamento foi essencial para assegurar que o cronograma fosse seguido de forma rigorosa, identificando e mitigando potenciais desvios.

Semanalmente, a equipe de engenharia realizava medições físicas do andamento da obra. Essas medições, conduzidas toda sexta-feira, utilizavam o critério de metro quadrado concluído como base para o cálculo do progresso. Os dados obtidos eram registrados no Microsoft Project em forma de percentual de conclusão de cada atividade, permitindo uma

atualização constante do cronograma e a identificação do progresso real em relação ao planejado.

Mensalmente, o controle de prazos era aprofundado por meio de reuniões com uma empresa terceirizada especializada em planejamento. Durante essas reuniões, o andamento mensal da obra era revisado em detalhe, com foco na análise de indicadores de desempenho, como o Índice de Desempenho de Prazos, avanço físico versus o planejado, desvio de prazo, PPP e PPC. O objetivo dessas análises era garantir que os marcos do projeto fossem cumpridos e que os desvios identificados fossem corrigidos de forma rápida.

Além disso, a análise dos caminhos críticos do projeto desempenhou um papel fundamental no monitoramento de prazos. Com base nos dados fornecidos pelo Microsoft Project, a equipe identificava atividades críticas que poderiam impactar diretamente a conclusão do empreendimento. Essa abordagem permitiu priorizar ações corretivas em atividades com maior impacto no cronograma, garantindo a eficiência das intervenções.

Outro ponto abordado durante as reuniões era a necessidade de atualizações no cronograma, conhecidas como *UPDATE*. O *UPDATE*, realizado mensalmente, refere-se ao processo de atualização do cronograma do projeto. Durante o *UPDATE*, todas as atividades concluídas no período anterior são registradas no cronograma, enquanto as atividades pendentes são revisadas e projetadas para períodos futuros, conforme necessário. Esse processo inclui a coleta de dados sobre o progresso físico e custos das tarefas, a validação de prazos concluídos, e a reprogramação de atividades futuras para refletir a realidade do andamento da obra. O objetivo do *UPDATE* é garantir que o cronograma permaneça alinhado às condições reais do projeto, permitindo que a equipe tome decisões proativas para corrigir atrasos ou antecipar entregas, assim como verificar como o prazo se projeta diante das atividades já realizadas até o momento. Essas atualizações eram realizadas sempre que havia mudanças no andamento das atividades ou no planejamento original, refletindo as condições reais da obra. Esse processo não apenas aumentava a precisão do cronograma, mas também melhorava a capacidade de prever atrasos e de planejar medidas mitigatórias. Conforme imagem abaixo do replanejamento *UPDATE* de algumas atividades:

Id	ATIVIDADE	% trabalho concluído	% concluída	Duração	CUSTO	Início	Término	Início da Linha de Base	Término da Linha de Base
1	CASAS ALTO PADRÃO MARESIAS - EXECUÇÃO	79%	79%	386 dias	R\$ 14.770.767,17	Seg 01/08/22	Qua 20/12/23	Seg 01/08/22	Qui 28/12/23
6	APOIO	95%	91%	273,75 dias	R\$ 352.163,16	Qua 26/10/22	Sex 27/10/23	Qua 26/10/22	Seg 11/12/23
87	GUARITA	72%	71%	332,75 dias	R\$ 118.996,94	Qui 01/09/22	Ter 21/11/23	Qui 01/09/22	Qui 09/11/23
149	ÁREA EXTERNA	73%	67%	376 dias	R\$ 2.080.834,68	Sex 12/08/22	Qua 20/12/23	Sex 12/08/22	Sex 06/10/23
192	CASA B (10 casas, 07 a 16)	84%	84%	372,75 dias	R\$ 6.919.733,85	Seg 18/10/22	Qua 06/12/23	Ter 18/10/22	Sáb 16/12/23
1260	CASA A (06 casas de 01 a 06)	71%	71%	315,75 dias	R\$ 5.299.038,54	Ter 25/10/22	Qui 26/12/23	Ter 25/10/22	Qui 28/12/23

Figura 20 - ATUALIZAÇÃO de atividades (*Update* das atividades não executadas)

O monitoramento sistemático, aliado à análise detalhada dos indicadores e caminhos críticos, foi essencial para manter o cronograma sob controle e assegurar o alinhamento das entregas com os objetivos do projeto.

Com estes processos bem delimitados, foi possível monitorar o cronograma no Microsoft Project e Power BI.

- Principais KPIs Monitorados e análises de gestão:

O primeiro KPI é o IDC (Índice de Desempenho de Custo) ele mede a eficiência financeira ao comparar o Valor Agregado e o Custo Real, permitindo monitorar a aderência ao orçamento. A Figura 21 – IDC obtida a partir da aplicação do Power BI aponta o IDC de 1,22 (77,1%), neste caso mostrando que o projeto estava com o custo da obra na data de análise 22,9% (vinte e dois inteiro e nove décimos por cento) abaixo do que o planejado, ou seja, o avanço físico foi de 84,3% (oitenta e quatro inteiros e três décimos por cento) nesta data e o valor gasto de 65% (sessenta e cinco por cento) do planejado.

O IDC é um indicador que conecta diretamente as áreas de custo e planejamento, oferecendo uma visão integrada da gestão financeira em relação ao progresso físico do cronograma. A área de planejamento utiliza o avanço físico para calcular o Valor Agregado, associando as entregas realizadas ao custo planejado. A área de custo compara o Valor

Agregado ao Custo Real, permitindo entender se os recursos financeiros estão sendo gastos de maneira proporcional ao progresso físico.

Essa inter-relação é essencial para garantir que o planejamento dos custos esteja alinhado com a execução das atividades, evitando desvios que possam comprometer o orçamento ou o cronograma.

O IDC foi calculado semanalmente, no mesmo período em que são realizadas as medições semanais, as informações de custos são geradas a cada apropriação da área de compras diretamente do ERP. Essa periodicidade garantiu que as informações de custo e avanço físico estivessem alinhadas e refletissem o status atual do projeto.

Os principais envolvidos no monitoramento do IDC foram:

- Equipe de Planejamento: Responsável por registrar o avanço físico e calcular o Valor Agregado.
- Equipe Financeira e compras: Encargada de consolidar os custos reais incorridos.
- Gestor de Projetos: Responsável por analisar o índice e tomar decisões para corrigir desvios ou manter a eficiência.

ANÁLISE DE CUSTO



Figura 21 – IDC no POWERBI

O segundo indicador utilizado é IDP (Índice de Desempenho de Prazo) que mostra a eficiência no cumprimento do cronograma avaliando os avanços, indicando se o projeto está adiantado ou atrasado. Segue abaixo imagem do BI apontando o IDP, neste caso mostrando que o projeto está adiantado em 3% (três por cento), ou seja, foi planejado executar até a data como desafio 73,4% (setenta e três inteiros e quatro décimos por cento) e o avanço físico foi de 75,6% (setenta e cinco inteiros e seis décimos por cento).

O IDP foi medido semanalmente, com base nos dados coletados durante as medições semanais da obra realizadas pela equipe de engenharia e planejamento. Os principais envolvidos no monitoramento do IDP foram:

- Equipe de Planejamento e engenharia: Responsável por lançar as medições no sistema partir dos dados de progresso físico.
- Gestor de Projetos: Responsável por analisar o indicador e tomar decisões baseadas em sua evolução.
- Equipe de Obra: Forneceu os dados reais de avanço físico, essenciais para o cálculo.

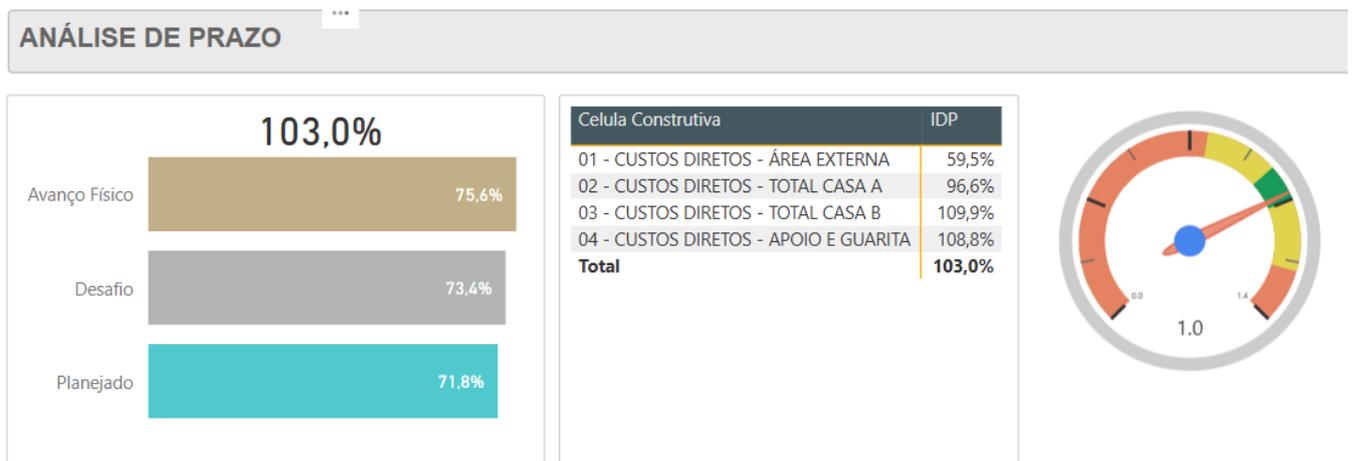


Figura 22 – IDP

O terceiro indicador monitorado foi a Variação de Custos, uma métrica essencial para avaliar a diferença entre o custo planejado (orçado) e o custo real (realizado) por atividade macro. Essa análise permitiu identificar áreas do projeto que apresentavam sobrecarga financeira ou economia de recursos, proporcionando um entendimento valioso para ajustes de alocação financeira.

Conforme apresentado a Figura 23 – Busines Intelligence (BI), tabela comparativa gerada no Power BI, algumas atividades apresentaram custos reais abaixo do orçamento inicial, evidenciando eficiência no uso de recursos, enquanto outras superaram os valores previstos, indicando potenciais desvios financeiros, sendo possível colocar um piso e teto de variação para controle geral.

Celula Construtiva	Total Orçado	Realizado	% Avanço Físico	Realizado Teórico	Diferença	Atual Economia/Estouro (%)	Tendência	Situação	% Tendência Final
01 - CUSTOS DIRETOS - ÁREA EXTERNA	R\$ 1.897.919,12	R\$ 1.346.925,11	58,70%	R\$ 1.114.068,29	-R\$ 232.856,82	-12,27%	↑	Consolidado	-13,35%
01 - ETAPA - CUSTOS INDIRETOS	R\$ 874.441,07	R\$ 454.239,97	75,64%	R\$ 661.413,18	R\$ 207.173,21	23,69%	↑	Consolidado	11,10%
01.001 - PROJETO E CONSULTORIAS - CUSTOS INDIRETOS	R\$ 255.250,75	R\$ 106.664,38	75,64%	R\$ 193.067,57	R\$ 86.403,19	33,85%	↑	Consolidado	-14,01%
01.002 - SERVIÇOS PRELIMINARES - CUSTOS INDIRETOS	R\$ 110.724,63	R\$ 30.490,27	75,64%	R\$ 83.750,33	R\$ 53.260,07	48,10%	↑	Consolidado	57,80%
01.003 - ADMINISTRAÇÃO DE OBRA - CUSTOS INDIRETOS	R\$ 438.422,82	R\$ 279.467,47	75,64%	R\$ 331.615,98	R\$ 52.148,50	11,89%	↑	Consolidado	8,42%
01.004 - CANTEIRO DE OBRA E LOCAÇÃO DE OBRA - CUSTOS INDIRETOS	R\$ 70.042,87	R\$ 37.617,85	75,64%	R\$ 52.979,30	R\$ 15.361,45	21,93%	↑	Consolidado	45,57%
02 - CUSTOS DIRETOS - TOTAL CASA A	R\$ 4.991.843,68	R\$ 3.162.097,25	68,56%	R\$ 3.414.927,24	R\$ 252.829,99	5,06%	↑	Consolidado	10,97%
02.001 - CANTEIRO DE OBRA E LOCAÇÃO DE OBRA - TOTAL CASA A	R\$ 38.809,15	R\$ 19.580,73	100,00%	R\$ 38.809,14	R\$ 19.228,41	49,55%	↑	Consolidado	22,46%
02.002 - FUNDAÇÃO - TOTAL CASA A	R\$ 613.414,18	R\$ 489.530,46	100,00%	R\$ 613.414,26	R\$ 123.883,80	20,20%	↑	Consolidado	12,08%
02.003 - ESTRUTURA CONVENCIONAL - TOTAL CASA A	R\$ 783.312,09	R\$ 605.587,04	100,00%	R\$ 782.791,80	R\$ 177.204,76	22,62%	↑	Consolidado	11,47%
02.004 - COBERTURA - TOTAL CASA A	R\$ 68.488,72	R\$ 61.539,70	100,00%	R\$ 68.488,74	R\$ 6.949,04	10,15%	↑	Consolidado	-101,33%
02.005 - INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS - TOTAL CASA A	R\$ 446.627,54	R\$ 165.925,34	63,81%	R\$ 321.738,30	R\$ 155.812,96	34,89%	↑	Consolidado	32,47%
02.006 - INSTALAÇÕES DE GÁS DE COZINHA - TOTAL CASA A	R\$ 25.841,06	R\$ 5.980,28	100,00%	R\$ 25.840,80	R\$ 19.860,52	76,86%	↑	Consolidado	17,47%
02.007 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E COMUNICAÇÕES - TOTAL CASA A	R\$ 209.659,28	R\$ 134.548,57	74,70%	R\$ 156.625,86	R\$ 22.077,29	10,53%	↑	Consolidado	12,32%
02.008 - INSTALAÇÃO DE AR CONDICIONADO E EXAUSTÃO MECÂNICA - TOTAL CASA A	R\$ 201.745,23	R\$ 30.380,08	29,26%	R\$ 59.023,14	R\$ 28.643,06	14,20%	↑	Consolidado	71,43%
02.009 - REGULARIZAÇÃO - TOTAL CASA A	R\$ 95.140,60	R\$ 92.094,88	100,00%	R\$ 95.140,62	R\$ 3.045,74	3,20%	↑	Consolidado	-21,42%
02.010 - PAREDES E PAINÉIS - TOTAL CASA A	R\$ 376.382,43	R\$ 446.587,07	100,00%	R\$ 376.382,40	-R\$ 70.204,67	-18,65%	↓	Consolidado	-38,76%
02.011 - IMPERMEABILIZAÇÃO - TOTAL CASA A	R\$ 276.941,31	R\$ 115.050,70	100,00%	R\$ 276.941,28	R\$ 161.890,58	58,46%	↑	Consolidado	33,91%
02.012 - COBERTURA - TELHADO - TOTAL CASA A								Consolidado	
02.013 - REVESTIMENTOS - TOTAL CASA A	R\$ 400.703,88	R\$ 318.011,04	79,51%	R\$ 272.828,33	-R\$ 45.182,71	-11,28%	↓	Consolidado	-1,63%
02.014 - FORRO - TOTAL CASA A	R\$ 109.388,21	R\$ 84.747,51	100,00%	R\$ 109.388,22	R\$ 24.640,71	22,53%	↑	Consolidado	-32,88%
02.015 - ESQUADRIAS - TOTAL CASA A	R\$ 478.601,46	R\$ 232.898,22	28,46%	R\$ 136.190,16	-R\$ 96.708,06	-20,21%	↓	Consolidado	8,82%
02.016 - GRANITOS E MÁRMORES - TOTAL CASA A	R\$ 80.367,39	R\$ 71.036,72			-R\$ 71.036,72	-88,39%	↓	Consolidado	-37,31%
02.017 - SERRALHERIA - TOTAL CASA A	R\$ 42.508,80	R\$ 22.300,00			-R\$ 22.300,00	-52,46%	↓	Consolidado	47,54%
02.018 - PINTURA - TOTAL CASA A	R\$ 156.093,69	R\$ 116.548,18	21,97%	R\$ 31.991,44	-R\$ 84.556,74	-54,17%	↓	Consolidado	-21,33%
02.019 - LOUÇAS, METAIS, INOX E ACESSÓRIOS - TOTAL CASA A	R\$ 239.146,28	R\$ 109.688,10			-R\$ 109.688,10	-45,87%	↓	Consolidado	34,97%
02.020 - VIDRO - TOTAL CASA A	R\$ 115.559,00	R\$ 25.000,01			-R\$ 25.000,01	-20,28%	↓	Consolidado	60,74%
Total	R\$ 14.950.373,29	R\$ 9.106.003,53	75,64%	R\$ 11.294.125,44	R\$ 2.188.121,91	14,64%	↑	Consolidado	12,26%

Figura 23 – Busines Intelligence (BI)

Análise de Caminho Crítico: Utilizada para monitorar as atividades principais que afetam diretamente o prazo do projeto, sendo um complemento da análise do IDP, sendo possível ter um entendimento real se as atividades estão com os prazos o realmente cumpridos ou se pode ocorrer um atraso.

No monitoramento do projeto, além da evolução dos pacotes de trabalho, foram utilizados dois indicadores-chave para avaliar o progresso das atividades planejadas em relação à execução: o PPC (*Percent Planned Complete*) e o PPP (*Percent Project Planned*).

Percent Planned Complete (PPC): Este indicador mede o percentual de atividades comprometidas que foram concluídas dentro de um período específico. Ele avalia a eficácia do cumprimento das metas semanais ou mensais de execução e ajuda a identificar atrasos ou problemas na priorização de tarefas. Por exemplo, se foram comprometidas dez atividades e apenas oito foram concluídas, o PPC será de 80%. No contexto do projeto, o PPC foi utilizado

para acompanhar o número de casas concluídas em relação ao planejado no período de análise, funcionando como uma métrica para avaliar a eficácia do cronograma.

Percent Project Planned (PPP): Este indicador representa o percentual planejado versus o realizado durante o período de análise. O PPP oferece uma visão macro do progresso do projeto, permitindo que a equipe avalie se está no ritmo adequado para cumprir os prazos gerais. Por exemplo, se o cronograma previa realizar 10 atividades no período, a equipe de produção se comprometeu a fazer 07 e no final do período realizou as 07 o PPC será de 100% enquanto o PPP será de 70%.

Esses dois indicadores são inter-relacionados, pois o PPC avalia a eficácia no curto prazo, enquanto o PPP monitora a eficácia do longo prazo. Ambos oferecem percepções essenciais para ajustar o planejamento, readequar equipes e garantir a entrega do projeto dentro do prazo.

As informações de produtividade, que é medida em termos de unidades físicas concluídas, como metros quadrados (m²) executados de um serviço específico (alvenaria, pintura, instalações), por período ou por equipe são geradas a partir das medições semanais e imputadas no sistema pela área de Engenharia e Planejamento, sendo possível realizar a análise do PPP e PPC mensalmente pela área de Planejamento.

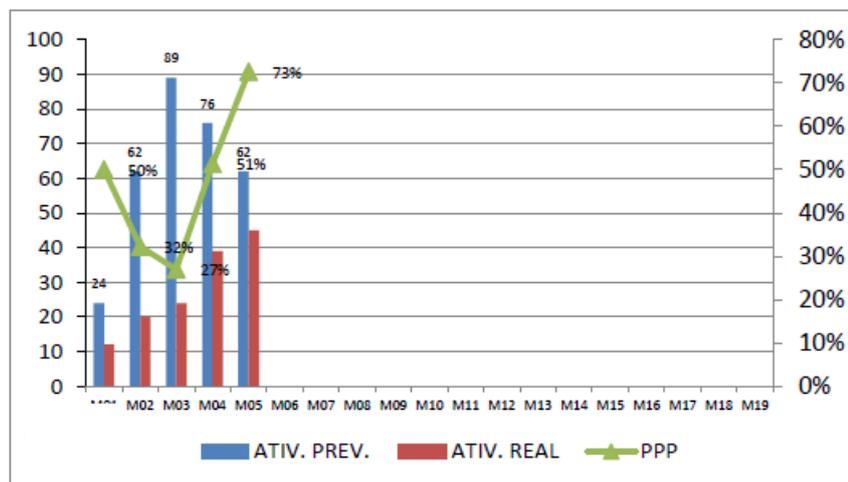


Figura 24 - Gráfico PPP

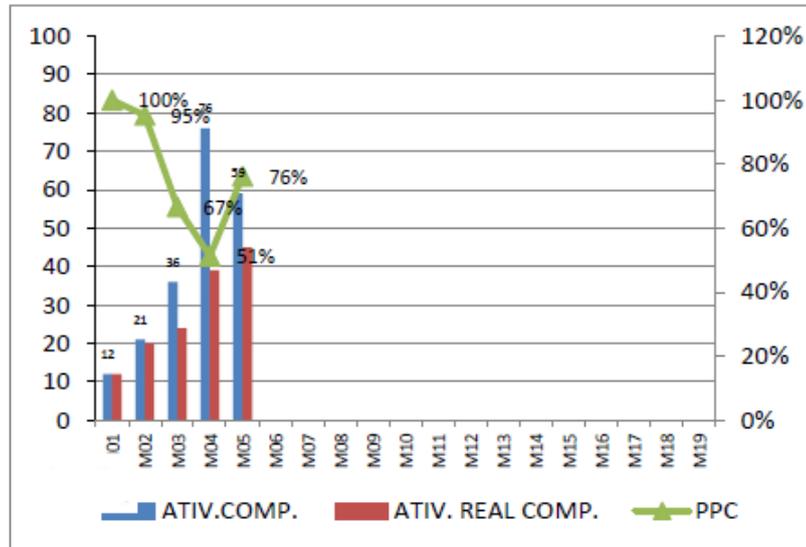


Figura 25 - Gráfico PPC

Por último o KPI Percentual de Acompanhamento Físico-Financeiro(%AFF) foi utilizado como um indicador-chave para monitorar o alinhamento entre o progresso físico e o custo durante o ciclo do projeto. As medições semanais realizadas pela equipe de engenharia forneceram o percentual de avanço físico, enquanto os dados financeiros foram extraídos do ERP Sienge, que integrava os custos reais do projeto.

Mensalmente, o %AFF foi avaliado durante as reuniões com a empresa especializada em planejamento. Essa análise ajudou a identificar os desvios entre o avanço físico e financeiro, as atividades ou etapas específicas do projeto que estavam consumindo mais recursos do que o

planejado e a necessidade de ajustes no cronograma ou no orçamento para corrigir essas discrepâncias.

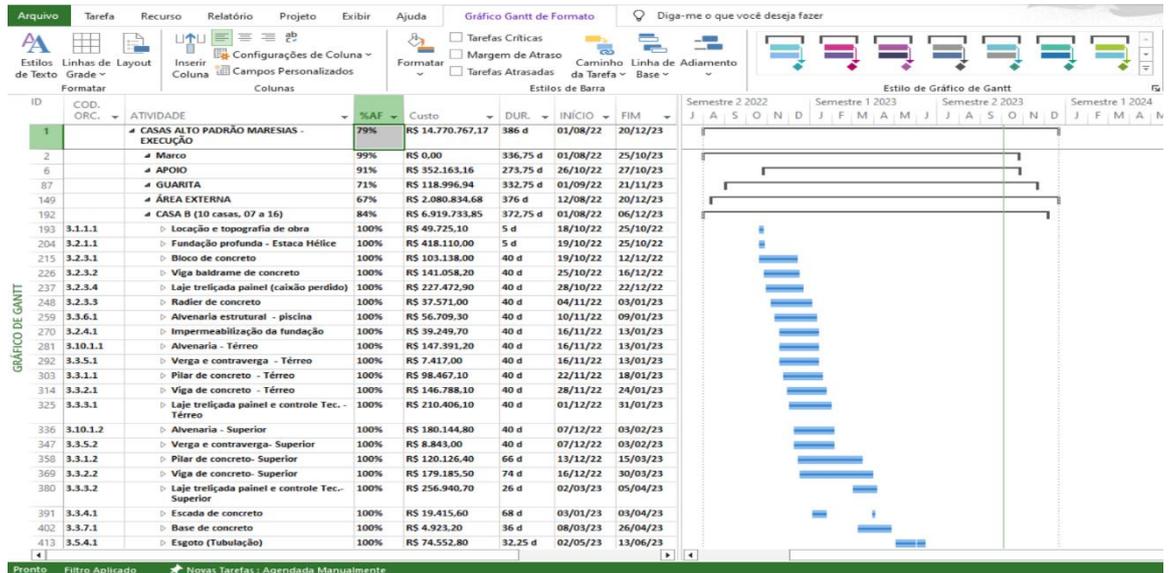


Figura 26 – Gráfico Gantt com Tabela %AFF Kpi

Tendência/Projeção: Ferramenta de previsão que é calculada pela área de engenharia, sendo analisado nas etapas dos projetos o que foi consolidado e atualização de orçamento das próximas etapas do projeto, sendo imputado manualmente e calculado pelo Power BI, sendo analisada como complemento na gestão dos indicadores para antecipar possíveis alterações de custos e prazos com base no desempenho atual. A Figura 27 - BI Tendência, mostra a tabela dentro do BI onde é revisado mensalmente os orçamentos realizados e previsões, ajustando a tendência dos custos até o final da obra.

Atual Economia/Estouro (%)	Tendência	Situação	% Tendência Final
-12,27%	R\$ 2.151.304,69	Consolidado	-13,35%
23,69%	R\$ 777.368,61	Consolidado	11,10%
33,85% ↑	R\$ 291.003,54	Consolidado	↓ -14,01%
48,10% ↑	R\$ 46.730,44	Consolidado	↑ 57,80%
11,89% ↑	R\$ 401.510,97	Consolidado	↑ 8,42%
21,93% ↑	R\$ 38.123,66	Consolidado	↑ 45,57%
5,06%	R\$ 4.444.309,72	Consolidado	10,97%
49,55% ↑	R\$ 30.093,54	Consolidado	↑ 22,46%
20,20% ↑	R\$ 539.303,51	Consolidado	↑ 12,08%
22,62% ↑	R\$ 693.494,34	Consolidado	↑ 11,47%
10,15% ↑	R\$ 137.885,12	Consolidado	↓ -101,33%
34,89% ↑	R\$ 301.586,55	Consolidado	↑ 32,47%
76,86% ↑	R\$ 21.327,01	Consolidado	↑ 17,47%
10,53% ↑	R\$ 183.832,89	Consolidado	↑ 12,32%
14,20% ↑	R\$ 57.636,23	Consolidado	↑ 71,43%
3,20% ↑	R\$ 115.520,91	Consolidado	↓ -21,42%
-18,65% ↓	R\$ 522.258,00	Consolidado	↓ -38,76%
58,46% ↑	R\$ 183.029,05	Consolidado	↑ 33,91%
	R\$ 55.207,98	Consolidado	
-11,28% ↓	R\$ 407.248,54	Consolidado	↓ -1,63%
22,53% ↑	R\$ 145.357,16	Consolidado	↓ -32,88%
-20,21% ↓	R\$ 436.380,03	Consolidado	↑ 8,82%
-88,39% ↓	R\$ 110.353,31	Consolidado	↓ -37,31%
-52,46% ↓	R\$ 22.300,00	Consolidado	↑ 47,54%
-54,17% ↓	R\$ 189.382,81	Consolidado	↓ -21,33%
-45,87% ↓	R\$ 155.510,42	Consolidado	↑ 34,97%
20,26% ↓	R\$ 25.000,01	Consolidado	↑ 60,74%
14,64%	R\$ 13.117.802,45	Consolidad	12,26%

Figura 27 - BI Tendência

- Integração dos *Softwares* para Monitoramento:

A integração entre o ERP Sienge, Microsoft Project e Power BI foi fundamental para a consolidação dos dados de monitoramento. O ERP Sienge gerava relatórios de custo e projeções financeiras, o Microsoft Project acompanhava o progresso do cronograma, e o Power BI consolidava todas as informações em dashboards intuitivos e acessíveis para a equipe.

O uso de dashboards no Power BI facilitou a visualização dos KPIs e permitiu uma comunicação eficiente entre todos os *stakeholders*. Os gestores puderam acompanhar o status atualizado do projeto, permitindo a tomada de decisão baseada em dados consolidados e em tempo real.

No monitoramento e controle geral do projeto, os processos integrados visaram garantir que escopo, custos e prazos fossem gerenciados de forma coordenada. As principais dificuldades nesta etapa incluíram:

- Integração limitada entre ferramentas: A falta de integração automatizada entre o Microsoft Project, o BIM e o ERP dificultaram a consolidação de dados e análises conjuntas, sendo necessário muitas vezes utilização de planilhas no Microsoft Excel, resultando em retrabalhos. Sendo necessário metodologia e processos para ter eficiência na gestão.
- Falta de padronização inicial: No início do projeto, algumas métricas e relatórios de monitoramento não estavam padronizados no Power BI, o que gerou inconsistências nas análises e atrasos na implementação do sistema de monitoramento.
- Resistência cultural: A implementação de processos e visualização para análises no Power BI gerou resistência pela equipe financeira, pois já estavam acostumados com relatórios em planilhas, a equipe precisou de um treinamento para entender o funcionamento e muitos relatórios tiveram que ser adaptados pela equipe de desenvolvimento do Power BI.

4.3 Os softwares utilizados

Para gerenciar as diversas etapas do projeto, foram utilizados os seguintes *softwares*:

Gerenciamento de Escopo -Revit: O Revit foi utilizado para a modelagem BIM (*Building Information Modeling*), permitindo a criação de modelos tridimensionais detalhados das casas para a geração de quantitativos de insumos e compatibilização integrada em outro *software*.

BIMCollab: O BIMCollab foi usado para a compatibilização de projetos e detecção de conflitos (*clash detection*), garantindo que diferentes disciplinas, como arquitetura, estrutura e instalações, fossem coordenadas sem interferências.

Gerenciamento de Custos - Microsoft Excel: A EAP (Estrutura Analítica de Projeto) de Custos foi realizada através do Microsoft Excel, sendo possível listar os insumos, composições, pacotes de trabalhos e atividades nas planilhas.

Gerenciamento de Prazos - Microsoft Project: Este *software* é utilizado para realizar o planejamento, sendo possível realizar o sequenciamento das atividades, o controle das durações, comprometimento das atividades mensais e acompanhamento de forma prática e visual.

Para os três gerenciamentos acima citados os *softwares* abaixo estiveram presentes, sendo que para englobar todas as informações de escopo, custos e prazos, utilizou-se o ERP e para compilar essas informações em relatórios, utilizou-se o Power BI.

O ERP Sienge foi utilizado para centralizar o controle financeiro do projeto, integrando o orçamento detalhado com os custos reais e o cronograma físico-financeiro. Ele permitiu acompanhar o avanço das atividades em relação ao desembolso planejado, registrar custos incorridos e monitorar desvios entre o orçamento e a execução. Além disso, gerenciou contratos e medições de fornecedores, reservas de contingência, fluxo de caixa e projeções de custos ao término (EAC). Com integração ao Power BI, o sistema gerou relatórios gerenciais que consolidaram indicadores como o Índice de Desempenho de Custo (IDC), Power BI foi utilizado para o monitoramento dos indicadores de desempenho e a criação de dashboards para análise e gestão.

Esses *softwares* foram integrados para a gestão do empreendimento entre as equipes e áreas do projeto.

5 ANÁLISE DE DADOS E RECOMENDAÇÕES

O setor da Construção Civil enfrenta desafios contínuos relacionados à gestão integrada de escopo, custos e prazos. Embora as tecnologias disponíveis ofereçam soluções robustas, como evidenciado ao longo desta monografia, a implementação eficaz dessas ferramentas exige a superação de barreiras culturais, a integração entre áreas e sistemas e a capacitação constante das equipes com processos e metodologia. Este capítulo apresenta recomendações, baseadas nas melhores práticas identificadas na revisão bibliográfica, nos resultados da pesquisa de mercado e nas lições aprendidas no estudo de caso. Essas diretrizes visam orientar empresas na maximização dos benefícios da utilização de *softwares* e na promoção de uma gestão integrada.

5.1. Integração de *Softwares*

A integração de ferramentas e sistemas tecnológicos foi um ponto recorrente na pesquisa de mercado, onde 100% das empresas utilizam ERPs, mas nem todas têm sistemas plenamente integrados. Além disso, o estudo de caso revelou que a integração sequencial, com etapas que dependem de *inputs* manuais entre *softwares*, gera riscos de atrasos e inconsistências.

Pontos Positivos	Pontos Negativos
<p>Integração entre sistemas ERP, Microsoft Project e Power BI permitiu análises mais rápidas e precisas no estudo de caso.</p> <p>A padronização da EAP com metodologia e processos reduziu redundâncias e facilitou o monitoramento do cronograma físico-financeiro utilizando <i>softwares</i>.</p>	<p>Dependência de <i>inputs</i> manuais para integração entre sistemas ainda gera atrasos e retrabalhos.</p> <p>Falta de <i>softwares</i> integrados identificada em 50% das empresas da pesquisa, impacta diretamente a eficiência operacional. Principalmente a integração entre a tecnologia BIM e outros <i>softwares</i>.</p> <p>Dificuldade na implantação dos softwares em padronizar processos para mitigar problemas de integração, nem sempre as melhores práticas necessárias para integração são os processos utilizados pela metodologia das empresas.</p>

Diante do estudo realizado o autor recomenda:

1) Estruture a EAP de forma que possa acompanhá-la e seja padronizada para todas as áreas.

O estudo de caso destaca que a Estrutura Analítica do Projeto (EAP) foi essencial para alinhar os processos de planejamento de custos e prazos, garantindo que os pacotes de trabalho fossem consistentes entre o ERP Sienge, Microsoft Excel e Microsoft Project.

Utilize uma única EAP para todas as áreas do projeto, por exemplo, todas linhas e pacotes de trabalhos da EAP de Custos estejam também na EAP da prazos, garantindo que custos e prazos estejam alinhados. Esta padronização reduz a redundância de dados, permitem uma análise eficaz do cronograma físico-financeiro e melhora a comunicação entre equipes.

Se a EAP de custos e prazos não estiverem na mesma estruturação não será possível realizar diversas análises durante o projeto, sendo inviável a vinculação entre a alocação de recursos e medições, pois se as linhas e atividades não forem as mesmas não é possível a integração entre as áreas.

Se a estrutura da EAP de custos for diferente da EAP de prazos, surgem problemas como: inconsistências nos cálculos, atividades (ex.: concreto, estrutura, alvenaria) não estarão associadas diretamente aos custos planejados, dificultando a atribuição precisa de valores ao progresso físico; indicadores distorcidos, o IDC não refletirá a realidade, pois não haverá conexão direta entre o custo real e o valor agregado das atividades; e perda de rastreabilidade, torna-se impossível identificar em qual parte do projeto ocorrem os desvios, já que os custos e prazos são monitorados em estruturas diferentes.

2) Adote ferramentas que priorizem integração:

Com base na pesquisa de mercado, apenas 50% das empresas declararam integrar seus ERPs com ferramentas de planejamento e controle, como o Microsoft Project. Essa lacuna impacta diretamente a eficiência operacional.

Priorize a escolha de *softwares* compatíveis, como o Sienge integrado ao BI ou Microsoft Project, para facilitar o fluxo de informações em tempo real. Sistemas que funcionam de forma isolada aumentam os custos e os riscos de inconsistências.

3) Automatize o fluxo de dados entre ferramentas:

Segundo o PMBOK 6ª edição, a automação na troca de informações reduz erros humanos e melhora a rastreabilidade, características críticas para o sucesso de projetos complexos.

Invista em módulos de integração entre os sistemas ou sistemas que tenham API (*Application Programming Interface*), que são um conjunto de regras e definições que permite que diferentes sistemas de software se comuniquem entre si. APIs são amplamente utilizadas na integração de sistemas, possibilitando que aplicativos, plataformas e serviços troquem dados de forma estruturada e padronizada. Por exemplo, no estudo de caso, o uso do Power BI conectado ao ERP e a integração ao Microsoft Project possibilitou um monitoramento mais ágil e assertivo dos indicadores de desempenho.

- 4) Capacitação e metodologia nos processos:

Para alcançar maior eficiência na integração entre áreas, também se recomenda a criação de um programa estruturado de capacitação e treinamento contínuo. Esse programa deve abranger não apenas o uso técnico dos *softwares*, mas também a padronização de metodologias e processos, permitindo que as equipes tenham uma visão unificada das práticas de gerenciamento.

Na implantação de softwares ERPs existem as melhores práticas para a utilização, estas práticas estão baseadas em metodologia e processos para ter eficiência na gestão, sendo necessário adequar os processos já estabelecidos na empresa para que o *software* seja utilizado com máxima eficiência.

5.2. Gerenciamento de Escopo

A gestão de escopo é o ponto de partida para qualquer projeto bem-sucedido. A pesquisa de mercado revelou que 66,7% das empresas utilizam metodologias BIM, principalmente para compatibilização de projetos, enquanto outras relataram dificuldades em extrair quantitativos diretamente dos modelos. Já no estudo de caso, a aplicação do BIMCollab e Revit foi fundamental para evitar conflitos de projeto e retrabalhos.

Pontos Positivos	Pontos Negativos
<p>O uso de BIM até o nível 5D permitiu integrar custos e prazos, facilitando análises financeiras detalhadas no estudo de caso.</p> <p>Ferramentas como BIMCollab evitaram conflitos entre disciplinas e reduziram retrabalhos, sendo possível uma melhor gestão dos processos durante o período de compatibilização de diversas equipes distintas e terceirizadas.</p>	<p>Resistência cultural e falta de treinamento continuam sendo barreiras significativas para empresas que adotam BIM.</p> <p>Extração de quantitativos diretamente do modelo ainda é um desafio para muitas organizações, sendo algo ainda manual muitas vezes realizadas e imputadas em planilhas no Microsoft Excel, necessitando ainda uma integração com o ERP e área de custos.</p>

Diante do estudo realizado o autor recomenda:

1) Implemente o BIM como padrão de escopo:

Com base no Estudo de Caso a utilização do BIM permitiu compatibilizar disciplinas como arquitetura, estruturas e instalações, evitando conflitos durante a execução.

Use o BIM pelo menos até o nível de maturidade 5D para criar modelos integrados e detalhados, permitindo a extração automatizada de quantitativos e a visualização de interferências antes da fase de execução.

2) Invista na capacitação das equipes:

Com base na pesquisa de mercado a resistência cultural e a falta de treinamento foram apontadas como desafios por 50% das empresas que utilizam BIM.

Realize treinamentos periódicos sobre *softwares* como Revit, destacando seus benefícios para a redução de retrabalhos e otimização de recursos ou contrate empresas especializadas. Recomenda-se a criação de diretrizes internas operacionais e metodologia para a estruturação da EAP, garantindo que os pacotes de trabalho estejam alinhados entre diferentes áreas da empresa. A integração entre as áreas de planejamento e orçamento deve ser priorizada, evitando retrabalho e garantindo maior precisão nos levantamentos.

3) Monitore alterações no escopo continuamente:

O PMBOK enfatiza o controle do escopo como uma prática essencial para evitar o "*scope creep*" que são os incrementos não planejados no escopo.

Recomendação: Estabeleça processos de validação do escopo em cada fase do projeto, utilizando ferramentas como relatórios de *clash detection* no BIMCollab.

5.3. Gerenciamento de Custos

O controle de custos foi um tema no estudo de caso, onde o ERP Sienge desempenhou um papel crítico na consolidação do orçamento e no monitoramento de custos reais. No entanto, a pesquisa de mercado revelou que apenas 40% das empresas utilizam sistemas plenamente integrados com o BIM e ferramentas de planejamento.

Pontos Positivos	Pontos Negativos
<p>O ERP Sienge consolidou custos diretos e indiretos, permitindo análises financeiras integradas com o cronograma.</p> <p>O IDC foi um KPI essencial para identificar áreas de eficiência e sobrecarga no uso de recursos, isso devido a integração do ERP com o Power BI.</p>	<p>A falta de integração entre BIM e ERP limita o potencial de análises em tempo real e deixa lacunas para possíveis falhas de input de dados manuais. Onde a dependência de dados manuais aumenta riscos de inconsistências, sendo necessário metodologia e processos para uma análise mais eficiente.</p>

Diante do estudo realizado o autor recomenda:

1) Use ERPs especializados para Construção Civil:

Com base no estudo de caso O ERP Sienge possibilitou a consolidação de custos diretos e indiretos, além de fornecer dados para o planejamento físico-financeiro.

Escolha sistemas ERP que sejam desenvolvidos especificamente para o setor, com módulos para controle de orçamentos, custos incorridos e integração com cronogramas, por exemplo Sienge, Mega, SIECON, entre outros.

2) Monitore continuamente o IDC e a variação de custos:

No estudo de caso o IDC foi um KPI essencial, permitindo identificar áreas com eficiência ou sobrecarga no uso de recursos e na pesquisa de mercado mostrou que a maioria das empresas analisam este KPI.

Automatize o cálculo de KPIs no ERP e visualize tendências no Power BI. Utilize o IDC para ajustar alocações de recursos durante a execução.

3) Desenvolva metodologia e processos para integração entre escopo e custos:

Segundo Azhar (2011), a integração entre BIM e ERPs pode reduzir inconsistências e melhorar a previsibilidade financeira.

Invista em metodologia e processos nas áreas de engenharia, suprimentos e tecnologia, para estruturar os pacotes de custos com base na EAP do escopo, garantindo que todas as alterações no escopo sejam refletidas automaticamente nos custos dentro dos sistemas.

5.4. Gerenciamento de Prazo

No estudo de caso, o controle de prazos foi realizado por meio do *Microsoft Project*, integrado ao ERP Sienge para o monitoramento físico-financeiro. A pesquisa de mercado mostrou que o uso de *softwares de cronograma* é padrão em 100% das empresas analisadas, mas as dificuldades de integração e atualização constante ainda são desafios recorrentes.

Pontos Positivos	Pontos Negativos
<p>A análise de caminho crítico permitiu priorizar atividades essenciais, reduzindo atrasos no cronograma.</p> <p>Os índices de desvio de prazo, %AF, %AFF, PPP e PPC foram monitorados periodicamente, fornecendo uma visão clara sobre o desempenho do cronograma.</p> <p>O <i>UPDATE</i> mensal permitiu que o plano de ataque e sequenciamento de algumas atividades fossem revisados para o cumprimento do cronograma.</p>	<p>Atualizações do cronograma não ocorriam em tempo real, sendo realizadas medições semanais, limitando a proatividade em ajustes e a visualização e atualização diária de índices no Power BI.</p> <p>Caso o sequenciamento seja lançado errado, você terá uma projeção ao término que não condiz com o que com o real.</p> <p>Algumas empresas medem apenas o IDC, sem se atentar a índices de desvio de prazo como PPP e PPC, aonde as atividades são monitoradas ao invés do cronograma físico-financeiro.</p> <p>A elaboração e acompanhamento ainda dependem de mão de obra especializada.</p>

Diante do estudo realizado o autor **recomenda**:

1) Otimize cronogramas com ferramentas de tecnologia atuais:

O estudo de caso mostrou que uso do Microsoft Project permitiu detalhar atividades e monitorar o caminho crítico.

Aplique metodologias como CPM e PERT em *softwares* como Microsoft Project, Prevision ou Primavera P6, garantindo que o cronograma seja realista e ajustável.

2) Monitore os índices periodicamente:

Com base na pesquisa de mercado O IDP foi apontado como um dos principais KPIs monitorados, permitindo análise contínua do desempenho de prazos com custos.

Existe a necessidade de monitorar outros índices que controlem as atividades da EAP, que são mais precisos e demonstram com mais clareza o desvio dos prazos da obra, como o PPP, PPC e desvio de prazo.

3) Realize revisões periódicas no caminho crítico:

O PMBOK sugere a análise de caminho crítico como uma prática essencial para evitar atrasos em atividades críticas.

Utilize ferramentas como gráficos de Gantt no Microsoft Project para identificar e corrigir desvios antes que impactem o prazo final. Mensalmente faça uma revisão do planejamento, podendo realizar um *UPDATE* nas tarefas e prazos, ajustando o sequenciamento caso seja necessário para cumprir os prazos.

4) Desenvolva metodologia e processos:

Utilize e crie uma metodologia na qual consiga manter os processos alinhados com a equipe de engenharia, suprimentos e tecnologia, para ter dados e informações precisas sobre os prazos das atividades e medições dentro dos sistemas.

A evolução dos pacotes de trabalho precisa ser medida periodicamente e alimentada no sistema ERP e software de planejamento como MS Project, as análises e indicadores chaves só podem ser realizadas a partir de cada medição. Sendo ainda um *input* manual, mas necessário processos bem delimitados para ter eficiência na gestão dos prazos.

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

O presente estudo teve como objetivo investigar a utilização de *softwares* aplicados no gerenciamento de escopo, custos e prazos por incorporadoras e construtoras de médio e grande porte, analisando sua interligação, em empreendimentos residenciais, evidenciando suas contribuições e os desafios enfrentados no setor da Construção Civil.

6.1. Conclusões

Por meio de uma revisão bibliográfica fundamentada, uma pesquisa de mercado amostral e um estudo de caso detalhado, foi possível identificar gargalos e oportunidades que esses *softwares* e ferramentas tecnológicas oferecem para a melhoria da eficiência e do desempenho em projetos complexos.

No contexto atual da Construção Civil, a crescente adoção de *softwares* especializados reflete a busca por maior controle e previsibilidade nos projetos. Ferramentas como BIM, ERPs e *softwares* de planejamento demonstram-se essenciais para alinhar expectativas e realidades, especialmente em empreendimentos de médio e grande porte. No entanto, sua implementação ainda enfrenta barreiras importantes, como a falta de integração entre sistemas, a resistência cultural e a carência de treinamento adequado das equipes. Esses fatores não apenas limitam o potencial das tecnologias, mas também perpetuam práticas ineficientes e atrasos na entrega de projetos.

A pesquisa realizada com incorporadoras e construtoras de médio e grande porte revelou que a maioria das empresas reconhece o valor dos *softwares*, mas utiliza apenas uma fração de suas capacidades. Por exemplo, muitas empresas adotam o BIM exclusivamente para a compatibilização de projetos, ignorando seu potencial em dimensões mais avançadas, como a gestão de custos (5D) e planejamento de cronograma (4D). Isso evidencia uma lacuna significativa entre o conhecimento disponível e a aplicação prática dessas tecnologias.

O estudo de caso também destacou a importância da integração entre diferentes *softwares* para gestão. A utilização de *softwares* como Revit, BIMCollab e ERP Sienge demonstrou que, mesmo em um ambiente com recursos tecnológicos disponíveis, a fragmentação das etapas e a falta de interoperabilidade podem gerar retrabalho e dificuldades no monitoramento contínuo. Ainda assim, os benefícios obtidos, como a precisão no levantamento de quantitativos e a redução de conflitos entre disciplinas,

reafirmam o papel estratégico dessas tecnologias para empresas que buscam maior eficiência operacional. Sendo necessário pelas recomendações, as empresas estarem sempre focando nas melhores práticas de processos e metodologias para obter sinergia entre as áreas.

Além disso, o trabalho apontou que a gestão integrada e orientada por dados é fundamental para garantir o alinhamento entre as áreas de planejamento, orçamento e execução. Ferramentas de BI, como o Power BI, têm contribuído para consolidar informações em dashboards de fácil interpretação, permitindo um acompanhamento em tempo real e uma melhor capacidade de reação diante de desvios. Esses avanços, embora promissores, ainda precisam ser acompanhados de um esforço contínuo de capacitação das equipes e de mudanças culturais nas organizações.

Para garantir a integração eficiente entre BIM, ERP e BI, é essencial adotar metodologias e processos bem estruturados que padronizem o fluxo de informações entre as áreas de planejamento, orçamento e execução. A falta de alinhamento entre esses sistemas resulta em falhas de comunicação, inconsistências nos dados e retrabalho. Para mitigar esses problemas, recomenda-se a definição de protocolos de integração, onde os dados extraídos do BIM sejam automaticamente vinculados ao orçamento no ERP e analisados no BI para gerar análises estratégicas. Além disso, é fundamental implementar um fluxo padronizado de informações, onde cada etapa do projeto – desde a extração de quantitativos no BIM até o controle financeiro no ERP – tenha regras claras de entrada, validação e atualização dos dados. A metodologia deve prever responsabilidades bem definidas entre as áreas, garantindo que o planejamento físico e financeiro esteja alinhado, evitando divergências entre cronograma e custos. Outro ponto essencial é a capacitação contínua das equipes para operar esses sistemas de forma integrada, promovendo treinamentos e padronizando a utilização de EAPs unificadas para sincronizar os pacotes de trabalho do planejamento e orçamento. Dessa forma, a empresa reduz perdas de informações, melhora a previsibilidade e aumenta a eficiência na tomada de decisões.

A utilização eficaz de *softwares* especializados no setor da Construção Civil não é apenas uma questão de tecnologia, mas também de estratégia, metodologia, processos, gestão, cultura organizacional e capacitação. Empresas que conseguem integrar ferramentas, alinhar processos e investir em treinamento têm uma vantagem competitiva significativa, não apenas em termos de eficiência, mas também em sua capacidade de entregar valor aos stakeholders. No entanto, para que isso se torne uma realidade

amplamente acessível, é necessário superar as barreiras mencionadas e fomentar uma cultura de inovação que priorize a adoção de tecnologias e metodologias mais integradas.

O autor destaca os pontos positivos e negativos encontrados no estudo de caso e faz as seguintes recomendações:

Quanto a utilização de software: a) Estructure a EAP de forma que possa acompanhá-la e padronizada para todas as áreas; b) Adote ferramentas que priorizem integração; c) Automatize o fluxo de dados entre ferramentas; d) Provenha capacitação e metodologia nos processos.

Quanto ao gerenciamento de escopo: a) Implemente o BIM como padrão de escopo; b) Invista na capacitação das equipes; c) Monitore alterações no escopo continuamente.

Quanto ao gerenciamento de custos: a) Use ERPs especializados para Construção Civil; b) Monitore continuamente o IDC e a variação de custos; c) Metodologia para integração entre escopo e custos.

Quanto ao gerenciamento de prazo: a) Otimize cronogramas com ferramentas de tecnologia atuais; b) Monitore os índices periodicamente; c) Realize revisões periódicas no caminho crítico; d) Desenvolva metodologia e processos:

Em resumo, a gestão de escopo, custos e prazos com o apoio de tecnologias avançadas pode transformar o setor da construção civil, trazendo maior previsibilidade, sustentabilidade e eficiência aos projetos. Entretanto, essa transformação requer uma abordagem sistêmica, na qual tecnologia, pessoas e processos estejam alinhados para alcançar os melhores resultados possíveis. O trabalho aqui apresentado contribui para o debate sobre esses desafios e oferece caminhos práticos para que o setor avance rumo a uma gestão mais integrada e eficaz.

6.2. Recomendações para trabalhos futuros

Com base nas análises do trabalho, sugere-se que futuros estudos aprofundem temas que ainda apresentam lacunas significativas de conhecimento e aplicação no setor da Construção Civil. Primeiramente, seria relevante explorar com mais profundidade a integração entre diferentes sistemas de gestão. Estudos podem investigar *frameworks* que conectem ERPs, BIM, *softwares* de planejamento e plataformas de BI de forma mais

robusta, garantindo interoperabilidade em tempo real e eliminando a fragmentação de dados.

Outro tema promissor é o avanço no uso do BIM em dimensões como 5D (custos) e 6D (sustentabilidade). Apesar do potencial já demonstrado, o impacto dessas dimensões em projetos complexos ainda carece de evidências práticas mais consolidadas. Estudos de caso que avaliem a redução de desperdícios e a melhoria no controle financeiro com essas tecnologias seriam particularmente relevantes.

A aplicação de inteligência artificial e automação também surge como uma área de grande interesse. Futuros trabalhos podem investigar como essas tecnologias podem ser utilizadas para prever desvios de custo e prazo, identificar riscos e realizar melhor gestão dos recursos de maneira dinâmica.

Outra linha de pesquisa relevante seria a análise de práticas de *benchmarking* internacional, comparando o uso de tecnologias em países que possuem maior maturidade tecnológica no setor da Construção Civil. Tal análise pode oferecer percepções valiosas para adaptar essas práticas ao contexto brasileiro, respeitando suas particularidades econômicas e operacionais.

Por fim, a crescente relevância de ESG (*Environmental, Social, and Governance*) no mercado imobiliário aponta para a necessidade de investigar como essas diretrizes podem ser incorporadas ao gerenciamento de projetos. Estudos poderiam analisar como a sustentabilidade e a governança impactam a escolha de tecnologias e metodologias, contribuindo para projetos mais responsáveis e eficientes.

Esses temas representam oportunidades de grande valor para o avanço do setor. Ao explorar essas áreas, será possível aprimorar os processos gerenciais e promover inovações que transformem positivamente o mercado da Construção Civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGILEAN: Agilean é uma solução SaaS baseada em IA e PNL que automatiza fluxos de trabalho e gerenciamento de projetos. Disponível em: <https://www.g2.com/products/agilean/reviews>. Acesso em: 11 jan. 2025.

AKKARI, Abla Maria Prôencia. Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MSProject. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

ALENCAR, Claudio Tavares de. Tomada de decisões estratégicas no segmento de empreendimentos residenciais: uma sistemática de análise. 1993. 328 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

ASSUMPCÃO, J.F.P. Gerenciamento de empreendimentos da Construção Civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios. 1996. 206 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

AUTODESK. Autodesk Revit. Disponível em: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>. Acesso em: 6 out. 2024.

AUTODESK (ACC): A Autodesk Construction Cloud. Disponível em: <https://construction.autodesk.com/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership and Management in Engineering, 2011.

BALLARD, Glenn. The Last Planner System of Production Control. Dissertation (PhD in Civil Engineering) – University of Birmingham, Birmingham, 2000

BARBOSA, G. F.; ALMEIDA, M. F. L.; BASTOS, L. S. Indicadores de desempenho físico-financeiro para o controle de obras públicas. Revista Produção Online, v. 14, n. 1, p. 226–252, 2014.

BERNARDES, M.M.S. Desenvolvimento de um modelo de planejamento da produção para micro e pequenas empresas de construção. 2001. 285 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BIM Track: O BIM Track é uma plataforma de comunicação e coordenação para projetos BIM. Disponível em: <https://bimtrack.co/>. Acesso em: 11 fev. 2025.

COSTA, Dayana B. Diretrizes para concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil. 2003. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003

Dalux: **O Dalux é uma plataforma que aprimora a colaboração em projetos de construção, oferecendo ferramentas para BIM.** Disponível em: <https://www.dalux.com/>. Acesso em: 11 fev. 2025.

DAVIS, E.W.; PATTERSON, J.H. **A Comparison of heuristic and optimum solutions in resource-constrained project scheduling.** *Management Science*, April 1975. Vol. 21, p. 944-955.

GESCORP. **Software de gestão para a construção civil.** Disponível em: <https://www.gescorp.com.br>. Acesso em: 25 jan. 2025.

KÄHKÖNEN, K.; ATKIN, B. **Modeling activity dependencies for construction project planning, Proceedings of the International Symposium on Building Economics and Construction Management, Volume 6,** CIB W55 and W 65 Joint Symposium, Sydney, Australia, March 1990, p.251-262. _____ Modeling activity dependencies for building construction project scheduling, Espoo 1993, Technical Research Centre of Finland, VTT Publications .1993. 153, 137p.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction.** Salford: Center for Integrated Facility Engineering, 1992.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

ESCOLA POLITÉCNICA. **Diretrizes para Apresentação de Dissertações e Teses.** 4.ed. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.poli.usp.br/images/stories/media/download/bibliotecas/DiretrizesTesesDissertacoes.pdf>> Acesso em: 05 out. 2020.

FABRÍCIO, Márcio Minto. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios.** 2002. 350 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FORMOSO, C.; BERNADES, M.M.S.; OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, K. **Uma Proposta de Protocolo para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** Porto Alegre: NORIE/UFRS, 1998.

GANTTER: **Gantter é uma ferramenta de gerenciamento de projetos baseada em nuvem que oferece recursos de gráficos de Gantt, totalmente integrada ao Google Workspace, permitindo a criação e edição colaborativa de planos de projeto.** Disponível em: https://workspace.google.com/marketplace/app/gest%C3%A3o_de_projetos_gantter/549517827371. Acesso em: 11 JAN. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3. ed. São Paulo : Atlas, 1996.

KÄHKÖNEN, Kalle; ATKIN, Brian. **Nordic Perspectives on Construction Economics and Management.** New York: Routledge, 2017.

KUBUS. (2024). **BIMCollab Features**. Disponível em <https://www.bimcollab.com>. Acesso em: 25 nov. 2024.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Salford: Center for Integrated Facility Engineering, 1992. (CIFE Technical Report, n. 72).

LIPKE, W., Zwikael, O., Henderson, K., & Anbari, F. T. (2009). "**Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes.**" International Journal of Project Management, 2008.

LUMINA: **O Lumina é uma plataforma que oferece soluções integradas para o gerenciamento de custos e orçamentos na construção civil**. Disponível em: <https://www.lumina.com>. Acesso em: 11 jan. 2025.

MEGA SISTEMAS. **ERP Mega para Construção Civil**. Disponível em: <https://www.mega.com.br>. Acesso em: 6 out. 2024.

MONTEIRO, P. et al. **Compatibilização de Projetos Utilizando BIM: Redução de Retrabalhos e Aumento de Eficiência na Construção Civil**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Construção, 2017.

MONTEIRO, A.; POÇAS MARTINS, J. E. A. **A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design**. Automation in Construction, v. 35, p. 238-253, 2013.

ORACLE. **Primavera P6**. Disponível em: <https://www.oracle.com/industries/construction-engineering/primavera-p6-professional-project-management/>. Acesso em: 6 out. 2024.

OSSO, Abla Maria Proe; UCHOA, Paulo Roberto. "**Descolamento dos indicadores de avanço físico e físico-financeiro e seus impactos em desvios de prazo.**" In 22ª Conferência Internacional da LARES. LARES. São Paulo, 2023.

PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) – 6th Edition**. Project Management Institute, 2017.

REZENDE, D. A.; ABREU, A. F. de. **Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais: o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SAP: **A SAP é uma empresa líder em software de aplicação empresarial**. Disponível em: <https://www.sap.com/products/erp.html>. Acesso em: 11 jan. 2025.

SIECON. **ERP Siecon para Construção Civil**. Disponível em: <https://www.siecon.com.br>. Acesso em: 6 out. 2024.

SIENGE. **ERP Sienge para Construção Civil**. Disponível em: <https://www.sienge.com.br>. Acesso em: 6 out. 2024.

SOLIBRI: O Solibri é um software de garantia e controle de qualidade para modelos BIM, permitindo a validação, verificação e coordenação de projetos. Disponível em: <https://www.solibri.com/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

SYNCHRO: O Synchro é um software de entrega digital para construção que permite planejar, otimizar e acompanhar projetos em um ambiente integrado. Disponível em: <https://www.bentley.com/software/synchro/>. Acesso em: 11 JAN. 2025.

TOTVS. Totvs Protheus ERP para Construção Civil. Disponível em: <https://www.totvs.com/protheus>. Acesso em: 6 out. 2024.

TRIMBLE: A Trimble oferece uma variedade de soluções para a construção civil, incluindo o SketchUp para modelagem 3D, o Tekla para modelagem estrutural e o Straus para análises avançadas. Disponível em: <https://www.trimble.com/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

TZORTZOPOULOS, Patricia; KAGIOGLOU, Mike; KOSKELA, Lauri (org.). Lean Construction: core concepts and new frontiers. 1. ed. Londres: Routledge, 2024.

UAU: O ERP UAU é uma plataforma de gestão 100% online para o mercado imobiliário e da construção civil. Disponível em: <https://www.globaltec.com.br/>. Acesso em: 11 fev. 2025.

VARGAS, Ricardo Viana. Manual prático do planejamento e controle de projetos. 6. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

VECTORWORKS: O Vectorworks é um software de design que integra modelagem 3D e BIM. Disponível em: <https://www.vectorworks.net/>. Acesso em: 11 jan. 2025.