

**UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

MARCEL EDUARDO DHIEL

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS TRADICIONAIS DE GESTÃO DE PRAZOS E
CUSTOS E A APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ÁGEIS EM PROJETOS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**SANTA CRUZ DO SUL
2024**

MARCEL EDUARDO DHIEL

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS TRADICIONAIS DE GESTÃO DE PRAZOS E
CUSTOS E A APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ÁGEIS EM PROJETOS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade de Santa Cruz do Sul para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Arq. Cícero Pimentel
Corrêa.

SANTA CRUZ DO SUL

2024

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho não teria sido possível sem o apoio e incentivo de diversas pessoas, às quais sou profundamente grato.

Primeiramente, agradeço à minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo apoio incondicional ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. Sua paciência, compreensão e incentivo foram essenciais para que eu pudesse alcançar este objetivo. A vocês, dedico todo o meu esforço e sucesso.

Aos meus colegas de curso, com quem compartilhei desafios e conquistas ao longo dessa jornada. A troca de experiências, a ajuda mútua e as discussões enriquecedoras foram fundamentais para meu crescimento pessoal e profissional. Agradeço a cada um de vocês pela amizade e pelas lições aprendidas dentro e fora da sala de aula.

Aos meus professores, por todo o conhecimento transmitido ao longo dos anos. Cada um de vocês contribuiu de forma especial para a minha formação e para o meu crescimento como futuro engenheiro civil. Sou grato pelas aulas, pelos conselhos e por todo o empenho em nos preparar para os desafios do mercado de trabalho.

Ao meu orientador, professor Cícero, expresso minha mais profunda gratidão. Agradeço pela paciência, orientação e disponibilidade em todas as etapas deste trabalho. Sua experiência e comprometimento foram essenciais para que eu pudesse concluir este projeto, e sua confiança em meu potencial foi um grande motivador para superar os desafios.

A todos, meu muito obrigado!

RESUMO

Este trabalho aborda a comparação entre métodos tradicionais e metodologias ágeis de gestão de prazos e custos em projetos de construção civil. Ele explora como práticas tradicionais têm sido utilizadas no setor, destacando suas vantagens e limitações. Simultaneamente, analisa a introdução de metodologias ágeis que oferecem maior flexibilidade e colaboração, adaptando-se às demandas dinâmicas da construção civil. O estudo utiliza uma abordagem comparativa baseada em pesquisa bibliográfica e dados coletados em pesquisa com empresas do setor. Ele também considera a aplicação de tecnologias emergentes, e o papel de ferramentas na melhoria do controle e execução de obras. O trabalho conclui que, enquanto os métodos tradicionais são eficazes para projetos estáveis e previsíveis, as metodologias ágeis oferecem uma solução inovadora para ambientes dinâmicos, como a construção civil. A adoção de metodologias ágeis ainda enfrenta barreiras, como falta de treinamento e resistência cultural, mas demonstra potencial para melhorar a eficiência e os resultados dos projetos.

Palavras-chave: gestão de obras, metodologias ágeis, construção civil, tecnologias emergentes, controle de prazos e custos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Controle de Prazos Planilhas Eletrônicas	17
Figura 2 - Controle de Custos Planilhas Eletrônicas	18
Figura 3 - MS Project	19
Figura 4 - Sienge	21
Figura 5 - Gráfico de Gantt	24
Figura 6 - Método do CPM	26
Figura 7 - Bottom-up	28
Figura 8 - Curva S	31
Figura 9 - Quadro Scrum	34
Figura 10 - Quadro Kanban	37
Figura 11 - Princípios Lean Construction	41
Figura 12 - Áreas de influência Metodologia BIM	44
Figura 13 - Indicador SPI	51
Figura 14 - Indicador CPI	52
Figura 15 - Como é feito o controle do cronograma da obra pela sua empresa?	56
Figura 16 - Com que frequência o cronograma é revisado e atualizado durante a execução da obra?	58
Figura 17 - Como é feito o controle dos custos da obra pela sua empresa?	60
Figura 18 - Como a empresa trata os desvios orçamentários?	62
Figura 19 - Lean Construction	65
Figura 20 - Gráfico de Gantt	66
Figura 21 - Método do Caminho Crítico (CPM)	67
Figura 22 - Orçamentação por itens (Bottom-Up Estimating)	69
Figura 23 - Curva-S	70
Figura 24 - Qual a faixa de porcentagem que sua empresa investe anualmente em gerenciamento de obras (em termos percentuais do orçamento total do projeto ou em valores absolutos)?	72
Figura 25 - Com uma nota de 1 a 5, quanto a sua empresa analisa como importante o investimento em gerenciamento de obras?	74
Figura 26 - Qual a ordem de prioridade que sua empresa analisa nessas categorias de investimento em gerenciamento de obras?	76
Figura 27 - A empresa utiliza indicadores de desempenho (KPIs) para monitorar a eficiência do gerenciamento de obras?	77
Figura 28 - Quais desafios sua empresa enfrenta ao implementar novos métodos ou tecnologias de gestão de obras?	79
Figura 29 - Qual a percepção da empresa em uma escala de 1 a 5 sobre o retorno do investimento em tecnologias de gestão de obras?	81

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Identificação das cidades das empresas participantes	55
Gráfico 2 - Identificação do porte das empresas participantes	56
Gráfico 3 - Ferramenta utilizada para realização do cronograma	57
Gráfico 4 - Frequência de revisão do cronograma	59
Gráfico 5 - Ferramenta utilizada para o controle de custos	61
Gráfico 6 - Linha de tomada de decisão para desvios orçamentários	64
Gráfico 7 - Panorama de conhecimento e utilização da metodologia Lean Construction	66
Gráfico 8 - Panorama de conhecimento e utilização do método do Gráfico de Gantt	67
Gráfico 9 - Panorama de conhecimento e utilização do método do Caminho Crítico CPM	68
Gráfico 10 - Panorama de conhecimento e utilização do método de orçamentação por Itens (Bottom-Up Estimating)	70
Gráfico 11 - Panorama de conhecimento e utilização do método da Curva-S	71
Gráfico 12 - Faixa de investimento percentual sobre o orçamento do projeto em gerenciamento de obras	73
Gráfico 13 - Grau de importância de investimento em gerenciamento de obras pelas empresas	75
Gráfico 14 - Categorias com maior prioridade de investimento em gerenciamento de obras pelas construtoras	77
Gráfico 15 - Utilização de indicadores de desempenho (KPIs) para monitorar a eficiência do gerenciamento de obras pelas construtoras	78
Gráfico 16 - Principais desafios enfrentados pelas construtoras ao implementar novos métodos ou tecnologias na gestão de obras	80
Gráfico 17 - Grau de percepção do retorno do investimento em tecnologias de gerenciamento de obras pelas empresas	82

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 Área e limitação do tema	9
1.2 Justificativa	9
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo Gerais	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1. Cronograma na Construção Civil	13
2.2. Controle de Custos na Construção Civil	14
2.3. Softwares de Gestão de Obras	15
2.3.1. Planilhas Eletrônicas no Controle e Gestão de Obras	16
2.3.2. Programas Especializados no Controle de Prazos	19
2.3.3. Softwares de ERP (Enterprise Resource Planning)	20
2.4. Métodos e Metodologias de Gestão de Obras	22
2.4.1. Métodos Tradicionais de Gestão de Prazos e Custos	23
2.4.1.1. Gráfico de Gantt	23
2.4.1.2. Método do Caminho Crítico (CPM - Critical Path Method)	25
2.4.1.3. Orçamentação por Itens (Bottom-Up Estimating)	27
2.4.1.4. Curva-S	30
2.4.2. Metodologias Ágeis em Projetos de Construção Civil	32
2.4.2.1 Scrum	33
2.4.2.2 Kanban	36
2.4.2.3 Lean Construction	39
2.4.2.4. BIM (Building Information Modeling)	43
2.4.3. Comparação entre Métodos Tradicionais e Metodologias Ágeis	45
2.5. Capacitação e treinamento da equipe	47
2.6. Tecnologias Emergentes na Gestão de Obras (IA, etc)	48
2.7. Ferramentas de comunicação e colaboração na Construção Civil	49
2.7.1. Indicadores KPI na Gestão de Obras	50
3. PESQUISA	54
3.1. Metodologia de pesquisa	54
3.2. Perguntas sobre Gerenciamento de Prazos e Custos na construção Civil	56
3.3. Perguntas para Identificar Panorama de Conhecimento e Utilização de alguns Métodos e Metodologias de Gestão de Obras	64
3.4. Perguntas sobre Investimentos e Desafios na Implementação de Melhorias na Gestão de Obras	71
3.5. Análise de Dados	82
4. CONCLUSÃO	84
5. REFERÊNCIAS	86

1. INTRODUÇÃO

A gestão eficiente de prazos e custos em projetos de construção civil é um fator determinante para o sucesso de empreendimentos no setor, especialmente diante da crescente complexidade das obras e das altas exigências por controle financeiro e cumprimento de cronogramas. Métodos tradicionais, como o Gráfico de Gantt, o Método do Caminho Crítico (CPM) e a Orçamentação Bottom-Up, têm sido amplamente utilizados na gestão de projetos no Brasil, fornecendo uma estrutura sólida para o planejamento e controle (HEINECK, 2009). No entanto, esses métodos, caracterizados por sua abordagem mais rígida e sequencial, muitas vezes enfrentam dificuldades em lidar com a imprevisibilidade e as mudanças frequentes que ocorrem ao longo do ciclo de vida de um projeto de construção (SOUZA; MELO, 2017).

Nos últimos anos, as metodologias ágeis, que surgiram inicialmente no setor de tecnologia, começaram a ser exploradas no contexto da construção civil. Essas metodologias, como o Scrum e o Kanban, promovem uma maior flexibilidade, colaboração e adaptação rápida a mudanças, contrastando com a rigidez dos métodos tradicionais. Em projetos de construção, onde as incertezas são comuns e as demandas podem mudar rapidamente, a aplicação de métodos ágeis pode representar uma oportunidade para melhorar a eficiência e reduzir custos, ao mesmo tempo em que se mantém o foco na entrega de valor para o cliente (FONTENELLE; OLIVEIRA, 2021).

A construção civil no Brasil, historicamente marcada por grandes projetos de infraestrutura e edificações, é um setor com alta relevância econômica, mas também com grandes desafios relacionados à gestão de prazos e custos. Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) mostram que atrasos e estouros de orçamento são problemas recorrentes, gerando prejuízos tanto para empresas quanto para clientes (CBIC, 2020). A introdução de práticas ágeis nesse cenário, aliadas aos métodos tradicionais de gestão, tem sido vista como uma possível solução para enfrentar esses desafios, aumentando a capacidade de adaptação e controle sobre o desenvolvimento das obras.

O presente trabalho tem como objetivo comparar os métodos tradicionais de gestão de prazos e custos com a aplicação das metodologias ágeis em projetos de construção civil, buscando evidenciar as vantagens e limitações de cada abordagem. A análise desta comparação é essencial para o entendimento de como a construção civil brasileira pode otimizar suas práticas de gerenciamento, aumentando a eficiência dos projetos e reduzindo os riscos de atrasos e estouros de orçamento.

1.1 Área e limitação do tema

Esta pesquisa está inserida no campo da Engenharia Civil, mais especificamente na área de Gestão de Projetos de Construção, com foco no planejamento e controle de prazos e custos. O estudo aborda a comparação entre métodos tradicionais de gestão e a aplicação de metodologias ágeis em obras de construção civil.

1.2 Justificativa

O setor da construção civil é um dos pilares da economia global, sendo responsável pela criação de infraestruturas essenciais para o desenvolvimento das cidades e sociedades. No Brasil, a construção civil desempenha um papel central na geração de empregos e no crescimento econômico, mas enfrenta inúmeros desafios, especialmente relacionados à gestão de prazos e custos (SOUZA et al., 2020). Estima-se que grande parte dos projetos de construção ultrapassa os orçamentos planejados e sofre atrasos, impactando diretamente a lucratividade e a confiança entre as partes interessadas (MELHADO, 2017).

Tradicionalmente, a gestão de prazos e custos na construção civil brasileira baseia-se em métodos consolidados, como o Diagrama de Gantt e o Método do Caminho Crítico (CPM), que são amplamente utilizados no planejamento e controle de obras (SILVA; CARDOSO, 2019). Essas abordagens seguem uma estrutura linear e detalhada, onde o planejamento é feito de forma extensa antes do início da obra, com pouca margem para mudanças ao longo da execução. Embora proporcionem uma visão clara do progresso e das metas a serem alcançadas, muitas vezes falham em lidar com a imprevisibilidade e as incertezas comuns nos projetos de construção (FREITAS; GOMES, 2021).

Nos últimos anos, com a crescente demanda por maior flexibilidade e adaptação, às metodologias ágeis têm atraído a atenção de gestores e engenheiros no campo da construção civil (SANTIAGO; AMARAL, 2020). Baseadas em ciclos de trabalho curtos, comunicação contínua entre as partes envolvidas e a capacidade de ajustar o planejamento conforme surgem novas informações, essas metodologias oferecem um novo paradigma para o gerenciamento de obras (OLIVEIRA et al., 2021). Elas propõem uma abordagem interativa e colaborativa, permitindo revisões e adaptações frequentes ao longo do projeto.

Diante desse cenário, este trabalho justifica-se pela necessidade de avaliar, de forma crítica e comparativa, a eficácia das metodologias ágeis em relação aos métodos tradicionais de gestão. Dado o crescente interesse por inovações gerenciais no setor da construção e a busca por maior eficiência e controle em projetos, este estudo visa contribuir para a modernização das práticas de gestão de obras, fornecendo subsídios para que construtoras e profissionais da área possam adotar novas abordagens que melhorem os resultados de seus empreendimentos (ALMEIDA et al., 2020). Além disso, a pesquisa busca preencher uma lacuna existente na literatura técnica ao analisar o impacto real da aplicação de metodologias ágeis em projetos de construção civil, um campo ainda pouco explorado no Brasil.

1.3 Objetivos

Os objetivos deste estão divididos entre objetivos gerais e objetivos específicos.

1.3.1 Objetivo Gerais

Os objetivos deste trabalho incluem a análise detalhada dos métodos tradicionais e metodologias ágeis de gestão de prazos e custos em projetos de construção civil com a identificação das potenciais vantagens e desvantagens de cada abordagem.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar os princípios e práticas dos métodos tradicionais de gestão de prazos e custos.

- Investigar as características das metodologias ágeis e sua aplicabilidade no setor da construção civil.
- Identificar as vantagens e desvantagens de cada abordagem em relação à previsibilidade, adaptabilidade e gestão de riscos em projetos de construção.
- Avaliar os impactos da adoção de metodologias ágeis na eficiência de entrega, no cumprimento de prazos e no controle de custos em obras de construção civil.
- Propor recomendações para a integração ou escolha de metodologias de gestão adequadas ao contexto específico de cada projeto de construção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A gestão de prazos e custos em projetos de construção civil tem passado por uma evolução significativa nas últimas décadas. Inicialmente, os métodos utilizados eram baseados em práticas empíricas e rudimentares, nas quais o planejamento era feito de forma intuitiva e com pouca formalização. Foi a partir do século XX que surgiram os primeiros métodos estruturados de gestão de projetos, como o Gráfico de Gantt, criado por Henry Gantt em 1910. Esse método, que se popularizou mundialmente, trouxe uma nova abordagem para o planejamento visual do cronograma de atividades, permitindo uma visão clara do progresso dos projetos (HEINECK, 2009).

Na década de 1950, o Método do Caminho Crítico (CPM) e o Program Evaluation and Review Technique (PERT) foram desenvolvidos, trazendo maior precisão ao controle de prazos e permitindo a identificação de atividades críticas que impactavam diretamente a conclusão do projeto. No Brasil, esses métodos começaram a ser aplicados mais amplamente a partir dos anos 1970, especialmente em grandes projetos de infraestrutura e obras públicas. Com o tempo, a implementação de software de gerenciamento de projetos, como o MS Project e o Primavera, contribuiu para a automatização e maior precisão no controle de prazos e

custos, consolidando as boas práticas no setor da construção (SOUZA; MELO, 2017).

O controle eficiente de prazos e custos é vital para o sucesso dos empreendimentos de construção civil, uma vez que esses dois fatores estão diretamente relacionados à viabilidade e à rentabilidade dos projetos. Atrasos e estouros orçamentários são alguns dos principais fatores que comprometem a sustentabilidade financeira e a reputação das empresas de construção. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2020), aproximadamente 60% dos projetos de construção no Brasil sofrem com atrasos, resultando em aumento dos custos e insatisfação dos clientes.

Manter o controle sobre os prazos permite que os gestores de projetos identifiquem rapidamente desvios no cronograma e tomem ações corretivas, evitando que pequenos atrasos se transformem em grandes problemas. O uso de ferramentas tradicionais, como o Gráfico de Gantt e o CPM, combinado com práticas mais recentes, como a Análise de Valor Agregado (Earned Value Management - EVM), possibilita um acompanhamento detalhado do progresso das atividades e dos recursos utilizados, favorecendo uma tomada de decisão mais informada e proativa (SILVA; LIMA, 2019).

Além do controle de prazos, a gestão eficiente de custos é essencial para garantir que o projeto seja concluído dentro do orçamento previsto. A variação nos preços de materiais, alterações no escopo e problemas na execução podem levar a estouros orçamentários significativos. Nesse contexto, a utilização de métodos como a Curva-S, que monitora o andamento financeiro ao longo do tempo, permite uma melhor previsão de custos futuros e ajuda a identificar desvios antes que se tornem incontroláveis (MARTINS, 2018). Assim, um controle rigoroso de prazos e custos não apenas aumenta as chances de sucesso do empreendimento, mas também contribui para a melhoria da reputação das empresas e a satisfação dos envolvidos.

Em um setor tão competitivo como a construção civil, o sucesso de um projeto depende cada vez mais da capacidade dos gestores de integrar o planejamento de prazos e custos de forma eficiente e adaptável às incertezas e mudanças do mercado. Dessa maneira, a adoção de ferramentas modernas e a combinação com

métodos tradicionais são essenciais para alcançar o equilíbrio entre rigor, flexibilidade e controle, assegurando que os projetos sejam entregues dentro dos prazos e orçamentos estabelecidos.

2.1. Cronograma na Construção Civil

O cronograma de obras tem suas origens ligadas ao desenvolvimento das práticas de gestão de projetos no início do século XX. No contexto da construção civil, o uso de cronogramas tornou-se essencial à medida que as obras foram ficando mais complexas, exigindo maior coordenação de diversas atividades e equipes. No Brasil, o uso de cronogramas detalhados foi se consolidando nas últimas décadas, acompanhando o crescimento da indústria da construção e a necessidade de melhorar a eficiência dos projetos.

O cronograma de obra é uma ferramenta fundamental para o planejamento e controle de projetos de construção. Ele organiza as atividades de uma obra em uma linha do tempo, permitindo a visualização das etapas necessárias para a execução do projeto dentro de um prazo preestabelecido. Segundo Carvalho e Rabechini Jr. (2011), "a gestão eficaz dos prazos e a organização das tarefas são elementos cruciais para o sucesso de qualquer empreendimento". Para elaborar um cronograma, é necessário dividir o projeto em pacotes de trabalho, definir suas durações, identificar as interdependências entre as tarefas e estabelecer uma sequência lógica de execução.

Apesar de sua importância, o uso de cronogramas de obras enfrenta diversos desafios. Um dos principais problemas é a precisão na estimativa de prazos, especialmente em projetos complexos, onde mudanças frequentes podem afetar o planejamento inicial. Além disso, a resistência à adoção de novas tecnologias de gestão é um desafio recorrente nas construtoras brasileiras. De acordo com um estudo realizado por Lima e Silva (2018), "a falta de treinamento adequado e a dificuldade em implementar novas ferramentas tecnológicas são barreiras que ainda impactam diretamente o gerenciamento de prazos e custos nas obras".

Outra limitação significativa é a dificuldade em manter o cronograma atualizado, especialmente em projetos de longa duração, onde imprevistos como condições climáticas adversas, atrasos na entrega de materiais ou mudanças no escopo do projeto são comuns. Essas variáveis externas muitas vezes exigem revisões constantes no cronograma, o que pode ser desgastante e aumentar a

complexidade do gerenciamento. Além disso, em empresas de menor porte, o investimento em softwares especializados e o treinamento das equipes para utilizá-los de maneira eficaz ainda são obstáculos, conforme destacado por Souza et al. (2020).

Por fim, o cronograma de obra é uma ferramenta essencial para o sucesso de qualquer projeto de construção, oferecendo uma visão clara das etapas e prazos envolvidos. No entanto, sua implementação enfrenta desafios como a resistência à mudança e a dificuldade de adaptação a imprevistos. A superação dessas barreiras pode ser alcançada com o investimento em tecnologia e capacitação das equipes, permitindo que as empresas brasileiras avancem em suas práticas de gestão e execução de obras.

2.2. Controle de Custos na Construção Civil

O controle de custos na construção civil é uma prática essencial para assegurar a viabilidade financeira e o sucesso de um projeto. Sua origem também está ligada ao desenvolvimento de técnicas de gestão de projetos no século XX, em que a necessidade de maior precisão no acompanhamento dos gastos passou a ser indispensável, principalmente em grandes obras de infraestrutura. No Brasil, com o aumento da complexidade das construções e a busca por maior competitividade no setor, o controle de custos ganhou ainda mais relevância como parte da gestão de obras (Silva et al., 2019).

O controle de custos funciona a partir de um planejamento inicial do orçamento, onde todas as etapas da obra são detalhadamente previstas em termos de materiais, mão de obra, equipamentos e outros insumos. Esse orçamento inicial serve como base para o monitoramento dos gastos ao longo da execução do projeto. Ferramentas como softwares de gestão financeira são amplamente utilizados, permitindo uma visão mais clara do andamento financeiro. A metodologia envolve o acompanhamento contínuo das despesas reais comparadas com o que foi previsto, e ajustes são feitos ao longo do projeto para evitar que o orçamento seja extrapolado (Barros & Oliveira, 2020).

A importância de um controle de custos eficiente está no fato de que ele permite identificar rapidamente quaisquer desvios no orçamento, possibilitando ações corretivas antes que os problemas se tornem irreversíveis. Além disso, o acompanhamento detalhado auxilia na elaboração de relatórios financeiros mais

precisos, necessários para a tomada de decisão e para a prestação de contas com os clientes e investidores.

Entre os principais desafios do controle de custos está a dificuldade de previsão precisa dos valores de alguns insumos, como o preço de materiais que podem variar de acordo com o mercado e a disponibilidade. Outro desafio significativo é o atraso nas entregas de materiais ou problemas na logística, que podem gerar aumentos não previstos no orçamento (Santos & Lima, 2021).

Além disso, a integração entre os diferentes sistemas utilizados no controle de custos nem sempre é perfeita. Muitos profissionais ainda utilizam métodos manuais, como planilhas eletrônicas, que são suscetíveis a erros humanos e podem atrasar a atualização das informações financeiras. A falta de capacitação de equipes e de uma cultura organizacional voltada para a precisão no controle de custos também são barreiras a serem superadas (Pereira & Alves, 2018).

Por fim, o controle de custos na construção civil requer uma análise detalhada e uma visão estratégica. Embora as ferramentas e metodologias disponíveis tenham evoluído, o sucesso ainda depende da capacidade da equipe de gestão em antecipar e mitigar riscos financeiros ao longo do projeto.

2.3. Softwares de Gestão de Obras

A história do uso de softwares na gestão de obras remonta à década de 1980, quando surgiram os primeiros programas voltados para a automatização de tarefas administrativas no setor da construção civil. Com o avanço das tecnologias de informação e comunicação, os softwares tornaram-se ferramentas essenciais para a otimização de processos como planejamento, controle de prazos e custos, e gerenciamento de recursos. Nos anos 2000, a crescente complexidade dos projetos e a demanda por eficiência impulsionaram o desenvolvimento de soluções cada vez mais especializadas para o setor. Segundo Santos e Silva (2018), a digitalização dos processos de gestão representa uma mudança significativa na indústria da construção, promovendo mais transparência e controle sobre as etapas de execução.

O funcionamento dos softwares de gestão de obras envolve a integração de diversas funcionalidades em um único sistema, permitindo a automação de tarefas como o controle de cronogramas, monitoramento de custos e gestão de recursos humanos e materiais. A principal vantagem dessas ferramentas é a capacidade de

centralizar informações em tempo real, facilitando a tomada de decisões. De acordo com Gonçalves e Almeida (2020), esses programas também auxiliam na comunicação entre as equipes, visto que todos os dados podem ser acessados por diferentes departamentos, evitando retrabalhos e falhas na coordenação das atividades. Além disso, a possibilidade de gerar relatórios automáticos e comparativos históricos permite que os gestores acompanhem o desempenho das obras de forma detalhada.

Entretanto, apesar das inúmeras vantagens, a implementação de softwares de gestão de obras também enfrenta desafios e limitações. O primeiro deles é a resistência à mudança por parte das equipes, que muitas vezes não possuem o treinamento adequado para utilizar essas ferramentas de maneira eficiente (SILVA; PEREIRA, 2021). Outro desafio é o custo de implementação, especialmente para pequenas e médias empresas, que podem considerar o investimento inicial elevado. Além disso, a adaptação dos processos manuais para o ambiente digital exige um período de transição e ajustes que podem causar atrasos iniciais na operação. Por fim, é importante destacar que o sucesso do uso de softwares de gestão de obras depende de uma cultura organizacional orientada para a inovação e para o uso de novas tecnologias, como afirmam Ferreira e Costa (2019), ressaltando que "a adoção de ferramentas digitais sem o suporte adequado pode gerar mais problemas do que soluções, criando dependência de sistemas sem explorar todo o seu potencial."

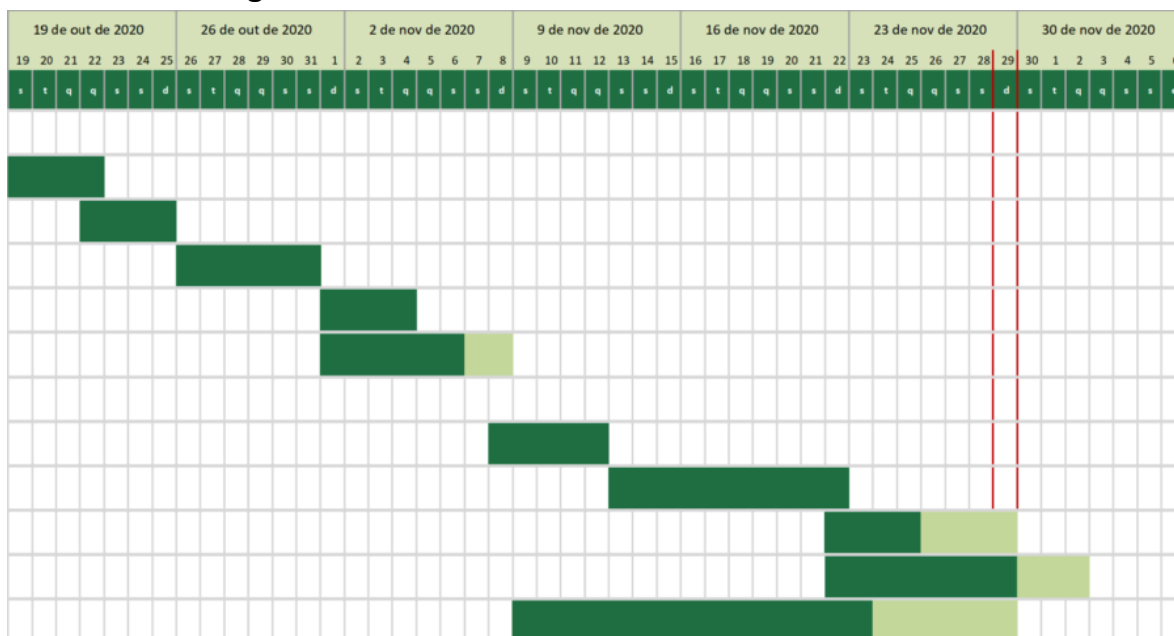
Portanto, os softwares de gestão de obras são uma evolução tecnológica fundamental para o setor, oferecendo inúmeras vantagens na melhoria do controle e da eficiência dos projetos. No entanto, os desafios relacionados à sua implementação devem ser cuidadosamente geridos para garantir o sucesso na utilização dessas ferramentas.

2.3.1. Planilhas Eletrônicas no Controle e Gestão de Obras

As planilhas eletrônicas, como o Excel, têm uma longa história no gerenciamento de projetos, incluindo o controle de prazos e custos na construção civil. Introduzidas nos anos 80 com a popularização dos computadores pessoais, as planilhas eletrônicas rapidamente se tornaram uma ferramenta amplamente utilizada por sua flexibilidade e facilidade de uso. O Excel, por exemplo, tornou-se uma

referência nesse contexto, sendo empregado em diversos setores, incluindo a construção civil, para gerenciar cronogramas de obras, orçamentos e fluxos de caixa.

Figura 1 - Controle de Prazos Planilhas Eletrônicas



Fonte: Planilha de Obra

O funcionamento das planilhas eletrônicas é baseado em células organizadas em linhas e colunas, que podem conter fórmulas, dados e gráficos. No controle de prazos e custos em projetos de construção, as planilhas eletrônicas são frequentemente usadas para criar cronogramas detalhados, planejar atividades e alocar recursos financeiros. No Excel, os cronogramas podem ser montados em forma de Gráficos de Gantt, permitindo visualizar as etapas do projeto e seus prazos. Além disso, essas planilhas podem ser programadas com fórmulas para calcular automaticamente os custos acumulados, o fluxo de caixa previsto e o controle de variações financeiras durante o projeto (MEDEIROS, 2019).

Figura 2 - Controle de Custos Planilhas Eletrônicas

	Realizado	%	Orçado	%	Saldo
Alvenaria e Estrutura	R\$ 12.572,65	15,96%	R\$ 30.488,58	15,19%	R\$ 17.907,93
Cobertura	R\$ 16.037,02	20,36%	R\$ 28.953,53	14,43%	R\$ 12.916,51
Hidráulica	R\$ 3.021,83	4,85%	R\$ 6.623,48	3,30%	R\$ 2.001,65
Reboco	R\$ 6.773,44	8,60%	R\$ 24.444,72	12,19%	R\$ 17.671,28
Churrasqueira	R\$ 828,40	1,05%	R\$ 2.958,22	1,47%	R\$ 2.129,82
Fechamentos	R\$ 2.881,12	3,66%	R\$ 12.499,12	6,23%	R\$ 9.618,00
Elétrica, Telefonia, Rede	R\$ 4.345,26	5,52%	R\$ 6.561,56	3,27%	R\$ 2.216,30
Revestimentos	R\$ 8.447,86	10,73%	R\$ 12.425,29	6,19%	R\$ 3.977,42
Acabamentos	R\$ 5.836,89	7,41%	R\$ 16.552,68	8,25%	R\$ 10.715,79
Casa Externa	R\$ 1.510,69	1,92%	R\$ 24.717,22	12,32%	R\$ 23.206,53
Total da Casa	R\$ 78.758,23		R\$ 200.605,89		R\$ 121.847,66

Fonte: Pinterest Tudo Construção

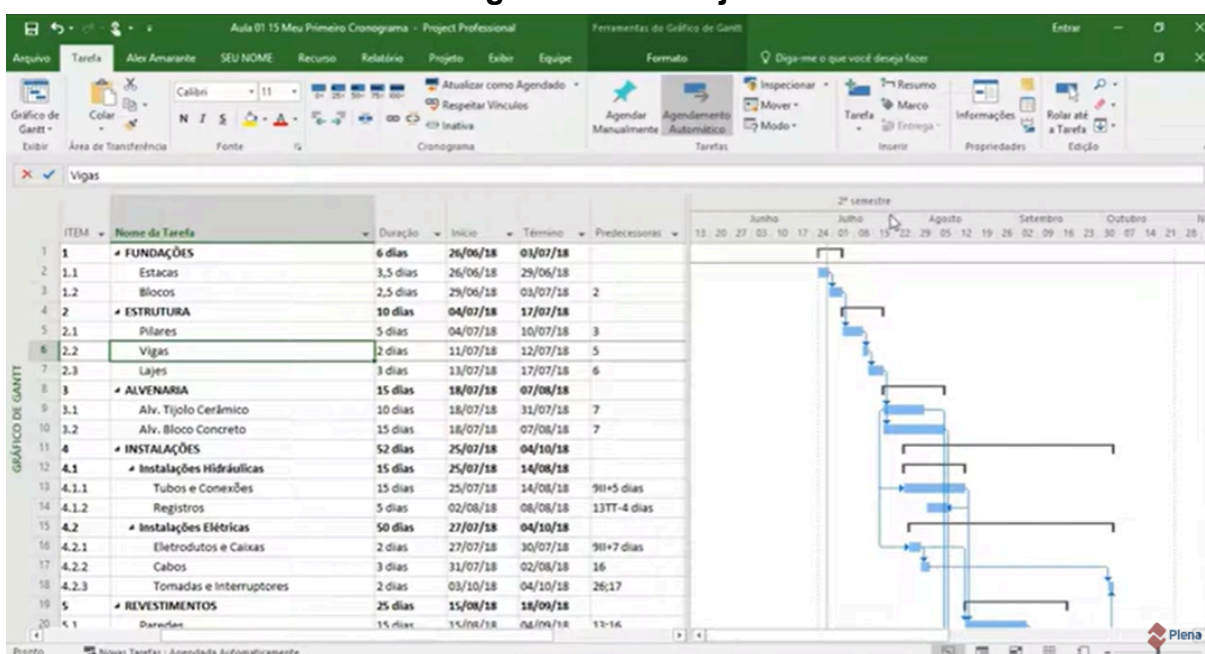
No entanto, apesar de sua flexibilidade, as planilhas eletrônicas também apresentam desafios e limitações. A principal desvantagem está relacionada à suscetibilidade a erros manuais, uma vez que a entrada de dados, fórmulas e cálculos podem ser facilmente comprometidos por equívocos humanos. Além disso, as planilhas eletrônicas podem não oferecer integração direta com outros sistemas de gestão, como ERPs ou softwares específicos para construção civil, o que pode dificultar a centralização de informações e a automação de processos. Outra limitação é a falta de recursos avançados de colaboração em tempo real, o que pode ser um problema em projetos que envolvem grandes equipes e múltiplos intervenientes. Segundo Silva e Moreira (2020), "a dependência de planilhas eletrônicas pode restringir a capacidade de análise mais avançada e integrada, além de criar gargalos em processos de validação de dados".

Assim, embora as planilhas eletrônicas, como o Excel, ainda sejam amplamente usadas no controle de prazos e custos na construção civil devido à sua versatilidade, sua utilização apresenta limitações que podem ser superadas por soluções mais robustas e integradas, como os softwares especializados de gestão de obras.

2.3.2. Programas Especializados no Controle de Prazos

A utilização de softwares especializados no controle de prazos, como o MS Project, Primavera e outros, tem se tornado uma prática cada vez mais comum na construção civil, especialmente em projetos de grande porte e complexidade. O MS Project, lançado pela Microsoft em 1984, foi um dos primeiros programas a se consolidar no mercado, oferecendo uma solução integrada e fácil de usar para controlar cronogramas e custos, o que representou um avanço significativo para o setor.

Figura 3 - MS Project



Fonte: Youtube Formação Plena

Esses programas especializados funcionam como ferramentas de apoio para os gestores, permitindo o planejamento, o monitoramento e a correção de rotas em projetos de construção. O MS Project, por exemplo, oferece funcionalidades que vão desde a criação de cronogramas detalhados, com tarefas e subtarefas vinculadas, até a alocação de recursos, controle de custos e geração de relatórios automáticos. A principal vantagem dessas ferramentas está na capacidade de visualizar o progresso do projeto em tempo real, identificar gargalos e ajustar prazos de forma a minimizar atrasos e controlar os custos. Segundo Costa (2017), o uso dessas ferramentas tem ajudado construtoras a reduzir significativamente os desvios de prazo e custo, otimizando o desempenho de projetos.

No entanto, apesar de suas inúmeras vantagens, os programas especializados de controle de prazos e custos enfrentam alguns desafios e limitações. Um dos principais desafios está relacionado à curva de aprendizado dessas ferramentas. Muitos gestores e equipes de obra não estão familiarizados com o uso de programas como o MS Project, o que pode demandar treinamentos específicos. Além disso, a adaptação desses softwares à realidade de pequenas e médias construtoras pode ser complicada devido ao alto custo de licenciamento e à necessidade de adaptar os processos internos à lógica dos softwares. Rocha (2020) destaca que, em algumas empresas, a resistência à mudança e a falta de capacitação são obstáculos significativos para a adoção eficaz dessas tecnologias.

Outro desafio é a necessidade de dados precisos e atualizados. Ferramentas como o MS Project exigem que o cronograma e as informações de custo sejam constantemente alimentados e revisados. Sem uma equipe dedicada à atualização desses dados, as estimativas e o controle podem se tornar imprecisos, comprometendo a eficiência do gerenciamento de prazos e custos. No entanto, como mencionado por Oliveira (2018), quando bem implementados, esses sistemas podem ser uma poderosa ferramenta de controle, trazendo maior previsibilidade e segurança ao gerenciamento de obras.

Em resumo, os programas especializados no controle de prazos e custos oferecem uma solução robusta para o gerenciamento de projetos na construção civil. No entanto, sua implementação eficaz depende de uma série de fatores, como o treinamento adequado da equipe, a adaptação dos processos internos e a garantia de que os dados inseridos no sistema estejam sempre atualizados. Quando utilizados corretamente, esses softwares podem ser um grande diferencial competitivo no setor.

2.3.3. Softwares de ERP (Enterprise Resource Planning)

Os sistemas de ERP (Enterprise Resource Planning) começaram a ser desenvolvidos na década de 1960 com a evolução dos sistemas de controle de inventário e produção em empresas industriais, evoluindo ao longo das décadas para integrarem praticamente todos os processos empresariais em um único software. Na construção civil, o ERP começou a ser utilizado como uma ferramenta essencial para controlar a complexidade de projetos e integrar diferentes

departamentos, desde o financeiro até o controle de obras. Entre os sistemas mais utilizados no Brasil estão o Sienge, Mega e UAU, que são voltados especificamente para o setor da construção civil e oferecem soluções integradas para gestão de prazos e custos.

Figura 4 - Sienge

sienge softplan		Cronograma de obras				Iniciada em: 25-jul-16		Término Previsto em: 25-ago-18	
						Nº Etapas planejadas: 9		Total Investimento Previsto: R\$ 285.885,08	
Preencha apenas as células com esse amarelo como cor de fundo!						Total do mês		R\$ 15.000,00	R\$ 16.
						Total acumulado		R\$ 15.000,00	R\$ 31.
Etapa	Descrição da Etapa	Total (R\$)	Início da Etapa	Término da Etapa	Duração (Dias)	jul/16	ago/16		
1	Serviços Preliminares	R\$ 16.490,00	25-jul-16	8-ago-16	14	R\$ 15.000,00 91,0%	R\$ 1 9,0%		
2	Alvenaria	R\$ 66.790,90	11-ago-16	7-nov-16	88	R\$ - 0,0%	R\$ 15 22,5%		
3	Revestimento	R\$ 29.655,00	12-nov-16	21-dez-16	39	R\$ - 0,0%	R\$ - 0,0%		
4	Pintura	R\$ 29.552,18	7-jan-17	28-jan-17	21	R\$ - 0,0%	R\$ - 0,0%		
5	Instalações Hidráulicas	R\$ 23.100,00	2-fev-17	19-fev-17	17	R\$ - 0,0%	R\$ - 0,0%		
6	Instalações Sanitárias	R\$ 19.777,00	23-fev-17	14-mar-17	19	R\$ - 0,0%	R\$ - 0,0%		
7	Instalações Elétricas	R\$ 26.245,00	19-mar-17	15-mai-17	57	R\$ - 0,0%	R\$ - 0,0%		
8	Cobertura	R\$ 15.625,00	25-mai-17	30-jun-17	36	R\$ - 0,0%	R\$ - 0,0%		
9	Acabamentos	R\$ 58.650,00	2-jul-17	25-ago-17	54	R\$ - 0,0%	R\$ - 0,0%		

Fonte: Youtube Sienge

Os sistemas de ERP funcionam como uma plataforma central que permite a integração de todas as informações da empresa em tempo real, facilitando a tomada de decisões e o gerenciamento eficiente dos recursos. No contexto da construção civil, os ERPs permitem o controle detalhado de prazos, custos, materiais, contratos e mão de obra. Por exemplo, o Sienge, um dos softwares mais utilizados no Brasil, oferece módulos específicos para o acompanhamento de obras, controle financeiro, compras, estoques e até mesmo relacionamento com clientes. Conforme Oliveira (2019), a implementação de um ERP no setor da construção civil permite que as empresas integrem informações que antes eram geridas de maneira isolada, aumentando a eficiência operacional e reduzindo retrabalhos e erros manuais.

Esses sistemas permitem, por exemplo, que o controle de prazos seja feito de maneira mais precisa, com alertas sobre tarefas que estão próximas de vencer e a visualização clara de possíveis atrasos no cronograma. Além disso, ao integrar

informações de custos diretamente no controle de prazos, o ERP possibilita que a gestão financeira do projeto esteja sempre atualizada, prevenindo estouros de orçamento e auxiliando na correta alocação de recursos. Isso é particularmente importante em obras de grande porte, onde a complexidade de coordenar diferentes equipes e fornecedores pode facilmente levar a desvios de orçamento e prazo. Segundo Silva (2021), a integração dessas informações é um dos principais benefícios dos ERPs, já que permite que o gestor tenha uma visão macro do projeto sem perder detalhes críticos.

No entanto, apesar dos benefícios inegáveis, o uso de sistemas de ERP também apresenta desafios e limitações. Um dos principais desafios está na adaptação da empresa ao novo sistema, que pode exigir uma reestruturação dos processos internos e um período significativo de treinamento para as equipes envolvidas. De acordo com Martins (2020), muitas empresas de construção civil ainda enfrentam resistência interna à adoção de ERPs devido ao custo de implementação e à complexidade percebida no uso dessas ferramentas. Além disso, o custo de aquisição de um sistema de ERP pode ser um obstáculo para empresas de menor porte, especialmente aquelas que possuem fluxos de caixa mais restritos.

Outro desafio está relacionado à correta alimentação do sistema com dados confiáveis e atualizados. Para que o ERP seja eficiente no controle de prazos e custos, é essencial que todos os envolvidos no projeto, desde os engenheiros até os compradores e administradores financeiros, atualizem constantemente o sistema com as informações corretas. Se isso não for feito de maneira adequada, os benefícios do ERP podem ser minimizados e a ferramenta pode gerar uma falsa sensação de controle.

Por fim, é importante destacar que, apesar dessas limitações, o uso de ERPs como o Sienge tem se mostrado altamente eficiente para construtoras que conseguem superar essas barreiras iniciais. Quando bem implementados, esses sistemas oferecem um grande diferencial competitivo, ajudando as empresas a cumprir prazos e a manter o controle sobre os custos do projeto.

2.4. Métodos e Metodologias de Gestão de Obras

A gestão de obras na construção civil envolve a aplicação de uma série de métodos e metodologias para garantir que os projetos sejam executados dentro dos prazos, custos e qualidade estipulados. Esses métodos surgiram como resposta à

crescente complexidade dos projetos e à necessidade de maior eficiência e controle durante sua execução. As metodologias de gestão de obras funcionam como ferramentas que estruturam processos, definem responsabilidades e facilitam a comunicação entre os envolvidos no projeto, proporcionando uma visão mais clara do andamento das atividades e da alocação de recursos. Segundo Sousa e Melo (2020), "a adoção de metodologias de gestão modernas permite maior previsibilidade em projetos de construção civil, reduzindo desperdícios e minimizando riscos, além de aumentar a produtividade e eficiência das equipes". Assim, a integração de métodos eficazes de gestão tem se tornado um diferencial competitivo para construtoras, melhorando o controle sobre os recursos e garantindo melhores resultados.

2.4.1. Métodos Tradicionais de Gestão de Prazos e Custos

Os métodos tradicionais de gestão de prazos e custos na construção civil são amplamente utilizados no Brasil devido à sua confiabilidade e estruturação clara. Esses métodos, embora tradicionais, continuam sendo ferramentas essenciais para garantir o controle sobre os prazos e os custos em um setor historicamente marcado por desafios de execução.

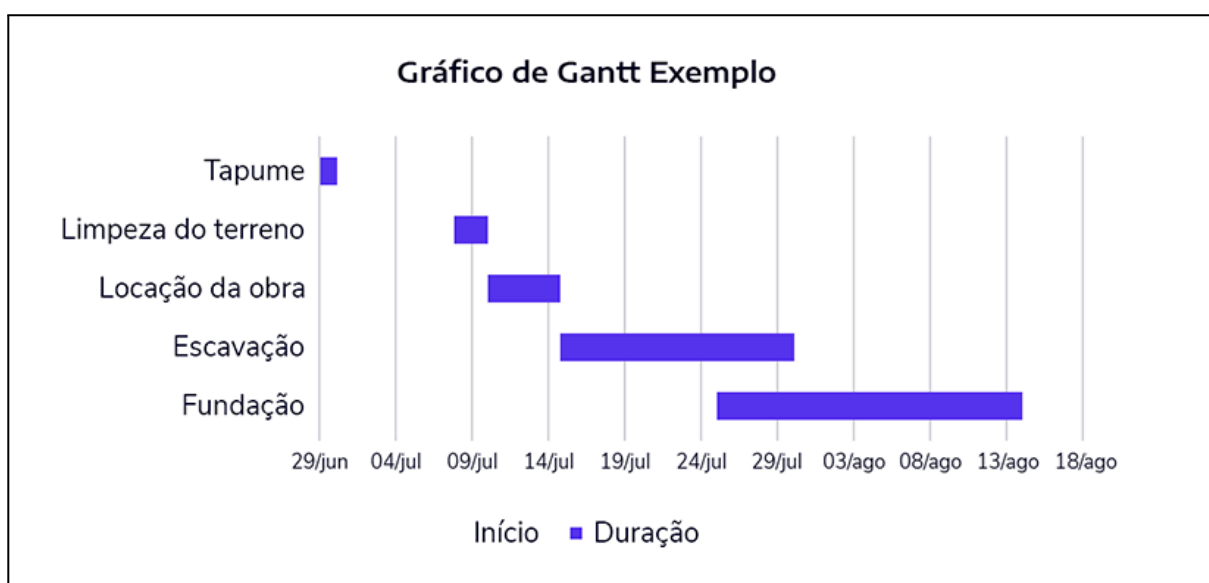
2.4.1.1. Gráfico de Gantt

O Gráfico de Gantt é uma das ferramentas mais tradicionais e amplamente utilizadas no gerenciamento de projetos, especialmente na área de construção civil. Sua criação remonta ao início do século XX, sendo desenvolvido por Henry L. Gantt, um engenheiro mecânico norte-americano. O objetivo principal de Gantt ao criar essa ferramenta era fornecer uma visualização clara e detalhada do cronograma de um projeto, auxiliando os gerentes a monitorar o progresso das atividades e garantir o cumprimento dos prazos. Segundo Souza e Silva (2020), o Gráfico de Gantt é amplamente reconhecido como um recurso essencial para o planejamento estratégico e operacional de obras devido à sua simplicidade e eficácia.

O método é uma representação visual de um cronograma de projeto, onde as atividades são listadas em uma coluna à esquerda, e o tempo é representado ao longo do eixo horizontal. Cada atividade é simbolizada por uma barra horizontal cuja posição e comprimento indicam o início, a duração e o término da tarefa. As inter-relações entre atividades também podem ser representadas, mostrando

dependências entre tarefas que precisam ser realizadas em sequência. De acordo com Carvalho e Rabechini Jr. (2011), a clareza proporcionada pelo Gráfico de Gantt facilita a comunicação entre as partes interessadas, aumentando a eficiência no acompanhamento das atividades.

Figura 5 - Gráfico de Gantt



Fonte: Prevision

Além disso, o Gantt enfrenta desafios ao representar interdependências complexas entre as atividades. Em projetos de grande porte, com diversas equipes trabalhando em paralelo e muitas relações de dependência entre as tarefas, a visualização e o gerenciamento dessas interações podem se tornar complexos demais para o gráfico. Nesses casos, ferramentas complementares, como os diagramas de rede PERT/CPM, podem ser mais adequadas para capturar a complexidade do projeto. De acordo com Martins e Souza (2019), a integração do Gráfico de Gantt com outras ferramentas pode ampliar sua aplicabilidade em cenários de alta complexidade.

Outra limitação importante do Gantt é o seu foco exclusivo no tempo. Embora seja excelente para controlar prazos e sequências de atividades, o gráfico não considera outras dimensões cruciais para o sucesso do projeto, como custos,

qualidade e recursos. Para gerenciar de forma integrada essas variáveis, é necessário o uso de outras metodologias ou ferramentas que permitam uma visão mais holística do projeto. Segundo Oliveira e Araújo (2020), o uso de KPIs combinados ao Gráfico de Gantt tem se mostrado eficaz na construção civil para alinhar os objetivos gerais do projeto.

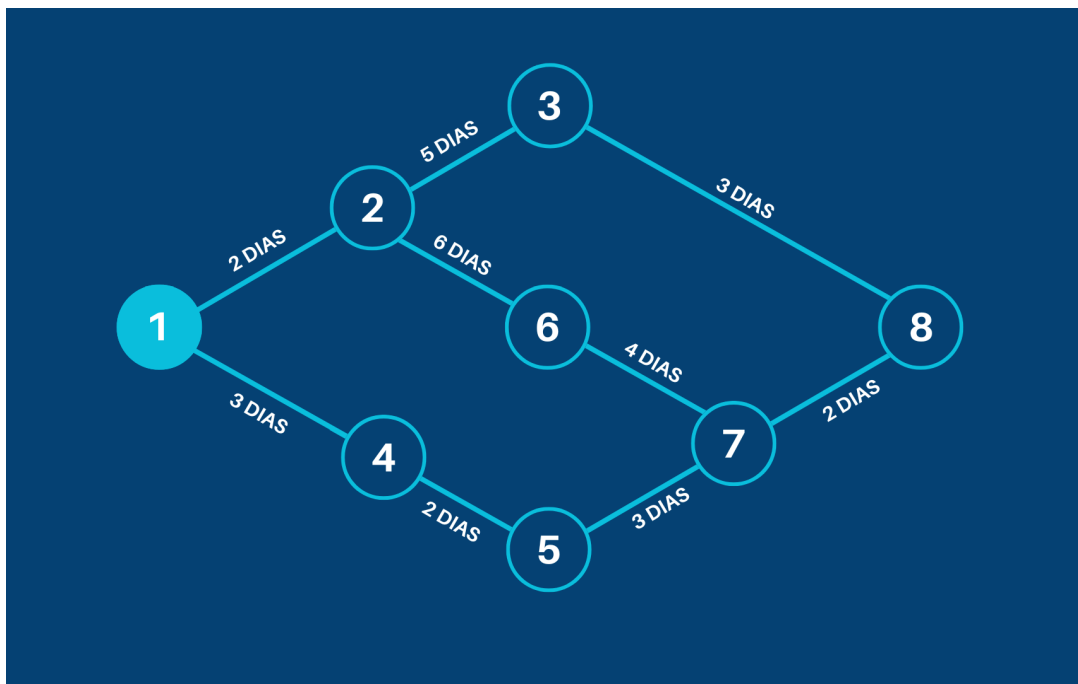
Portanto, apesar de ser uma ferramenta consolidada no planejamento e controle de projetos, o Gráfico de Gantt apresenta desafios, especialmente em projetos mais dinâmicos e complexos, que podem exigir ferramentas complementares ou a integração com metodologias mais ágeis. Para Silva e Lima (2022), a capacitação e a adoção de tecnologias mais robustas são passos essenciais para maximizar os benefícios dessa ferramenta em obras de construção civil.

2.4.1.2. Método do Caminho Crítico (CPM - Critical Path Method)

O Método do Caminho Crítico (CPM - Critical Path Method) é uma técnica amplamente utilizada no gerenciamento de projetos, particularmente em setores como a construção civil. Desenvolvido no final da década de 1950, o CPM foi criado por Morgan R. Walker, da empresa Dupont, e James E. Kelley, da Remington Rand, para lidar com a crescente complexidade dos projetos industriais e de engenharia daquela época. Segundo Lima e Souza (2019), o método foi projetado para identificar e priorizar as atividades mais críticas de um projeto, ajudando os gerentes a otimizar o cronograma e assegurar que os prazos fossem cumpridos.

O CPM é uma técnica que auxilia no planejamento, agendamento e controle das atividades em um projeto. Ele baseia-se na construção de um diagrama de rede que representa todas as atividades do projeto e suas interdependências. Carvalho e Rabechini (2011) explicam que, a partir dessa estrutura, o CPM identifica o caminho crítico, ou seja, a sequência de atividades que, caso atrasem, impactam diretamente a data final de conclusão do projeto.

Figura 6 - Método do CPM



Fonte: O autor

O Método do Caminho Crítico permite uma gestão eficiente dos prazos e otimização dos recursos, pois o foco principal é evitar atrasos no cronograma. Pereira e Alves (2018) destacam que, na construção civil, onde o tempo é um fator crucial e diversas atividades ocorrem de maneira simultânea e interdependente, o CPM torna-se uma ferramenta de planejamento estratégica.

Embora o CPM seja amplamente utilizado e tenha se consolidado como uma técnica essencial no gerenciamento de projetos, ele também apresenta alguns desafios e limitações, especialmente em projetos complexos, como os da construção civil (Martins & Souza, 2019).

Uma das principais dificuldades do CPM reside na estimativa precisa da duração das atividades. Na construção civil, fatores como condições climáticas, atrasos na entrega de materiais e problemas com a mão de obra podem influenciar significativamente o tempo de execução das tarefas. Oliveira e Araújo (2020) apontam que essas incertezas podem comprometer a confiabilidade do cronograma gerado pelo CPM.

Assim como o Gráfico de Gantt, o CPM apresenta um foco excessivo no tempo. Embora seja excelente para identificar a sequência de atividades e o tempo

total do projeto, o CPM não considera outros aspectos cruciais, como custos, qualidade e recursos. Lima e Costa (2019) ressaltam que essa visão limitada pode levar a decisões de planejamento insuficientes e dificultar o gerenciamento integral do projeto.

Além disso, o CPM pode se tornar uma ferramenta rígida em ambientes de projetos com mudanças constantes de escopo. Silva e Lima (2022) afirmam que qualquer alteração significativa em uma atividade do caminho crítico exige uma reanálise completa da rede, o que pode ser um processo demorado e complexo. Essa rigidez pode dificultar a adaptação do cronograma às necessidades do projeto ao longo do tempo.

Em projetos ágeis, que priorizam a flexibilidade e a entrega incremental, o CPM pode ser considerado uma abordagem tradicional e pouco adaptável. Souza e Silva (2020) argumentam que a natureza interativa e colaborativa dos projetos ágeis exige ferramentas que permitam ajustes rápidos e frequentes no planejamento. Por fim, em projetos de grande escala, o CPM pode gerar redes extremamente complexas, com um grande número de atividades e interconexões. Martins e Souza (2019) observam que essa complexidade dificulta a visualização do caminho crítico e a identificação de possíveis problemas, tornando o gerenciamento do projeto mais desafiador.

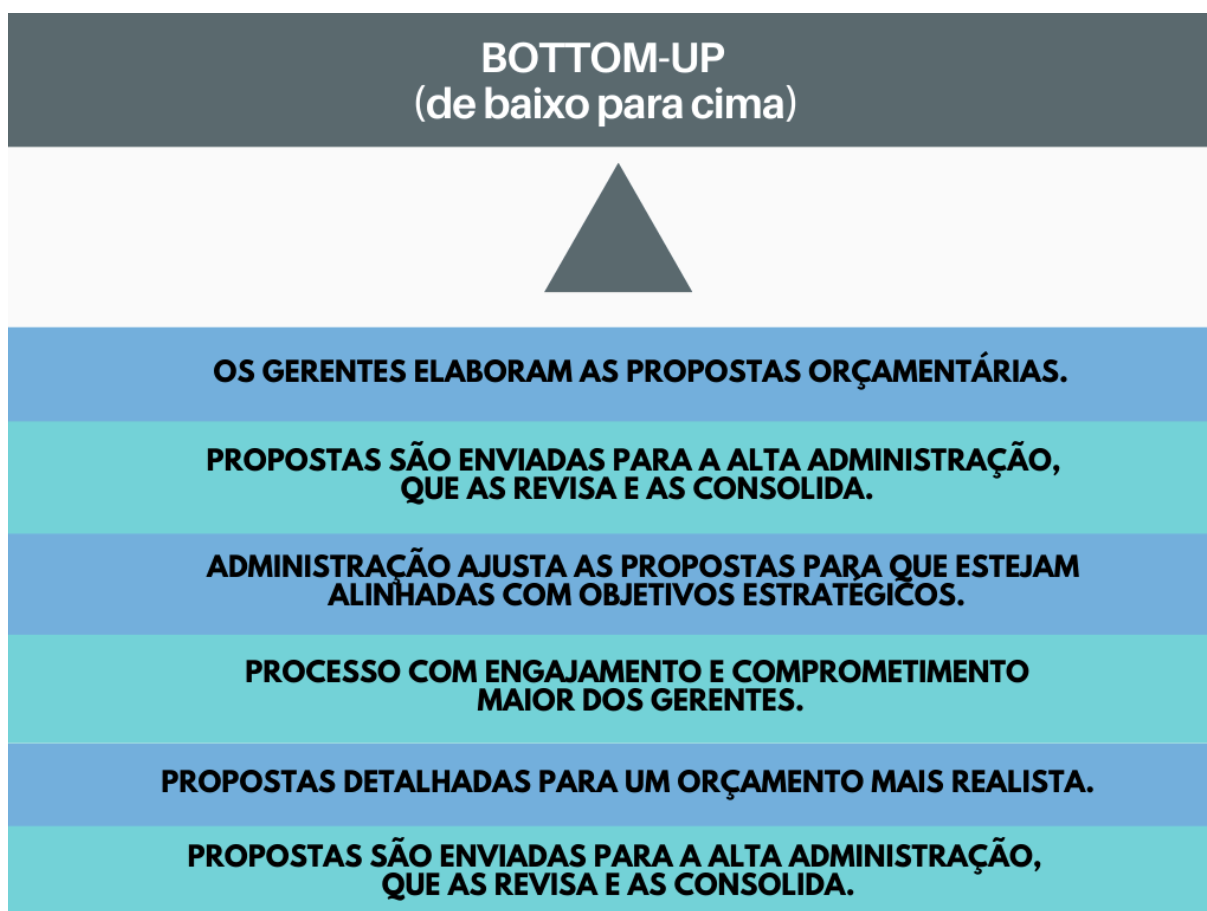
Apesar de suas limitações, o Método do Caminho Crítico continua sendo uma ferramenta valiosa para a gestão de prazos em projetos de construção civil. Carvalho e Rabechini (2011) sugerem que integrar o CPM a outras técnicas de gestão, como controle de custos e alocação de recursos, pode ajudar a maximizar seus benefícios.

2.4.1.3. Orçamentação por Itens (Bottom-Up Estimating)

A Orçamentação por Itens, ou Bottom-Up Estimating, é uma técnica de gerenciamento de projetos que visa estimar os custos totais de um projeto através da soma das estimativas detalhadas de cada componente ou atividade. De acordo com Souza e Lima (2019), esse método, amplamente utilizado na construção civil e

em outros setores, oferece uma abordagem robusta e precisa para controle de custos, sendo essencial para projetos complexos, onde a granularidade dos detalhes é crucial.

Figura 7 - Bottom-up



Fonte: O autor

Historicamente, a orçamentação por itens se desenvolveu em resposta à necessidade de maior precisão nas estimativas de custo, especialmente em projetos com múltiplas atividades inter-relacionadas. Como apontam Oliveira e Santos (2020), o método foi inicialmente estruturado nas práticas de engenharia civil e de manufatura no início do século XX, quando havia uma crescente demanda por previsões financeiras mais detalhadas e confiáveis para grandes empreendimentos. Hoje, é uma técnica fundamental em áreas que envolvem projetos complexos e com alta exigência de controle de orçamento.

O processo de orçamentação por itens começa com a decomposição do projeto em pacotes de trabalho ou atividades menores, que são detalhadas até o

nível necessário para a criação de estimativas de custo realistas e precisas. Segundo Pereira e Alves (2018), o objetivo é que cada atividade seja estimada individualmente, e essas estimativas sejam somadas para formar o orçamento total do projeto.

Essa abordagem oferece um alto nível de detalhamento e controle sobre os custos de um projeto, tornando-a especialmente útil em projetos de construção civil. Vargas (2015) destaca que "a orçamentação por itens é uma das técnicas mais precisas para controle de custos, especialmente em projetos onde o nível de detalhamento é elevado e há múltiplos componentes interdependentes" (VARGAS, 2015).

Embora a orçamentação por itens seja considerada uma das técnicas mais confiáveis para a estimativa de custos, ela também apresenta desafios e limitações que precisam ser gerenciados adequadamente.

Um dos principais desafios é o tempo e custo envolvidos no processo de estimativa. A decomposição detalhada do projeto em atividades individuais e a estimativa de cada uma delas pode ser um processo demorado, especialmente em projetos de grande porte. Conforme apontado por Carvalho (2013), essa demanda por tempo e recursos pode tornar a orçamentação por itens inviável em alguns casos.

A qualidade das estimativas depende diretamente da precisão dos dados disponíveis e da experiência da equipe de projeto. Em projetos com falta de informações históricas ou detalhadas, as estimativas podem apresentar uma margem de erro significativa. Gomes (2018) destaca que a qualidade da orçamentação por itens está diretamente ligada à qualidade dos dados utilizados. Outra questão relevante é a propensão a estimativas infladas. A tendência natural dos gestores de prever imprevistos e atrasos pode levar a estimativas individuais mais elevadas, resultando em um orçamento geral superestimado. Vasconcelos (2016) alerta para os riscos de um orçamento inflado, que pode comprometer a viabilidade financeira do projeto.

Além disso, a orçamentação por itens, por si só, pode não ser suficiente para gerenciar todos os aspectos financeiros e de prazo de um projeto. A integração com outras ferramentas é fundamental para uma visão mais completa. Silva (2018)

ênfatiza a importância de complementar a orçamentação por itens com outras técnicas, como o Método do Valor Agregado, para obter um controle mais eficiente dos custos e do progresso do projeto.

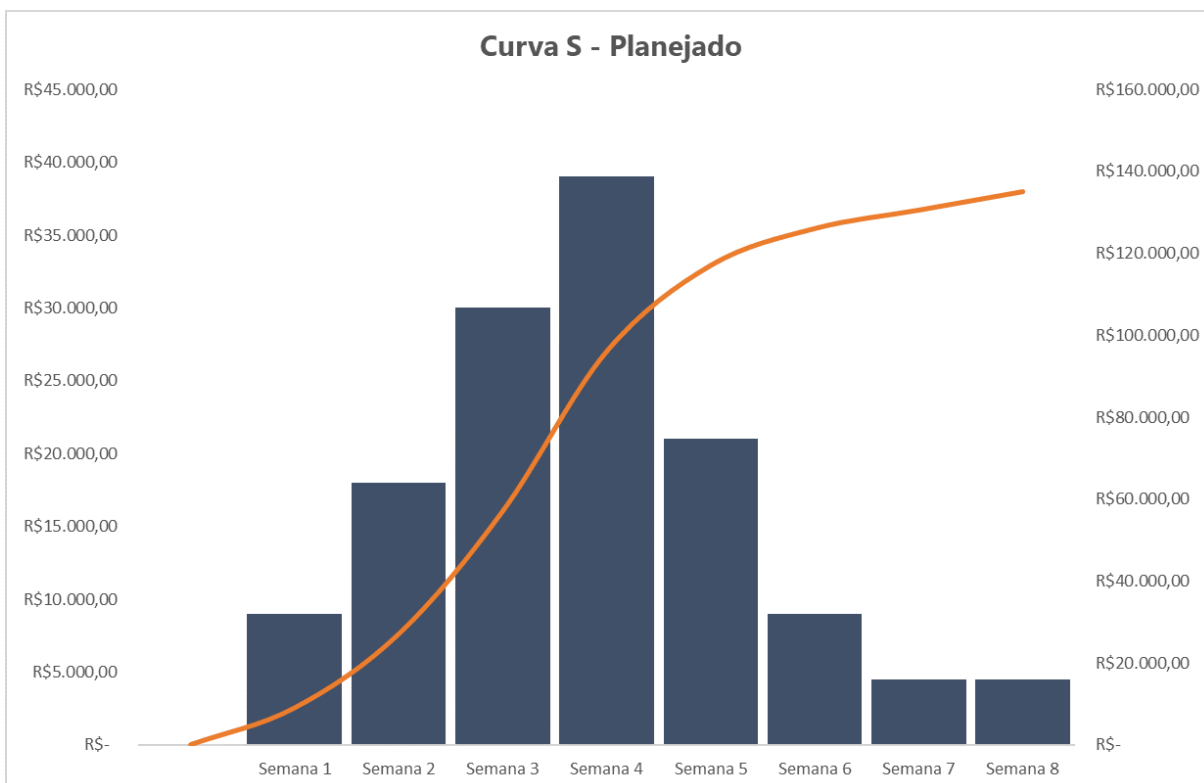
A Orçamentação por Itens é uma ferramenta altamente eficaz para a estimativa e controle de custos em projetos de construção civil e em outros setores onde a complexidade e a precisão são necessárias. Apesar de seus benefícios, como o nível elevado de detalhamento e controle, é importante reconhecer seus desafios, como o tempo intensivo necessário para a elaboração e a dependência de dados precisos e da experiência da equipe. Para maximizar os benefícios dessa técnica, é recomendável integrá-la a outras metodologias e processos de controle financeiro e de cronograma.

2.4.1.4. Curva-S

A Curva-S é uma ferramenta amplamente utilizada no gerenciamento de projetos, especialmente na construção civil, para o monitoramento e controle do progresso físico e financeiro. Sua origem remonta às décadas de 1950 e 1960, quando a gestão de grandes empreendimentos de engenharia, como obras de infraestrutura e projetos industriais, demandava métodos mais sofisticados para acompanhar o andamento das atividades e prever possíveis desvios em relação ao planejamento. O nome “Curva-S” deriva do formato característico da curva que representa o progresso acumulado ao longo do tempo, geralmente com crescimento lento no início, aceleração no meio do projeto e desaceleração na fase final, formando uma curva semelhante à letra “S” (SILVA; PEREIRA, 2017).

A curva é uma representação gráfica do progresso de um projeto em função do tempo, permitindo o monitoramento do andamento das atividades e a comparação entre o planejado e o realizado. Existem dois tipos principais de Curva-S que são usados na gestão de projetos: a Curva-S física, que monitora o progresso das atividades executadas, e a Curva-S financeira, que acompanha o desembolso ou o custo do projeto ao longo do tempo (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2018).

Figura 8 - Curva S



Fonte: Guia da Engenharia

Embora a Curva-S seja uma ferramenta valiosa para o gerenciamento de projetos, ela apresenta alguns desafios e limitações que devem ser considerados para garantir sua eficácia. Como afirmado por Oliveira e Santos (2020), uma limitação crítica é que a Curva-S não captura de maneira detalhada as variações em cada fase do projeto, o que pode resultar em decisões precipitadas em projetos mais complexos.

Uma das principais limitações é a simplicidade excessiva para projetos complexos. A Curva-S, em sua forma básica, oferece uma visão geral do progresso acumulado, mas não detalha os avanços de cada atividade específica. Isso pode ser insuficiente em projetos de grande porte, com múltiplos subprojetos, onde é fundamental identificar quais tarefas estão atrasadas (COSTA; MARTINS, 2019).

Outro desafio é o foco exclusivo no progresso acumulado. A Curva-S não oferece detalhes sobre os desvios em etapas intermediárias do projeto. Por exemplo, um atraso em uma atividade crítica pode não ser imediatamente evidente na Curva-S se o progresso total ainda estiver próximo do esperado. Essa falta de

granularidade pode dificultar a tomada de decisões corretivas a tempo (PEREIRA, 2021).

A precisão da Curva-S depende diretamente da qualidade dos dados inseridos. Estimativas imprecisas de tempo e custos podem comprometer a curva planejada, resultando em análises incorretas. Além disso, a coleta de dados no campo, especialmente em projetos de construção, pode enfrentar desafios práticos, como problemas na medição do progresso físico ou na contabilização exata dos custos (SOUZA, 2018).

A Curva-S é tradicionalmente mais utilizada em projetos com cronogramas rígidos e bem definidos. Em projetos ágeis ou flexíveis, onde o escopo e as prioridades podem mudar frequentemente, a Curva-S pode não ser suficientemente adaptável (LIMA; ANDRADE, 2020).

Ademais, a Curva-S deve ser integrada a outras ferramentas de controle para fornecer uma visão mais completa do projeto. A comparação entre o planejado e o realizado, por si só, pode não ser suficiente para compreender os impactos financeiros de um atraso ou de uma mudança de escopo (ALMEIDA, 2020).

A Curva-S continua sendo uma ferramenta poderosa e amplamente utilizada para o monitoramento e controle de projetos, principalmente na construção civil. Ela oferece uma visão clara e intuitiva do progresso acumulado, permitindo que os gerentes de projeto identifiquem rapidamente desvios em relação ao planejamento. No entanto, sua simplicidade pode ser uma limitação em projetos de maior complexidade, e seu uso deve ser complementado por outras ferramentas e metodologias de controle de desempenho. Para maximizar sua eficácia, é fundamental contar com dados precisos e uma equipe capacitada para interpretar corretamente os resultados da Curva-S e realizar os ajustes necessários (GOMES; RIBEIRO, 2022).

2.4.2. Metodologias Ágeis em Projetos de Construção Civil

As metodologias ágeis, têm ganhado espaço em diversos setores, incluindo a construção civil. Essas metodologias são caracterizadas pela flexibilidade, foco no cliente e adaptação contínua às mudanças, aspectos que contrastam com os métodos tradicionais de gestão, mais lineares e preditivos. Em um ambiente dinâmico como o da construção, onde imprevistos e alterações de escopo são

comuns, a aplicação de práticas ágeis se mostra promissora para aumentar a eficiência, reduzir desperdícios e melhorar o controle de prazos e custos.

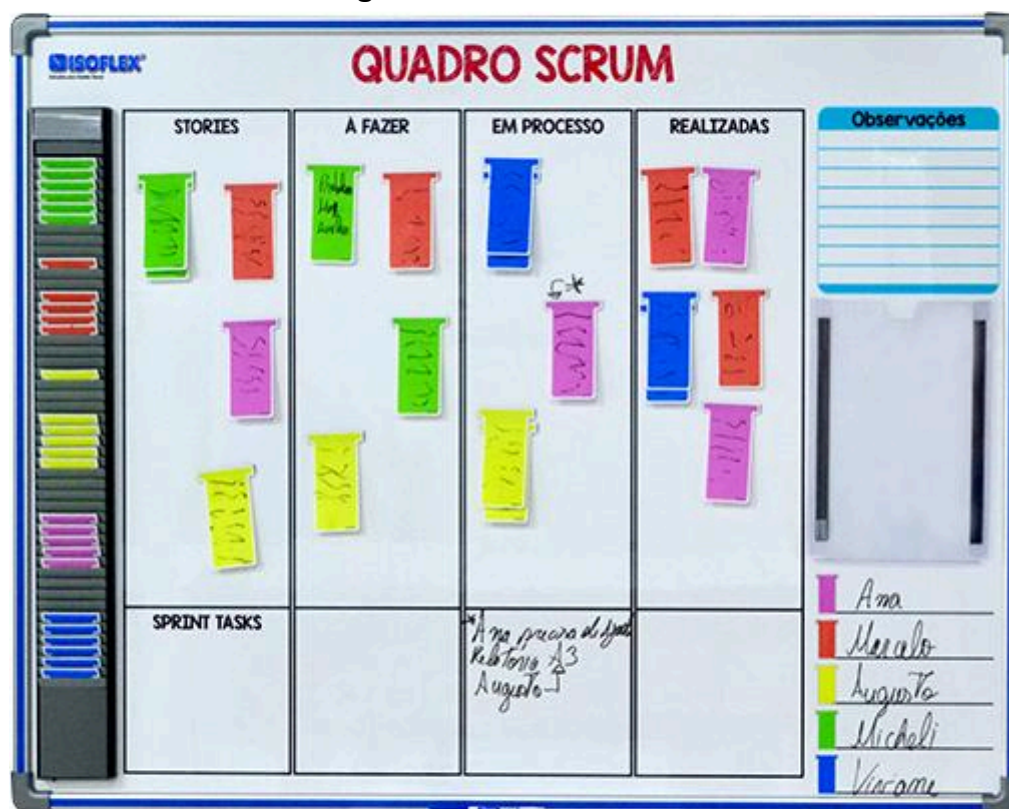
2.4.2.1 Scrum

O Scrum surgiu inicialmente no contexto do desenvolvimento de software na década de 1990, como parte do movimento das metodologias ágeis, sendo criado por Ken Schwaber e Jeff Sutherland. A principal motivação para o desenvolvimento dessa metodologia foi a necessidade de maior flexibilidade e adaptação em projetos complexos, onde os métodos tradicionais de gestão, como o Modelo em Cascata, não eram eficazes para lidar com mudanças frequentes e incertezas. Com o tempo, as ideias fundamentais do Scrum – ciclos curtos de trabalho, colaboração constante e foco em entregas incrementais – começaram a ser aplicadas em setores além do desenvolvimento de software, incluindo a construção civil (OLIVEIRA; SANTOS, 2020).

No Brasil, o interesse pela aplicação do Scrum na construção civil tem crescido, principalmente devido à necessidade de aumentar a eficiência na entrega de projetos e melhorar o controle sobre prazos e custos. A metodologia, inicialmente adaptada para projetos de software, passou a ser vista como uma alternativa promissora para enfrentar os desafios tradicionais da construção civil, caracterizada por alta incerteza, complexidade e a necessidade de colaboração entre múltiplas partes envolvidas (SANTIAGO; AMARAL, 2020).

O Scrum opera em ciclos curtos e repetitivos, chamados de "sprints", que geralmente duram entre 1 a 4 semanas. Cada sprint começa com uma reunião de planejamento, na qual a equipe define o que será entregue ao final do ciclo. Durante a execução, são realizadas reuniões diárias para garantir que todos os membros estejam alinhados e possam ajustar suas atividades conforme necessário, o que permite um acompanhamento contínuo e colaborativo do progresso do projeto (OLIVEIRA; SANTOS, 2020).

Figura 9 - Quadro Scrum



Fonte: Isoflex

Ao final de cada sprint, a equipe realiza uma "Revisão do Sprint", em que as entregas concluídas são avaliadas pelos envolvidos, e um "Retrospectiva do Sprint", onde são discutidos os pontos fortes e as áreas de melhoria no processo de trabalho. O foco está em entregas incrementais, ou seja, pequenos conjuntos de trabalho que geram valor ao projeto como um todo. Isso permite que o projeto seja ajustado conforme novas necessidades ou mudanças de contexto surjam ao longo da obra (MELHADO, 2017).

No contexto da construção civil, o Scrum é aplicado para subdividir grandes projetos em ciclos menores e mais manejáveis, garantindo entregas periódicas de valor tangível para os stakeholders. A colaboração contínua entre engenheiros, arquitetos e demais profissionais envolvidos é um dos pilares dessa metodologia. Além disso, o Scrum incentiva a transparência, a inspeção contínua do progresso e a adaptação conforme necessário, o que pode ser crucial para lidar com a imprevisibilidade comum em projetos de construção (OLIVEIRA et al., 2021).

Apesar de seus benefícios, a implementação do Scrum na construção civil enfrenta uma série de desafios e limitações. Um dos principais desafios é a

resistência cultural dentro das empresas de construção, que tradicionalmente operam com uma abordagem mais hierárquica e rígida. O Scrum exige um alto nível de autonomia das equipes, o que pode ser difícil de implementar em organizações que ainda adotam modelos de gestão tradicionais (SANTIAGO; AMARAL, 2020).

Outro obstáculo é a própria natureza do trabalho na construção civil. Enquanto o desenvolvimento de software é baseado em atividades intelectuais e imateriais, os projetos de construção envolvem tarefas físicas e a coordenação de múltiplos recursos, o que pode dificultar a flexibilidade exigida pelo Scrum. Por exemplo, ajustes frequentes no cronograma ou mudanças de escopo durante um sprint podem não ser viáveis devido à dependência de materiais e ao cronograma de subcontratados (FREITAS; GOMES, 2021).

Além disso, a adaptação da terminologia e dos princípios do Scrum para a realidade da construção civil ainda está em evolução. Embora a abordagem iterativa seja promissora, a dificuldade em garantir entregas significativas a cada sprint, especialmente em projetos de grande porte, pode limitar a aplicação do método. Assim, muitos projetos podem encontrar dificuldade em subdividir o trabalho de maneira que cada sprint tenha entregas tangíveis que possam ser validadas pelas partes interessadas (OLIVEIRA et al., 2021).

Por fim, a integração do Scrum com os métodos tradicionais de planejamento e controle de obras também é um ponto de dificuldade. Embora as metodologias ágeis promovam flexibilidade, o setor da construção ainda depende de ferramentas lineares, como cronogramas e planejamento de longo prazo. A combinação dessas duas abordagens exige ajustes, e muitas vezes resulta em uma curva de aprendizado que pode comprometer os resultados iniciais (SILVA; CARDOSO, 2019).

O Scrum oferece uma abordagem inovadora e potencialmente transformadora para o gerenciamento de projetos de construção civil, com ênfase em colaboração, flexibilidade e entregas incrementais. No entanto, a implementação desse método no setor enfrenta desafios significativos, desde a resistência cultural até as limitações impostas pela natureza física dos projetos de construção, aspectos frequentemente mencionados como barreiras à adoção plena de metodologias ágeis no setor (SILVA; FERREIRA, 2021). A adaptação contínua e a combinação com métodos tradicionais podem ser fundamentais para que o Scrum atinja todo o seu potencial na construção

civil, contribuindo para a melhoria dos processos e da produtividade dos empreendimentos (SANTOS; PEREIRA, 2020).

2.4.2.2 Kanban

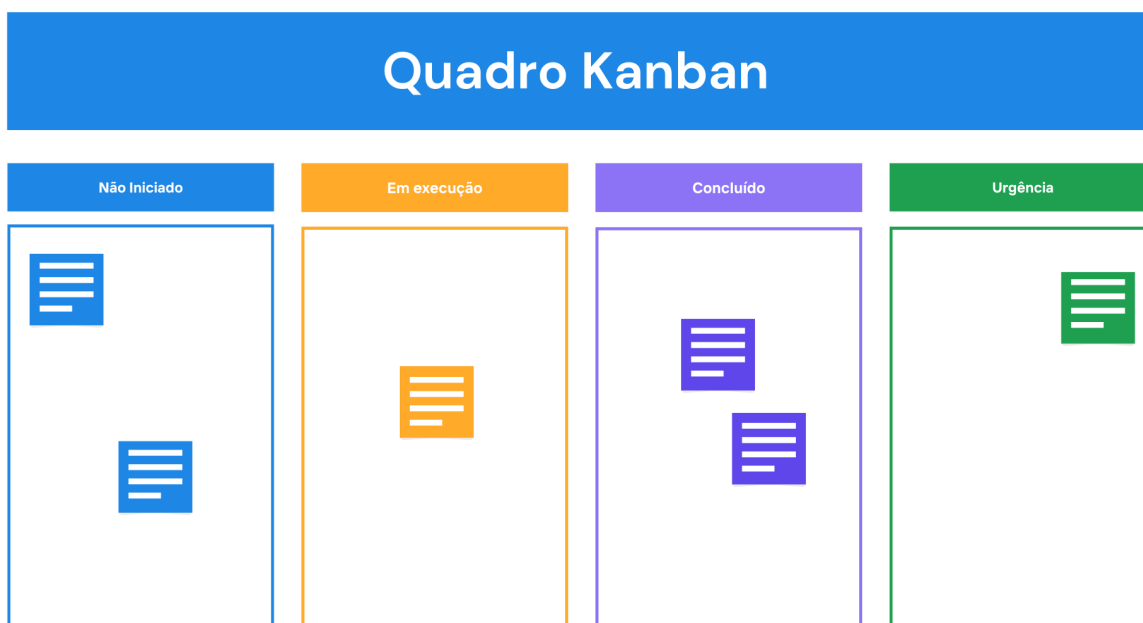
O Kanban, cuja palavra japonesa significa "cartão" ou "sinal", foi desenvolvido pela Toyota na década de 1950, como parte do Sistema Toyota de Produção (STP), com o objetivo de melhorar a eficiência e o controle da produção. Seu conceito principal era o uso de cartões visuais para controlar o fluxo de produção de maneira mais eficiente, evitando excessos e gerenciando o estoque de forma controlada, conforme discutido por Costa e Xavier (2019) ao analisar os benefícios do método para setores produtivos. Ao longo dos anos, o Kanban se expandiu para além do setor automotivo, sendo aplicado em diversas áreas, incluindo o desenvolvimento de software e, mais recentemente, na construção civil, como relatado por Mendes e Oliveira (2020) ao abordar a adaptabilidade da metodologia para projetos de engenharia.

A adoção do Kanban no Brasil tem sido gradual e está crescendo, principalmente devido ao interesse crescente por metodologias que ofereçam maior controle visual e flexibilidade no planejamento e execução de projetos. O setor de construção civil, com sua alta complexidade e envolvimento de múltiplos processos e atores, tem começado a explorar o Kanban como uma alternativa para melhorar a organização e o acompanhamento das etapas das obras (MELHADO; OLIVEIRA, 2019).

O Kanban é uma metodologia visual para gerenciamento de fluxo de trabalho, baseada na criação de um quadro dividido em colunas que representam o estado das atividades (por exemplo, "A Fazer", "Em Progresso", "Concluído"). Conforme explicado por Rodrigues e Silva (2021), essa abordagem permite maior clareza no acompanhamento do progresso das tarefas, ajudando as equipes a priorizarem suas ações de forma eficaz. Cada tarefa é representada por um cartão, que se move de uma coluna para outra conforme o trabalho avança. A principal função do Kanban é gerenciar a capacidade do time, limitando o número de atividades em andamento simultaneamente, a fim de evitar sobrecarga e garantir que o trabalho flua de

maneira contínua, como apontado por Almeida e Costa (2020) ao analisar práticas de gestão enxuta.

Figura 10 - Quadro Kanban



Fonte: O autor

Na construção civil, o Kanban pode ser aplicado para organizar as tarefas em diferentes etapas do projeto, como o planejamento, execução e finalização de atividades de obras. O método facilita a visualização das pendências, a identificação de gargalos e a priorização das atividades mais importantes. Além disso, o Kanban permite ajustes contínuos no planejamento, à medida que novas informações ou problemas surgem ao longo da obra (CAMPOS et al., 2020).

No contexto da construção civil brasileira, o uso do Kanban também auxilia na comunicação entre os diferentes profissionais envolvidos no projeto. Engenheiros, arquitetos, operários e gestores podem, através do quadro Kanban, ter uma visão clara do progresso do projeto e do que precisa ser feito a seguir. Isso promove a transparência e facilita a colaboração, já que todos têm acesso às mesmas informações e podem intervir quando necessário (LIMA; SILVA, 2021).

Embora o Kanban traga diversos benefícios para a organização e fluxo de trabalho, ele também enfrenta desafios e limitações na sua implementação no setor da construção civil. Um dos maiores desafios é a adaptação cultural das empresas e

equipes de construção para um método que exige colaboração contínua e comunicação clara. Muitos profissionais da área ainda estão acostumados a trabalhar com métodos tradicionais de gestão, que são mais hierárquicos e compartimentados (MELHADO; OLIVEIRA, 2019).

Outro desafio é a dificuldade de lidar com a imprevisibilidade dos projetos de construção civil. Apesar de o Kanban ser uma metodologia flexível, obras de grande porte frequentemente apresentam imprevistos relacionados a materiais, condições climáticas ou atrasos de fornecedores, que podem interferir no fluxo contínuo de trabalho proposto pelo Kanban (CAMPOS et al., 2020). Diferentemente de um ambiente de escritório, onde as tarefas podem ser reorganizadas rapidamente, a execução de tarefas físicas em uma obra muitas vezes não permite uma reorganização ágil.

Além disso, o sucesso do Kanban depende de uma equipe bem treinada e comprometida com o uso da metodologia. A ausência de uma estrutura hierárquica clara e a dependência de autogerenciamento podem ser limitantes em projetos onde a responsabilidade e a execução das tarefas não estão bem definidas. Em um ambiente com múltiplos stakeholders e equipes multidisciplinares, a falta de coordenação eficaz pode resultar em gargalos ou retrabalhos (LIMA; SILVA, 2021). Outro ponto a ser considerado é a combinação do Kanban com os métodos tradicionais de gestão de obras, como cronogramas lineares e gráficos de Gantt. Muitas vezes, os gestores de projetos de construção têm dificuldade em integrar esses dois sistemas, especialmente quando o cliente ou o patrocinador do projeto exige previsões detalhadas de prazo e orçamento que não se ajustam bem ao fluxo contínuo e flexível do Kanban (SOUZA et al., 2022).

O Kanban oferece uma abordagem inovadora e visual para o gerenciamento de fluxo de trabalho, sendo uma ferramenta útil na construção civil para melhorar a organização e a comunicação entre as equipes. Como destacam Silva e Oliveira (2020), o uso de ferramentas visuais como o Kanban permite maior transparência nos processos e facilita o alinhamento entre os membros das equipes, contribuindo para a eficiência no gerenciamento.

No entanto, sua implementação exige uma mudança cultural significativa e enfrenta desafios relacionados à imprevisibilidade e à natureza física das obras. Segundo Santos et al. (2021), a aplicação do Kanban na construção civil exige adaptações

específicas para lidar com as características dinâmicas e os obstáculos práticos das atividades em campo, como a necessidade de ajustes frequentes no planejamento.

A integração do Kanban com métodos tradicionais de gestão e a capacitação das equipes são essenciais para que essa metodologia alcance seu potencial no setor da construção civil. Nessa linha, Almeida e Costa (2019) enfatizam que a combinação do Kanban com técnicas tradicionais, como cronogramas detalhados e controle de custos, pode oferecer uma abordagem híbrida eficaz, desde que as equipes estejam devidamente treinadas e comprometidas com a mudança.

2.4.2.3 Lean Construction

O conceito de Lean Construction deriva do sistema de produção enxuta, ou Lean Manufacturing, desenvolvido pela Toyota na década de 1950, que visava eliminar desperdícios e aumentar a eficiência nos processos produtivos. Na construção civil, esse conceito tem sido amplamente adotado para melhorar a gestão de projetos e reduzir custos desnecessários. Conforme argumentam Oliveira e Santos (2019), a aplicação do Lean na construção civil possibilita a criação de fluxos mais eficientes e menos suscetíveis a interrupções, aumentando a produtividade.

A aplicação dessa filosofia à construção civil começou a ser explorada nos anos 1990, com base no trabalho de Lauri Koskela, que adaptou os princípios do Lean para o setor da construção. Como apontam Souza et al. (2020), a adaptação dos conceitos do Lean para a engenharia civil destacou a importância de focar na criação de valor para o cliente e na redução de atividades que não agregam valor, como retrabalhos e desperdícios materiais.

Sua abordagem destacou a necessidade de otimizar o uso de recursos e eliminar desperdícios em todas as etapas dos projetos de engenharia civil, desde o planejamento até a execução. De acordo com Silva e Carvalho (2021), a aplicação dos princípios Lean promove uma visão holística do projeto, integrando planejamento, execução e controle, o que é fundamental para alcançar a eficiência em empreendimentos complexos.

No Brasil, o Lean Construction começou a ganhar força no final dos anos 2000, quando construtoras e empresas de engenharia passaram a adotar técnicas enxutas como parte de suas estratégias para aumentar a eficiência, reduzir custos e melhorar a produtividade. Com o tempo, os princípios do Lean Construction se consolidaram como uma das principais inovações gerenciais no setor, proporcionando avanços significativos na forma como obras são planejadas e executadas (FORMOSO et al., 2015).

O Lean Construction se baseia em princípios de produção enxuta, com o objetivo de maximizar valor e minimizar desperdícios, buscando criar fluxos de trabalho contínuos, onde cada etapa de um projeto adiciona valor sem gerar perdas desnecessárias de tempo, materiais ou recursos. Na prática, o método visa evitar retrabalhos, ociosidade e movimentações desnecessárias, promovendo uma cadeia produtiva eficiente e colaborativa que integra todas as partes envolvidas no projeto, aumentando a eficiência geral e atendendo às necessidades dos clientes (FORMOSO et al., 2020).

Figura 11 - Princípios Lean Construction



Fonte: Prevision

Uma ferramenta importante dentro do Lean Construction é o Last Planner System (LPS), que visa melhorar o planejamento de curto prazo. Ele foca na participação ativa de todos os envolvidos no planejamento das atividades, garantindo que os prazos sejam mais realistas e que as tarefas sejam concluídas com o menor número de interrupções possíveis. Isso promove uma maior previsibilidade no processo de construção, evitando falhas de comunicação e má utilização dos recursos (MIRANDA; PIMENTA, 2021).

Embora o Lean Construction tenha demonstrado ser uma abordagem eficaz em muitos projetos, sua aplicação enfrenta uma série de desafios. Um dos principais problemas é a resistência cultural dentro das empresas de construção. A transição de métodos tradicionais para o Lean exige uma mudança de mentalidade significativa, tanto na forma como os trabalhadores operam quanto na maneira como os gestores planejam e supervisionam as obras. Muitas empresas encontram dificuldades em implementar uma cultura de melhoria contínua, já que as práticas convencionais ainda estão profundamente enraizadas no setor (FORMOSO et al., 2015).

Outro desafio é a integração dos stakeholders. Para que o Lean Construction funcione de maneira ideal, é fundamental que todos os envolvidos no projeto, incluindo clientes, fornecedores e equipes de obra, estejam alinhados com os princípios da metodologia. No entanto, essa colaboração nem sempre é fácil de alcançar, especialmente em grandes obras com várias partes interessadas, onde a comunicação pode ser fragmentada e os interesses, conflitantes (ALARCÓN et al., 2017).

Além disso, a adaptação do Lean Construction às características específicas da construção civil pode ser difícil. A natureza dos projetos de engenharia civil, com alta variabilidade e incertezas frequentes, torna a aplicação de métodos enxutos um desafio. As condições imprevisíveis de trabalho, como mudanças climáticas, problemas no solo ou atrasos na entrega de materiais, dificultam a implementação plena dos princípios Lean, que requerem um fluxo de trabalho constante e controlado (COUTINHO; FREIRE, 2019).

Por fim, a falta de conhecimento técnico sobre o Lean Construction também é um obstáculo significativo no Brasil. Muitos profissionais da construção ainda não estão familiarizados com as ferramentas e conceitos do Lean, o que limita sua aplicação em larga escala no país. A necessidade de capacitação e formação de gestores e trabalhadores é essencial para superar esse entrave e garantir que as práticas Lean possam ser adotadas de maneira mais ampla (FORMOSO et al., 2015).

O Lean Construction tem o potencial de transformar a construção civil ao introduzir uma abordagem focada na eliminação de desperdícios e na criação de valor contínuo. No entanto, sua implementação exige uma mudança cultural significativa, além de uma colaboração mais integrada entre todas as partes

envolvidas no projeto. Apesar dos desafios e limitações, a adoção crescente do Lean no Brasil indica que ele pode ser uma ferramenta poderosa para melhorar a eficiência, reduzir custos e aumentar a competitividade no setor (FORMOSO; ISATTO; HIRAO, 2019).

2.4.2.4. BIM (Building Information Modeling)

O Building Information Modeling (BIM) tem se consolidado como uma das principais ferramentas inovadoras no setor da construção civil, promovendo uma nova abordagem para o gerenciamento e execução de obras. O BIM não é apenas um software, mas um processo que envolve a criação de um modelo digital tridimensional que integra dados e informações sobre todos os aspectos de um projeto de construção. Este método oferece suporte em todas as fases do ciclo de vida de uma edificação, desde o planejamento até a execução e manutenção, facilitando o gerenciamento e a colaboração entre diferentes stakeholders (AZAMBUJA, 2019).

O conceito de BIM começou a ganhar popularidade no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, quando o desenvolvimento de tecnologias de CAD (Desenho Assistido por Computador) proporcionou avanços na representação gráfica de projetos. No entanto, foi apenas nos anos 2000 que o termo "Building Information Modeling" se consolidou. No Brasil, a difusão do BIM começou a se intensificar nas últimas duas décadas, com marcos importantes como a publicação do Decreto nº 10.306 de 2020, que estabeleceu o uso obrigatório de BIM em projetos públicos a partir de 2021 (SOUZA, 2020). A adoção do BIM no país tem como objetivo modernizar a indústria da construção e reduzir desperdícios (AZEVEDO, 2021).

O BIM funciona como uma plataforma colaborativa que permite a integração de todas as disciplinas envolvidas em um projeto de construção, como arquitetura, engenharia e construção (AEC). Através de um modelo digital tridimensional, é possível centralizar informações relevantes sobre o projeto, como materiais, cronogramas e custos, o que facilita a visualização, a coordenação e a tomada de decisões (SOUZA et al., 2018). Com isso, as equipes envolvidas conseguem identificar incompatibilidades ou problemas técnicos antes que eles ocorram na fase de execução, minimizando o retrabalho e otimizando os recursos disponíveis.

Na fase de execução, o BIM possibilita a gestão do progresso da obra em tempo real, permitindo ajustes rápidos em função das necessidades que surgem no decorrer do processo construtivo. Essa integração e agilidade são fundamentais para a otimização de prazos e controle de custos, aspectos muitas vezes críticos no setor de construção civil (PAIVA, 2021).

Além disso, o uso do BIM também se destaca na gestão de custos, uma vez que é possível prever orçamentos mais precisos e acompanhar as variações em tempo real, mitigando riscos financeiros e evitando desperdícios (SILVA, 2019).

Figura 12 - Áreas de influência Metodologia BIM



Fonte: Curbi

Apesar de suas vantagens, a implementação do BIM enfrenta desafios, principalmente relacionados ao custo inicial elevado para aquisição de softwares e treinamento das equipes. Pequenas e médias empresas da construção civil muitas vezes têm dificuldade de arcar com esses investimentos, o que limita sua adoção em larga escala no Brasil (CAMPOS, 2020). Além disso, a transição dos métodos tradicionais para o BIM requer uma mudança de mentalidade entre os profissionais, que precisam estar dispostos a colaborar e integrar seus conhecimentos com outras disciplinas. Isso envolve superar resistências culturais e apostar em um ambiente de trabalho mais cooperativo (SANTOS, 2019).

Outro obstáculo é a interoperabilidade entre diferentes softwares, pois nem todas as ferramentas utilizadas por projetistas, engenheiros e construtores são compatíveis, dificultando o fluxo de informações em alguns projetos (AZAMBUJA,

2019). Esse aspecto técnico pode comprometer a fluidez da comunicação e a eficiência do processo.

Finalmente, a falta de padronização na aplicação do BIM no Brasil ainda é uma barreira para seu pleno desenvolvimento. Embora o país esteja avançando com iniciativas governamentais, como a exigência do uso de BIM em obras públicas, ainda existe a necessidade de regulamentações mais robustas e de uma maior adesão por parte do setor privado (AZEVEDO, 2021).

O uso do BIM na execução de obras representa uma mudança significativa na gestão de projetos de construção civil. Ao proporcionar maior precisão, comunicação e eficiência em todas as fases do projeto, o BIM tem o potencial de transformar a forma como os empreendimentos são realizados. No entanto, a sua plena implementação depende da superação de desafios como os altos custos iniciais, a resistência cultural e a falta de padronização técnica. Com o avanço de políticas públicas e o fortalecimento de iniciativas privadas, o BIM está cada vez mais se consolidando como uma ferramenta essencial para a modernização da construção civil no Brasil (SILVA, 2019).

2.4.3. Comparação entre Métodos Tradicionais e Metodologias Ágeis

A comparação entre os métodos tradicionais de gestão de prazos e custos e as metodologias ágeis em projetos de construção civil revela diferenças significativas em relação à flexibilidade, foco no cliente e eficiência. Ambos os métodos têm suas vantagens e limitações, e a escolha entre eles depende de fatores como a complexidade do projeto, o nível de incerteza e a necessidade de adaptação ao longo do processo (MIRANDA; PINTO, 2020).

Nos métodos tradicionais, como o CPM (Critical Path Method) e o PERT (Program Evaluation and Review Technique), a gestão de prazos e custos se baseia em um planejamento rigoroso e em uma definição clara de todas as etapas do projeto desde o início (SIQUEIRA, 2018). Esses métodos seguem uma abordagem sequencial e linear, onde as atividades são estruturadas de forma detalhada e interdependente. Isso oferece uma previsibilidade maior quanto aos prazos e aos custos, mas tende a ser menos flexível diante de mudanças imprevistas. Por exemplo, alterações no escopo ou problemas com o fornecimento de materiais

podem gerar impactos significativos no cronograma e nos custos do projeto (COSTA et al., 2020).

Por outro lado, as metodologias ágeis, como Scrum, Kanban e Lean Construction, promovem uma maior adaptabilidade. O foco das metodologias ágeis está na entrega incremental e na capacidade de reagir rapidamente a mudanças, o que é particularmente útil em ambientes onde a incerteza é elevada ou o projeto está sujeito a muitas variações (FORMOSO et al., 2015). Segundo Alencar (2017), essa flexibilidade é alcançada por meio de ciclos curtos de desenvolvimento, feedback constante do cliente e o ajuste contínuo de prioridades. Isso permite que as equipes respondam de forma ágil a mudanças de cenário, ajustando o escopo e as atividades conforme necessário, sem comprometer a qualidade final do produto.

Uma das principais vantagens dos métodos ágeis é a melhoria na comunicação e na colaboração entre as equipes. Enquanto nos métodos tradicionais as decisões são frequentemente centralizadas e compartimentadas, os métodos ágeis encorajam a participação ativa de todos os envolvidos no projeto, promovendo uma cultura de colaboração contínua. O Last Planner System (LPS), uma ferramenta do Lean Construction, exemplifica essa prática ao incluir todos os stakeholders no processo de planejamento de curto prazo, aumentando a previsibilidade e reduzindo desperdícios (MEDEIROS; SILVA, 2021).

No entanto, as metodologias ágeis não são isentas de desafios. A principal dificuldade está na adoção dessa mentalidade ágil em um setor tradicionalmente conservador como a construção civil. A mudança cultural necessária para a implementação de metodologias ágeis pode ser uma barreira, uma vez que as empresas estão habituadas aos métodos tradicionais e podem resistir a práticas menos formalizadas (FORMOSO et al., 2015). Além disso, a alta variabilidade característica de obras de construção civil, como mudanças climáticas e problemas logísticos, pode dificultar a implementação de ciclos de trabalho contínuos e previsíveis, uma das premissas das metodologias ágeis.

Outro aspecto importante a considerar é a integração de novas tecnologias. Nos métodos tradicionais, a adoção de ERPs (Enterprise Resource Planning) e ferramentas de controle de cronograma como MS Project tem sido amplamente difundida para melhorar a precisão na gestão de prazos e custos (COSTA, 2020). Já nas metodologias ágeis, a integração de tecnologias como BIM (Building Information Modeling) e outras plataformas colaborativas facilita a gestão integrada dos

processos, permitindo uma maior visibilidade e controle ao longo das etapas do projeto (NASCIMENTO, 2021). A sinergia entre BIM e Lean Construction, por exemplo, tem mostrado resultados positivos na eliminação de desperdícios e no aumento da eficiência.

Em termos de custos, os métodos tradicionais oferecem uma maior previsibilidade, pois trabalham com orçamentos fixos e cronogramas bem definidos desde o início (SOUZA et al., 2019). Entretanto, as metodologias ágeis, embora possam parecer inicialmente mais incertas quanto aos custos finais, apresentam uma vantagem na capacidade de adaptar o orçamento conforme o andamento do projeto. Isso pode ser benéfico em projetos que enfrentam mudanças frequentes no escopo ou que precisam ajustar prioridades ao longo do processo (ALENCAR, 2017).

Portanto, a escolha entre métodos tradicionais e metodologias ágeis depende das características específicas de cada projeto. Projetos com baixa incerteza e um escopo bem definido podem se beneficiar dos métodos tradicionais, enquanto aqueles sujeitos a mudanças constantes e que requerem maior flexibilidade podem ser mais adequados para metodologias ágeis. Em muitos casos, uma abordagem híbrida, combinando elementos de ambas as metodologias, pode ser a solução mais eficiente, permitindo que as equipes aproveitem o melhor de cada método (COSTA et al., 2020).

2.5. Capacitação e treinamento da equipe

A capacitação e o treinamento da equipe são elementos fundamentais para o sucesso na implementação de programas, métodos e tecnologias de gestão de obras na construção civil. Historicamente, com o aumento da complexidade dos projetos e a evolução das ferramentas de gestão, a necessidade de especialização da mão de obra tornou-se cada vez mais evidente. No Brasil, esse movimento começou a se intensificar a partir das últimas décadas, quando o setor da construção civil passou a adotar tecnologias mais avançadas e práticas de gestão inspiradas em modelos internacionais, como o Lean Construction e o Building Information Modeling (BIM) (Alves et al., 2020).

O treinamento das equipes funciona como uma ferramenta para preparar os colaboradores para a utilização eficiente desses novos sistemas. A capacitação

geralmente inclui o desenvolvimento de habilidades em softwares de gestão de obras, como o MS Project, BIM, além de técnicas de planejamento e controle, como o método do caminho crítico (CPM) e o controle de prazos e custos. A implementação de programas de capacitação frequentes é essencial para garantir que as equipes estejam alinhadas com os objetivos da obra e com as expectativas em termos de eficiência e produtividade (Santos et al., 2021).

Apesar da sua importância, o treinamento e capacitação enfrentam desafios consideráveis. Entre os principais obstáculos estão a resistência à mudança e a dificuldade de equilibrar a execução dos projetos com a necessidade de treinamento. Muitas empresas ainda hesitam em investir o tempo e os recursos necessários para capacitar suas equipes de maneira contínua, o que pode impactar negativamente a eficiência dos projetos (Martins & Silva, 2019). Outro desafio está relacionado à adaptação dos trabalhadores a novas tecnologias, uma vez que muitos profissionais da construção civil possuem formação prática e, às vezes, carecem de habilidades mais técnicas, como o uso de softwares especializados (Gomes et al., 2021).

Esses desafios mostram que, embora a capacitação seja essencial para o sucesso dos projetos de construção, ela precisa ser estruturada de forma estratégica, integrando métodos práticos e tecnológicos e promovendo um ambiente de aprendizado contínuo.

2.6. Tecnologias Emergentes na Gestão de Obras (IA, etc)

As tecnologias emergentes, como a Inteligência Artificial (IA), têm transformado a gestão de obras na construção civil, promovendo inovações na maneira como projetos são planejados, executados e monitorados. A história do uso de tecnologias avançadas no setor começou com a automação de tarefas simples, como o uso de softwares para gestão de projetos, e evoluiu com a integração de tecnologias mais complexas, como a IA, Internet das Coisas (IoT) e o Building Information Modeling (BIM), que são capazes de coletar e processar grandes quantidades de dados em tempo real.

Na prática, essas tecnologias emergentes oferecem novas formas de melhorar a eficiência e a produtividade nos projetos de construção. A IA, por exemplo, pode ser usada para prever atrasos em cronogramas, otimizar o uso de recursos e melhorar a gestão de riscos. Além disso, o uso de drones para

levantamento topográfico e monitoramento de obras, sensores IoT para controlar o ambiente e o uso do BIM para integrar as várias fases do ciclo de vida do projeto, estão se tornando cada vez mais comuns. Segundo Silva (2020), "a introdução de tecnologias emergentes permite uma visão mais precisa e detalhada da obra, gerando informações valiosas para tomadas de decisão".

No entanto, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios significativos. A resistência à mudança e a falta de qualificação das equipes para operar sistemas avançados são barreiras comuns, como apontam Souza e Ferreira (2021). Outro problema é o custo elevado de implementação e a adaptação da cultura organizacional às novas ferramentas. Empresas menores podem não ter os recursos financeiros ou a expertise necessária para adotar essas tecnologias de maneira eficaz. Segundo Andrade (2022), "o sucesso da introdução de tecnologias emergentes depende não apenas da aquisição de ferramentas tecnológicas, mas também da capacitação adequada das equipes para utilizá-las".

Assim, o avanço das tecnologias emergentes na construção civil representa uma oportunidade de inovação, mas sua implementação eficaz exige planejamento, investimento em capacitação e um ambiente que favoreça a adaptação a essas novas ferramentas.

2.7. Ferramentas de comunicação e colaboração na Construção Civil

As ferramentas de comunicação e colaboração são essenciais para o sucesso de projetos de construção civil, uma vez que envolvem uma grande diversidade de equipes, fornecedores, clientes e outras partes interessadas. O uso de tais ferramentas na construção civil tem suas raízes no advento das tecnologias digitais, que facilitaram a troca de informações em tempo real e o trabalho colaborativo. A construção civil, historicamente marcada pela complexidade e fragmentação dos processos, foi beneficiada pela implementação dessas tecnologias, otimizando a coordenação e gestão de obras.

Essas ferramentas geralmente incluem softwares de comunicação instantânea, plataformas de gestão de projetos colaborativos e soluções integradas que permitem a atualização e visualização de dados em tempo real. Exemplos incluem plataformas como Slack, Microsoft Teams, Trello, Asana e soluções mais especializadas para a construção civil, como o BIM 360 da Autodesk. Essas ferramentas permitem que engenheiros, arquitetos, gestores de obras e demais

envolvidos possam compartilhar informações, revisar projetos, fazer alterações e manter o cronograma em dia, tudo de forma colaborativa. Além disso, elas promovem a integração entre as diferentes partes da obra, tornando a comunicação mais fluida e minimizando erros, retrabalhos e atrasos (ALMEIDA; COSTA, 2020).

No entanto, a implementação de ferramentas de comunicação e colaboração na construção civil enfrenta alguns desafios. Um dos principais desafios é a resistência à mudança, uma vez que muitos profissionais ainda estão acostumados a métodos tradicionais de gestão e comunicação, como o uso de e-mails e reuniões presenciais. Além disso, a capacitação adequada da equipe para o uso dessas ferramentas é uma questão crítica. Segundo Lima e Silva (2019), a falta de treinamento contínuo pode limitar o potencial das tecnologias colaborativas, afetando o desempenho geral da equipe. Outro desafio envolve a integração das ferramentas com outros sistemas usados na obra, como softwares de gestão de prazos e custos, o que exige compatibilidade e uma estrutura tecnológica adequada.

Portanto, apesar de promoverem eficiência e colaboração, as ferramentas de comunicação e colaboração na construção civil dependem de uma cultura organizacional disposta a adotar novas tecnologias e de um investimento adequado em treinamento e capacitação, para que seu uso possa ser realmente eficaz. Como apontam Santos e Oliveira (2020), "a eficácia das ferramentas de comunicação está diretamente ligada à capacitação das equipes e ao alinhamento organizacional para uma transição tecnológica bem-sucedida".

2.7.1. Indicadores KPI na Gestão de Obras

Os Indicadores Chave de Desempenho (Key Performance Indicators - KPIs) surgiram no âmbito da gestão de negócios como uma ferramenta crucial para medir o desempenho e o sucesso de processos, departamentos e projetos. Na construção civil, o uso de KPIs foi inicialmente adaptado a partir da indústria manufatureira e de projetos, tendo ganhado espaço nas últimas décadas como uma estratégia eficaz de monitoramento e controle das diversas variáveis que impactam o andamento de uma obra. A partir da década de 1990, com o aumento da complexidade dos projetos de construção e a maior necessidade de alinhamento entre prazos, custos e qualidade, os KPIs se tornaram mais difundidos no setor (ALMEIDA; LIMA, 2019).

Esses indicadores funcionam como métricas quantitativas e qualitativas que auxiliam gestores e equipes a monitorar, em tempo real, o desempenho de diversos aspectos de uma obra, como a produtividade da mão de obra, o controle de custos, a qualidade das entregas e a aderência ao cronograma. Por exemplo, KPIs como o índice de variação de prazos (Schedule Performance Index - SPI) e o índice de variação de custos (Cost Performance Index - CPI) são amplamente utilizados para avaliar se o projeto está dentro dos prazos e orçamentos planejados. Além disso, indicadores como o percentual de conclusão da obra, a taxa de retrabalho e a produtividade por equipe são essenciais para monitorar a eficiência operacional e a entrega de resultados (CARVALHO; PEREIRA, 2020).

Figura 13 - Indicador SPI

Valor do SPI	Representação
= 1,0	Projeto Avança como planejado
> 1,0	Projeto Avança mais rápido que o planejado (adiantado)
< 1,0	Projeto Avança mais lento que o planejado (atrasado)

Fonte: O autor

Figura 14 - Indicador CPI

Valor do CPI	Representação
= 1,0	Projeto segue conforme o orçamento
> 1,0	Projeto segue abaixo do orçamento (positivo)
< 1,0	Projeto segue acima do orçamento (negativo)

Fonte: O autor

O funcionamento dos KPIs na gestão de obras está relacionado ao estabelecimento de metas claras desde o início do projeto. Cada KPI deve ser cuidadosamente escolhido para refletir aspectos críticos do desempenho que, se não monitorados adequadamente, podem impactar negativamente o sucesso da obra. Assim, os KPIs são definidos com base nos objetivos estratégicos da obra, em fatores como custos, tempo, qualidade, segurança e sustentabilidade. Com o uso de softwares de gestão de obras e ferramentas digitais, os KPIs são atualizados de forma automática, permitindo um acompanhamento mais dinâmico e preciso (MARTINS; SILVA, 2021).

No entanto, a implementação de KPIs na gestão de obras apresenta desafios significativos. Entre os principais desafios está a escolha dos indicadores mais apropriados para o projeto em questão, o que requer um entendimento profundo dos

processos e das metas da obra. A definição de metas irrealistas ou a seleção de KPIs irrelevantes pode levar a uma leitura incorreta do desempenho do projeto, o que compromete a tomada de decisão. Outro desafio está relacionado à coleta de dados precisos e confiáveis, uma vez que os KPIs dependem de informações em tempo real para serem eficazes. Segundo Pereira e Santos (2018), “a coleta de dados fragmentada e não padronizada nas obras brasileiras ainda representa um grande obstáculo para o pleno uso de KPIs”. Além disso, é essencial treinar as equipes para que compreendam a importância dos KPIs e saibam utilizá-los de forma estratégica.

Por fim, as limitações do uso de KPIs na construção civil também estão ligadas à resistência cultural e à falta de integração entre os sistemas de gestão de obras. Muitas empresas ainda enfrentam dificuldades em criar uma cultura orientada a dados e desempenho, o que limita o potencial dos KPIs como ferramentas de melhoria contínua. Entretanto, a adoção de KPIs pode trazer uma visão mais clara do progresso da obra, contribuindo para uma gestão mais eficiente e para a mitigação de riscos (SOUZA; CARDOSO, 2020).

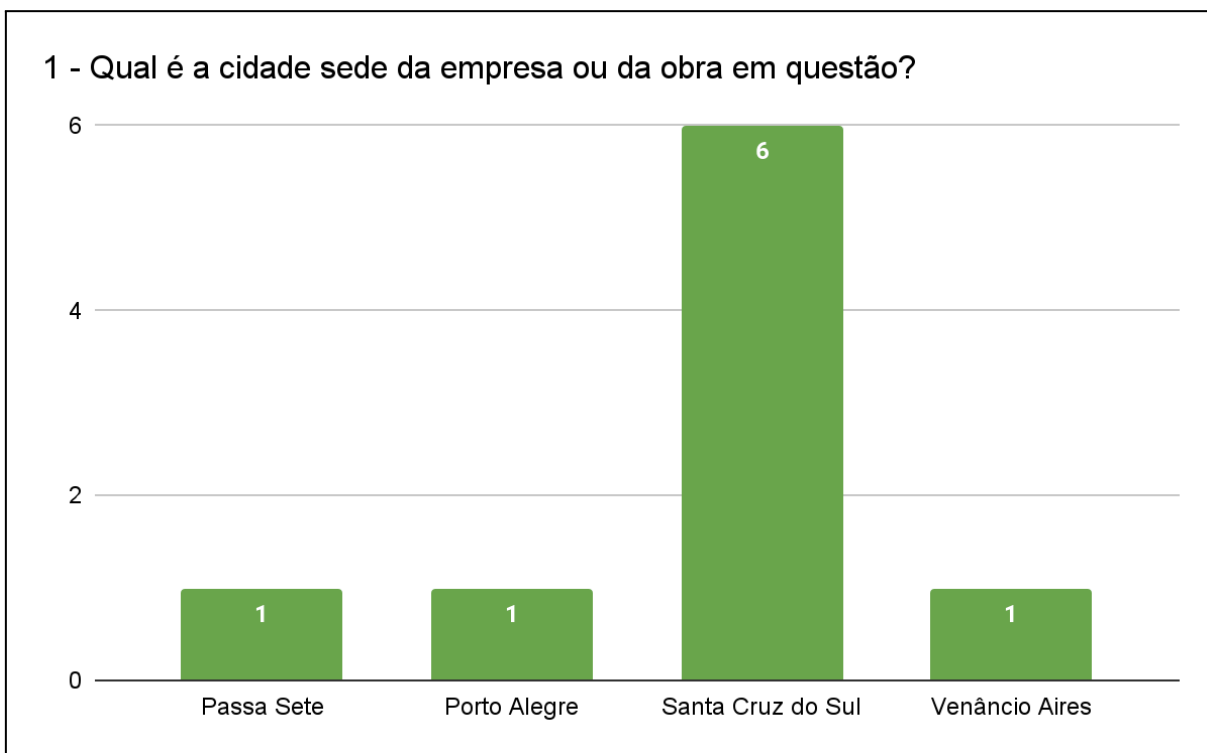
3. PESQUISA

Para compreender de que forma as construtoras estão gerenciando suas obras no estado do Rio Grande do Sul, foi realizada uma pesquisa abrangendo diversas empresas, com foco na região de Santa Cruz do Sul e sua proximidade. A pesquisa buscou investigar as práticas atuais de gerenciamento de obras, com o intuito de identificar a visão dessas empresas em relação ao tema, métodos predominantes e as ferramentas utilizadas no controle de prazos, custos e recursos. Este estudo também procurou avaliar o grau de adoção de inovações, como metodologias ágeis e sistemas de integração digital, em contraste com práticas tradicionais de gestão.

3.1. Metodologia de pesquisa

A metodologia adotada para este estudo envolve a revisão bibliográfica de fontes acadêmicas e a coleta de dados qualitativos e quantitativos. Por meio de uma pesquisa com algumas construtoras, pretende-se proporcionar uma visão abrangente e aprofundada dos métodos tradicionais de gestão de prazos e custos, bem como das metodologias ágeis, visando a compreensão dos seus impactos no contexto da construção civil.

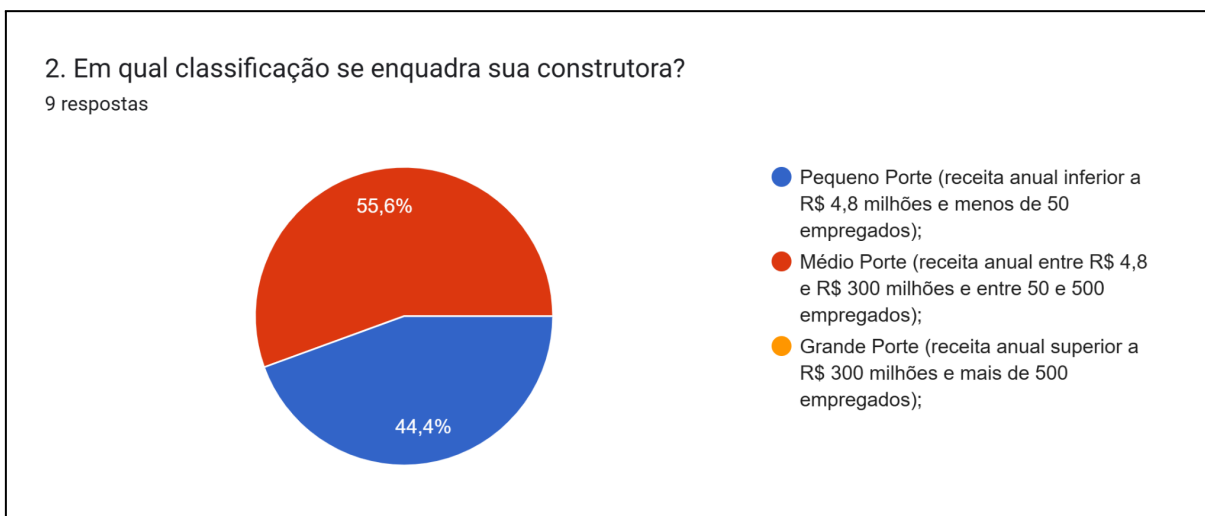
A pesquisa contou com a participação de nove empresas localizadas no estado do Rio Grande do Sul. Entre as participantes, uma é da cidade de Passa Sete, outra de Venâncio Aires, e uma de Porto Alegre, na qual já realizou obras em Santa Cruz do Sul e região. As outras seis empresas que contribuíram para o estudo estão situadas em Santa Cruz do Sul.

Gráfico 1 - Identificação das cidades das empresas participantes

Fonte: O autor. 2024.

O Gráfico 2 apresentado abaixo demonstra a classificação das empresas que participaram da pesquisa com base no seu porte. Entre as sete construtoras, 44,4% foram classificadas como de pequeno porte, ou seja, aquelas com receita anual inferior a R\$ 4,8 milhões e menos de 50 empregados. O restante, equivalente a 55,6%, correspondeu a empresas de médio porte, com receita anual entre R\$ 4,8 milhões e R\$ 300 milhões, empregando entre 50 e 500 trabalhadores. Nenhuma empresa de grande porte participou da pesquisa. Esses dados indicam que as empresas envolvidas são de porte médio e baixo porte, o que reflete as características predominantes da região onde a pesquisa foi realizada.

Gráfico 2 - Identificação do porte das empresas participantes



Fonte: O autor. 2024.

3.2. Perguntas sobre Gerenciamento de Prazos e Custos na construção Civil

A pergunta representada na figura 15, teve como objetivo principal compreender as metodologias utilizadas para o controle do cronograma da obra. A pergunta foi: Como é feito o controle do cronograma da obra pela sua empresa? As opções de resposta apresentadas às construtoras incluíam desde métodos tradicionais, como o controle manual em papel, até softwares especializados para gestão de projetos, como o MS Project e o Primavera P6.

Figura 15 - Como é feito o controle do cronograma da obra pela sua empresa?

2. Como é feito o controle do cronograma da obra pela sua empresa?

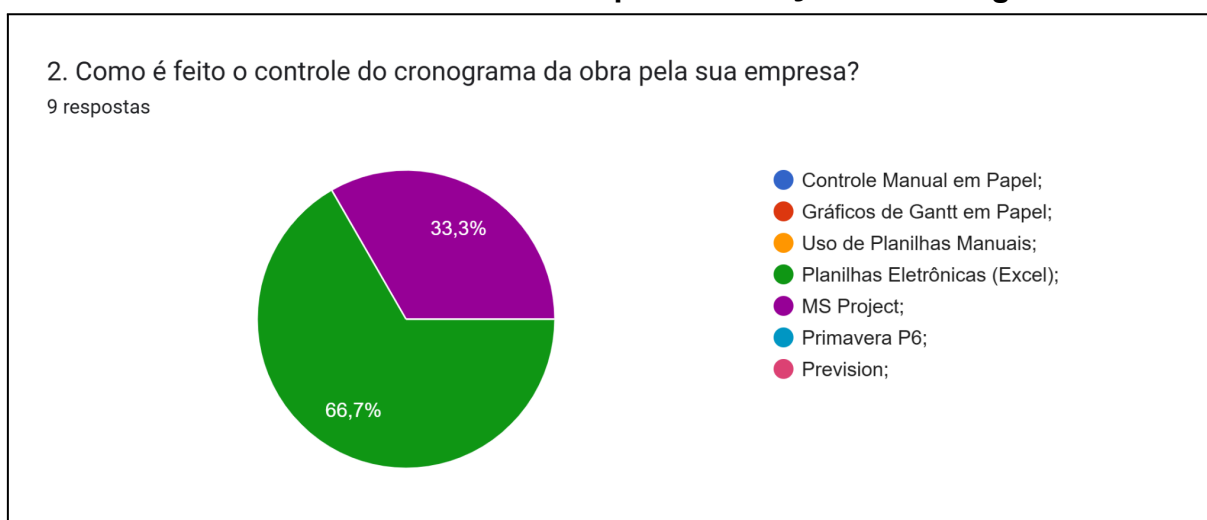
- Controle Manual em Papel;
- Gráficos de Gantt em Papel;
- Uso de Planilhas Manuais;
- Planilhas Eletrônicas (Excel);
- MS Project;
- Primavera P6;
- Prevision;
- Outros...

Fonte: O autor.

O Gráfico 3 revela como as empresas participantes da pesquisa realizam o controle de seus cronogramas de obras. Observa-se que a maioria, representando 66,7% das respostas, utiliza planilhas eletrônicas, como o Excel, para gerenciar o cronograma. Esse método é amplamente adotado devido à sua acessibilidade e flexibilidade para ajustes manuais.

Já 33,3% das construtoras preferem o uso do software MS Project. O Excel, como mencionado, oferece flexibilidade e é amplamente acessível, sendo uma ferramenta prática para pequenas e médias empresas. No entanto, o MS Project, que é adotado por uma parcela significativa das empresas, é um software mais robusto, permitindo um controle mais detalhado e automatizado dos cronogramas. Ele oferece funcionalidades avançadas de planejamento, acompanhamento de progresso e gestão de recursos, o que indica que essas empresas buscam um maior controle e eficiência em seus projetos.

Gráfico 3 - Ferramenta utilizada para realização do cronograma



Fonte: O autor. 2024.

Na pergunta seguinte, como é apresentado na figura 16, a pesquisa teve como objetivo principal compreender a frequência com que as empresas atualizam seus cronogramas. A pergunta foi: Com que frequência o cronograma é revisado e atualizado durante a execução da obra? As opções de resposta apresentadas às construtoras incluíam desde atualizações diárias até revisões semestrais, permitindo identificar as práticas mais comuns no setor.

Figura 16 - Com que frequência o cronograma é revisado e atualizado durante a execução da obra?

3. Com que frequência o cronograma é revisado e atualizado durante a execução da obra?

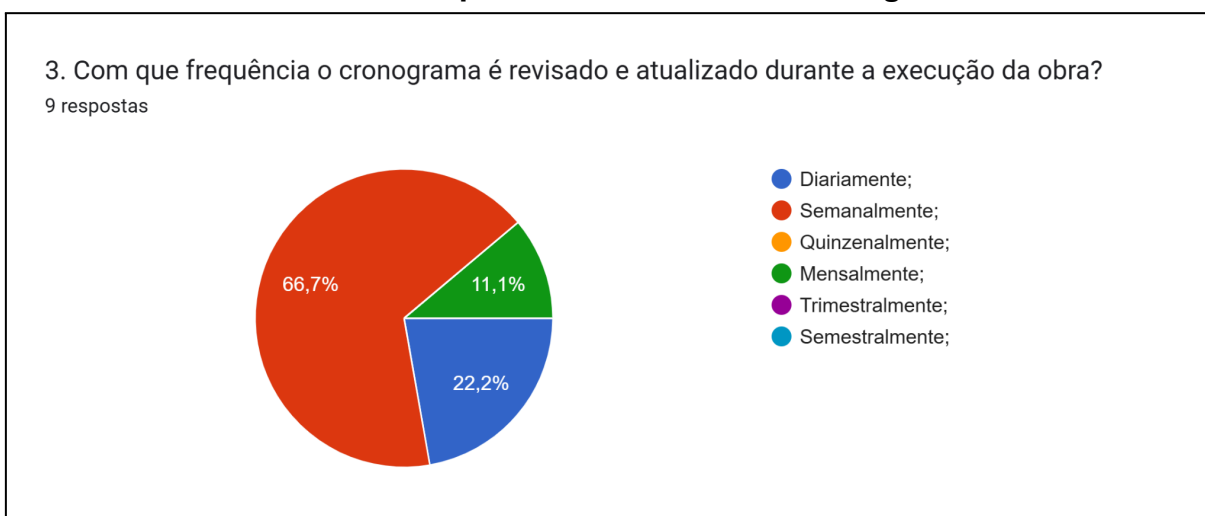
- Diariamente;
- Semanalmente;
- Quinzenalmente;
- Mensalmente;
- Trimestralmente;
- Semestralmente;
- Outros...

Fonte: O autor.

A análise do Gráfico 4 revela a frequência com que as construtoras revisam e atualizam seus cronogramas durante a execução das obras. A maior parte das empresas, 66,7%, realiza essa revisão semanalmente, o que indica uma preocupação constante com o acompanhamento do andamento das obras, garantindo que possíveis desvios ou atrasos sejam identificados e corrigidos em tempo hábil.

Outras 22,2% das empresas fazem a revisão diariamente, o que demonstra um nível ainda mais elevado de controle e monitoramento, possivelmente devido à complexidade dos projetos ou à necessidade de ajustes rápidos em ambientes de construção dinâmicos. Já 11,1% das construtoras optam por uma revisão mensal, o que pode ser adequado para projetos de menor porte ou com cronogramas mais estáveis.

A ausência de respostas para revisões quinzenais, trimestrais ou semestrais indica que as empresas compreendem a importância de revisões frequentes para manter o controle dos prazos e custos, adaptando-se rapidamente às mudanças durante a execução dos projetos.

Gráfico 4 - Frequência de revisão do cronograma

Fonte: O autor. 2024.

Na sequência, a pergunta presente na figura 17, teve como objetivo compreender as ferramentas e metodologias utilizadas para o controle dos custos da obra. O questionamento foi: Como é feito o controle dos custos da obra pela sua empresa? As opções de resposta apresentadas às construtoras incluíam desde métodos tradicionais, como o uso de folhas de papel e calculadoras, até softwares especializados para gestão de custos, como Sienge e Totvs, permitindo identificar a diversidade de práticas existentes no setor.

Figura 17 - Como é feito o controle dos custos da obra pela sua empresa?

4. Como é feito o controle dos custos da obra pela sua empresa?

- Uso de Folhas de Papel e Calculadoras;
- Planilhas Eletrônicas (Excel);
- Sienge;
- Totvs;
- Mega Construção;
- Prevision;
- Builder;
- Outros...

Fonte: O autor.

O Gráfico 5 apresenta como essas construtoras realizam o controle dos custos de suas obras, destacando a diversidade de ferramentas e softwares utilizados no setor. A ferramenta mais utilizada, de acordo com o gráfico, é o uso de Planilhas Eletrônicas (Excel), com 44,4% das respostas. Isso demonstra que, apesar dos avanços tecnológicos e da disponibilidade de softwares especializados, o Excel continua sendo uma ferramenta popular devido à sua flexibilidade, facilidade de uso e baixo custo. No entanto, o uso de planilhas pode ser limitado em termos de automação e integração com outros sistemas, especialmente em obras maiores e mais complexas.

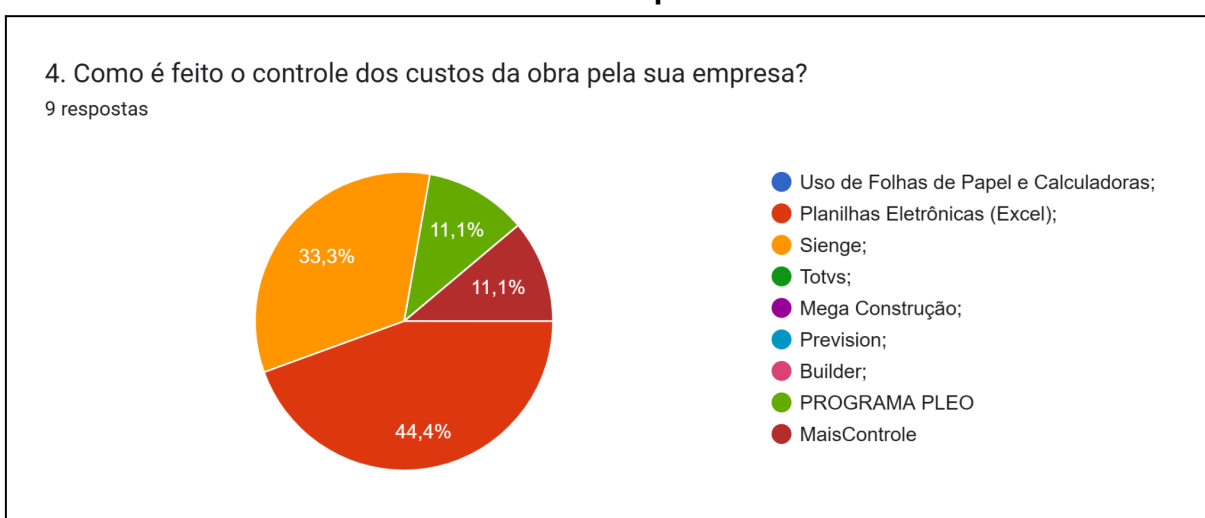
Em segundo lugar, com 33,3% das respostas, está o Sienge, um software especializado para a gestão de obras e projetos de construção civil. O Sienge é amplamente utilizado no Brasil por sua capacidade de integrar diversas áreas de um projeto, como planejamento, controle de custos, compras e estoque. A popularidade do Sienge reflete a necessidade das empresas de buscarem ferramentas mais completas e voltadas especificamente para o setor.

Empatados, com 11,1% das respostas cada, estão os programas Pleo e Mais Controle. O que demonstra a utilização de softwares com um maior grau de autonomização e especialização na área em comparação por exemplo do controle feito no Excel, mas um pouco inferior ao se comparar por exemplo com o Sienge que é um software de ERP que tem como função integrar todos os processos de uma organização em uma única plataforma, facilitando o fluxo de informações e a tomada de decisões.

Essa análise demonstra que, embora haja uma tendência de adoção de softwares especializados, como o Sienge, ainda existe uma forte presença de métodos mais tradicionais, como o Excel. Isso pode refletir a diversidade do setor da construção civil, onde diferentes empresas têm necessidades e capacidades distintas em termos de recursos tecnológicos e financeiros.

Além disso, vale notar que não houve respostas indicando o uso de outras ferramentas, como Prevision ou Builder, o que sugere que, entre as empresas pesquisadas, essas ferramentas ainda não têm uma grande penetração no mercado. Esse cenário pode mudar à medida que as empresas busquem cada vez mais soluções que automatizam e integrem suas operações para aumentar a eficiência e a precisão no controle de custos.

Gráfico 5 - Ferramenta utilizada para o controle de custos



Fonte: O autor. 2024.

Desvios orçamentários são eventos comuns em projetos de construção civil e podem comprometer a rentabilidade da obra. A forma como as empresas lidam com

esses desvios é crucial para minimizar seus impactos e garantir o sucesso do empreendimento. Neste contexto, a pergunta da figura 18 teve como objetivo principal compreender as estratégias utilizadas para lidar com os desvios orçamentários. A pergunta foi: Como a empresa trata os desvios orçamentários? As opções de resposta apresentadas às construtoras incluíam desde a reavaliação e ajuste do orçamento até a aceitação do prejuízo, permitindo identificar as diferentes abordagens adotadas pelas empresas para enfrentar essa situação.

Figura 18 - Como a empresa trata os desvios orçamentários?

5. Como a empresa trata os desvios orçamentários?

- Reavaliação e ajuste no orçamento;
- Redução de escopo ou qualidade;
- Negociação com fornecedores;
- Aceitação de prejuízo
- Outros...

Fonte: O autor.

O Gráfico 6 traz uma análise das estratégias adotadas por diferentes empresas de construção civil para lidar com desvios orçamentários em suas obras. Foram identificadas diferentes abordagens que evidenciam várias maneiras distintas de corrigir ou mitigar os impactos financeiros de tais desvios.

A maioria das empresas, representando 66,7% das respostas, opta pela estratégia de reavaliação e ajuste no orçamento. Isso indica que essas empresas tendem a revisar o orçamento inicialmente previsto para o projeto, realocando recursos e ajustando metas financeiras. Essa abordagem é comum em projetos de construção, onde o planejamento orçamentário precisa ser flexível para acomodar imprevistos, como aumentos nos preços de materiais ou mudanças no escopo do projeto. A reavaliação e ajuste no orçamento também pode envolver a redefinição de prioridades para garantir que o projeto seja concluído dentro das novas condições financeiras.

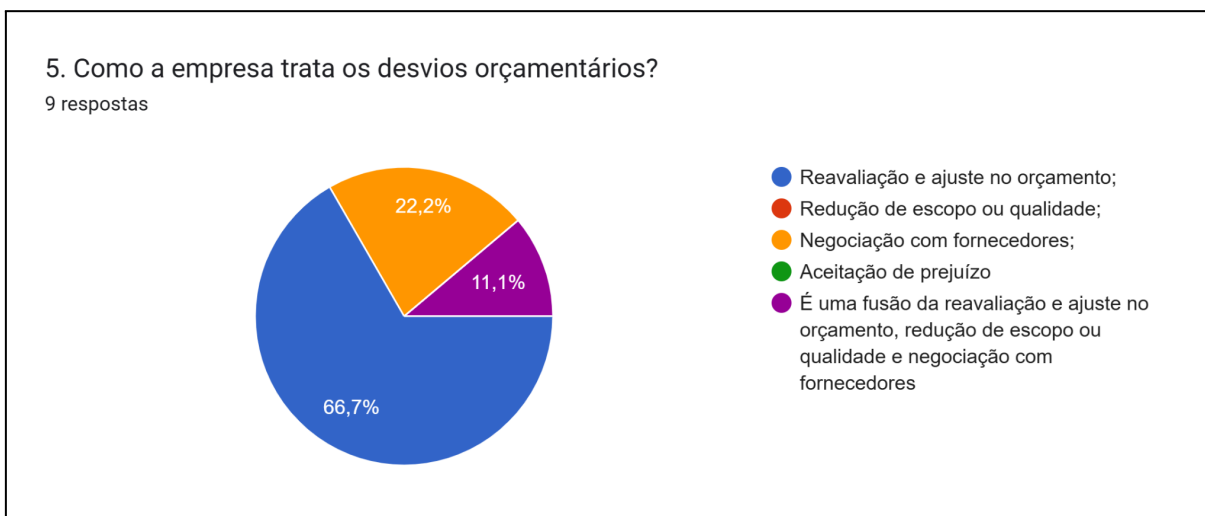
11,1% das empresas apontam que lidam com os desvios orçamentários por meio de uma fusão de estratégias, que inclui a reavaliação e ajuste no orçamento, redução de escopo ou qualidade e negociação com fornecedores. Isso reflete um esforço das empresas em equilibrar os diferentes aspectos do projeto, ajustando custos, escopo e negociando melhores condições com fornecedores para mitigar o impacto financeiro.

Ainda 22,2% das empresas preferem lidar com desvios orçamentários por meio de negociação com fornecedores. Esta estratégia envolve a renegociação de contratos, buscando melhores preços ou condições de pagamento, a fim de reduzir o impacto dos aumentos de custo e manter o projeto dentro do orçamento planejado. Essa abordagem pode ser uma solução eficaz quando os fornecedores estão dispostos a colaborar, mas pode não ser viável em todas as situações.

Não houve menção, no gráfico, à aceitação de prejuízos ou ao uso isolado de outras estratégias, como a redução de escopo ou qualidade sem combinar com outras medidas. Isso sugere que as empresas, em sua maioria, preferem tentar soluções que envolvam renegociações e ajustes em vez de simplesmente reduzir a qualidade ou absorver prejuízos.

Em resumo, a análise do gráfico demonstra que as empresas tendem a adotar estratégias equilibradas e flexíveis para lidar com desvios orçamentários, com ênfase na reavaliação do orçamento e, em alguns casos, buscando renegociar com fornecedores para minimizar o impacto financeiro. Essas abordagens evidenciam a importância de uma gestão de custos ativa e adaptável no contexto de projetos de construção.

Gráfico 6 - Linha de tomada de decisão para desvios orçamentários



Fonte: O autor. 2024.

3.3. Perguntas para Identificar Panorama de Conhecimento e Utilização de alguns Métodos e Metodologias de Gestão de Obras

Os próximos cinco gráficos referem-se a uma análise sobre o panorama de conhecimento e utilização de alguns métodos e metodologias de gestão de obras pelas construtoras participantes da pesquisa. As questões abordadas envolvem a familiaridade e a aplicação de ferramentas e abordagens consagradas na gestão de projetos na construção civil, como Lean Construction, gráfico de Gantt, método do Caminho Crítico (CPM), orçamentação por Itens (Bottom-Up Estimating) e Curva-S. Esses gráficos proporcionam uma visão abrangente sobre o grau de adoção dessas metodologias.

Para avaliar a disseminação e a aplicação da metodologia Lean Construction nas empresas do setor, a pergunta da figura 19 apresentou as seguintes alternativas: Tenho conhecimento e utilizo; Tenho conhecimento, mas não utilizo; Não tenho conhecimento. Essa pergunta buscava identificar o nível de conhecimento e aplicação da metodologia pelas empresas, permitindo analisar a sua importância e o impacto na gestão das obras.

Figura 19 - Lean Construction

- Lean Construction

Tenho conhecimento e utilizo;

Tenho conhecimento, mas não utilizo;

Não tenho conhecimento.

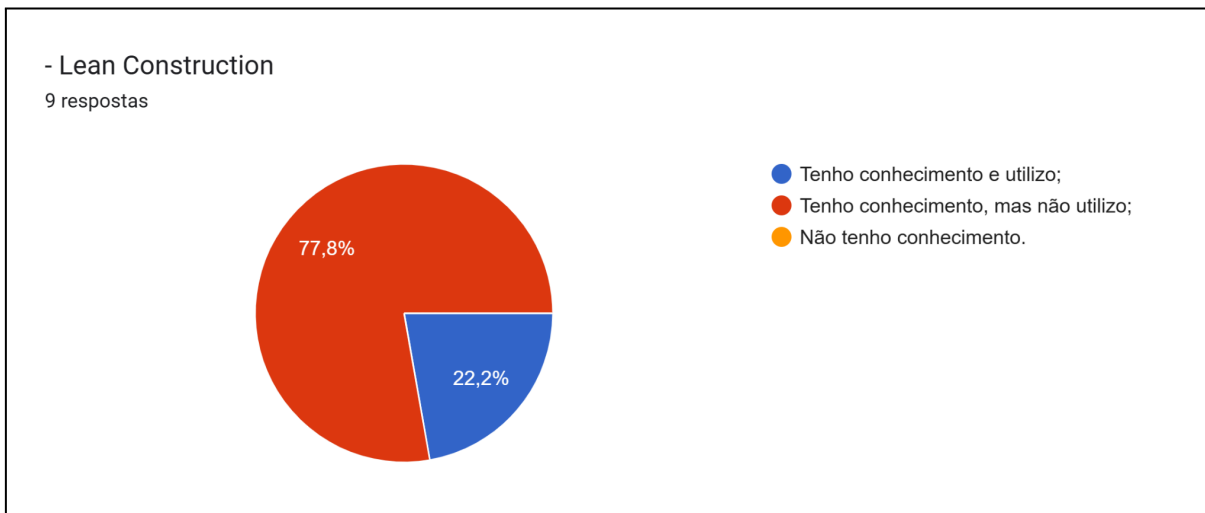
Fonte: O autor.

O Gráfico 7 apresentado oferece uma visão sobre o conhecimento e a utilização da metodologia Lean Construction pelas construtoras. De acordo com o gráfico, 22,2% das empresas afirmam que têm conhecimento e utilizam a metodologia Lean Construction em suas operações. Isso demonstra que uma parcela das construtoras já reconhece os benefícios dessa abordagem e a aplica em seus processos. Empresas que adotam o Lean Construction tendem a melhorar a produtividade, reduzir custos e entregar projetos com mais previsibilidade, além de aprimorar a gestão de recursos e minimizar desperdícios durante a construção.

Por outro lado, a maior parte das empresas, representando 77,8%, indica que tem conhecimento, mas não utiliza a metodologia. Esse dado sugere que, embora o Lean Construction seja amplamente conhecido, sua implementação ainda enfrenta barreiras nas construtoras pesquisadas.

Não há empresas que declararam não ter conhecimento sobre a metodologia, o que indica que o Lean Construction já alcançou um certo nível de reconhecimento no setor da construção civil. No entanto, a diferença entre conhecimento e aplicação prática demonstra a necessidade de maior incentivo ou suporte para a adoção desse método, seja por meio de treinamentos, investimentos em capacitação, ou exemplos de sucesso prático que motivem as empresas a incorporar essas práticas.

Gráfico 7 - Panorama de conhecimento e utilização da metodologia Lean Construction



Fonte: O autor. 2024.

Para avaliar a disseminação e a aplicação do método do Gráfico de Gantt nas empresas do setor, a pergunta da figura 20 apresentou as seguintes alternativas: Tenho conhecimento e utilizo; Tenho conhecimento, mas não utilizo; Não tenho conhecimento. Essa pergunta buscava identificar o nível de conhecimento e aplicação da metodologia pelas empresas, permitindo analisar a sua importância e o impacto na gestão das obras.

Figura 20 - Gráfico de Gantt

- Gráfico de Gantt

Tenho conhecimento e utilizo;

Tenho conhecimento, mas não utilizo;

Não tenho conhecimento.

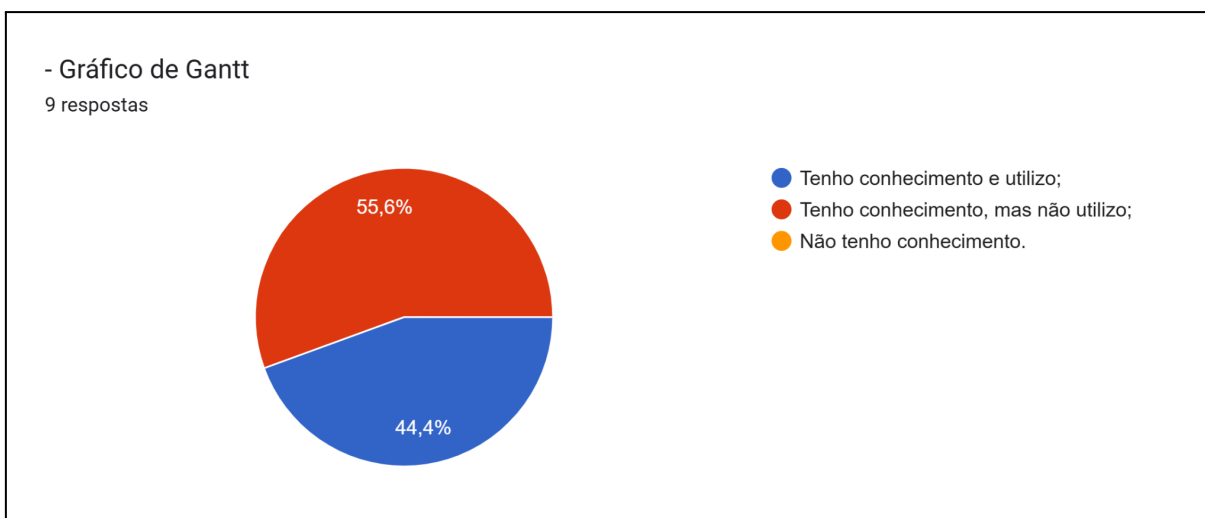
Fonte: O autor.

O Gráfico 8 mostra a relação entre o conhecimento e a utilização do Gráfico de Gantt. Dos respondentes, 55,6% afirmam que conhecem o Gráfico de Gantt, mas não o utilizam. Isso indica que mais da metade das construtoras está ciente da ferramenta, mas, por diferentes razões, opta por não integrá-la em seus processos

de gestão. Esse cenário pode sugerir a existência de barreiras práticas ou preferência por outras ferramentas de controle de cronogramas.

Por outro lado, 44,4% das construtoras relataram que conhecem e utilizam o Gráfico de Gantt em suas atividades. Esse percentual é significativo, pois demonstra que quase metade das empresas reconhece o valor dessa metodologia para o planejamento e monitoramento das atividades da obra.

Gráfico 8 - Panorama de conhecimento e utilização do método do Gráfico de Gantt



Fonte: O autor. 2024.

Para avaliar a disseminação e a aplicação do método do Caminho Crítico (CPM) nas empresas do setor, a pergunta da figura 21 apresentou as seguintes alternativas: Tenho conhecimento e utilizo; Tenho conhecimento, mas não utilizo; Não tenho conhecimento. Essa pergunta buscava identificar o nível de conhecimento e aplicação da metodologia pelas empresas, permitindo analisar a sua importância e o impacto na gestão das obras.

Figura 21 - Método do Caminho Crítico (CPM)

- Método do Caminho Crítico (CPM - Critical Path Method)

Tenho conhecimento e utilizo;

Tenho conhecimento, mas não utilizo;

Não tenho conhecimento.

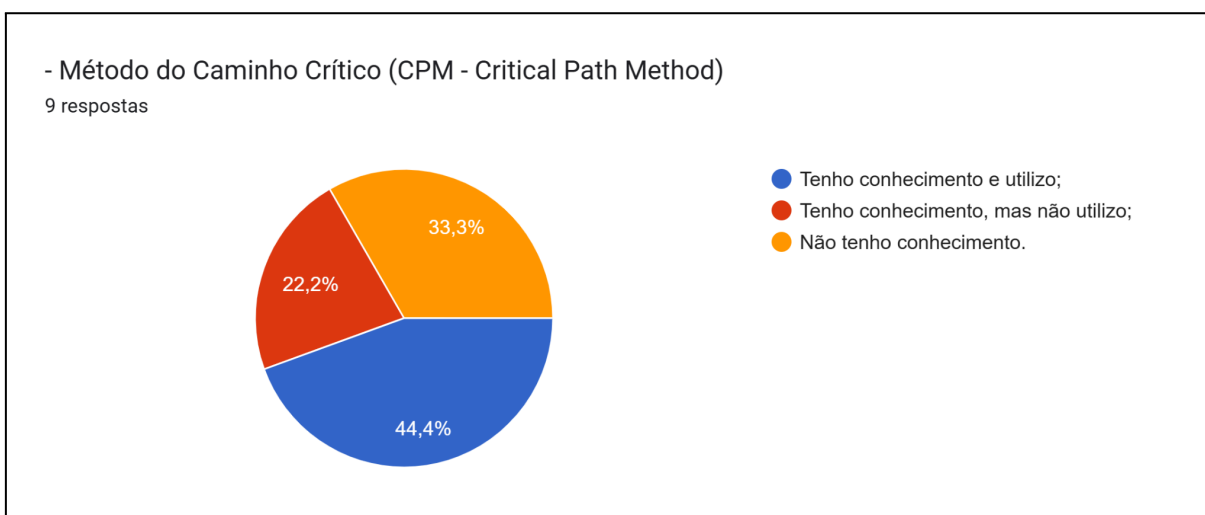
Fonte: O autor.

O Gráfico 9 sobre o Método do Caminho Crítico (CPM - Critical Path Method) mostra como as construtoras se posicionam em relação ao conhecimento e utilização desse método. Entre os respondentes, 44,4% das construtoras afirmam que conhecem e utilizam o CPM. Esse grupo representa uma parcela relevante do mercado, o que demonstra a aplicação prática do método por uma parte significativa das empresas, que compreendem a relevância do CPM para identificar as atividades críticas e gerenciar prazos de forma mais eficaz, evitando atrasos.

Por outro lado, 22,2% das construtoras indicam que conhecem o método, mas não o utilizam em suas rotinas de trabalho. Essa fatia revela que, embora haja conhecimento técnico sobre o CPM, sua aplicação não é generalizada. As razões para essa discrepância podem variar, desde a complexidade percebida do método, até a falta de familiaridade para sua implementação.

Além disso, 33,3% dos respondentes afirmam que não possuem conhecimento sobre o CPM. Isso indica que uma parte das construtoras ainda não tem contato com essa metodologia, o que pode sugerir uma lacuna no treinamento e capacitação dos profissionais do setor.

Gráfico 9 - Panorama de conhecimento e utilização do método do Caminho Crítico CPM



Fonte: O autor. 2024.

Para avaliar a disseminação e a aplicação do método de Orçamentação por itens (Bottom-Up Estimating) nas empresas do setor, a pergunta da figura 22 apresentou as seguintes alternativas: Tenho conhecimento e utilizo; Tenho

conhecimento, mas não utilizo; Não tenho conhecimento. Essa pergunta buscava identificar o nível de conhecimento e aplicação da orçamentação pelas empresas, permitindo analisar a sua importância na gestão dos custos dos projetos.

Figura 22 - Orçamentação por itens (Bottom-Up Estimating)

- Orçamentação por Itens (Bottom-Up Estimating)

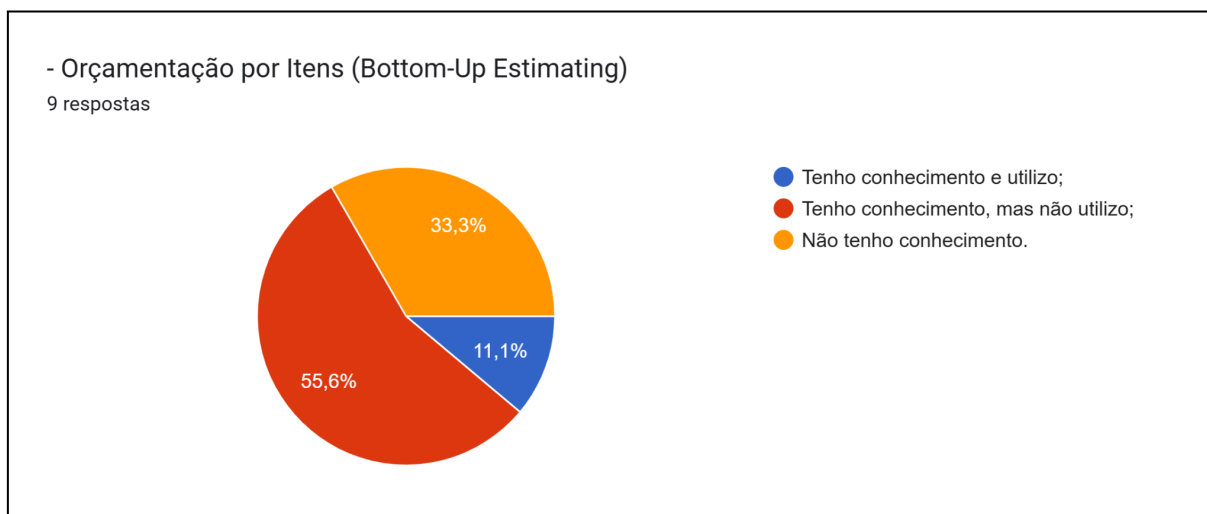
- Tenho conhecimento e utilizo;
- Tenho conhecimento, mas não utilizo;
- Não tenho conhecimento.

Fonte: O autor.

O Gráfico 10 apresenta um panorama sobre o nível de conhecimento e utilização da orçamentação por itens (Bottom-Up Estimating). A maioria, 55,6%, respondeu que "tem conhecimento, mas não utiliza". Esse dado sugere que, embora o método seja conhecido, ele pode não ser aplicado devido a fatores como a complexidade da técnica, a falta de ferramentas apropriadas, ou talvez por se considerarem eficientes os métodos já utilizados pelas empresas.

Apenas 11,1% das construtoras afirmaram que "têm conhecimento e utilizam". Esse grupo compreende que esse método oferece um orçamento com maior precisão, visto que o Bottom-Up Estimating permite a elaboração de orçamentos detalhados, partindo da decomposição de cada componente do projeto. Além disso, outros 33,3% declararam que "não têm conhecimento" dessa metodologia, o que aponta para uma lacuna na disseminação do método.

Gráfico 10 - Panorama de conhecimento e utilização do método de orçamentação por Itens (Bottom-Up Estimating)



Fonte: O autor. 2024.

Para avaliar a disseminação e a aplicação da Curva S nas empresas do setor, a pergunta da figura 23 apresentou as seguintes alternativas: Tenho conhecimento e utilizo; Tenho conhecimento, mas não utilizo; Não tenho conhecimento. Essa pergunta buscava identificar o nível de conhecimento e aplicação da metodologia pelas empresas, permitindo analisar a sua importância e o impacto na gestão das obras.

Figura 23 - Curva-S

- Curva-S

Tenho conhecimento e utilizo;

Tenho conhecimento, mas não utilizo;

Não tenho conhecimento.

Fonte: O autor.

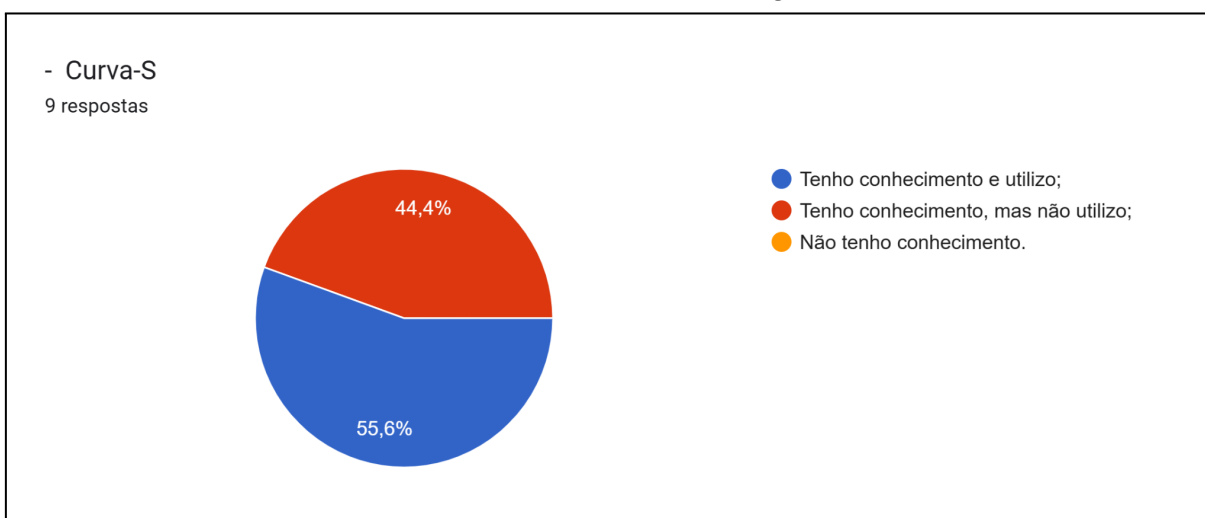
O Gráfico 11 sobre o conhecimento e utilização da Curva-S revela um cenário promissor quanto à adoção desse método. De acordo com os dados, 55,6% das construtoras responderam que têm conhecimento e utilizam a Curva-S. Esse resultado é positivo, uma vez que demonstra que a maioria das empresas está

aplicando uma ferramenta amplamente reconhecida pela sua eficácia no acompanhamento de cronogramas e custos de projetos.

Por outro lado, 44,4% das construtoras indicaram que têm conhecimento sobre a Curva-S, mas não a utilizam. Esse percentual revela que, embora a metodologia seja conhecida, quase metade das empresas opta por não implementá-la. As razões para essa decisão podem variar, incluindo fatores como a falta de recursos tecnológicos ou humanos para gerenciar a aplicação da ferramenta, ou até mesmo a percepção de que a complexidade da Curva-S não justifica sua adoção em determinados projetos.

Nenhuma construtora, porém, indicou "não ter conhecimento" da Curva-S, o que evidencia que a metodologia é amplamente conhecida no setor. Esse panorama sugere que o desafio não está na disseminação do conhecimento, mas sim na implementação prática da metodologia, indicando uma oportunidade de capacitação e maior integração de ferramentas tecnológicas que facilitem seu uso.

Gráfico 11 - Panorama de conhecimento e utilização do método da Curva-S



Fonte: O autor. 2024.

3.4. Perguntas sobre Investimentos e Desafios na Implementação de Melhorias na Gestão de Obras

A gestão eficaz de obras é fundamental para o sucesso de um empreendimento na construção civil. Um dos aspectos cruciais desse processo é o investimento em recursos humanos e tecnológicos para garantir a qualidade, o cumprimento de prazos e a otimização dos custos. Para avaliar o nível de investimento das empresas no gerenciamento de obras, a figura 24 apresenta a

seguinte pergunta: Qual a faixa de porcentagem que sua empresa investe anualmente em gerenciamento de obras (em termos percentuais do orçamento total do projeto ou em valores absolutos)? Essa pergunta buscava identificar o quanto as empresas destinam para as atividades de gerenciamento, permitindo analisar a relação entre o investimento e os resultados obtidos nos projetos.

Figura 24 - Qual a faixa de porcentagem que sua empresa investe anualmente em gerenciamento de obras (em termos percentuais do orçamento total do projeto ou em valores absolutos)?

7. Qual a faixa de porcentagem que sua empresa investe anualmente em gerenciamento de obras (em termos percentuais do orçamento total do projeto ou em valores absolutos)?

- Menos de 1%;
- Entre 1 e 2%;
- Entre 2 e 3%;
- Entre 3 e 4%;
- Entre 4 e 5%;
- Outros...

Fonte: O autor.

O Gráfico 12 sobre a faixa de investimento das construtoras em gerenciamento de obras revela uma ampla variação nos percentuais destinados a essa área. De acordo com os dados, a maior parcela das empresas, 33,3%, indicou que investe entre 4% e 5% do orçamento total do projeto em gerenciamento de obras. Esse percentual pode ser considerado elevado em comparação com as práticas de mercado e reflete um compromisso significativo dessas construtoras em assegurar um controle eficaz de prazos, custos e qualidade nas suas obras. O investimento robusto nessa faixa pode estar relacionado à busca por melhores ferramentas de planejamento e controle, além de garantir uma maior eficiência operacional.

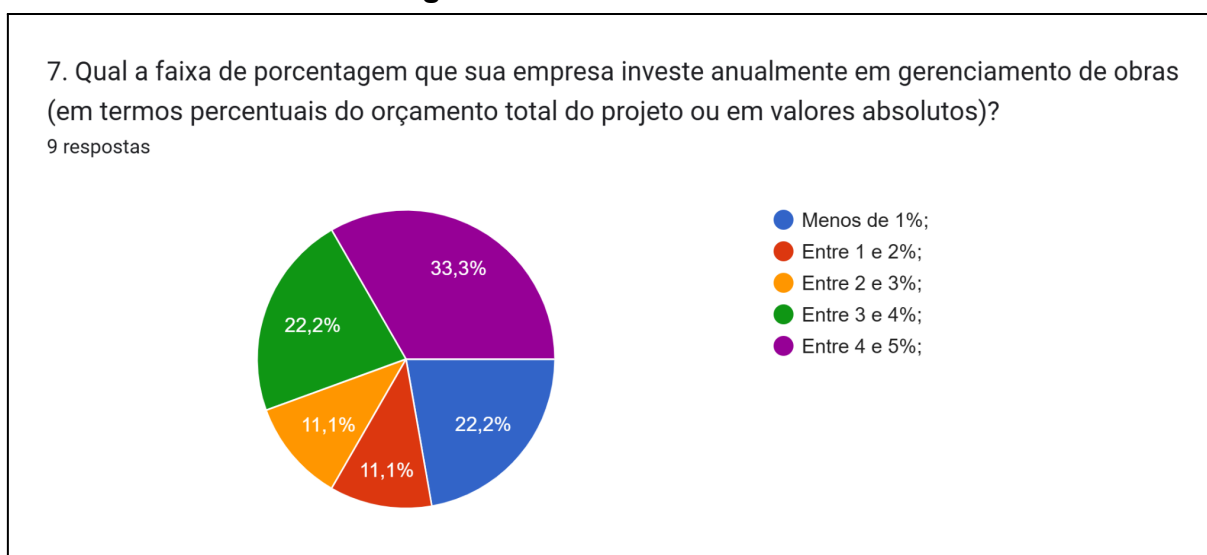
Por outro lado, 22,2% das construtoras responderam que investem menos de 1% do orçamento em gerenciamento. Esse baixo investimento pode indicar que

essas empresas ainda não perceberam plenamente a importância do gerenciamento de obras para o sucesso a longo prazo dos projetos. As construtoras que investem menos podem estar mais expostas a riscos de desvios de cronograma e orçamento, além de problemas de comunicação e gestão de recursos.

Empatados com, 11,1% cada, estão as empresas que investem entre 1 e 2%, e 2 e 3%, com 22,22% estão as construtoras que responderam investir entre 3 e 4% do orçamento ao gerenciamento. Esse grupo representa um meio-termo, onde a gestão de obras é valorizada, mas sem comprometer uma parte significativa do orçamento.

Essa análise enfatiza, a discrepância entre os investimentos apresentados por essas construtoras, revelando uma polarização. Ou as empresas investem muito ou investem pouco, o que demonstra que, embora a maioria das construtoras tenha compreendido a relevância de investir uma parcela significativa do orçamento no gerenciamento de obras, há ainda uma parte considerável que destina recursos limitados, o que pode afetar negativamente o desempenho de seus projetos.

Gráfico 12 - Faixa de investimento percentual sobre o orçamento do projeto em gerenciamento de obras



Fonte: O autor. 2024.

A percepção da importância do investimento em gerenciamento de obras varia entre as empresas do setor da construção civil. Para avaliar essa percepção, a figura 25 apresenta a seguinte pergunta: Com uma nota de 1 a 5, quanto a sua empresa analisa como importante o investimento em gerenciamento de obras? Essa pergunta, com uma escala que varia de "Sem importância" a "De extrema

importância", buscava quantificar a importância atribuída ao gerenciamento de obras pelas empresas participantes.

Figura 25 - Com uma nota de 1 a 5, quanto a sua empresa analisa como importante o investimento em gerenciamento de obras?

8. Com uma nota de 1 a 5, quanto a sua empresa analisa como importante o investimento em gerenciamento de obras?						
	1	2	3	4	5	
Sem importância	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	De extrema importância

Fonte: O autor.

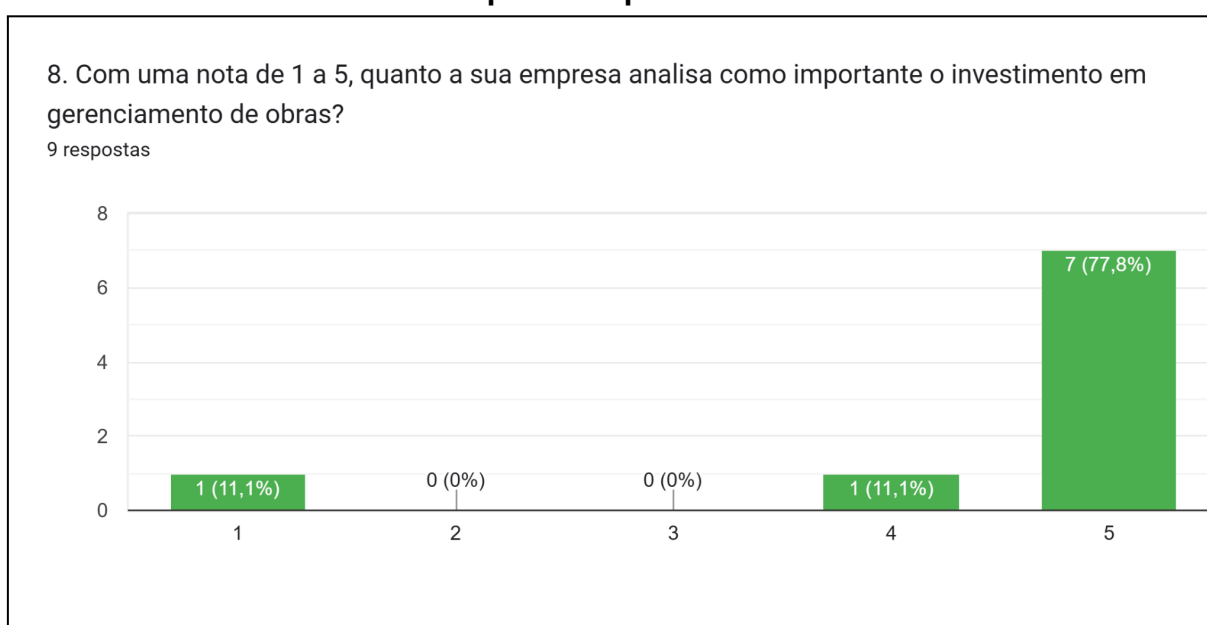
A análise do Gráfico 13 sobre o grau de importância do investimento em gerenciamento de obras revela uma clara valorização desse aspecto pelas construtoras participantes da pesquisa. A maioria significativa, 77,8%, atribuiu uma nota 5, indicando que essas empresas consideram o gerenciamento de obras como de extrema importância para o sucesso de seus projetos. Esse dado reflete uma compreensão crescente de que um bom gerenciamento é essencial para garantir a entrega de obras dentro dos prazos e orçamentos previstos, além de minimizar retrabalhos e riscos operacionais.

Além disso, 11,1% das construtoras deram uma nota 4, sugerindo que também atribuem uma alta importância ao investimento em gerenciamento de obras, ainda que com uma visão ligeiramente menos enfática que o grupo anterior. Isso mostra que, mesmo entre aqueles que não consideram o gerenciamento como "extremamente" importante, ele ainda é visto como um fator fundamental para a execução eficiente dos projetos.

No entanto, um dado que chama atenção é que 11,1% das construtoras atribuiu uma nota 1, indicando que, para esse grupo, o investimento em gerenciamento de obras não tem importância significativa. Isso pode ser reflexo de práticas empresariais que ainda não incorporaram plenamente as ferramentas e metodologias de controle de prazos, custos e qualidade, talvez preferindo abordagens mais tradicionais e menos estruturadas, ou por não considerarem o gerenciamento um diferencial competitivo relevante.

Nenhuma construtora atribuiu notas intermediárias, como 2 ou 3, o que demonstra uma polarização nas percepções: as empresas ou consideram o gerenciamento de obras como extremamente importante, ou o veem como irrelevante. Esse contraste pode indicar a coexistência de diferentes níveis de maturidade na gestão de projetos entre as empresas, refletindo tanto as que já implementaram práticas robustas quanto aquelas que ainda têm uma visão mais conservadora ou menos estruturada sobre o gerenciamento de obras.

Gráfico 13 - Grau de importância de investimento em gerenciamento de obras pelas empresas



Fonte: O autor. 2024.

As empresas de construção civil investem em diversas áreas para otimizar a gestão de suas obras, como metodologias, capacitação de equipes, tecnologias e ferramentas específicas. No entanto, a priorização desses investimentos pode variar de acordo com as necessidades e estratégias de cada empresa. Para compreender essa priorização, a figura 26 apresenta a seguinte pergunta: Dos itens a seguir, preencha todos os campos com números de 1 a 5 em ordem de prioridade de investimento em gerenciamento de obras pela sua empresa. Essa pergunta, com uma escala, permitiu identificar quais áreas de investimento as empresas consideram mais importantes para o gerenciamento de suas obras, fornecendo insights valiosos sobre as estratégias adotadas pelas empresas do setor.

Figura 26 - Qual a ordem de prioridade que sua empresa analisa nessas categorias de investimento em gerenciamento de obras?

9. Dos itens a seguir, preencha todos os campos com números de 1 a 5 em ordem de prioridade de investimento em gerenciamento de obras pela sua empresa. (5 é de extrema prioridade de investimento e 1 é pouquíssima prioridade de investimento).

	Investimento e...	Metodologias ...	Capacitação e ...	Tecnologias E...	Ferramentas d...
1 - Pouquíssim...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 - Pouca priori...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 - Prioridade ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 - Prioridade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 - De extrema ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: O autor.

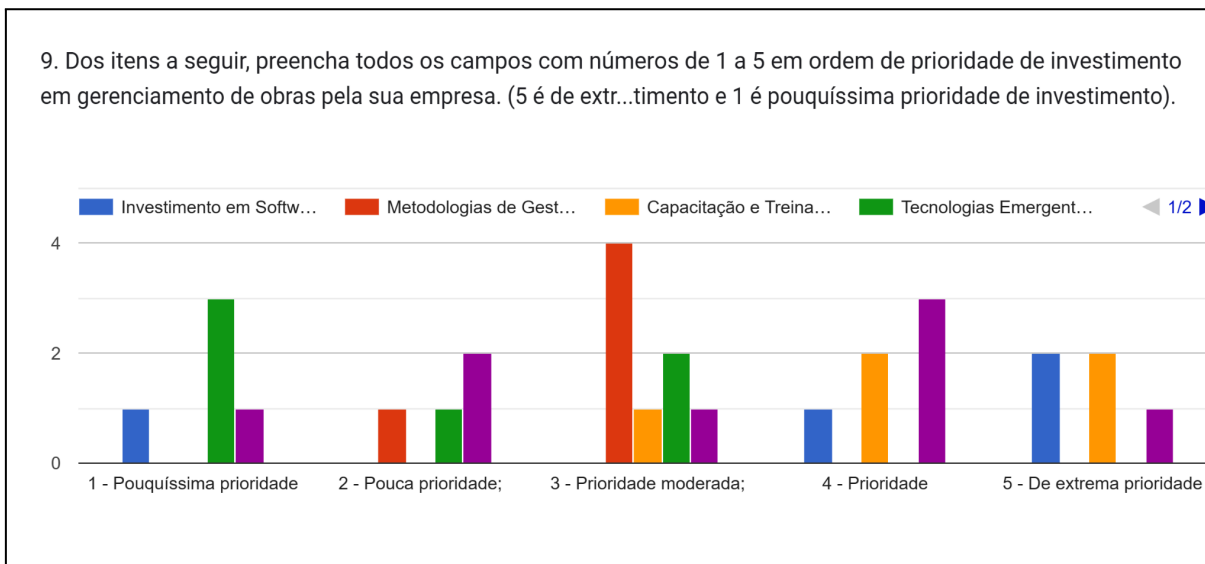
O Gráfico 14 revela as prioridades de investimento em gestão de obras das construtoras participantes da pesquisa, divididas em cinco categorias: Investimento em Softwares de Gestão de Obras, Metodologias de Gestão (como Lean Construction), Capacitação e Treinamento de Equipes, Tecnologias Emergentes (como Inteligência Artificial), e Ferramentas de Comunicação e Colaboração.

A análise mostra que a prioridade moderada foi a mais frequente para Metodologias de Gestão recebendo nota 3, o que indica que essa categoria de investimento é vista como prioridade intermediária já que praticamente todos os votos se concentraram ali. As categorias Capacitação e Treinamento de Equipes, Investimento em Softwares de Gestão de Obras, e Ferramentas de Comunicação e Colaboração foram as que mais receberam notas 4 e 5 revelando maior destaque para essas categorias, sugerindo que as empresas percebem essas ferramentas como essenciais para o progresso em gestão de obras.

Por outro lado, as Tecnologias Emergentes (como Inteligência Artificial) teve grande concentração de votos como nota 1 e 3, revelando ter pouca prioridade de investimento nessas construtoras. Em resumo, as construtoras parecem focar mais em Investimento em Softwares, capacitação de equipes, e Ferramentas de

Comunicação ao passo que metodologias de gestão estão ganhando espaço como investimento para a gestão de obras.

Gráfico 14 - Categorias com maior prioridade de investimento em gerenciamento de obras pelas construtoras



Fonte: O autor. 2024.

Para entender a utilização de indicadores de desempenho KPIs pelas empresas do setor, a figura 27 apresenta a seguinte pergunta: A empresa utiliza indicadores de desempenho (KPIs) para monitorar a eficiência do gerenciamento de obras? Essa pergunta buscava identificar se as empresas utilizam KPIs como parte de suas práticas de gestão, permitindo analisar a importância dada à mensuração do desempenho dos projetos.

Figura 27 - A empresa utiliza indicadores de desempenho (KPIs) para monitorar a eficiência do gerenciamento de obras?

10. A empresa utiliza indicadores de desempenho (KPIs) para monitorar a eficiência do gerenciamento de obras?

Sim

Não

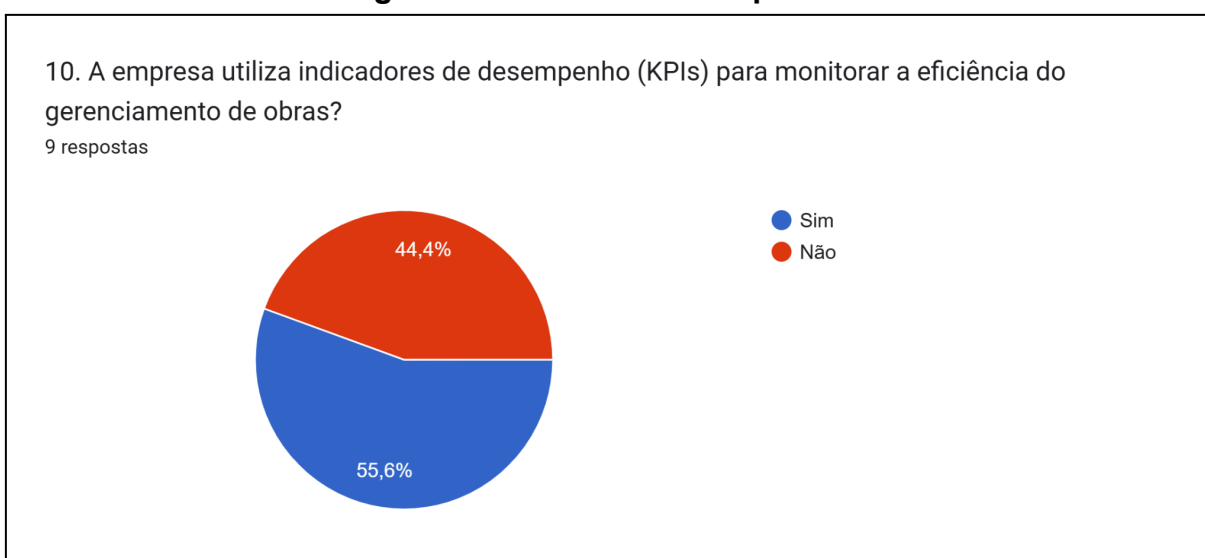
Fonte: O autor.

O Gráfico 15 que apresenta o uso de indicadores de desempenho (KPIs) para monitorar a eficiência do gerenciamento de obras mostra que a maioria das construtoras pesquisadas (55,6%) utilizam esses indicadores para acompanhar o desempenho em seus projetos. Isso indica uma tendência positiva em relação ao uso de ferramentas mais avançadas de controle e monitoramento de eficiência, refletindo um esforço para aprimorar a gestão de obras.

O uso de KPIs permite que as empresas acompanhem melhor o andamento das obras, identifiquem gargalos e tomem decisões mais assertivas com base em dados concretos. Essa prática tem se tornado cada vez mais comum nas empresas que buscam maior eficiência e transparência nos processos. Por outro lado, 44,4% das construtoras ainda não fazem uso de KPIs, o que pode indicar uma falta de conhecimento ou até mesmo de recursos para implementar essa metodologia.

O fato de uma parcela significativa das construtoras não utilizar KPIs também pode revelar desafios no processo de implantação dessas ferramentas, seja por falta de capacitação, sistemas de gestão ou resistência a mudanças nos métodos de trabalho tradicionais. Isso ressalta a importância de promover uma cultura de monitoramento de desempenho e incentivar as empresas a adotarem boas práticas de gestão baseadas em indicadores claros e objetivos, para aumentar a eficiência e competitividade no setor da construção.

Gráfico 15 - Utilização de indicadores de desempenho (KPIs) para monitorar a eficiência do gerenciamento de obras pelas construtoras



Fonte: O autor. 2024.

A implementação de novos métodos e tecnologias na gestão de obras é fundamental para garantir a competitividade e a eficiência das empresas do setor. No entanto, a adoção de novas práticas pode enfrentar diversos desafios. Para identificar esses desafios, a figura 28 apresenta a seguinte pergunta: Quais desafios sua empresa enfrenta ao implementar novos métodos ou tecnologias de gestão de obras? Essa pergunta buscava identificar os principais obstáculos que as empresas encontram ao adotar inovações na gestão de suas obras, como a resistência à mudança e a falta de recursos.

Figura 28 - Quais desafios sua empresa enfrenta ao implementar novos métodos ou tecnologias de gestão de obras?

11. Quais desafios sua empresa enfrenta ao implementar novos métodos ou tecnologias de gestão de obras?

- Resistência à mudança;
- Falta de treinamento adequado;
- Custos elevados;
- Outros...

Fonte: O autor.

O Gráfico 16 apresenta os desafios enfrentados pelas construtoras ao implementar novos métodos ou tecnologias de gestão de obras e revela quatro barreiras principais, com destaque para a resistência à mudança, apontada por 44,4% das empresas. Outras 33,3% das empresas responderam que uma das principais barreiras é a falta de treinamento adequado. Além disso, 11,1% das construtoras indicaram como causas tanto os custos elevados, quanto a dificuldade de implementar algo novo e treinar todos enquanto mantêm a mesma demanda operacional como um desafio significativo.

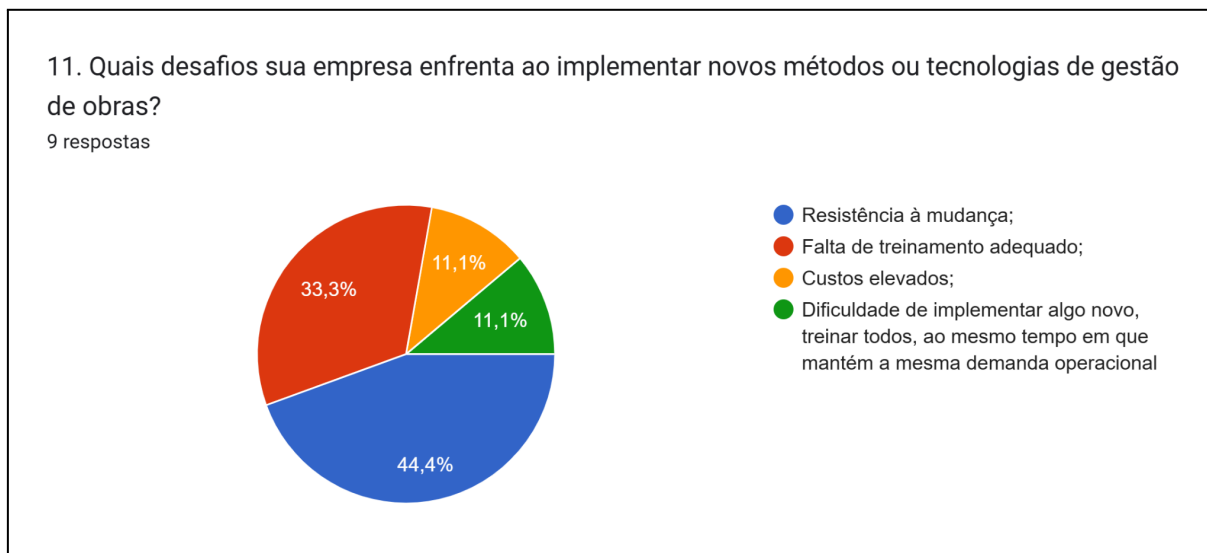
A resistência à mudança é um obstáculo comum em muitos setores, especialmente em indústrias tradicionais como a construção civil. Isso acontece porque novos métodos e tecnologias podem exigir alterações nos processos estabelecidos, o que muitas vezes gera desconforto e receio entre os colaboradores.

Esse cenário pode ser agravado por uma cultura organizacional resistente à inovação ou pela falta de incentivo para adoção de práticas mais modernas.

Outro grande entrave é a falta de treinamento adequado, que também foi apontado por 33,3% das empresas. A adoção de novas tecnologias ou metodologias requer que a equipe esteja preparada para operar ferramentas e seguir novos processos. Sem o devido treinamento, há o risco de má implementação, gerando mais problemas do que benefícios. Investir em capacitação é, portanto, uma necessidade crítica para facilitar a transição e garantir o sucesso na utilização dessas inovações.

Esses desafios ressaltam a importância de um planejamento cuidadoso ao introduzir inovações na gestão de obras. A chave para o sucesso está em combinar uma abordagem gradual e estruturada, com investimentos em treinamento e apoio ao time, para reduzir a resistência e garantir uma transição suave para métodos e tecnologias mais eficientes.

Gráfico 16 - Principais desafios enfrentados pelas construtoras ao implementar novos métodos ou tecnologias na gestão de obras



Fonte: O autor. 2024.

A adoção de tecnologias na gestão de obras tem se tornado cada vez mais comum no setor da construção civil. No entanto, a percepção das empresas sobre o retorno desse investimento pode variar. Para avaliar essa percepção, a figura 29 apresenta a seguinte pergunta: Qual a percepção da empresa em uma escala de 1 a 5 sobre o retorno do investimento em tecnologias de gestão de obras? Essa pergunta, com uma escala de 1 a 5 que varia de "Muito negativo" a "Muito positivo"

respectivamente, buscava quantificar o nível de satisfação das empresas com os resultados obtidos ao investir em tecnologias para a gestão de suas obras.

Figura 29 - Qual a percepção da empresa em uma escala de 1 a 5 sobre o retorno do investimento em tecnologias de gestão de obras?

12. Qual a percepção da empresa em uma escala de 1 a 5 sobre o retorno do investimento em tecnologias de gestão de obras?

	1	2	3	4	5	
Muito negativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito positivo

Fonte: O autor.

O Gráfico 17 apresenta a percepção das construtoras quanto ao retorno do investimento em tecnologias de gestão de obras. O gráfico demonstra uma visão amplamente positiva, embora com algumas variações de avaliação entre as empresas. Os dados mostram que 11,1% das construtoras classificaram o retorno como muito positivo, dando nota 5; 55,6% atribuíram uma nota 4, indicando um retorno bastante positivo; enquanto 22,2% deram nota 3, representando uma percepção moderada sobre os benefícios dessas tecnologias. Apenas 11,1% das empresas deram nota 2, sugerindo uma avaliação mais negativa, e nenhuma empresa atribuiu nota 1 ao retorno, o que indica que, mesmo nos casos mais críticos, o investimento em tecnologias de gestão não é visto de maneira extremamente negativa.

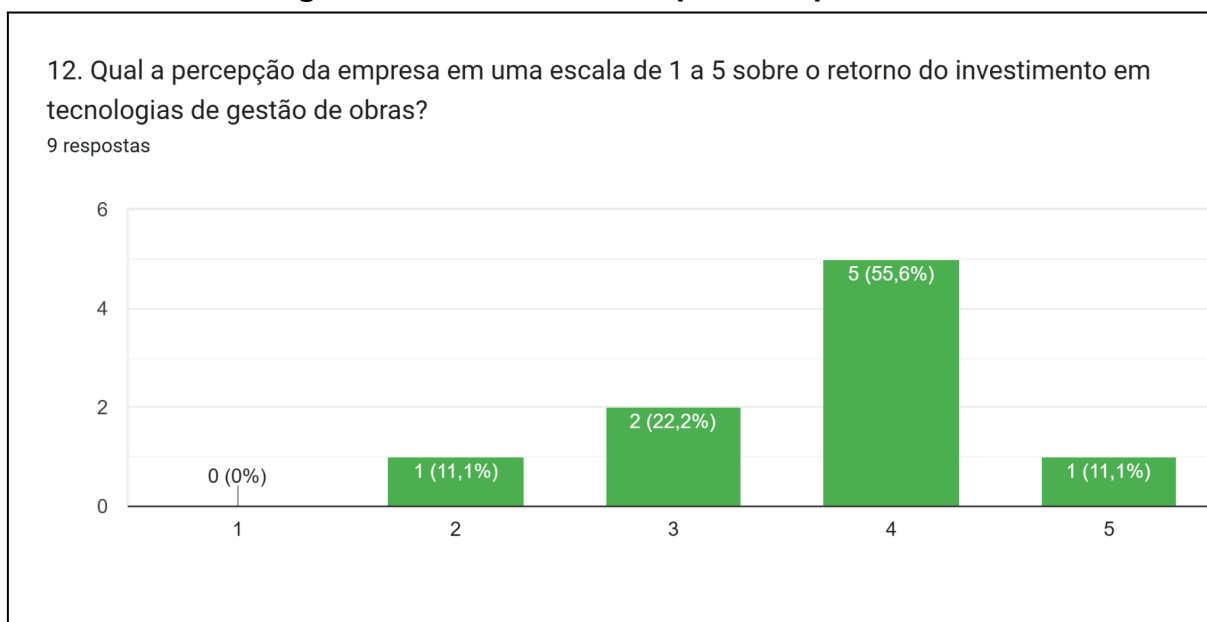
A maioria das construtoras (66,7%) avalia o retorno como positivo ou muito positivo (notas 4 e 5), o que sugere que essas empresas percebem uma melhora significativa na eficiência e controle de seus projetos com o uso de tecnologias de gestão. Esse dado destaca a importância crescente dessas ferramentas no ambiente da construção civil, onde o gerenciamento eficaz de prazos, custos e recursos é essencial para o sucesso dos empreendimentos.

No entanto, a parcela de 22,2% que deu nota 3 demonstra que, para algumas construtoras, o retorno ainda pode ser visto de maneira mais moderada. Isso pode estar relacionado a fatores como dificuldades de adaptação, custos iniciais elevados ou a necessidade de mais tempo para perceber os benefícios completos dessas

tecnologias. Já os 11,1% que avaliaram o retorno como negativo (nota 2) indicam que essas empresas podem ter enfrentado obstáculos na implementação, como problemas com treinamento, resistência a mudanças ou resultados abaixo das expectativas em termos de eficiência.

Esses resultados reforçam que, embora a maioria das empresas reconheça os benefícios do investimento em tecnologias de gestão de obras, ainda há desafios a serem superados para maximizar os retornos e garantir que todas as construtoras possam usufruir plenamente dessas inovações.

Gráfico 17 - Grau de percepção do retorno do investimento em tecnologias de gerenciamento de obras pelas empresas



Fonte: O autor. 2024.

3.5. Análise de Dados

A análise dos dados evidencia um panorama diversificado sobre a gestão de cronogramas e custos nas empresas de construção civil. Em relação ao controle de cronograma, 66,7% das empresas utilizam planilhas eletrônicas, como o Excel, devido à sua flexibilidade e baixo custo (Souza e Lima, 2018). Contudo, essa ferramenta apresenta limitações em comparação a softwares especializados, como o MS Project, usado por 33,3% das empresas. O MS Project oferece funcionalidades avançadas para controle de prazos e recursos, sendo mais comum em empresas de maior porte ou que lidam com projetos complexos (Carvalho e Rabechini Jr., 2011).

A frequência de atualização dos cronogramas varia entre as empresas: 66,7% realizam revisões semanais, enquanto 22,2% fazem revisões diárias, e 11,1%, mensais. As revisões semanais estão alinhadas às melhores práticas de gestão para mitigar desvios e garantir eficiência (Silva e Cardoso, 2019). Entre as metodologias utilizadas, destaca-se a Curva-S, aplicada por 55,6% das empresas. Essa ferramenta possibilita o monitoramento visual do progresso físico e financeiro, permitindo ajustes rápidos em caso de desvios. No entanto, 44,4% das empresas não a utilizam, apontando barreiras como falta de capacitação e ferramentas adequadas (Souza e Melo, 2020).

No que tange ao controle de custos, o Excel também predomina, sendo usado por 44,4% das empresas, embora suas limitações, como falta de automação e integração, sejam reconhecidas (Silva e Moreira, 2020). O sistema Sienge é adotado por 33,3% das empresas, destacando-se por oferecer maior integração entre áreas, como finanças e estoque (Pereira e Alves, 2018). Outras ferramentas, como Pleo e Mais Controle, são menos frequentes, utilizadas por 11,1% das empresas, refletindo a preferência por soluções mais acessíveis em empresas menores (Lima e Silva, 2019).

A gestão de desvios orçamentários apresenta como principal estratégia a reavaliação e ajuste do orçamento (66,7%), seguida pela renegociação com fornecedores (22,2%). Já 11,1% combinam diferentes abordagens para equilibrar custos e prazos, evidenciando a flexibilidade necessária para manter a viabilidade financeira dos projetos (Martins e Souza, 2019).

Em relação às metodologias, o Lean Construction é reconhecido por sua eficiência na redução de desperdícios, mas sua aplicação é limitada a 22,2% das empresas, devido a barreiras como custos iniciais, falta de capacitação e resistência cultural (Lima e Costa, 2019). O Gráfico de Gantt e o Método do Caminho Crítico (CPM) também apresentam baixa aplicação prática, sendo utilizados por 44,4% das empresas. A ausência de treinamento técnico para implementação é um desafio comum (Souza e Santos, 2018).

A análise revela que 77,8% das empresas consideram o gerenciamento de obras de extrema importância, enquanto 11,1% demonstram resistência à prática, reflexo de custos iniciais e barreiras culturais (Oliveira e Araújo, 2020). Ferramentas de gestão e comunicação, como softwares integrados, são amplamente priorizadas, recebendo notas altas em eficiência. Já tecnologias emergentes, como inteligência

artificial (IA) e automação, são menos priorizadas, devido a custos elevados e desconhecimento (Carvalho et al., 2021).

Indicadores de desempenho (KPIs) são utilizados por 55,6% das empresas, promovendo maior controle e alinhamento dos projetos às expectativas (Silva e Lima, 2022). No entanto, 44,4% ainda não os adotam, destacando a necessidade de capacitação e incentivos para ampliar sua aplicação (Lima e Andrade, 2023).

Por fim, os principais desafios enfrentados pelo setor incluem resistência à mudança (44,4%) e falta de treinamento (33,3%), além de custos elevados e dificuldades operacionais (Silva e Lima, 2022). Estratégias como promoção de cultura de inovação e treinamentos contínuos são fundamentais para superar essas barreiras e aproveitar plenamente as vantagens das tecnologias de gestão (Lima e Oliveira, 2023).

4. CONCLUSÃO

Este trabalho explorou a gestão de obras na construção civil, abordando desde os métodos tradicionais de planejamento e controle até a aplicação de metodologias ágeis e o uso de tecnologias modernas. Ao longo do estudo, foram discutidos conceitos fundamentais de gestão de prazos e custos, metodologias ágeis como Scrum e Kanban, o papel de softwares especializados e ERPs, além das tecnologias emergentes e ferramentas de comunicação colaborativa. Essa abordagem ampla permitiu uma análise comparativa sobre a eficácia e a adaptabilidade das diversas práticas e ferramentas na construção civil contemporânea.

Os resultados indicam que, enquanto os métodos tradicionais oferecem uma base estruturada para o planejamento e monitoramento, as metodologias ágeis e as inovações tecnológicas acrescentam flexibilidade, adaptabilidade e eficiência ao processo de gestão de obras. A pesquisa evidenciou que, em projetos de construção, a combinação dessas abordagens pode melhorar o controle de prazos e custos, a comunicação entre equipes e a capacidade de responder a imprevistos, resultando em obras mais alinhadas às demandas do mercado e às expectativas dos clientes.

A relevância deste tema é significativa tanto para o setor da construção civil, que enfrenta desafios de produtividade e controle, quanto para o meio acadêmico, que busca continuamente metodologias e soluções eficazes para melhorar a gestão de projetos.

Contribuições teóricas e práticas foram alcançadas ao fornecer um panorama atualizado das metodologias e tecnologias utilizadas na construção civil, com uma análise crítica sobre as vantagens e limitações de cada abordagem. Este estudo oferece, portanto, uma base para profissionais do setor que buscam implementar práticas mais modernas e eficientes no planejamento e controle de obras.

No entanto, este estudo apresentou limitações, como a restrição de dados para uma análise mais aprofundada das metodologias ágeis, que ainda estão em fase inicial de aplicação na construção civil. Além disso, a pesquisa se concentrou em um conjunto limitado de projetos e construtoras, o que pode limitar a generalização dos resultados. Para futuras pesquisas, sugere-se expandir o número de casos estudados e aprofundar a análise dos resultados a longo prazo das metodologias ágeis, observando a integração com ferramentas tecnológicas como BIM e ERPs, que podem complementar e facilitar sua implementação no setor da construção.

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se que construtoras de pequeno, médio e grande porte adotem práticas de gestão adequadas às suas realidades específicas. Construtoras de pequeno porte podem priorizar ferramentas mais acessíveis, como planilhas eletrônicas, devido ao baixo custo e à facilidade de uso, complementando com metodologias ágeis simplificadas, como Kanban, para melhorar o gerenciamento de tarefas. Já construtoras de médio porte podem investir em softwares especializados, como MS Project ou ERPs mais acessíveis, além de combinar métodos tradicionais, como o Gráfico de Gantt, com metodologias ágeis, como Scrum, para uma gestão mais dinâmica. A capacitação contínua das equipes deve ser promovida para integrar tecnologias e metodologias com eficiência. Por sua vez, construtoras de grande porte devem direcionar investimentos para tecnologias avançadas, como BIM, inteligência artificial e softwares integrados de gestão, promovendo o uso de indicadores de desempenho (KPIs) para monitoramento contínuo de prazos, custos e qualidade. A criação de uma cultura de inovação e adaptação tecnológica é fundamental nesse contexto, especialmente para essas empresas que lidam com projetos de alta complexidade.

Com base nas lacunas identificadas, diversas sugestões podem guiar trabalhos futuros na área de gestão de prazos e custos na construção civil. Um tema relevante seria a comparação entre métodos híbridos e metodologias ágeis, analisando sua eficácia em projetos com diferentes níveis de complexidade. Além disso, o desenvolvimento de indicadores personalizados para o setor permitiria um monitoramento mais preciso do desempenho em obras, adaptando KPIs às especificidades regionais e setoriais. Outra abordagem promissora seria investigar como tecnologias emergentes, como inteligência artificial e automação, podem transformar a gestão de obras, integrando-as com metodologias como o Lean Construction para potencializar os resultados. Também é essencial explorar a capacitação de equipes no uso de ferramentas ágeis e digitais, analisando a eficácia de programas de treinamento voltados à transformação cultural e organizacional. Por fim, estudos sobre a aplicação de metodologias ágeis e Lean em projetos de menor escala poderiam revelar benefícios específicos para pequenas obras, promovendo uma democratização dessas abordagens no setor.

5. REFERÊNCIAS

1. ALARCÓN, L. F.; MENDES, J. P.; BERGHE, L. M. **Lean Construction: princípios e desafios na prática**. Revista Brasileira de Engenharia Civil, 2017.
2. ALENCAR, G. M. **Metodologias ágeis em projetos de construção: uma análise comparativa**. Revista de Engenharia Civil, 2017.
3. ALMEIDA, F. J.; COSTA, R. P. **Tecnologias colaborativas para gestão de projetos na construção civil: análise e perspectivas**. Revista Gestão e Tecnologia na Construção, v. 12, n. 2, p. 45-58, 2020.
4. ALMEIDA, F. J.; LIMA, R. C. **Aplicação de KPIs na gestão de obras: uma revisão teórica**. Revista Gestão e Tecnologia na Construção, v. 10, n. 2, p. 45-57, 2019.
5. ALMEIDA, F. R. (2022). **O impacto da adoção de metodologias ágeis na eficiência das obras de construção civil no Brasil**. Cadernos de Engenharia, 12(4), 98-112.
6. ALMEIDA, J.; SILVA, T.; PINHEIRO, L. **Inovações gerenciais na construção civil: uma análise da adoção de metodologias ágeis**. Revista Brasileira de Engenharia Civil, 2020.

7. ALMEIDA, R. J.; COSTA, T. R. **Metodologias ágeis na engenharia civil: um olhar sobre o uso do Kanban**. Revista Construção e Gestão, v. 8, n. 2, p. 56-72, 2019.
8. ALVES, T.; LEÃO, R. N., & Souza, G. (2020). **Tecnologias em gestão de obras no Brasil**. Editora Construção.
9. ANDRADE, P. C. **Implementação de IA e IoT em Projetos de Construção Civil**. Belo Horizonte: Ed. Engenharia Moderna, 2022.
10. AZAMBUJA, L. R. **O uso do BIM na construção civil: vantagens, desafios e perspectivas**. Revista de Engenharia Civil, 2019.
11. AZEVEDO, M. G. **Adoção do BIM em projetos públicos: impactos e desafios**. Engenharia Pública, 2021.
12. BARROS, A.; OLIVEIRA, F. (2020). **Planejamento e Controle Financeiro em Projetos de Construção Civil**. Revista de Engenharia, 8(2), 25-33.
13. CAMPOS, F. A. **Custos e desafios na adoção do BIM no Brasil**. Construção e Gestão, 2020.
14. CAMPOS, F.; SANTOS, J.; SOARES, D. **Kanban na construção civil: análise de sua aplicabilidade em obras brasileiras**. Engenharia e Construção, 2020.
15. CARVALHO, A. P.; MOURA, E. C.; SILVA, F. R. **Inteligência Artificial e Automação na Construção Civil: Barreiras e Perspectivas no Brasil**. Engenharia Hoje, 2021.
16. CARVALHO, M. M. **Gerenciamento de Projetos na Construção Civil**. São Paulo: Atlas, 2013.
17. CARVALHO, M. M., RABECHINI Jr., R. (2011). **Fundamentos em Gestão de Projetos: Construindo Competências para Gerenciar Projetos**. São Paulo: Atlas.
18. CARVALHO, P. R.; PEREIRA, L. S. **Indicadores de desempenho em obras de construção civil**. Revista Engenharia e Construção, v. 8, n. 4, p. 123-135, 2020.
19. CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Estudos sobre atrasos e impactos financeiros em obras de construção civil**. Brasília: CBIC, 2020.
20. COSTA, A. P. (2017). **O uso de ferramentas de software no gerenciamento de prazos e custos em obras de construção civil**. Revista de Gestão e Construção, 5(2), 45-60.

21. COSTA, D. B., et al. **ERP na Construção Civil: Aplicações e Benefícios**. Revista de Gestão em Engenharia, 2020.
22. COSTA, F. G. **A gestão integrada de projetos na construção civil: o papel dos sistemas ERP**. Revista de Engenharia e Tecnologia da Informação, 2020.
23. COSTA, F. S.; XAVIER, R. P. **Aplicação do método Kanban na gestão de produção: uma análise de eficiência**. Revista Gestão e Inovação na Indústria, v. 6, n. 1, p. 45-60, 2019.
24. COSTA, J. R.; MARTINS, D. T. (2019). **A Curva-S e sua aplicação em grandes projetos de engenharia: desafios e soluções**. Engenharia de Projetos, 15(4), 134-150.
25. COSTA, J. R.; MARTINS, D. T. (2020). **Desafios do CPM em projetos complexos de construção civil**. Construção e Planejamento, v. 11, n. 3, p. 89-103.
26. COSTA, M. L. (2020). **Inovação e resistência à mudança na construção civil: barreiras culturais e estratégias de superação**. Gestão & Tecnologia de Obras, 8(2), 115-129.
27. COUTINHO, C. A.; FREIRE, A. V. **Barreiras e desafios na aplicação do Lean Construction na construção civil brasileira**. Revista Brasileira de Engenharia Civil, v. 15, n. 2, p. 25-34, 2019.
28. FERREIRA, L.; COSTA, A. **"Inovação e digitalização no setor da construção"**. Gestão de Projetos na Construção Civil, 2019.
29. FERREIRA, T. S. (2023). **A importância da inovação no gerenciamento de obras: Um estudo sobre tecnologias emergentes no Brasil**. Revista de Inovação na Construção, 7(1), 32-50.
30. FONSECA, Juliana et al. **Desafios da implementação da Análise de Valor Agregado em empresas de pequeno porte na construção civil**. Revista Brasileira de Gestão de Projetos, v. 11, n. 2, 2020.
31. FONTENELLE, Ronaldo; OLIVEIRA, Ana Paula. **A aplicação das metodologias ágeis na gestão de obras: um estudo sobre o Scrum e Kanban na construção civil**. Revista Brasileira de Gestão de Projetos, v. 9, n. 3, 2021.
32. FORMOSO, C. T., et al. **Práticas Lean Construction no Brasil: avanços e desafios**. Revista Ambiente Construído, 2015.
33. FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L.; HIRAO, E. L. **Aplicação do Lean Construction na Construção Civil Brasileira: avanços e desafios**. Gestão & Produção, v. 26, n. 3, p. 1-12, 2019.

34. FORMOSO, C. T.; REIS, L.; SANTOS, A. **A evolução do Lean Construction no Brasil: desafios e perspectivas**. Engenharia e Construção, 2015.
35. FORMOSO, C. T.; TORMOSO, D.; ISATTO, E. L. **Princípios do Lean Construction aplicados ao contexto brasileiro**. Revista Brasileira de Engenharia Civil, v. 10, n. 2, p. 45-57, 2020.
36. FREITAS, R.; GOMES, P. **Planejamento e controle de obras: desafios e soluções para o setor da construção no Brasil**. Engenharia e Gestão de Projetos, 2021.
37. GOMES, L. L. **Métodos e Técnicas de Planejamento e Controle de Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
38. GOMES, L. P.; RIBEIRO, S. A. (2022). **Gestão de Projetos na Construção Civil: Ferramentas e Métodos** (2ª ed.). São Paulo: Editora da Engenharia.
39. GOMES, P. R., et al. (2021). **A importância da capacitação tecnológica na construção civil**. Revista de Estudos em Gestão de Obras.
40. GONÇALVES, F.; ALMEIDA, M. **"O impacto dos softwares na gestão de obras na construção civil."** Revista de Gestão em Construção Civil, 2020.
41. HEINECK, Luiz Fernando M. **Modelos de gestão na construção civil: desafios e novas abordagens**. Gestão & Produção, v. 16, n. 2, p. 342-354, 2009.
42. LIMA, A. R.; SILVA, M. L. (2018). **Gestão de Projetos na Construção Civil: Desafios e Limitações no Brasil**. Editora UFMG.
43. LIMA, F. J.; COSTA, H. S. (2019). **Desafios na gestão de prazos em projetos complexos de construção civil**. Revista de Engenharia e Tecnologia, 15(4), 23-34.
44. LIMA, F. R.; ANDRADE, J. P. (2020). **A flexibilidade e a aplicação da Curva-S em projetos ágeis: uma análise crítica**. Gestão e Tecnologia de Projetos, 8(3), 56-72.
45. LIMA, J.; SILVA, P. (2019). **A influência da capacitação no uso de tecnologias na construção civil**. Revista Engenharia & Gestão.
46. LIMA, R. T.; COSTA, P. M. **Barreiras culturais e estruturais na adoção do Lean Construction no Brasil**. Engenharia e Sustentabilidade, 2019.
47. LIMA, R. T.; SILVA, P. R. **Estratégias de controle de custos na construção civil: uma análise do uso de planilhas e softwares especializados**. Engenharia de Obras, 2019.
48. LIMA, R.; ANDRADE, F. **Transformações Digitais na Construção Civil e a Adoção de KPIs**. Gestão & Engenharia, 2023.

49. LIMA, R.; SILVA, A. **Uso de métodos visuais de gestão na construção civil: uma análise crítica do Kanban**. Revista Brasileira de Engenharia de Produção, 2021.
50. MARINHO, J. S. **Gerenciamento de Projetos: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2018.
51. MARTINS, C. L.; SOUZA, T. P. (2019). **Integração de ferramentas de gestão de projetos: Uma análise entre PERT/CPM e Gantt**. Revista Gestão e Construção, 10(1), 12-20.
52. MARTINS, G. L.; SILVA, R. A. **Ferramentas digitais e KPIs na construção civil**. Revista Brasileira de Gestão em Engenharia, v. 15, n. 3, p. 89-104, 2021.
53. MARTINS, L.; SILVA, R. A. (2019). **Capacitação profissional na construção civil: desafios e oportunidades**. Revista Brasileira de Engenharia Civil.
54. MARTINS, R. A. (2020). **Desafios na adoção de ERPs em pequenas e médias construtoras: uma análise de custos e benefícios**. Revista Gestão de Projetos, 6(3), 55-71.
55. MARTINS, Roberto. **A prática da orçamentação detalhada em projetos de construção civil**. Revista de Engenharia Civil, v. 24, n. 3, 2018.
56. MARTINS, S. P.; SOUZA, R. F. **Planejamento e ajuste orçamentário em projetos de construção**. Revista de Engenharia Civil, 2019.
57. MEDEIROS, A. **"A Importância das Planilhas no Controle de Obras"**. Revista Engenharia & Construção, 2019.
58. MEDEIROS, J. F.; SILVA, A. R. **Implementação do Last Planner System como ferramenta de integração em projetos de construção civil**. Revista Brasileira de Engenharia Civil, v. 9, n. 1, p. 15-26, 2021.
59. MELHADO, S. **Gestão de projetos na construção civil: uma visão crítica sobre prazos e custos**. São Paulo: Pini, 2017.
60. MELHADO, S.; OLIVEIRA, L. **Gestão visual na construção civil: Kanban e outros métodos ágeis**. São Paulo: Pini, 2019.
61. MENDES, L. T.; OLIVEIRA, C. R. **Adaptação do Kanban à gestão de projetos de construção civil**. Revista Brasileira de Engenharia de Projetos, v. 10, n. 4, p. 78-92, 2020.
62. MIRANDA, R. D.; PIMENTA, A. R. **Implementação do Last Planner System no setor da construção civil no Brasil**. Revista Gestão e Produção, v. 28, n. 3, p. 55-68, 2021.

63. MIRANDA, R. P.; PINTO, T. L. **Metodologias Ágeis e Gestão Tradicional na Construção Civil: uma análise comparativa**. Revista de Engenharia e Gestão, v. 12, n. 2, p. 35-48, 2020.
64. MORAES, F. C.; LIMA, E. S. **O método do caminho crítico como ferramenta essencial para gestão de prazos**. Engenharia Civil Hoje, v. 14, n. 2, p. 56-69, 2019.
65. NASCIMENTO, J. R. **Integração de BIM e Lean Construction: avanços e desafios no Brasil**. Revista de Tecnologia da Construção, 2021.
66. NUNES, M. J. G. **Gestão de Projetos em Construção Civil**. Porto Alegre: Bookman, 2020.
67. OLIVEIRA, A. R.; ALMEIDA, C. S. **Controle financeiro em projetos de construção civil: a Curva-S como ferramenta**. Revista de Gestão de Obras, v. 12, n. 2, p. 45-59, 2018.
68. OLIVEIRA, C.; LIMA, R.; PEREIRA, D. **Aplicação de metodologias ágeis em projetos de construção: um estudo comparativo com métodos tradicionais**. Engenharia de Produção e Construção, 2021.
69. OLIVEIRA, J. P.; SANTOS, T. R. **Histórico e aplicação de técnicas de orçamento na engenharia civil**. Engenharia em Foco, v. 12, n. 3, p. 78-92, 2020.
70. OLIVEIRA, L. F.; ARAÚJO, D. S. **Impacto do Gerenciamento de Obras na Redução de Custos e Prazos**. Anais do Congresso Nacional de Engenharia, 2020.
71. OLIVEIRA, L. M. **A implementação de sistemas ERP no setor da construção civil: uma análise de benefícios e desafios**. Revista Brasileira de Engenharia de Produção, v. 24, n. 2, p. 112-128, 2019.
72. OLIVEIRA, M. F.; SANTOS, J. R. **Aplicação de metodologias ágeis em projetos de construção civil: análise e desafios**. Revista Brasileira de Engenharia e Gestão de Projetos, v. 11, n. 2, p. 45-62, 2020.
73. OLIVEIRA, R. A.; ARAÚJO, M. S. **Uso de indicadores-chave de desempenho (KPIs) no gerenciamento de projetos de construção civil**. Revista Brasileira de Construção e Engenharia, v. 18, n. 2, p. 89-98, 2020.
74. OLIVEIRA, R. F.; SANTOS, M. P. **Implementação do Lean Construction em projetos de construção civil no Brasil**. Revista Engenharia e Eficiência, v. 7, n. 1, p. 32-45, 2019.
75. OLIVEIRA, R. T. **A importância da atualização constante de dados em softwares de gerenciamento de obras**. Revista Brasileira de Engenharia Civil, v. 10, n. 1, p. 78-92, 2018.
76. PAIVA, A. B. **Gestão de prazos e custos utilizando BIM: um estudo de caso**. Revista de Engenharia de Produção, 2021.

77. PEREIRA, A. M.; ALVES, J. R. **O impacto do uso de ERPs como o Sienge no controle de custos de obras.** Gestão de Projetos e Construção, 2018.
78. PEREIRA, E. A. **Desafios da gestão de projetos: análise das limitações da Curva-S.** Revista Brasileira de Engenharia de Projetos, v. 14, n. 1, p. 22-38, 2021.
79. PEREIRA, J. S.; ALVES, R. T. **Monitoramento de cronogramas na construção civil com o uso do Gráfico de Gantt.** Engenharia em Foco, v. 8, n. 2, p. 67-75, 2018.
80. PEREIRA, L. H.; ALVES, M. A. **Orçamentação detalhada em projetos de grande porte: uma abordagem prática.** Revista de Gestão e Construção, v. 8, n. 4, p. 12-25, 2018.
81. PEREIRA, R.; ALVES, G. **A importância da Capacitação no Controle de Custos de Obras.** Construção & Gestão, v. 9, n. 3, p. 66-77, 2018.
82. ROCHA, F. M. **Desafios na adoção de softwares de gerenciamento de projetos em pequenas e médias construtoras.** Caderno de Estudos em Engenharia, v. 8, n. 3, p. 33-47, 2020.
83. RODRIGUES, P. H.; SILVA, M. F. **Aplicação da metodologia Kanban em ambientes colaborativos: um estudo de caso.** Revista de Gestão Visual, v. 12, n. 3, p. 33-50, 2021.
84. SANTIAGO, A.; AMARAL, J. **A adoção de metodologias ágeis em obras de construção civil no Brasil.** Revista Construção em Foco, 2020.
85. SANTOS, A.; OLIVEIRA, M. **Transformação digital e comunicação na construção civil.** Revista Brasileira de Construção e Tecnologia, 2020.
86. SANTOS, J. P.; VIEIRA, F. C.; OLIVEIRA, M. A. **Gestão eficiente na construção civil: a capacitação da equipe como fator de sucesso.** Revista de Engenharia e Construção, 2021.
87. SANTOS, L.; LIMA, C. **Desafios no Controle de Custos em Obras de Infraestrutura: uma análise comparativa.** Revista Brasileira de Construção, v. 12, n. 1, p. 44-52, 2021.
88. SANTOS, L. M.; PEREIRA, C. F. **Aplicação híbrida de métodos ágeis e tradicionais na construção civil.** Revista Brasileira de Engenharia de Produção, v. 8, n. 2, p. 115-130, 2020.
89. SANTOS, M. P.; PEREIRA, R. T. **A rigidez do método CPM em projetos com mudanças de escopo.** Revista de Tecnologia e Gestão de Obras, v. 16, n. 1, p. 72-86, 2021.
90. SANTOS, P. C. **Integração e colaboração no ambiente BIM: transformando a cultura da construção.** Caderno de Engenharia, 2019.

91. SANTOS, R. A.; SOUZA, F. R.; PEREIRA, G. **Aplicação do Kanban em projetos de obras civis: desafios e perspectivas**. Revista Gestão em Engenharia, v. 7, n. 2, p. 23-35, 2021.
92. SANTOS, R.; SILVA, J. **Digitalização na construção civil: o papel dos softwares na gestão de obras**. Engenharia Hoje, 2018.
93. SILVA, A. R.; CARVALHO, P. L. **A aplicação do método do caminho crítico em projetos de construção civil no Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia e Gestão de Projetos, v. 9, n. 1, p. 33-47, 2017.
94. SILVA, A. R.; PEREIRA, M. J. **A Curva-S na gestão de grandes obras: origem e evolução**. Engenharia e Planejamento, v. 10, n. 1, p. 10-25, 2017.
95. SILVA, F.; CARDOSO, M. **Métodos tradicionais de gestão de prazos e custos na construção civil brasileira**. Gestão & Engenharia, 2019.
96. SILVA, G. P.; LIMA, T. R. **Capacitação e adoção tecnológica na gestão de cronogramas na construção civil**. Engenharia Aplicada, v. 25, n. 5, p. 101-110, 2022.
97. SILVA, J. A. **Inovações Tecnológicas na Gestão de Obras**. São Paulo: Editora Técnica, 2020.
98. SILVA, J. P.; GOMES, F. A.; CARVALHO, R. S. **Lean Construction: um estudo sobre sua aplicação na construção civil brasileira**. Engenharia e Construção Civil, v. 9, n. 1, p. 60-78, 2021.
99. SILVA, J.; SANTOS, M.; OLIVEIRA, T. **Gestão Financeira em Obras de Construção Civil no Brasil**. Editora XYZ, 2019.
100. SILVA, M. L.; OLIVEIRA, J. P. **O impacto do Kanban na gestão de projetos de construção civil**. Revista Engenharia e Planejamento, v. 10, n. 3, p. 45-59, 2020.
101. SILVA, MARCOS; LIMA, TIAGO. **O uso da Curva-S no monitoramento de custos em projetos de construção civil**. Revista Engenharia, v. 34, n. 2, 2019.
102. SILVA, P. C. M. **Gerenciamento de Custos em Projetos Complexos**. São Paulo: Blucher, 2018.
103. SILVA, P. C. M.; LIMA, A. S. **Planejamento e Controle de Obras na Construção Civil**. São Paulo: Blucher, 2016.
104. SILVA, P. R.; CARDOSO, J. L. **Análise do uso de planilhas eletrônicas na gestão de obras de construção civil**. Engenharia e Construção, 2019.
105. SILVA, P. R.; MOREIRA, L. F. **Análise do uso de planilhas eletrônicas para controle de custos na construção civil**. Revista de Engenharia, 2020.

106. SILVA, P.; LIMA, J. **Gestão Baseada em Indicadores: Aplicações no Setor da Construção Civil.** Revista Nacional de Engenharia, 2022.
107. SILVA, P.; PEREIRA, A. **Desafios da implementação de softwares na construção civil.** Revista de Tecnologia em Construção, 2021.
108. SILVA, R. M. **A eficácia do BIM na gestão de custos de projetos de construção civil.** Engenharia e Construção, 2019.
109. SILVA, R. T.; FERREIRA, A. P. **Desafios na implementação de metodologias ágeis na construção civil.** Revista Gestão e Tecnologia em Construção, v. 9, n. 3, p. 210-223, 2021.
110. SILVA, R.; MOREIRA, C. **Desafios e Oportunidades no Uso de Planilhas para Gerenciamento de Projetos de Construção Civil.** Revista Brasileira de Engenharia, 2020.
111. SILVA, T. A.; CARVALHO, R. O. **Redução de desperdícios na construção civil: a filosofia Lean como ferramenta estratégica.** Revista Gestão de Projetos em Engenharia, v. 6, n. 3, p. 50-68, 2021.
112. SILVA, T. C. **A importância do ERP na gestão integrada de prazos e custos em projetos de construção civil.** Caderno de Estudos de Engenharia Civil, v. 15, n. 1, p. 89-101, 2021.
113. SIQUEIRA, J. C. **Gestão de prazos e custos na construção civil: uma abordagem tradicional e ágil.** Revista Brasileira de Engenharia Civil, 2018.
114. SOUZA, A. A. **Implementação do BIM em obras públicas: um estudo sobre o decreto nº 10.306/2020.** Revista de Gestão Pública, 2020.
115. SOUZA, A. C.; SILVA, P. R. **Planejamento estratégico em obras: Aplicações do Gráfico de Gantt na construção civil.** Revista Brasileira de Engenharia e Gestão, v. 12, n. 3, p. 45-56, 2020.
116. SOUZA, A. F.; CARDOSO, J. C. **Resistências e desafios na aplicação de KPIs em projetos de construção.** Revista Gestão e Inovação na Engenharia Civil, v. 7, n. 1, p. 65-78, 2020.
117. SOUZA, A. F.; LIMA, R. T. **Ferramentas tradicionais e modernas de controle de cronograma na construção civil brasileira.** Gestão e Construção, 2018.
118. SOUZA, A. F.; MELO, R. T. **Estratégias de monitoramento diário em projetos de grande porte.** Gestão de Obras, 2020.
119. SOUZA, A. F.; SANTOS, J. L. **A eficácia do Gráfico de Gantt na gestão de cronogramas na construção civil.** Revista Brasileira de Engenharia, 2018.

120. SOUZA, A. L.; PEREIRA, M. T.; SANTOS, R. F. **Desafios do controle de prazos e custos na construção civil: um estudo de caso no Brasil.** Revista Brasileira de Engenharia de Produção, v. 15, n. 3, p. 45-59, 2019.
121. SOUZA, FELIPE R.; MELO, RODRIGO S. **A gestão de prazos e custos em obras de construção civil: análise dos métodos tradicionais.** Revista de Engenharia Civil, v. 23, n. 2, 2017.
122. SOUZA, J. A.; AZEVEDO, M. G.; CAMPOS, F. A. **BIM: tecnologias integradas e impactos na construção civil.** Engenharia e Tecnologia, 2018.
123. SOUZA, J.; et al. **Impactos econômicos da construção civil no Brasil: uma análise setorial.** Caderno de Engenharia, 2020.
124. SOUZA, L. M.; PEREIRA, J. R.; FREITAS, A. B. **Lean Construction e a gestão de obras: avanços e desafios no contexto brasileiro.** Revista Construção Sustentável, v. 9, n. 2, p. 23-37, 2020.
125. SOUZA, M. R.; FERREIRA, L. A. **Gestão e Tecnologias Emergentes na Construção Civil.** Porto Alegre: Ed. Construção, 2021.
126. SOUZA, P. R.; FERREIRA, D. S.; SILVA, J. M. **Gerenciamento de Prazos e Custos em Projetos de Construção Civil.** Revista Brasileira de Engenharia Civil, 2020.
127. SOUZA, R. A. **A Curva-S no gerenciamento de custos: uma análise das suas limitações e usos.** Revista Brasileira de Gestão de Projetos, v. 11, n. 4, p. 76-84, 2018.
128. SOUZA, R. A.; LIMA, F. C. **Gestão de custos em projetos de construção civil: técnicas e práticas aplicadas.** Revista Brasileira de Engenharia de Projetos, v. 15, n. 2, p. 45-58, 2019.
129. SOUZA, T.; PEREIRA, J.; GOMES, P. **Desafios na integração do Kanban com cronogramas tradicionais em projetos de construção civil.** Gestão de Projetos e Construção, 2022.
130. VARGAS, R. V. **Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo Diferenciais Competitivos.** Rio de Janeiro: Brasport, 2015.
131. VASCONCELOS, E. **Análise de Custos em Obras de Grande Porte.** Porto Alegre: Bookman, 2016.