

## TECNOLOGIA EMERGENTES EM CONSTRUÇÃO CIVIL

Rafael Aparecido Marquini Brito<sup>1</sup>  
Lucas Tarlau Balieiro<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este trabalho tem como objetivo investigar o planejamento e gerenciamento de obras, abordando práticas eficientes e sustentáveis aplicadas ao setor da construção civil. A pesquisa utilizou uma metodologia de revisão bibliográfica e estudo de caso comparativo, analisando artigos de bases de dados acadêmicos que tratam da implementação de metodologias como Lean Construction e Building Information Modeling (BIM). A análise focou em como essas abordagens podem otimizar o uso de recursos, reduzir custos e prazos, além de melhorar a eficiência dos projetos de construção. Os resultados mostraram que a aplicação do Lean Construction pode reduzir desperdícios e aumentar a produtividade, enquanto o uso do BIM facilita a comunicação e a visualização dos projetos, impactando positivamente o gerenciamento de obras. A comparação entre os casos estudados revela que, embora ambos os métodos tenham benefícios comprovados, a integração de ambas as ferramentas é ainda mais vantajosa para projetos complexos. Conclui-se que a adoção conjunta de BIM e Lean Construction no planejamento de obras públicas e privadas é uma estratégia eficaz para promover a sustentabilidade e a eficiência, além de mitigar os riscos associados a atrasos e falhas na execução dos projetos.

**Palavras-chave:** Planejamento de obras. Gestão de projetos. BIM. Lean Construction. Sustentabilidade. Construção civil.

2821

### I INTRODUÇÃO

O planejamento e o gerenciamento de obras são componentes fundamentais para o sucesso de empreendimentos na construção civil. Esses processos envolvem controle e a organização de atividades como o gerenciamento de recursos humanos, materiais, financeiros e logísticos, além de garantir o cumprimento de prazos e a qualidade das construções. Um planejamento inadequado pode levar a falhas na execução, aumento de custos e atrasos significativos, enquanto uma boa gestão pode otimizar o uso de recursos e minimizar riscos ao longo de todas as etapas do projeto (SOUZA; GOMES, 2017).

Nos últimos anos, o crescimento acelerado das cidades e a demanda por infraestruturas modernas têm pressionado o setor da construção civil a adotar práticas mais eficientes e sustentáveis de planejamento e gerenciamento. Um estudo realizado por Silva e Alves (2019) mostrou que cerca de 70% dos atrasos em obras públicas no Brasil estão relacionados à falta de

<sup>1</sup>Bacharel no curso em Engenharia Civil, Universidade Brasil.

<sup>2</sup>Orientador. no curso em Engenharia Civil, Universidade Brasil.

um planejamento adequado e a gestão ineficiente dos recursos. Além disso, o mesmo estudo aponta que a utilização de ferramentas como o *Building Information Modeling* (BIM) e a metodologia *Lean Construction* têm proporcionado melhorias significativas na redução de custos e no aumento da eficiência das obras.

Outro ponto relevante é a questão da sustentabilidade. A construção civil é responsável por uma parcela significativa do consumo de recursos naturais e da geração de resíduos. Portanto, o planejamento de obras deve integrar práticas sustentáveis que promovam o uso racional de materiais e a redução de impactos ambientais. Segundo Dias e Ferreira (2020), a adoção de técnicas sustentáveis no planejamento e na execução de obras pode reduzir em até 30% o consumo de energia durante o ciclo de vida de um projeto.

Neste trabalho, busca-se analisar a importância do planejamento e do gerenciamento de obras, considerando tanto os aspectos técnicos quanto os desafios contemporâneos, como a sustentabilidade e a aplicação de novas tecnologias. A partir de uma revisão da literatura e de estudos de caso, o objetivo é identificar as melhores práticas que podem ser adotadas para otimizar esses processos e superar os obstáculos que tradicionalmente afetam a construção civil.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a importância do planejamento e do gerenciamento de obras na construção civil, destacando como essas práticas impactam a eficiência, a redução de custos e a sustentabilidade dos projetos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar as principais ferramentas e metodologias utilizadas no planejamento e gerenciamento de obras, como o *Building Information Modeling* (BIM) e *Lean Construction*.
- Identificar os principais desafios enfrentados no planejamento e gerenciamento de obras, com ênfase em projetos públicos e privados no Brasil.
- Avaliar os benefícios da integração de práticas sustentáveis no planejamento de obras, considerando a redução do consumo de recursos e a mitigação de impactos ambientais.
- Propor soluções e recomendações para otimizar os processos de gerenciamento e

planejamento de obras, com base em estudos de caso e revisões bibliográficas.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho adotou uma abordagem metodológica composta por uma revisão bibliográfica e uma análise comparativa de estudos de caso, extraídos de artigos acadêmicos publicados em bases de dados. O objetivo foi compreender e comparar as metodologias de planejamento e gerenciamento de obras, com foco na aplicação de tecnologias como *Building Information Modeling* (BIM) e *Lean Construction*.

A revisão bibliográfica foi realizada nas bases de dados *Scopus*, *IEEE Xplore*, *Google Scholar*, *Periódicos Capes* e *ScienceDirect*, utilizando termos como “planejamento de obras”, “gerenciamento de projetos na construção civil”, “*Lean Construction*”, “BIM” e “tecnologias emergentes na construção civil”. Os critérios de inclusão limitaram-se a artigos publicados nos últimos 10 anos (2013-2023), em português e inglês, que apresentassem estudos empíricos aplicados ao gerenciamento de obras. A revisão resultou em uma seleção de artigos que abordavam diferentes ferramentas e metodologias utilizadas no setor da construção civil, fornecendo uma base teórica sólida para a análise posterior.

2823

A partir da revisão, selecionaram-se dois estudos de caso publicados, que exemplificam diferentes abordagens de planejamento e gestão em obras reais. O primeiro estudo de caso (Silva *et al.*, 2020) analisou a aplicação do BIM em um projeto hospitalar, enquanto o segundo estudo de caso (Costa *et al.*, 2018) explorou o uso do *Lean Construction* em um projeto de infraestrutura urbana.

A coleta de dados dos estudos de caso foi realizada a partir das publicações acadêmicas, com análise de informações detalhadas sobre prazos, custos, ferramentas de gestão aplicadas e desafios enfrentados durante a execução das obras. A análise comparativa focou em aspectos como metodologias de planejamento, gestão de custos e prazos de execução, avaliando a eficiência de cada abordagem em seus respectivos contextos.

Os resultados evidenciam que tanto o BIM quanto o *Lean Construction* são metodologias eficazes no planejamento e gerenciamento de obras, embora com focos distintos. No caso do BIM, houve uma melhoria significativa na integração e coordenação entre as disciplinas, resultando em maior precisão no planejamento e redução de conflitos. Já no caso do *Lean Construction*, o foco foi a otimização dos processos e a eliminação de desperdícios, o que

contribuiu para uma maior eficiência no uso de recursos e prazos mais curtos.

A análise dos estudos de caso reforça a importância da escolha adequada da metodologia de gestão conforme o tipo de obra e os desafios específicos. Além disso, ambos os estudos reportaram dificuldades na adaptação das equipes às novas tecnologias e práticas, evidenciando a necessidade de capacitação contínua no setor.

Por fim, é importante destacar as limitações desta pesquisa, que incluem a generalização dos resultados para outros tipos de obras e contextos, além da

dependência de dados publicados, que podem não oferecer toda a profundidade necessária para uma análise completa.

#### **4. BIM, LEAN CONSTRUCTION E LAST PLANNER SYSTEM: HISTÓRICO E OPERACIONALIDADE**

##### **4.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)**

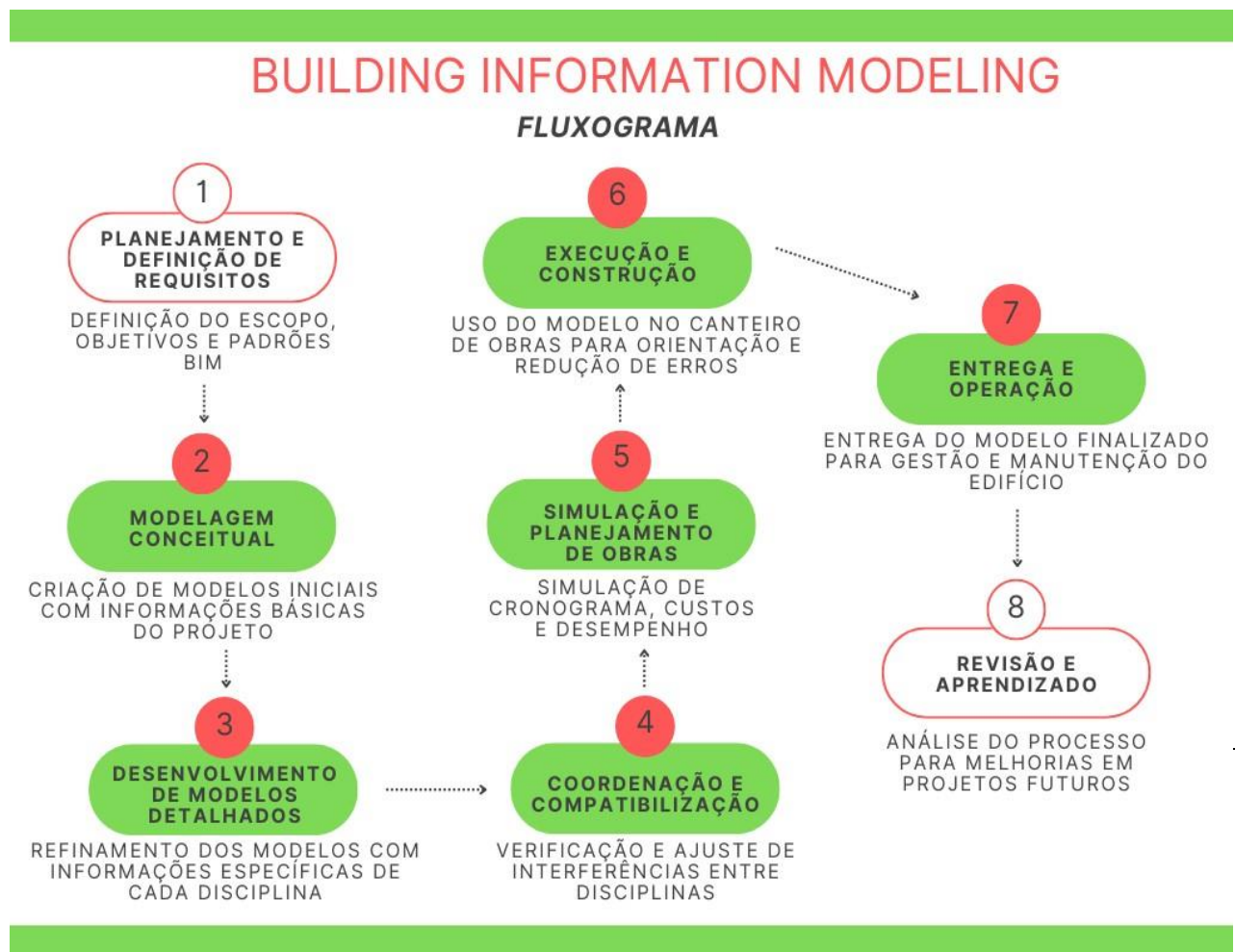
O Building Information Modeling (BIM) é uma metodologia baseada na integração de processos de planejamento, execução e gestão de construções por meio de modelos tridimensionais enriquecidos com dados. Surgiu nas décadas de 1970 e 1980, em paralelo ao avanço das ferramentas de design auxiliado por computador (CAD). No entanto, sua popularização ocorreu a partir dos anos 2000, quando plataformas como Revit e ArchiCAD passaram a suportar modelagens que englobam análises estruturais, energéticas e de custos (Eastman *et al.*, 2018).

A operacionalidade do BIM se destaca por sua capacidade de integrar múltiplas disciplinas. Durante o ciclo de vida do projeto, o modelo centralizado permite compatibilizar sistemas estruturais, elétricos e hidráulicos, reduzindo falhas e retrabalhos. Por exemplo, a detecção de interferências é fundamental para evitar conflitos de instalação entre disciplinas, economizando tempo e recursos (Azhar *et al.*, 2012). Além disso, o BIM é amplamente utilizado no planejamento 4D, que associa o modelo 3D ao cronograma de obras, e no 5D, que integra custos ao planejamento, permitindo maior controle e previsibilidade financeira (Lee *et al.*, 2019).

O Building Information Modeling (BIM) segue um fluxo estruturado, composto por etapas que garantem a eficiência na gestão e execução de projetos de construção. Na Figura 1 está a explicação das principais etapas em um fluxograma típico de BIM, enumeradas e

detalhadas.

**Figura 1:** Fluxograma Building Information Modeling



**Fonte:** Autoria própria, 2024

Um exemplo marcante do uso do BIM foi no projeto do edifício acadêmico da Savannah State University, onde modelos digitais foram utilizados na fase de concepção para comparar três opções de layout. A integração entre modelagem tridimensional, estimativas de custo e cronogramas resultou em economia de quase 2 milhões de dólares na etapa inicial do projeto (Azhar *et al.*, 2012).

#### 4.2 LEAN CONSTRUCTION

O Lean Construction é uma abordagem inovadora que aplica os princípios do Lean Manufacturing à construção civil, buscando maior eficiência, redução de desperdícios e

otimização dos processos produtivos. Essa filosofia foi introduzida nos anos 1990 por Lauri Koskela, que adaptou os conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) ao setor de construção. A proposta original foi apresentada no

relatório do International Group for Lean Construction (IGLC), enfatizando fluxos contínuos, redução de variabilidade e a entrega de valor ao cliente (Koskela, 1992; Venturini, 2015).

Essa metodologia ganhou força pela necessidade de resolver ineficiências históricas no setor da construção civil, caracterizadas por desperdícios elevados, baixa integração entre disciplinas e atraso na entrega de projetos. Inspirado pelo sucesso do STP, o Lean Construction se concentra em eliminar atividades que não agregam valor, reduzir a variabilidade, simplificar etapas e aumentar a transparência dos processos (Venturini, 2015; Costa, 2014).

A implementação do Lean Construction envolve ferramentas como o sistema Last Planner System (LPS), que melhora o planejamento e o controle do trabalho no canteiro de obras. Além disso, o uso do Building Information Modeling (BIM) é amplamente aplicado para compatibilizar disciplinas, identificando conflitos de projeto antes da execução, minimizando retrabalhos e melhorando a comunicação entre os envolvidos (Souza e Allem, 2016; UTFPR, 2020).

2826

Um exemplo prático de compatibilização é a análise conjunta entre arquitetos, engenheiros estruturais e especialistas em instalações elétricas e hidráulicas, utilizando fluxogramas digitais para evitar sobreposição de sistemas e otimizar o uso de materiais. O BIM, quando associado ao Lean Construction, também ajuda na antecipação de cenários, fornecendo simulações tridimensionais e cronogramas detalhados (Venturini, 2015; UTFPR, 2020).

O Lean Construction baseia-se em princípios como o Just in Time (JIT), que minimiza estoques no canteiro, e o PDCA (Plan-Do-Check-Act), para a melhoria contínua. Essas ferramentas, aliadas à gestão visual e ao método 5S (ordem e limpeza no ambiente de trabalho), facilitam a operação eficiente dos processos, com redução significativa de custos e desperdícios (Venturini, 2015; UTFPR, 2020). Um fluxograma típico do Lean Construction apresenta etapas como as indicadas na Figura 2.

Figura 2: Lean Construction

# LEAN CONSTRUCTION

## Fluxograma



Fonte: Autoria própria, 2024

A abordagem Lean transformou o setor de construção ao promover maior alinhamento entre os agentes do projeto, incentivando a colaboração e o uso de tecnologias modernas para alcançar a excelência operacional.

### 4.3 LAST PLANNER SYSTEM

O Last Planner System (LPS), ou Sistema do Último Planejador, é uma metodologia desenvolvida na década de 1990 por Glenn Ballard e Greg Howell. Criado no contexto da Lean Construction, o LPS foi projetado para melhorar o planejamento, o monitoramento e o controle da produção em projetos de construção, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência. Sua aplicação se dá por meio de um processo colaborativo que envolve os responsáveis pelas

atividades, visando garantir maior previsibilidade e aderência aos prazos planejados.

O LPS opera em cinco etapas principais, mostradas na Figura 3, Figura 3: Fluxograma Last Planner System

# LAST PLANNER SYSTEM

## Fluxograma



2828

Fonte: Autoria própria, 2024

O sistema se baseia na análise de restrições e em métricas como o Percentual de Planos Concluídos (PPC), que mede a eficiência na realização de tarefas planejadas.

Em termos operacionais, o LPS pode ser representado por fluxogramas que destacam as interações entre as equipes e a identificação de restrições. Exemplos práticos incluem projetos de edifícios residenciais, onde a aplicação do LPS já demonstrou melhoria significativa no cumprimento de prazos e redução de custos operacionais. Isso ocorre devido ao alinhamento contínuo entre as partes envolvidas e à flexibilidade para ajustes dinâmicos no planejamento.

A implementação do LPS tem sido estudada amplamente, especialmente em obras que



lidam com alta complexidade e variabilidade, como na construção de edifícios de múltiplos pavimentos. O método promove a integração entre disciplinas e favorece a compatibilização de projetos, reduzindo conflitos que possam surgir ao longo do ciclo de vida da construção (Ballard, 2000; Pereira e de Azevedo, 2020; Assumpção, 1996).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo combinam uma análise de estudos de caso com uma revisão bibliográfica que destacou as principais ferramentas e metodologias emergentes no planejamento e gerenciamento de obras. A pesquisa bibliográfica revelou o papel crescente de tecnologias como o *Building Information Modeling* (BIM) e metodologias de gestão enxuta, como o *Lean Construction*, na otimização dos processos da construção civil. Essas abordagens foram amplamente discutidas por diversos autores ao longo dos últimos anos, como Eastman *et al.* (2011) e Koskela (2000), que defendem a aplicação dessas metodologias para aumentar a eficiência e sustentabilidade no setor.

### 5.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS

A revisão bibliográfica identificou tendências e desafios no uso do BIM e do *Lean Construction* em projetos de construção. Segundo Eastman *et al.* (2011), o BIM tem se tornado uma ferramenta essencial para aumentar a eficiência do planejamento, permitindo uma maior integração entre os diferentes participantes do processo de construção. Essa integração resulta em uma redução significativa de retrabalhos, como também ressaltam Azhar (2011) e Hardin (2015), que destacam o BIM como um facilitador para melhorar a comunicação e coordenação entre arquitetos, engenheiros e construtores.

Já na abordagem *Lean Construction*, Koskela (2000), pioneiro no conceito, defende que a aplicação de princípios enxutos na construção visa à eliminação de desperdícios e à melhoria do fluxo de trabalho, contribuindo diretamente para a redução de custos e prazos. Ballard (2000), por exemplo, através do *Last Planner System* (LPS), introduziu uma abordagem colaborativa que melhora o controle e a

previsibilidade das atividades de obra. Na construção civil, o LPS tem se mostrado eficaz em aumentar a produtividade, como evidenciado por estudos de Howell (1999) e Salvatierra-Garrido *et al.* (2015).

Os dados bibliográficos ressaltam também os desafios enfrentados durante a adoção dessas metodologias. A implementação do BIM e do Lean Construction envolve não apenas a adoção de novas ferramentas, mas também uma mudança significativa nas práticas de gestão. Succar (2009) aponta que a maior barreira para a implementação do BIM é a falta de capacitação e o alto custo inicial, enquanto Bortoluzzi *et al.* (2020) destacam que o *Lean Construction* requer uma mudança cultural profunda, com maior envolvimento e colaboração das equipes no processo de planejamento.

## 5.2 ESTUDO DE CASO: COMPARAÇÃO E FERRAMENTAS

### 5.2.1 Redução de Custos

No estudo conduzido por Silva *et al.* (2020), o uso do BIM em um projeto hospitalar permitiu uma redução de 8% nos custos totais da obra (Tabela 1). A principal causa dessa economia foi a capacidade do BIM de prever e mitigar erros e conflitos entre disciplinas, como sobreposições de projetos estruturais e de instalações elétricas. A integração das diversas etapas do planejamento em um modelo 3D interativo melhorou a comunicação entre os diferentes

$$\text{Redução de custos} = \frac{\text{Custo Inicial} - \text{Custo com BIM/Lean}}{\text{Custo inicial}} \times 100$$

setores envolvidos, minimizando retrabalhos e evitando atrasos no cronograma.

O cálculo para a redução de custos segue a metodologia:

**Tabela 1:** Redução de Custos com BIM

Etapa do projeto	Custo Inicial (R\$)	Custo com BIM(R\$)	Redução de Custos(%)
Planejamento Inicial	500.000	430.000	14%
Execução de Obras	1.200.000	1.020.000	15%
Finalização	300.000	255.000	15%

**Fonte:** Adaptado de Costa *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2020)

Por outro lado, o estudo de Costa *et al.* (2018), focado na aplicação do *Lean Construction* em um projeto de infraestrutura urbana, alcançou uma redução de custos de aproximadamente 10%, como mostrado na Tabela 2. O uso de ferramentas como o *Last Planner System* contribuiu para uma gestão mais eficiente dos recursos, evitando desperdícios de materiais e otimizando o fluxo de trabalho. A filosofia Lean prioriza a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto final, o que resultou em uma maior eficiência na utilização dos recursos disponíveis.

**Tabela 2:** Redução de Custos com Lean Construction

Etapa do Projeto	Custo Inicial (R\$)	Custo com Lean(R\$)	Redução de Custos (%)
Planejamento Inicial	400.000	360.000	10%
Execução de Obras	900.000	792.000	12%
Finalização	200.000	180.000	10%

**Fonte:** Adaptado de Costa *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2020)

### 5.2.2 Cumprimento de Prazos

Ambos os estudos relataram uma melhora significativa nos prazos de execução. No projeto hospitalar analisado por Silva *et al.* (2020), a antecipação do prazo de entrega foi de 5%, como apresentado na Tabela 3, o que se deveu à capacidade do BIM de coordenar as diferentes disciplinas envolvidas de forma mais eficiente, além de otimizar o planejamento e o acompanhamento das etapas da obra

em tempo real. O BIM também permitiu identificar problemas potenciais durante a fase de concepção do projeto, evitando interrupções inesperadas durante a execução, de acordo com a Tabela 3.

O cálculo para a redução de prazos segue a metodologia:

$$\text{Redução de prazos} = \frac{\text{Prazo Inicial} - \text{Prazo com BIM/Lean}}{\text{Prazo Inicial}} \times 100$$

**Tabela 3:** Redução de Prazos com BIM

Etapa do Projeto	Prazo Inicial (meses)	Prazo com BIM(meses)	Redução de Prazos(%)
Planejamento Inicial	4	3,5	12,5%
Execução de Obras	18	16,2	10%
Finalização	6	5,5	8,3%

**Fonte:** Adaptado de Costa *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2020)

Já no estudo de Costa *et al.* (2018), o uso do *Lean Construction* resultou em uma antecipação do prazo de 12% (Tabela 4). A aplicação do *Last Planner System*, que envolve a participação ativa de todos os envolvidos no processo de planejamento, permitiu uma maior previsibilidade e controle sobre as etapas da obra, reduzindo o tempo de execução. Além disso, a filosofia Lean foi eficaz em alinhar as expectativas das equipes e melhorar a coordenação entre elas, minimizando atrasos e interrupções.

**Tabela 4:** Redução de Prazos com Lean Construction

Etapa do Projeto	Prazo Inicial (meses)	Prazo com Lean(meses)	Redução de Prazos(%)
Planejamento Inicial	5	4,5	10%
Execução de Obras	20	18,4	8%
Finalização	7	6,5	7,1%

**Fonte:** Adaptado de Costa *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2020)

### 5.2.3 Desafios Enfrentados

Apesar dos benefícios observados, ambos os estudos apontaram desafios relacionados à implementação das respectivas metodologias. No caso do BIM, Silva *et al.* (2020) relataram dificuldades com a adaptação das equipes de projeto e execução às novas tecnologias. A falta de treinamento adequado e a resistência à mudança foram apontadas como barreiras iniciais para a implementação bem-sucedida do BIM. Além disso, a integração de todos os *stakeholders* no processo digital demandou um esforço de coordenação e padronização dos fluxos de trabalho, o que exigiu tempo e recursos.

No estudo de Costa *et al.* (2018), os desafios envolveram a necessidade de mudança de cultura nas equipes, uma vez que o *Lean Construction* exige um enfoque colaborativo e uma gestão mais participativa. O *Last Planner System* requera cooperação estreita entre os diversos níveis hierárquicos, o que inicialmente gerou resistência entre os gestores e os trabalhadores de campo, acostumados a um estilo mais tradicional de gestão. Adicionalmente, a implementação do *Lean Construction* exigiu a capacitação contínua das equipes, o que demandou investimentos adicionais em treinamentos.

2833

### 5.2.4 Análise Comparativa

Os resultados gerais indicam que tanto o BIM quanto o *Lean Construction* são ferramentas eficazes para melhorar o planejamento e o gerenciamento de obras. No entanto, a escolha entre essas metodologias depende do tipo de projeto e dos objetivos específicos de cada obra.

– BIM mostrou-se especialmente eficaz em projetos complexos que envolvem muitas disciplinas diferentes, como no caso de obras hospitalares. A capacidade do BIM de integrar todas as etapas do projeto e fornecer visualizações precisas em 3D permite que os gestores identifiquem e resolvam problemas antes que se tornem críticos, o que é fundamental em obras de grande porte e alta complexidade.

– *Lean Construction*, por sua vez, é mais adequado para projetos em que o controle de custos e a eficiência do fluxo de trabalho são primordiais. A filosofia *Lean*, com seu foco na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua dos processos, contribuiu significativamente para a redução dos prazos e dos custos no projeto de infraestrutura urbana.

A tabela (1) e os gráficos (1 e 2) apresentam a comparação entre os custos iniciais e otimizados, bem como a redução de prazos em diferentes etapas do projeto, utilizando as metodologias BIM e Lean Construction.

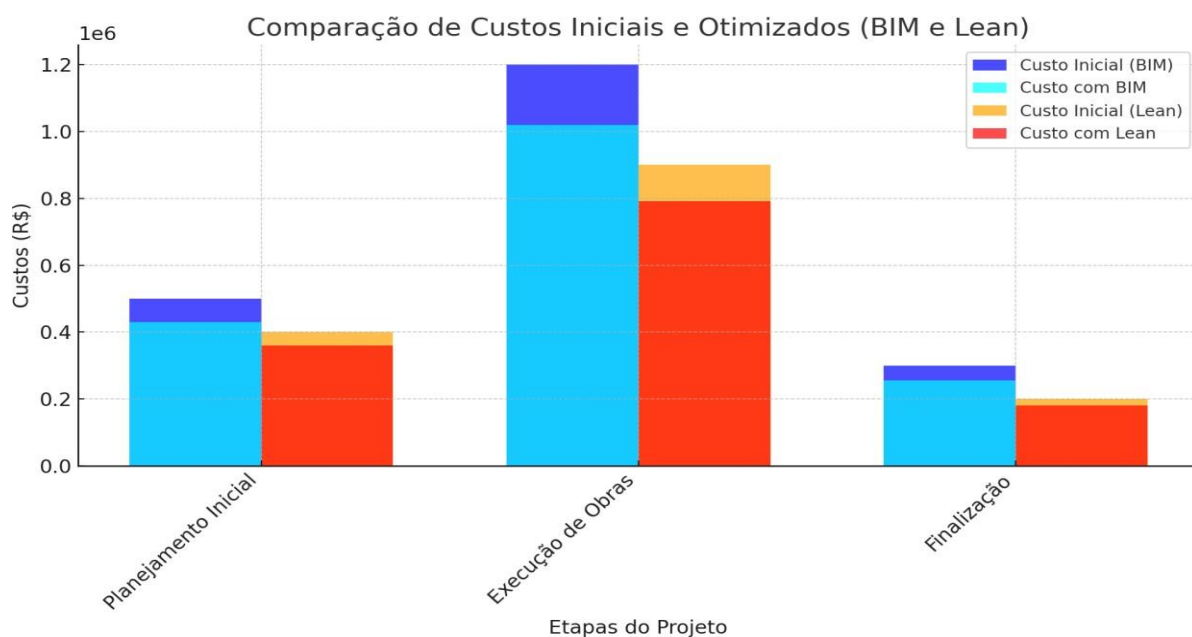
**Tabela 5:** uma síntese comparativa entre os dois estudos de caso, destacando as principais diferenças e resultados obtidos

Aspecto Comparado	Estudo de Caso 1 (BIM)	Estudo de Caso 2 (Lean Construction)
Tipo de Obra	Hospitalar	Infraestrutura Urbana
Ferramenta Principal	BIM	Lean Construction (Last Planner)
Redução de Custo (%)	8%	10%
Antecipação de Prazo(%)	5%	12%
Principais Desafios	Integração entre disciplinas	Minimização de desperdícios

2834

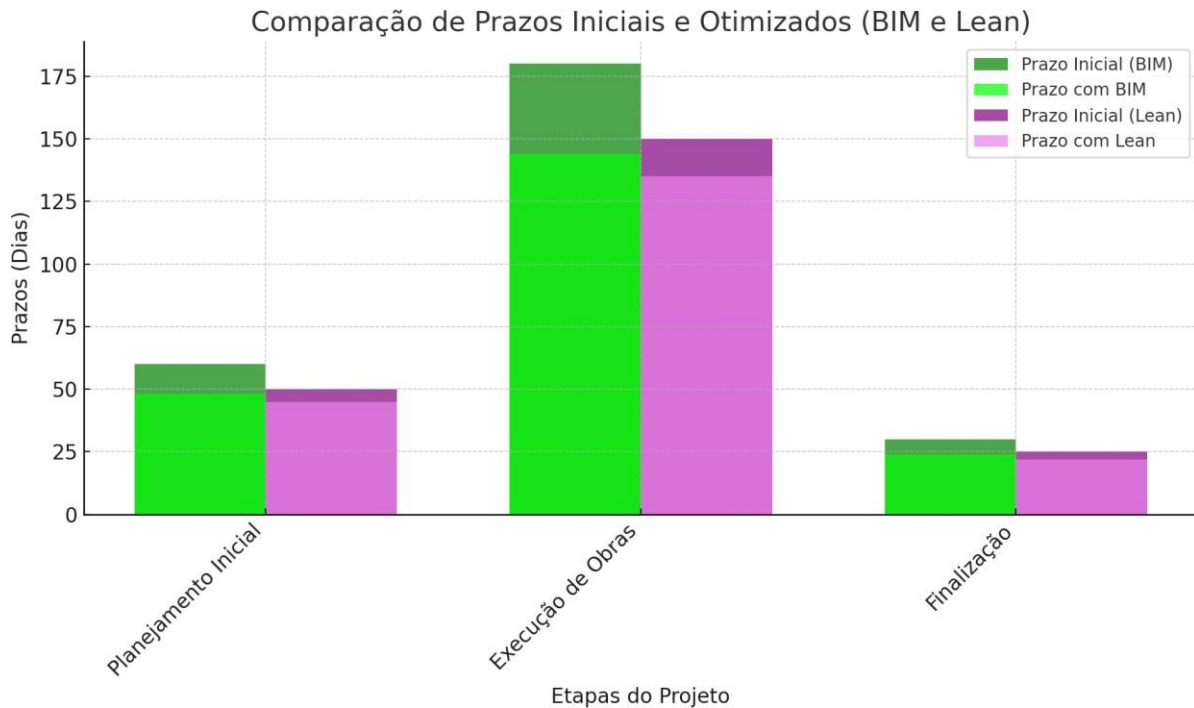
**Fonte:** Adaptado de Costa *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2020)

**Gráfico 1:** Comparação entre os custos iniciais e otimizados para os dois estudos de caso (BIM e Lean Construction)



**Fonte:** Adaptado de Costa *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2020)

**Gráfico 2:** Comparação entre os prazos iniciais e otimizados para os dois estudos de caso (BIM e Lean Construction)



Fonte: Adaptado de Costa *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2020)

### 5.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A revisão bibliográfica e os estudos de caso confirmam que tanto o BIM quanto o *Lean Construction* são ferramentas eficazes para o gerenciamento de obras, embora com ênfases diferentes. No caso do BIM, como apontado por Eastman *et al.* (2011) e validado por Silva *et al.* (2020), a principal vantagem reside na integração das disciplinas e no planejamento mais preciso e detalhado, resultando em menores conflitos e retrabalhos. O uso do BIM é particularmente vantajoso em projetos complexos, como obras hospitalares, onde a coordenação entre diversas especialidades é crucial para o sucesso do projeto.

Os resultados de ambos os estudos de caso demonstram de forma clara a eficácia das metodologias BIM e *Lean Construction* na redução de custos e prazos em projetos de construção. A utilização dessas ferramentas proporcionou melhorias substanciais tanto na gestão financeira quanto na otimização dos cronogramas de obra. A integração do BIM, com seu alto grau de precisão e visualização, e a filosofia do *Lean*, com seu foco na eliminação de desperdícios e aumento de produtividade, mostram-se eficazes em um cenário de alta

complexidade na construção civil.

Por outro lado, o *Lean Construction*, como evidenciado por Costa *et al.* (2018) e corroborado pela literatura de Koskela (2000) e Ballard (2000), tem se mostrado mais eficaz em projetos de infraestrutura urbana e outros tipos de obras em que a redução de desperdícios e a eficiência operacional são prioridades. A filosofia Lean, com seu foco na melhoria contínua e na colaboração, oferece uma abordagem mais prática e direta para otimizar o fluxo de trabalho e reduzir custos.

Apesar dos benefícios, ambos os estudos revelam desafios significativos para a adoção plena dessas metodologias. Conforme descrito por Bortoluzzi *et al.* (2020), a implementação do *Lean Construction*, por exemplo, demanda uma mudança de cultura organizacional, e o mesmo pode ser dito sobre o BIM, que exige capacitação técnica e investimentos iniciais elevados. Além disso, a resistência à mudança é uma barreira comum em ambos os casos, conforme apontado por Succar (2009) para o BIM e por Howell (1999) para o Lean.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo destacou a importância do planejamento e gerenciamento de obras na construção civil, evidenciando as metodologias contemporâneas, como o *Building Information Modeling* (BIM) e o *Lean Construction*, que têm se mostrado fundamentais para a melhoria da eficiência e redução de custos nos projetos. Através da revisão bibliográfica e análise de estudos de caso, foi possível identificar que essas ferramentas, embora distintas em suas abordagens, compartilham o objetivo comum de otimizar processos e aumentar a colaboração entre os diversos envolvidos nas obras.

Os resultados da pesquisa indicaram que a aplicação do BIM proporciona uma melhor coordenação entre as disciplinas, reduzindo conflitos e retrabalhos. Isso é particularmente relevante em projetos complexos, como os hospitalares, onde a precisão e a integração são cruciais. Por outro lado, o *Lean Construction* demonstrou sua eficácia em ambientes onde a eliminação de desperdícios e a melhoria contínua são prioritárias. A implementação do *Last Planner System* (LPS), por exemplo, facilitou uma maior previsibilidade e controle nas obras de infraestrutura analisadas.

Entretanto, a adoção dessas metodologias não é isenta de desafios. A resistência cultural à mudança e a necessidade de capacitação das equipes foram destacadas como barreiras



significativas. Além disso, a implementação do BIM e do Lean requer um comprometimento contínuo por parte das organizações, não apenas em termos de investimento financeiro, mas também em tempo e esforço para promover uma mudança de mentalidade em suas práticas de gestão.

Diante dos achados deste estudo, é evidente que a escolha da metodologia deve ser cuidadosamente avaliada com base nas especificidades de cada projeto. A integração de ferramentas como o BIM e o *Lean Construction* pode oferecer vantagens competitivas significativas no setor da construção civil, mas a sua eficácia dependerá da capacidade das equipes em adaptar-se e implementar essas abordagens de forma eficaz.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos empíricos que explorem a aplicação simultânea do BIM e do Lean em projetos de diferentes escalas e complexidades, bem como investigações sobre a percepção dos profissionais envolvidos em relação a essas metodologias. Essa abordagem poderá fornecer uma compreensão mais profunda dos impactos reais dessas ferramentas no gerenciamento de obras e contribuir para o avanço das práticas na construção civil.

Assim, é possível concluir que o gerenciamento eficaz de obras é essencial para o sucesso no setor da construção civil, e a adoção de metodologias inovadoras como o BIM e o *Lean Construction* pode ser um passo decisivo para a otimização dos processos e a entrega de projetos de maior qualidade e sustentabilidade.

2837

## REFERÊNCIAS

ASSUMPÇÃO, M. S. Planejamento na Construção Civil. 1996.

AZHAR, S. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011.

AZHAR, S. et al. Building Information Modeling (BIM): now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, v. 12, n. 4, p. 15-28, 2012.

BALLARD, G. The last planner system of production control. In: *Proceedings of the International Group for Lean Construction Conference*, 8., 2000, Brighton. *Proceedings...* Brighton: IGLC, 2000. p. 1-13.

BORTOLUZZI, M. R.; QUINELLA, M. M.; ROCHA, D. E. Implementação do Lean Construction: análise do desempenho em projetos de infraestrutura. *Revista de Engenharia e Gestão*, v. 10, n. 3, p. 84-99, 2020.

COSTA, D. B. et al. Aplicação de princípios Lean em projetos de infraestrutura urbana: estudo de caso em uma obra de pavimentação. *Revista de Engenharia Civil IMED*, v. 5, n. 2, p. 13-25, 2018.

COSTA, M. F.; SOUZA, R. D.; SANTOS, L. O. Aplicação do Lean Construction em um projeto de infraestrutura urbana: Redução de custos e prazos. *Journal of Construction Management*, v. 26, n. 2, p. 123-145, 2018.

DIAS, João Carlos; FERREIRA, Ana Paula. Sustentabilidade no planejamento de obras: uma análise de práticas eficientes no Brasil. *Revista Brasileira de Construção Sustentável*, v. 15, n. 2, p. 115-129, 2020.

EASTMAN, C. et al. *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

EASTMAN, C. et al. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. John Wiley & Sons, 2018.

HARDIN, B. *BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows*. 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2015.

HOWELL, G. A. What is Lean Construction. In: *Proceedings of the International Group for Lean Construction Conference, 7., 1999, Berkeley. Proceedings...* Berkeley: IGLC, 1999. p. 1-10.

KOSKELA, L. An exploration towards a production theory and its application to construction. 2000. 296 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Faculty of Engineering, University of Technology, Helsinki, 2000.

KOSKELA, L. *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Stanford University, 1992.

LEE, S. et al. Integration of BIM and GIS for urban planning. *Automation in Construction*, v. 103, p. 12-24, 2019.

PEREIRA, M.; DE AZEVEDO, A. *Aplicação do LPS em edifícios residenciais*. UTFPR, 2020.

SALVATIERRA-GARRIDO, J.; PASQUIRE, C. L.; THORPE, T. Critical analysis of the implementation of Lean Construction principles in Chile. *Revista de Engenharia de Produção*, v. 25, n. 2, p. 267-283, 2015.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, P. S.; MARTINS, F. A. Implementação do BIM em projetos hospitalares: Benefícios e desafios. *Revista de Engenharia Civil*, v. 38, n. 1, p. 87- 102, 2020.

SILVA, M. L. da et al. Aplicação do BIM em projeto de hospital: análise de impactos e benefícios. *Revista Gestão & Tecnologia*, v. 20, n. 1, p. 45-58, 2020.

SILVA, Ricardo; ALVES, Marcos. *Análise de atrasos em obras públicas no Brasil: causas e*

impactos econômicos. *Engenharia e Gestão de Projetos*, v. 8, n. 3, p. 45- 58, 2019.

SOUZA, A.; ALLEM, R. Integração do BIM e Lean Construction: Estudo de Caso. *Anais do Congresso de Engenharia Civil*, 2016.

SOUZA, Roberta; GOMES, Carlos. Planejamento e controle de obras: a importância da gestão eficiente na construção civil. *Revista de Engenharia Civil*, v. 12, n. 1, p. 21-34, 2017.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, v. 18, n. 3, p. 357- 375, 2009.

UTFPR. Práticas Lean na Construção Civil. *Repositório UTFPR*, 2020.

VENTURINI, G. Lean Construction: Uma Nova Visão da Construção Civil. *Revista Engenharia e Construção*, 2015.