



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII – ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

VICTOR ALCÂNTARA FARIAS

**ESTADO DA ARTE E ANÁLISE CRÍTICA DE KEY PERFORMANCE
INDICATORS**

ARARUNA – PB

2024

VICTOR ALCÂNTARA FARIAS

**ESTADO DA ARTE E ANÁLISE CRÍTICA DE KEY PERFORMANCE
INDICATORS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção civil.

Orientador: Prof. Dr. Igor Souza Ogata.

ARARUNA – PB

2024

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F224e Farias, Victor Alcantara.

Estado da arte e análise crítica de key performance indicators [manuscrito] / Victor Alcantara Farias.-2024.
35 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2024.

"Orientação: Prof. Me. Igor Souza Ogata, Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS".

1. Construção. 2. Planejamento de obras. 3. Tecnologia. I. Título
21. ed. CDD 690

VICTOR ALCÂNTARA FARIAS

ESTADO DA ARTE E ANÁLISE CRÍTICA DE KEY PERFORMANCE INDICATORS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção civil.

Aprovado em: 25 / 09 / 2024 .

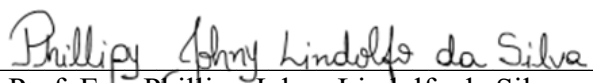
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Igor Souza Ogata (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Esp. Phillipy Johny Lindolfo da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

A realização deste Trabalho de Conclusão de Curso não teria sido possível sem o apoio e a colaboração de diversas pessoas e instituições, às quais expresso minha mais profunda gratidão.

Primeiramente, agradeço à instituição de ensino e ao corpo docente, pela oportunidade e pelos conhecimentos transmitidos ao longo do curso, que foram fundamentais para a elaboração deste trabalho. Agradeço, também, aos professores que, com paciência e dedicação, sempre estiveram dispostos a oferecer orientação e suporte.

Minha gratidão se estende aos colegas de curso, com quem compartilhei momentos de estudo, troca de ideias e incentivo mútuo. A convivência e as discussões acadêmicas foram extremamente enriquecedoras.

Não poderia deixar de mencionar o apoio incondicional da minha família e namorada que sempre acreditaram em mim e me deram a força necessária para superar os desafios ao longo dessa jornada e principalmente me impulsionaram nessa reta final do curso, completa de dificuldades e turbulências na vida pessoal. Aos amigos, agradeço pelas palavras de encorajamento e pela compreensão durante os momentos de ausência.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste TCC, meu sincero muito obrigado. Este trabalho é fruto de um esforço coletivo e, por isso, compartilho com todos vocês a alegria desta conquista.

RESUMO

Os Indicadores Chave de Desempenho ou *Key Performance Indicators* (KPI) são ferramentas fundamentais para medir o progresso e sucesso de um projeto, permitem um acompanhamento e análise de desempenho em diversas áreas de interesse para a gestão. O presente trabalho teve como objetivo investigar, por meio de uma pesquisa bibliográfica, a utilização de KPI na gestão de projetos da construção civil, apresentando ao leitor o conceito, as diferentes tipologias e a aplicabilidade de diferentes KPI no contexto da construção civil. Para isso, realizou-se uma busca por artigos científicos, utilizando as bases de dados como SciELO, Science Direct e Periódicos CAPES. A metodologia adotada envolveu uma revisão bibliográfica rigorosa, que inicialmente identificou 1000 artigos. Após a aplicação de critérios de exclusão, focados em garantir a relevância e conexão direta com o tema, o número de artigos foi reduzido para 25. Esses artigos selecionados proporcionaram uma listagem dos principais KPI e suas respectivas aplicações no setor da construção civil. Os resultados da pesquisa indicam que a implementação eficaz desses indicadores pode melhorar significativamente o desempenho dos projetos, auxiliando na identificação de áreas críticas e na tomada de decisões mais embasadas. O estudo identificou 10 tipos de KPI fundamentais que afetam diferentes áreas-chave em projetos de construção, abrangendo aspectos como tempo, custo, qualidade e segurança. Especificamente, esses indicadores incluem: Desempenho de mão de obra, materiais e maquinário (KPI1), Produtividade (KPI2), Custos e orçamento (KPI3), Prazo (KPI4), Qualidade (KPI5), Segurança (KPI6), Satisfação do cliente (KPI7), Eficiência energética (KPI8), Sustentabilidade (KPI9), e Lucratividade (KPI10). Esses KPIs são ferramentas essenciais para otimizar o planejamento e a execução das obras, promovendo maior eficiência e controle.

Palavras-Chave: KPI; Planejamento de obras; Tecnologia; Construção; Gerenciamento de obras.

ABSTRACT

Key Performance Indicators (KPIs) are fundamental tools for measuring the progress and success of a project, enabling monitoring and performance analysis across various management-relevant areas. This study aimed to investigate, through a literature review, the use of KPIs in construction project management, presenting readers with the concept, different types, and applicability of various KPIs within the construction context. To achieve this, scientific articles were sought through databases such as SciELO, Science Direct, and CAPES Journals. The adopted methodology involved a thorough bibliographic review, initially identifying 1,000 articles. After applying exclusion criteria to ensure relevance and direct connection to the topic, the number of articles was reduced to 25. These selected articles provided a list of the main KPIs and their respective applications in the construction sector. The research results indicate that the effective implementation of these indicators can significantly improve project performance by helping to identify critical areas and make more informed decisions. The study identified 10 essential KPIs impacting key areas in construction projects, covering aspects such as time, cost, quality, and safety. Specifically, these indicators include: Labor, materials, and machinery performance (KPI1), Productivity (KPI2), Costs and budget (KPI3), Timeline (KPI4), Quality (KPI5), Safety (KPI6), Client satisfaction (KPI7), Energy efficiency (KPI8), Sustainability (KPI9), and Profitability (KPI10). These KPIs serve as crucial tools for optimizing project planning and execution, enabling greater efficiency and control.

Keywords: KPI; Construction planning; Technology; Construction; Construction management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma indicando caminho metodológico da pesquisa----- 18

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - KPIs relevantes segundo Toor e Ogunlana (2010) -----	15
Quadro 2 - Síntese dos 25 artigos obtidos -----	19
Quadro 3 - Lista de 10 KPIs relevantes de autoria própria mencionados no texto -----	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	Building Information Modeling
CPM	Critical Path Method
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IoT	Internet das coisas
KPI	Key Performance Indicators
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO -----	10
1.1	Objetivo geral -----	11
1.2	Objetivos específicos -----	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA -----	12
2.1	Planejamento e execução de projetos na construção civil -----	12
2.2	Key Performance Indicators na construção civil -----	14
3	METODOLOGIA -----	17
4	RESULTADOS -----	19
5	DISCUSSÃO -----	24
6	CONCLUSÃO -----	31
	REFERÊNCIAS -----	32

1 INTRODUÇÃO

Para mudar de paradigma, a análise de performance de um empreendimento é algo almejado quando o objetivo é a otimização no gerenciamento da obra, na qual, são utilizados métodos, técnicas e tecnologias não convencionais no contexto de obra que visam maximizar o uso dos recursos disponíveis, minimizar desperdícios e aprimorar os processos de trabalho. Nos últimos anos, o uso da tecnologia da informação (TI) tem possibilitado às empresas melhorias expressivas e reduções de custo cada vez mais acentuadas em suas estratégias de negócios. A TI, como parte da infraestrutura voltada para o conhecimento organizacional, tornou-se uma ferramenta essencial para que as empresas em geral alcancem vantagem competitiva e promovam inovação no ambiente organizacional (Aloisio, Costa e Meza, 2013).

A construção civil é um dos setores que mais aquece a economia de uma região, gerando empregos e oportunidades de crescimento indireto em diversos outros setores da sociedade. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2020) a construção civil corresponde a cerca de 25% da receita gerada pela indústria brasileira. Porém nesse setor ainda prevalece aversão a novas tecnologias, visto que profissionais e empresas preferem seguir métodos e técnicas tradicionais, resistindo às mudanças e inovações que possam representar uma ruptura com a forma de trabalho já estabelecida.

Dentre as técnicas de análise de performance de uma obra, existe a técnica dos indicadores-chave de desempenho ou *Key Performance Indicators* (KPI) o qual é mais comumente utilizada em grandes obras auxiliando no planejamento, execução e controle do planejamento das etapas construtivas.

Nesse sentido, os KPI não são utilizados apenas na indústria da construção civil, podendo ser utilizados na indústria em geral, pois a gestão de ativos é um processo fundamental na busca pelo aprimoramento do desempenho de diversos processos. Os esforços das empresas devem ser focados em atender às necessidades dos clientes finais da cadeia, utilizando indicadores de desempenho que orientarão a empresa a alcançar um patamar mais elevado em todos os setores. Isso envolve engajar os colaboradores em um processo contínuo, que pode impulsionar melhorias e aumentar a produtividade, (Rodrigues e Canelada, 2015). Dessa maneira, os KPI desempenham um papel crucial ao fornecer *insights* valiosos para a tomada de decisão relacionada à análise da qualidade do produto e serviço, investimentos, controle de processos e implementação de melhorias contínuas. De modo que, ao acompanhar e analisar esses indicadores, os empreendimentos podem identificar áreas de oportunidade, garantir a eficiência operacional e aprimorar a satisfação do cliente.

De modo análogo, os KPI podem ser utilizados na indústria da construção civil, uma vez que, esta faz parte do setor produtivo de um local e necessita ser eficiente e competitiva, requerendo planejamento e gerenciamento de recursos humanos e materiais, bem como de logística. Dessa maneira, os KPI podem se tornar um pilar para o sucesso e crescimento sustentável dessa indústria (Giaquinto *et al.* 2018). Assim, é válido considerar tais análises na construção civil, visto que ambas estão intrinsecamente ligadas por fazerem parte do setor produtivo, requerendo planejamento, gerenciamento de recursos, mão de obra e logísticas eficientes.

Sendo assim, este trabalho possui o propósito de apresentar uma revisão teórica e uma análise crítica sobre os KPI, realizando uma listagem dos principais indicadores com utilidade na indústria da construção civil, apontando definição, aplicação, concepção, modo de cálculo e resultados esperados.

1.1 Objetivo geral

Apresentar ao leitor o conceito, as tipologias e a aplicabilidade dos KPI na construção civil, realizando um mapeamento das produções acadêmicas existentes e reunindo as informações relevantes sobre o tema.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar um levantamento de produções acadêmicas que abrangem o tema;
- Definir de maneira clara e precisa os KPI;
- Listar os principais KPI utilizados para avaliar o desempenho de projetos, detalhando sua concepção, aplicação, métodos de cálculo e os resultados obtidos na prática.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção será explorada as bases conceituais e teóricas que sustentam o presente estudo, fornecendo um alicerce sólido para melhorar a compreensão do contexto e questões subjacentes ao tema, assim como objetiva propor uma análise dos principais conceitos e obras relevantes que moldaram a construção do conhecimento nessa área. De modo que, a partir dessa investigação, o leitor esteja equipado para uma análise crítica do conteúdo do trabalho.

É importante discutir que a gestão de projetos na construção civil é um desafio devido as variáveis envolvidas. Atividades de planejamento, organização, direção e controle são tradicionalmente reconhecidas como funções fundamentais da administração e constituem o alicerce de uma abordagem dinâmica e interativa, conhecida como gestão de projetos (Lima, Aragão e Guimarães, 2016). Contudo, essa gestão desempenha um papel fundamental na execução bem-sucedida dos projetos, envolvendo a harmonia de recursos humanos (mão de obra), materiais e financeiros, para que seja garantida a eficiência na execução e cumprimento de prazos e orçamentos estabelecidos.

Segundo Toffani (2015), planejamento e controle adequados são vitais para que ocorra um bom gerenciamento da construção. As metodologias de planejamento e controle têm função de auxiliar e facilitar esse objetivo, podendo utilizar softwares que contribuem com a organização dos processos, proporcionando clareza das informações.

2.1 Planejamento e execução de projetos na construção civil

No âmbito dos objetivos da avaliação, os KPI devem refletir as atividades planejadas que são consideradas críticas para o sucesso da organização em um projeto, podendo avaliar se está alcançando os resultados desejados e identificar áreas de melhoria, pois analisar o planejamento e a execução são fundamentais em qualquer empreendimento. Entre as técnicas modernas aplicadas à gestão da construção, destacam-se os KPI, que são fundamentais para a análise do planejamento e da execução de uma obra. Outras abordagens incluem o gerenciamento ágil de projetos, para monitorar e ajustar a execução de um planejamento estratégico, e a produção enxuta, conhecida como *lean construction* (Martins, 2018).

O planejamento é a fase preliminar que precede a realização de um projeto ou serviço, envolvendo a compilação de elementos necessários para que a execução ocorra conforme o planejado. Aspectos financeiros, funcionais e físicos são os pilares fundamentais que se destacam na decisão entre planejamento e execução na construção civil. O planejamento de

uma obra é sem dúvidas uma das principais etapas no processo até a entrega final, é nesta que é possível mensurar o gasto de tempo e conseqüentemente, prever custos. No planejamento, todas as medidas pertinentes e essenciais são delineadas, com o objetivo de garantir uma construção de qualidade e eficiente, que atenda às necessidades para as quais foi projetada. A eficácia de um profissional executivo depende de fazer as coisas certas e, portanto, do planejamento eficaz, (Drucker, 2018).

De acordo com Silva (2020), o planejamento adequado de uma obra demanda uma abordagem coordenada e integrada, visando atender plenamente todas as exigências do projeto. Dentro dessa ótica, destaca-se a importância do planejamento como um dos passos fundamentais a serem seguidos no processo de concepção da edificação. O autor ainda destaca que, o planejamento compreende um conjunto de escolhas e decisões que desempenham um papel fundamental na articulação entre o projeto concebido e sua execução. Esse cenário tem instigado as empresas de construção a reagirem de maneira mais exigente às demandas presentes na indústria da construção (Silva, 2020).

Na execução, muitas decisões ainda são tomadas por diferentes profissionais, saberes e especialidades e essa tomada de decisão diz respeito à aspectos técnicos e funcionais, que necessitam de conhecimentos sobre o projeto, assim como conhecimentos relativos a como a futura edificação será utilizada, quais as atividades que seriam desenvolvidas. Essas escolhas são feitas em um ambiente de limitações financeiras e de tempo consideráveis, caracterizado por desafios na coordenação de equipes diversas e pela necessidade de garantir a eficácia técnica do projeto. Isso faz com que a realização seja uma fase muito mais intrincada do que inicialmente poderia ser imaginada. Melhorias no planejamento na fase de execução são cruciais para garantir ganhos significativos na produtividade e otimização de recursos, conforme destacado por Torres (2020), que aponta que a organização adequada do processo construtivo impacta diretamente o sucesso da obra.

Essa problemática pode ser atenuada dando devida atenção à etapa de planejamento de uma obra e dedicando mais tempo a ela, pois de acordo com Fialho (2023), no Japão, aproximadamente 67% do tempo é dedicado ao planejamento, enquanto 33% são destinados à execução. Nos Estados Unidos, essas proporções são de 40% e 60%, respectivamente. Um planejamento mais eficaz resulta em uma utilização mais eficiente do tempo.

2.2 Key Performance Indicators na construção civil

Key Performance Indicators ou Indicadores Chave de Desempenho são métricas amplamente utilizadas nos processos produtivos em geral, ajudando na organização, planejamento e execução de uma determinada tarefa. Os KPI atuam como um radar, monitorando o andamento de um projeto por meio de métricas específicas e parâmetros de controle, permitindo uma visão clara e precisa do progresso e desempenho (Junior *et al.* 2018).

Os KPI são indicadores numéricos que fornecem informações relevantes sobre o desempenho de processos empresariais e são fundamentais para o desenvolvimento profissional. Eles também podem ser aplicados em indicadores sociais, como o IDH e o IDEB, monitorados por órgãos como o IBGE. Em resumo, os KPI permitem o monitoramento contínuo, possibilitando decisões informadas e ações corretivas para a melhoria dos processos organizacionais, sejam eles em empresas, governos ou entidades sem fins lucrativos (Zahner, 2021).

Ao realizar um comparativo entre a engenharia de produção e a engenharia civil, é possível observar que estes indicadores proporcionam uma via para avaliar o processo produtivo e a gestão de uma obra. Nesse setor, a utilização de KPI vai além da avaliação da produção na obra, de acordo com Mahmoud *et al.* (2020), os KPI são empregados também como um indicativo ou sinal para avaliar o nível de segurança de uma construção no local, permitindo assim determinar sua qualidade e desempenho específicos. Além disso, podem ser usados para avaliar a eficiência de instalações já concluídas, verificando a capacidade destas de trazer conforto aos usuários, por exemplo. Nesse sentido os KPI não apenas monitoram a produtividade, mas também fornecem *insights* valiosos sobre a segurança, qualidade e eficácia das operações, sendo, portanto, uma prática comum em diversas indústrias e setores.

Diversos tipos de KPI podem ser implementados para avaliar a redução do risco de acidentes aos quais os trabalhadores estão expostos. Embora a capacitação seja uma ferramenta conceitualmente valiosa na prevenção de acidentes de trabalho, ela se torna ainda mais eficaz quando combinada com outras medidas complementares que auxiliem na mitigação dos riscos presentes no ambiente de trabalho (Ribeiro, 2022). Empresas em todo o mundo empregam KPI para medir e avaliar o desempenho inclusive na forma de lucro, em vários setores produtivos. Conforme Ying e Tookey (2017), os KPI são amplamente utilizados internacionalmente para medir o desempenho da indústria da construção. De maneira geral, estes indicadores se concentram no custo de construção, no tempo de construção, na previsibilidade de custo e tempo, defeitos, satisfação do cliente, segurança, lucratividade e produtividade.

Segundo Momen *et al.* (2022), os KPI ainda permitem antecipar tendências futuras, pois destacam operações específicas, indicando precocemente potenciais problemas, sua identificação pode ser desafiadora, tornando os indicadores de desempenho uma oportunidade concreta para impulsionar mudanças e influenciar o resultado das fases iniciais de um processo. Nesse âmbito, evidencia-se a importância de sua utilização, principalmente no planejamento de processos produtivos, onde os KPI desempenham um papel crucial na otimização da eficiência, controle de custos e garantia da qualidade dos produtos finais.

Momen *et al.* (2022) ainda destacam que os KPI são usados principalmente para fins de *benchmarking*, como um instrumento altamente confiável para medir o desempenho de empreiteiros em projetos, em que através de informações, resulta no desenvolvimento das empresas levando a melhores práticas devido ao conhecimento de pontos fortes e fracos. Diante disso, é possível afirmar que ao estabelecer uma estrutura de avaliação de obras com KPI, pode-se definir um padrão para avaliação de desempenho que subsidie o setor.

Os KPI são compilações de medidas de dados (seja por dados quantitativos ou qualitativos) e são usados para avaliar o desempenho de uma operação (Toor e Ogunlana, 2010). Nesse sentido, existem vários tipos de KPI, cada um deles focado em aspectos específicos do desempenho de uma organização, projeto ou processo. Toor e Ogunlana (2010) classificam os KPI (Quadro 1) como os mais relevantes em um projeto de construção, baseando-se no estudo de caso do Aeroporto de *Suvarnabhumi*, um megaprojeto no setor de construção tailandesa.

Quadro 1 - KPIs relevantes segundo Toor e Ogunlana (2010)

Tipo de KPI	Significado / função	Natureza
Dentro do prazo	Indicador de âmbito de planejamento, sendo esse sempre uma prioridade dentre todos os <i>stakeholders</i> (partes interessadas) do projeto.	Quantitativo
Dentro do orçamento	Indicador do nicho orçamentário, medido de forma objetiva, este indica o desempenho financeiro do projeto.	Quantitativo
Conformidade com especificações	Métrica que avalia se o projeto está se desenvolvendo conforme especificações técnicas.	Qualitativo
Eficiência	Este mede o quanto e como os recursos do projeto estão sendo utilizados, uma boa utilização pode minimizar desperdícios.	Qualitativo
Segurança	Medida que visa explicitar eficácia de protocolos previamente estabelecidos para saúde e bem estar físico de todos os colaboradores do projeto.	Qualitativo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Vale citar que alguns indicadores são simples de se mensurar. Toor e Ogunlana (2010) ressaltam que é possível medir alguns KPI de forma mais objetiva, pois são facilmente quantificáveis, um exemplo disso, são os do tipo dentro do prazo e dentro do orçamento, KPI estes, estão voltados para planejamento e orçamento com base em critérios já definidos de um projeto.

Sendo assim, essas métricas dos KPI permitem avaliar diversos aspectos de práticas na engenharia civil como a produtividade por hora trabalhada, o desperdício de materiais, os incidentes de segurança, o cumprimento dos prazos estabelecidos para a obra e a disparidade entre os custos planejados e os reais. Contudo, pra aplicá-las eficazmente, é necessário alinhar os objetivos definidos com os serviços a serem realizados (Cavalcanti, 2020). Ao compreender a importância dos KPI na construção civil, torna-se claro que a seleção criteriosa desses indicadores é crucial para o sucesso global de um projeto.

Vale a pena ressaltar que, a adoção de KPI inadequados pode comprometer não apenas a avaliação eficaz do desempenho, mas também a capacidade de uma organização de identificar áreas de melhoria e tomar decisões embasadas. Portanto, é vital considerar uma série de fatores ao escolher os KPI mais adequados para um projeto específico ou contexto. A seleção estratégica de KPI desempenha um papel crucial na eficácia do monitoramento e controle do projeto, uma vez que, diante de um vasto conjunto de alternativas, é fundamental optar por um número reduzido de indicadores que ofereçam o maior benefício. Como observa Rodrigues (2020), esse processo de escolha envolve diversas dificuldades, já que os KPI variam conforme as atividades e processos monitorados, sendo necessário considerar fatores externos para uma escolha acertada. Dessa forma, a escolha estratégica dos KPI impacta diretamente na capacidade de controle e monitoramento eficaz do projeto.

Em suma, os KPI são fundamentais na construção civil, pois permitem monitorar e avaliar a eficiência dos processos, garantir a qualidade dos projetos e otimizar recursos, promovendo uma gestão mais eficaz e transparente. À medida que o setor evolui, a integração da tecnologia da informação se torna essencial para potencializar a coleta e análise desses dados, facilitando a tomada de decisões informadas e ágeis. Essa transição nos leva a explorar como a tecnologia da informação está revolucionando o uso e a aplicação dos KPI na construção civil.

3 METODOLOGIA

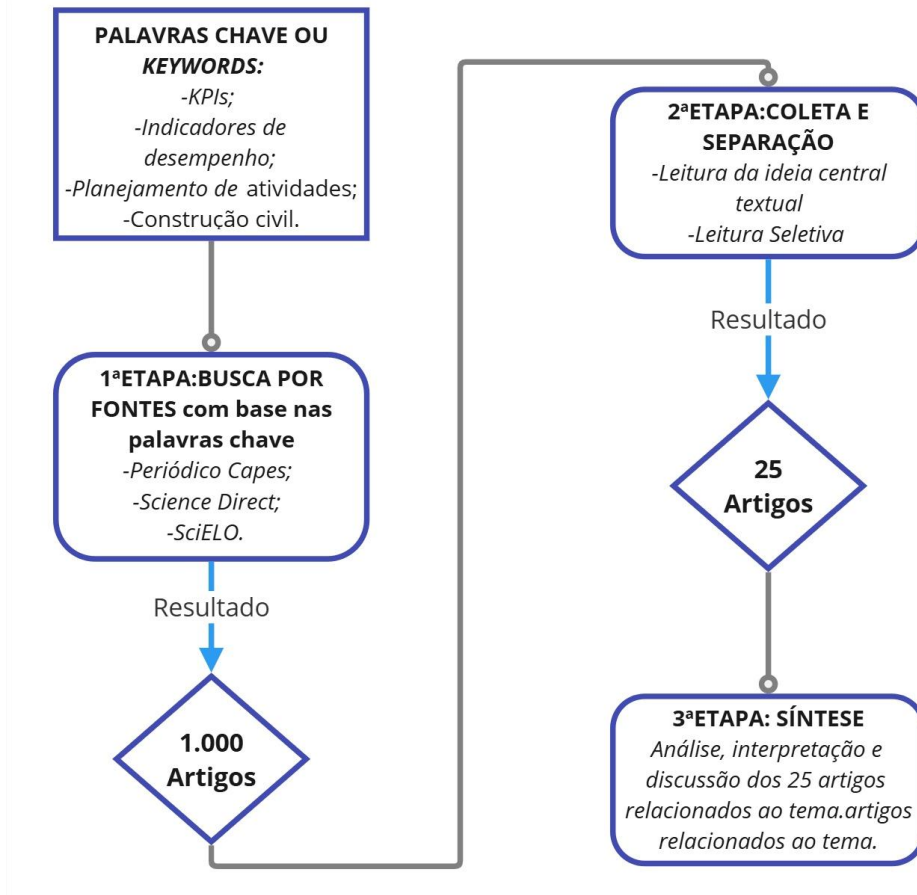
Este trabalho adotou uma abordagem teórica, fundamentada em uma revisão sistemática da literatura existente sobre o tema em questão. A pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar ao pesquisador uma maior familiaridade com o problema em estudo, buscando tornar um problema complexo mais claro ou auxiliar na formulação de hipóteses mais adequadas (Vieira, 2002). Além disso, para o caso em estudo, essa abordagem foi mais adequada por requerer uma análise detalhada dos conceitos e teorias existentes e, além disso, a natureza do tema e sua aplicação estarem restritas em sua maioria a obras de médio e grande porte.

A coleta de dados foi realizada entre junho e setembro de 2024, utilizando as bases de dados Periódico CAPES, *Science Direct* e SciELO, com foco em publicações de 2017 a 2023. Aplicaram-se descritores como "KPI", "Indicadores de desempenho", "Planejamento de atividades" e "Construção civil", bem como seus equivalentes em língua inglesa: "*KPI*", "*Performance indicators*", "*Activity planning*", and "*Civil construction*", sempre de forma individual. A busca inicial resultou em 1000 artigos, distribuídos da seguinte forma: 650 do Portal de Periódicos CAPES, 320 da *Science Direct* e 40 do SciELO, abrangendo publicações nacionais e internacionais. Após uma filtragem com base em títulos, resumos, palavras-chave e relevância temática, o número de artigos foi reduzido para 25. Esses artigos forneceram as informações pertinentes, que foram criticamente organizadas para formar uma base teórica sólida e coerente para o desenvolvimento do trabalho.

Para a seleção das fontes, foram consideradas apenas aquelas que abordavam a aplicação de KPI no setor da construção civil. Os trabalhos que não apresentavam uma conexão direta entre KPI e a construção civil foram excluídos, essa exclusão ocorreu com a análise dos títulos, resumos e palavras-chave de cada artigo, garantindo a relevância dos materiais escolhidos. Foram excluídos artigos que tratavam de KPI em outras áreas ou que não possuíam relação direta com a construção civil. Dos 25 artigos selecionados sobre KPI na construção civil, os com conteúdo redundante foram descartados, garantindo o uso apenas das contribuições essenciais na fundamentação teórica. A leitura analítica das fontes permitiu organizar e resumir as informações de forma coerente com o tema. A partir do referencial teórico, iniciou-se a discussão dos KPI identificados, abordando seu significado, classificação e aplicação no setor. Durante a análise, os principais indicadores de desempenho foram discutidos, com as devidas citações conforme as normas regulamentares. Por fim, foi apresentada uma lista de KPI relevantes, explicando suas funções e contribuições para o sucesso de um projeto. Para uma

melhor compreensão da metodologia citada, a análise foi feita conforme o fluxograma apresentado na figura 1.

Figura 1 - Fluxograma indicando caminho metodológico da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4 RESULTADOS

Os KPI desempenham um papel fundamental em várias áreas do desenvolvimento humano, incluindo a construção civil. Esses indicadores são essenciais para avaliar e acompanhar o desempenho dos projetos, assegurando que os objetivos sejam atingidos de forma eficiente e eficaz. Com base na pesquisa bibliográfica, foram selecionados 25 artigos, apresentados no Quadro 2, resultando em uma lista com definições e aplicações de 10 tipos de KPI (Quadro 3), conforme o referencial teórico levantado.

Quadro 2 – Síntese dos 25 artigos obtidos

Autores	Objetivos e resultados dos estudos
Alarcón, Mourgues e Venegas (2021)	KPIs são essenciais para melhorar a qualidade e a entrega de projetos sustentáveis na construção; Monitorar a produtividade com KPIs oferece uma visão contínua da execução do trabalho. A falta de planejamento e a comunicação ineficaz são as principais causas de atrasos em obras.
Azhar, Khalfan e Maqsood (2021)	O uso do BIM para monitoramento em tempo real reduz significativamente os atrasos em e melhora a previsibilidade dos cronogramas; As tecnologias BIM impactam diretamente o acompanhamento de KPIs; Os autores evidenciam como o BIM otimiza a gestão de prazos e o controle de desempenho na construção.
Barros e Almeida (2022)	O monitoramento de KPIs de segurança leva à redução de acidentes , além de melhorar a moral dos trabalhadores e aumentar a produtividade; KPIs de consumo de energia e emissões de carbono contribuem para melhorar o desempenho ambiental dos projetos de construção; É explicitado na obra que a implementação de KPIs de segurança e sustentabilidade promovem maior eficiência e qualidade nos projetos.
Azevedo e Rodrigues (2020)	A inclusão de KPIs de sustentabilidade , como consumo de energia, emissão de carbono e gestão de resíduos, é essencial para medir a eficiência em projetos verdes ; Esses KPIs são essenciais, pois projetos que os implementaram reciclaram uma parte significativa dos materiais, diminuindo o impacto ambiental e os custos.
Enshassi, Mohamed e Abushaban (2017)	O trabalho destaca que o cumprimento dos prazos impacta a satisfação do cliente e a rentabilidade . Enfatiza a importância de monitorar a mão de obra por meio de KPIs , como horas por tarefa, para aumentar a eficiência; Também ressalta a necessidade de avaliar o tempo de operação das máquinas em comparação ao tempo ocioso . Em síntese, busca identificar fatores que influenciam o desempenho de projetos de construção na Faixa de Gaza , propondo métricas para otimizar resultados.

Autores	Objetivos e resultados dos estudos
Fard, Abbasian e Mahdavi (2022)	O trabalho explora como KPIs podem medir produtividade e eficiência na construção civil. Aborda a integração coerente de KPIs de qualidade com KPIs de sustentabilidade em grandes projetos de infraestrutura . Em síntese, busca alinhar objetivos de qualidade e ambientais, propondo um modelo de avaliação que promova a sustentabilidade e a eficiência nos projetos.
Girish, Singh e Kaushik (2021)	O trabalho analisa como o uso de KPIs pode monitorar e melhorar a eficiência nos processos de construção . Destaca que KPIs de custo, como custo por unidade e custo total em relação ao orçamento , são fundamentais para controlar e reduzir despesas. Em suma, busca demonstrar o impacto das tecnologias BIM e IoT na evolução dos KPIs, promovendo uma gestão mais eficaz de projetos de construção.
Gonçalves e Silveira (2021)	O trabalho sugere que a satisfação do cliente está diretamente ligada ao desempenho de KPIs como prazo, qualidade e custo. Em síntese, busca desenvolver uma proposta de avaliação que correlacione indicadores de desempenho à sustentabilidade na construção civil , visando melhorar a experiência do cliente e a eficácia dos projetos.
Kaming <i>et al.</i> (2018)	O trabalho aponta que a má gestão de materiais e as frequentes mudanças no escopo são as principais causas de estouros de orçamento em projetos de construção. Em síntese, busca identificar os fatores que influenciam os atrasos e excessos de custo em projetos de edifícios altos na Indonésia, propondo soluções para melhorar a gestão e o planejamento .
Kerzner (2017)	O trabalho destaca a importância de estabelecer objetivos claros e utilizar métricas de desempenho para assegurar que os projetos sejam finalizados dentro do prazo, orçamento e com a qualidade esperada. Em síntese, propõe uma abordagem sistemática ao planejamento, visando otimizar a gestão de projetos e garantir resultados eficazes .
Heinrich (2017)	O trabalho argumenta que a adoção de novas tecnologias no setor da construção pode aumentar a eficiência e a produtividade. Em síntese, busca explorar abordagens científicas para a prevenção de acidentes industriais, propondo soluções que melhorem a segurança e a eficácia nas operações .
Hinze e Wilson (2021)	O trabalho destaca que KPIs de segurança, como a taxa de acidentes e o número de horas trabalhadas sem incidentes, são fundamentais para identificar padrões de comportamento. De forma resumida, busca promover um objetivo de zero lesões, propondo medidas preventivas para melhorar a segurança no ambiente de trabalho .
Huang e Hinze (2019)	O trabalho discute a importância dos KPIs de segurança, ressaltando que a segurança no local de trabalho afeta diretamente a produtividade e os custos. Examina também como a integração de KPIs de segurança com práticas de gestão de riscos contribui para criar ambientes de trabalho mais seguros. Esta busca analisar acidentes de queda entre trabalhadores da construção, propondo melhorias para a segurança e a eficiência operacional .

Autores	Objetivos e resultados dos estudos
Lantelme e Formoso (2019)	O trabalho constatou que projetos que utilizam KPIs de prazos, como o percentual de conclusão no tempo previsto, conseguem reduzir atrasos. Também argumenta que a implementação de KPIs de sustentabilidade promove práticas de construção mais verdes. Em síntese, busca avaliar o desempenho propondo métricas que melhorem a eficiência e a sustentabilidade dos projetos.
Lima e Santiago (2019)	O trabalho mostra que a adoção de KPIs de satisfação do cliente contribuiu para aumentar a retenção de clientes. O objetivo da obra é analisar indicadores de desempenho propondo práticas que melhorem a relação com os clientes com base num estudo em uma construtora de médio porte.
Love <i>et al.</i> (2018)	O trabalho destaca que o monitoramento constante dos custos por meio de KPIs financeiros é essencial para evitar estouros de orçamento e garantir o sucesso dos projetos. Além disso, enfatiza como a gestão eficaz de custos e produtividade impacta diretamente a lucratividade. Também ressalta a importância de ajustar os KPIs periodicamente para acompanhar as mudanças no projeto ou nas metas da empresa, promovendo a eficiência financeira em projetos de construção de estradas.
Melo e Zannin (2018)	O trabalho destaca que o uso de KPIs na construção civil é fundamentado em diversas teorias clássicas e contemporâneas, abrangendo áreas como gestão de projetos, controle de custos, produtividade, qualidade, sustentabilidade, segurança e inovação. A obra apresenta indicadores de desempenho para a gestão de resíduos da construção civil , utilizando um estudo de caso em uma construtora de grande porte para promover práticas mais eficientes e sustentáveis.
Palaneeswaran e Kumaraswamy (2019)	O trabalho analisa como KPIs de qualidade estão associados à longevidade dos projetos e à redução de retrabalhos, ressaltando a importância de medir a qualidade. Também discute a aplicação de KPIs para assegurar o cumprimento de requisitos legais e técnicos . De modo geral, oferece uma avaliação crítica dos indicadores de desempenho em projetos de construção.
Pereira e Teixeira (2023)	O trabalho indica que a produtividade da mão de obra pode ser aprimorada com KPIs que monitoram o desempenho dos trabalhadores e a eficiência do processo de construção, sugerindo métricas como produção por hora trabalhada e taxa de conclusão por trabalhador. Resumidamente, busca promover a melhoria contínua na construção civil por meio da aplicação de indicadores de desempenho, utilizando um estudo de caso para ilustrar os resultados.
Pheng e Chuan (2019)	O trabalho destaca que o uso de KPIs de qualidade possibilita um controle mais eficaz dos processos de construção, permitindo identificar problemas antes que se tornem graves. De forma sumária, analisa como fatores ambientais influenciam o desempenho dos gerentes de projeto na indústria da construção, propondo estratégias para melhorar a eficácia na gestão.
Santos e Campos (2021)	O trabalho ressalta a importância da adoção de tecnologias de gestão e automação, como Building Information Modeling (BIM) e sistemas de monitoramento em tempo real, para medir e gerenciar indicadores de desempenho. Sintetizando-se, busca analisar como essas tecnologias podem otimizar a gestão em empresas construtoras , melhorando a eficácia e a eficiência dos processos na construção civil.

Autores	Objetivos e resultados dos estudos
Singh, Sharma e Lyer (2018)	O trabalho revelou que projetos que utilizam KPIs de custo têm maior chance de permanecer dentro do orçamento, ajudando a controlar e reduzir despesas. KPIs bem definidos também contribuem para maior lucratividade, graças ao melhor controle de custos, prazos e qualidade. O estudo avalia o desempenho de projetos de construção, promovendo uma gestão mais eficaz por meio de indicadores-chave.
Tang, Ahmed e Poon (2018)	O trabalho demonstrou que o uso de KPIs de qualidade em projetos de construção reduziu significativamente o retrabalho. Para resumir, busca explorar práticas de gestão da qualidade na construção, propondo indicadores que promovam a eficiência e a eficácia nos processos construtivos.
Tzortzopoulos e Formoso (2019)	O trabalho "Gestão da qualidade na construção civil: Fundamentos e diretrizes práticas" propõe uma abordagem para melhorar a qualidade no setor por meio de KPIs como taxa de defeitos, satisfação do cliente e tempo de retrabalho. O objetivo é promover eficiência nas obras e aumentar a satisfação dos clientes, reduzindo retrabalhos.
Zuo e Zhao (2018)	O trabalho "Green building research–current status and future" demonstra que KPIs ambientais reduzem o impacto ecológico e aumentam a aceitação em mercados sustentáveis. A satisfação do cliente está relacionada à qualidade e ao cumprimento de prazos, o que favorece a recorrência de contratos. A inclusão de KPIs de sustentabilidade aprimora a aceitação de projetos que consideram a consciência ambiental.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Quadro 3 – Lista de 10 KPIs relevantes de autoria própria mencionados no texto

Natureza	Tipos de KPI	Significado	Aplicações
Eficiência operacional	Desempenho de mão de obra, material e máquinas (KPI1)	O KPI1 avalia a eficiência no uso de mão de obra, materiais e máquinas em projetos de construção.	Alinhado com as metas de prazo, orçamento e qualidade, esse indicador é essencial para monitorar o progresso e otimizar recursos.
	Produtividade (KPI2)	O KPI2 fornece uma visão clara e contínua da execução do trabalho em projetos de construção, sendo	Essencial para monitorar a produtividade, que está diretamente relacionada ao desempenho da mão de obra, à eficiência no uso de materiais e à aplicação eficaz de equipamentos (KPI1).
Orçamento e cronograma	Custos e orçamento (KPI3)	O KPI3 é essencial para mitigar riscos de estouro de orçamento em projetos de construção. Indicadores relacionados a custos ajudam a controlar e reduzir despesas, garantindo que os recursos sejam utilizados de forma eficiente e dentro do orçamento.	Ele se concentra em indicadores como o custo por metro quadrado construído e a variação entre o custo estimado e os real.

Natureza	Tipos de KPI	Significado	Aplicações
Orçamento e cronograma	Prazo (KPI4)	O KPI4 é um indicador crítico na construção civil. A gestão eficaz dos prazos está fortemente ligada à satisfação do cliente (KPI7) e à eficiência geral do projeto, tornando esse KPI essencial para o sucesso das obras e a fidelização dos clientes.	reflete a capacidade de cumprir prazos estabelecidos
Padrões técnicos, minimizar defeitos, acidentes e retrabalhos	Qualidade (KPI5)	O KPI5 é fundamental para garantir a conformidade com padrões técnicos e regulatórios em projetos de construção. A qualidade do trabalho entregue é	Este KPI é crucial para garantir a durabilidade e segurança das construções, reduzindo retrabalhos e, conseqüentemente, custos e prazos. Indicadores como a taxa de defeitos e inspeções reprovadas monitoram se os padrões de qualidade são mantidos ao longo do projeto.
	Segurança (KPI6)	A segurança impacta diretamente a produtividade e os custos , tornando este KPI fundamental para o sucesso e a sustentabilidade dos projetos de construção. A integração de KPIs de segurança com práticas de gestão de riscos contribui para criar ambientes de trabalho mais seguros .	medir a segurança no local de trabalho, avaliando a taxa de acidentes e os dias perdidos por incidentes
Expectativas dos clientes e metas ambientais	Satisfação do cliente (KPI7)	O KPI7 é um indicador qualitativo essencial para o sucesso contínuo dos projetos.	avaliar e ajustar sua abordagem com base no feedback dos clientes, garantindo que suas necessidades sejam atendidas e melhorando a fidelização e reputação no mercado.
	Eficiência energética (KPI8)	Projetos que adotam KPIs de eficiência energética frequentemente observam uma redução significativa no consumo de energia durante a operação , alinhando-se às metas de sustentabilidade.	avalia a eficiência energética em projetos de construção verde, utilizando indicadores como o consumo de energia por metro quadrado.
Sustentabilidade e lucratividade do projeto	Sustentabilidade (KPI9)	O KPI9 é focado na gestão de resíduos e emissões de CO₂ durante as operações de um projeto .	Adotar práticas ambientais responsáveis melhora a aceitação em mercados focados em sustentabilidade. Indicadores como consumo energético, emissões de carbono e gestão de resíduos são essenciais para avaliar o impacto ambiental e garantir conformidade regulatória, promovendo uma construção mais consciente.

Natureza	Tipos de KPI	Significado	Aplicações
	Lucratividade (KPI10)	O KPI10 reflete o sucesso financeiro de um projeto , indicando sua lucratividade. Projetos que utilizam um conjunto bem definido de KPIs tendem a apresentar uma boa lucratividade, resultado de um melhor controle de custos, prazos e qualidade.	Esse indicador é fundamental para garantir a viabilidade financeira e o crescimento sustentável das empresas de construção.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

5 DISCUSSÃO

Conforme afirmado por Dejacó *et al.* (2017), a medição de desempenho é essencial para estabelecer comparações e formular estratégias de melhoria, sendo fundamental para avaliar de forma abrangente a eficácia de uma obra. A gestão de projetos na construção civil, envolvendo planejamento, execução e controle de atividades complexas, pode ser monitorada por KPI. Nesse contexto, Kerzner (2017), em *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, destaca a importância de definir objetivos claros e utilizar métricas de desempenho para garantir que os projetos sejam entregues dentro do prazo, do orçamento e com a qualidade requerida. Essas abordagens sustentam a discussão dos resultados, permitindo uma análise mais detalhada dos KPI identificados e sua aplicação prática no setor.

A busca por aumento da produtividade no setor da construção tem incentivado autores a focarem em KPIs que se aplicam antes, durante e após a obra, monitorando o desempenho da mão de obra, a eficiência dos materiais utilizados e a eficácia das máquinas. Santos e Campos (2021), ressaltam a importância da adoção de tecnologias de gestão e automação, como *Building Information Modeling* (BIM) e sistemas de monitoramento em tempo real, para medir e gerenciar esses indicadores.

Fard, Abbasian e Mahdavi (2022) investigam como KPI podem ser usados para medir a produtividade e a eficiência no setor de construção civil. Eles afirmam que os KPI devem estar intimamente alinhados com as metas estratégicas de cada projeto, como prazos, orçamento e qualidade, destacando a coerência entre os indicadores e os objetivos como fundamental para o sucesso dos projetos.

Alarcón, Mourgues e Venegas (2021) destacam que o uso de KPI para monitorar a produtividade permite uma visão clara e contínua da execução do trabalho. Eles argumentam que a coerência entre os indicadores e as métricas de produtividade evita a sobrecarga de dados

irrelevantes e possibilita uma tomada de decisão de caráter operacional e gerencial de maneira ágil.

A produtividade no setor de construção está fortemente relacionada ao desempenho da mão de obra, à eficiência no uso de materiais e à aplicação eficaz de equipamentos. Tanh, Ahmed e Poon (2018), em *Productivity Improvement in Construction*, discutem a aplicação de KPI para medir a produtividade, destacando a necessidade de métricas precisas para avaliar o desempenho de trabalhadores e equipamentos.

Por sua vez, autores como Love *et al.* (2018) enfatizam que o monitoramento constante dos custos, por meio de KPI financeiros, é essencial para mitigar riscos de estouro de orçamento. O foco tem sido em indicadores como o custo por metro quadrado construído e a variação entre o custo estimado e o real.

Para Kaming *et al.* (2018) indicam que a principal causa de estouros de orçamento em projetos de construção é a má gestão de materiais e mudanças frequentes no escopo do projeto. A adoção de KPI financeiros permite aos gestores monitorar e ajustar os custos de acordo com as circunstâncias, evitando surpresas desagradáveis.

Love *et al.* (2018) destacam que a gestão eficaz do orçamento é essencial para o sucesso de qualquer projeto. Eles sugerem que KPI como o custo real *versus* o custo planejado deve ser monitorado de perto para evitar estouros de orçamento. Singh, Sharma e Lyer (2018) mostraram que projetos que implementam KPI de custo têm maior probabilidade de ficarem dentro do orçamento. Eles identificaram uma redução de até 15% nos custos finais em projetos que utilizam práticas de gestão de custos rigorosas.

Para Girish, Singh e Kaushik (2021), o uso de KPI permite monitorar e melhorar a eficiência dos processos de construção. Indicadores como o tempo de execução das atividades, a produtividade da equipe e a utilização de recursos ajudam a identificar gargalos e áreas para melhoria. Dessa forma relatam que o KPI relacionados aos custos, como o custo por unidade de obra ou o custo total do projeto em relação ao orçamento, ajudam a controlar e reduzir despesas. O acompanhamento constante pode prevenir estouros orçamentários e otimizar a alocação de recursos.

O indicador de prazo é um KPI crítico na construção civil. Enshassi, Mohamed e Abushaban (2017) indicam que o cumprimento dos prazos afeta diretamente a satisfação do cliente e a rentabilidade do projeto. O uso de cronogramas detalhados e ferramentas de monitoramento, como BIM, é amplamente discutido como uma solução eficaz. Azhar, Khalfan e Maqsood (2021) revelaram que a adoção de BIM para monitorar prazos em tempo real reduziu atrasos em até 25%, melhorando a previsibilidade do cronograma.

Alarcón, Mourgues e Venegas (2021) destacam que a principal razão para atrasos em projetos de construção é a falta de planejamento adequado e a comunicação ineficaz entre as partes envolvidas. A implementação de KPI de prazo permite um monitoramento mais preciso dos cronogramas, possibilitando intervenções rápidas para minimizar atrasos.

Em uma pesquisa realizada por Lantelme e Formoso (2019), eles verificaram que projetos que utilizavam KPI de prazos, como o percentual de conclusão no tempo previsto, reduziram atrasos em até 20%. Isso foi particularmente evidente em projetos que utilizavam ferramentas de planejamento como *Critical Path Method* (CPM).

Indicadores de qualidade são amplamente debatidos, com autores destacando sua relevância para garantir a conformidade com padrões técnicos e regulatórios. Os estudos de Tzortzopoulos e Formoso (2019), sugerem o uso de KPI para medir a taxa de defeitos por unidade, a satisfação do cliente e o tempo de retrabalho. Palaneeswaran e Kumaraswamy (2019) abordam como a aplicação de KPI de qualidade está diretamente associada à longevidade dos projetos e à redução de retrabalhos, impactando diretamente os custos e prazos.

A qualidade do trabalho entregue em projetos de construção é essencial para a longevidade e segurança das obras. Pheng e Chuan (2019) destacam que o uso de KPI de qualidade permite o controle mais eficaz dos processos de construção, identificando problemas antes que se tornem graves. A qualidade pode ser monitorada por indicadores como a taxa de defeitos e o número de inspeções reprovadas.

A qualidade do projeto é um KPI que garante a conformidade com normas técnicas e a satisfação dos clientes. Palaneeswaran e Kumaraswamy (2019) discutem a importância de medir a qualidade por meio de KPI, como a taxa de defeitos por unidade ou o número de inspeções aprovadas. Os autores Palaneeswaran e Kumaraswamy (2019) observaram uma correlação direta entre o uso de KPI de qualidade e a redução de retrabalhos, resultando em uma diminuição de até 30% nos custos relacionados a reparos e melhorias.

Tang, Ahmed e Poon (2018) mostraram que o uso de KPI de qualidade em projetos de construção reduziu significativamente o retrabalho, economizando em média 15% dos custos relacionados a correções e melhorando a satisfação do cliente em até 30%.

A segurança na construção civil é crucial, e KPI como taxa de acidentes e dias perdidos são essenciais para monitoramento. A implementação eficaz desses indicadores, conforme Melo e Zannin (2018), não só reduz acidentes, mas também melhora a moral da equipe. Huang e Hinze (2019) examinam como a integração de KPI de segurança com práticas de gestão de riscos ajuda a criar ambientes de trabalho mais seguros.

Huang e Hinze (2019) discutem a relevância dos KPI de segurança, como a taxa de acidentes por mil horas trabalhadas. Eles enfatizam que a segurança no local de trabalho impacta diretamente a produtividade e os custos. Os projetos que implementaram sistemas robustos de monitoramento de KPI de segurança apresentaram uma redução de 40% na taxa de acidentes.

Hinze e Wilson (2021) destacam que o uso de KPI de segurança, como a taxa de acidentes e o número de horas trabalhadas sem incidentes, ajuda a identificar padrões de comportamento e situações de risco que podem ser corrigidos antes de resultarem em acidentes graves.

Em um estudo de Barros e Almeida (2022), foi observado que o monitoramento de KPI de segurança resultou em uma redução de 35% nos acidentes de trabalho. Além disso, empresas que adotaram KPI de segurança melhoraram a moral dos trabalhadores e aumentaram a produtividade.

O uso de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), drones e BIM tem sido um foco crescente na literatura. Autores têm explorado como essas ferramentas ajudam a monitorar KPI em tempo real, melhorando a precisão e a tomada de decisões durante o projeto. Azhar, Khalfan e Maqsood (2021) exploram o impacto do BIM e de tecnologias de monitoramento em tempo real no acompanhamento de KPI, como cronograma, custo e eficiência energética.

A teoria da difusão da inovação, proposta por Heinrich (2017), sustenta que a adoção de novas tecnologias em um setor como a construção civil pode aumentar a eficiência e a produtividade. A inovação tecnológica, como o uso de BIM e IoT, está diretamente relacionada ao monitoramento de KPI de forma mais eficiente.

A teoria da satisfação do cliente de Oliver (1980), sugere que a percepção de qualidade e a expectativa de resultados influenciam diretamente a satisfação. Na construção civil, esse conceito é aplicado ao monitoramento da satisfação do cliente por meio de KPI. Gonçalves e Silveira (2021) sugerem que a satisfação do cliente está diretamente relacionada ao desempenho de outros KPI, como prazo, qualidade e custo.

O uso de indicadores de satisfação ajuda as empresas a avaliar e ajustar sua abordagem com base no feedback dos clientes. A pesquisa de Lima e Santiago (2019) revelou que a adoção de KPI de satisfação do cliente aumentou a retenção de clientes em até 25%, já que projetos que monitoram esse indicador tendem a responder mais rapidamente às necessidades e expectativas dos clientes.

De acordo com Zuo e Zhao (2018), a satisfação do cliente está fortemente ligada à qualidade e ao cumprimento dos prazos. Em projetos monitorados por KPI de satisfação, Zuo

e Zhao (2018) observaram um aumento de 20% na recorrência de contratos e recomendações, demonstrando o impacto positivo desses indicadores.

Os KPI voltados para a eficiência energética têm ganhado destaque com a crescente demanda por sustentabilidade. Azevedo e Rodrigues (2020) sugerem o uso de KPI como consumo de energia por metro quadrado para medir a eficiência em projetos de construção verde. Projetos que adotaram KPI de eficiência energética observaram uma redução de até 30% no consumo de energia durante a operação, alinhando-se às metas de sustentabilidade.

A produtividade é um KPI crucial na construção civil, já que o setor é intensivo em mão de obra. Pereira e Teixeira (2023) indicam que a produtividade da mão de obra pode ser melhorada com o uso de KPI que monitoram o desempenho dos trabalhadores e a eficiência do processo de construção. Eles sugerem o uso de métricas como produção por hora trabalhada e taxa de conclusão por trabalhador.

A produtividade da mão de obra é amplamente discutida por Enshassi, Mohamed e Abushaban (2017) que argumentam que monitorar o desempenho da mão de obra por meio de KPI, como o número de horas por tarefa, é essencial para melhorar a eficiência. Dessa forma os projetos que adotaram KPI de produtividade relataram um aumento médio de 15% na eficiência operacional, principalmente em atividades repetitivas, como alvenaria e instalação de estruturas.

A utilização eficaz de máquinas e equipamentos é um KPI essencial para maximizar o retorno sobre os ativos. Enshassi, Mohamed e Abushaban (2017) destacam a importância de monitorar o tempo de operação das máquinas *versus* o tempo ocioso. O monitoramento adequado desses KPI resultou em uma melhoria de 20% na eficiência do uso de equipamentos, reduzindo o tempo ocioso e os custos de manutenção.

Com o foco crescente em sustentabilidade, a eficiência energética tornou-se um KPI essencial. Barros e Almeida (2022) destacam que o uso de KPI relacionados ao consumo de energia por metro quadrado e emissões de carbono ajuda a melhorar o desempenho ambiental dos projetos de construção, tornando-os mais atrativos para clientes e investidores preocupados com o meio ambiente.

A sustentabilidade é um aspecto cada vez mais importante no setor de construção. KPI relacionados à gestão de resíduos, emissões de CO₂ e uso de materiais reciclados são fundamentais para projetos ambientalmente conscientes. Lantelme e Formoso (2019) argumentam que a implementação desses KPI promove a adoção de práticas de construção mais verdes.

Alarcón, Mourgues e Venegas (2021), discutem a importância da medição de qualidade em projetos de construção e como KPI podem melhorar a coerência na entrega de projetos sustentáveis. Eles enfatizam a necessidade de os indicadores refletirem práticas de construção sustentável, como o uso de materiais ecologicamente corretos e a eficiência energética, sugerindo que uma falta de coerência nesses KPI pode levar a resultados desfavoráveis em termos de sustentabilidade.

Fard, Abbasian e Mahdavi (2022) abordam a coerência na integração de KPI relacionados à qualidade com KPI de sustentabilidade em grandes projetos de infraestrutura. Eles concluem que a coerência entre esses conjuntos de indicadores é essencial para garantir que os projetos atendam aos padrões de qualidade, ao mesmo tempo em que são ambientalmente responsáveis.

Os KPI de sustentabilidade, como a gestão de resíduos e emissões de CO₂, são cada vez mais relevantes. Zuo e Zhao (2018) discutem como a inclusão desses KPI melhora a aceitação de projetos em mercados preocupados com o meio ambiente. Os autores ainda destacam que projetos que monitoram KPI de sustentabilidade tendem a obter certificações ambientais, como *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), e a atrair mais investimentos.

A questão da gestão de resíduos é um KPI essencial em projetos sustentáveis. Azevedo e Rodrigues (2020) destacam a importância de KPI que monitoram a quantidade de resíduos reciclados *versus* descartados, os autores ainda observaram que projetos com KPI robustos de gestão de resíduos conseguiram reciclar até 70% dos materiais descartados, reduzindo o impacto ambiental e custos com aterros.

Com a crescente demanda por práticas sustentáveis, autores como de Azevedo e Rodrigues (2020), têm discutido a inclusão de KPI voltados para a sustentabilidade, como o consumo de energia, a emissão de carbono e a gestão de resíduos. Esses indicadores são fundamentais para avaliar o impacto ambiental e alinhar os projetos com as regulamentações ambientais. Zuo e Zhao (2018) exploram como KPI ambientais podem não apenas reduzir o impacto ecológico da construção, mas também melhorar a aceitação de projetos em mercados mais conscientes sobre sustentabilidade.

Palaneeswaran e Kumaraswamy (2019) discutem a aplicação de KPI para garantir que todos os aspectos legais e técnicos sejam atendidos. Os autores observaram que projetos que implementaram KPI rigorosos de conformidade evitaram multas e penalidades, reduzindo riscos legais e financeiros.

A lucratividade é o KPI final que reflete o sucesso financeiro do projeto. Love *et al.* (2018) discutem como a gestão eficaz de outros KPI, como custo e produtividade, impacta diretamente a lucratividade. Singh, Sharma e Lyer (2018) mostraram que projetos com um conjunto bem definido de KPI apresentaram uma lucratividade até 20% maior, devido ao melhor controle de custos, prazos e qualidade.

Segundo Melo e Zannin (2018), o uso de KPI na construção civil é fundamentado em várias teorias clássicas e contemporâneas, que abrangem gestão de projetos, controle de custos, produtividade, qualidade, sustentabilidade, segurança e inovação. A aplicação de KPI a essas áreas permite que os gestores de projetos tenham maior controle sobre o desempenho e os resultados dos projetos de construção, promovendo uma abordagem mais estruturada e eficaz para atingir metas de custo, prazo, qualidade, sustentabilidade e segurança.

A seleção dos KPI certos é fundamental para o sucesso da gestão de desempenho. KPI devem estar alinhados com os objetivos do projeto e da empresa, e ser relevantes para as áreas críticas de desempenho. A escolha inadequada pode levar a uma visão distorcida do progresso e do sucesso. A eficácia dos KPI depende da capacidade dos funcionários em interpretar e utilizar as informações fornecidas. Investir em treinamento e capacitação é crucial para garantir que a equipe possa utilizar os KPI de forma eficiente e gerar valor para o projeto.

Para Love *et al.* (2018), o KPI devem ser revisados e ajustados periodicamente para refletir mudanças nas condições do projeto ou nas metas da empresa. A revisão contínua garante que os indicadores permaneçam relevantes e eficazes ao longo do tempo. A implementação eficaz de KPI na construção civil pode levar a melhorias significativas na gestão de projetos, aumento da satisfação do cliente e eficiência operacional.

O consenso entre os autores é que a aplicação eficaz desses indicadores melhora significativamente a tomada de decisão, a eficiência e a qualidade dos projetos de construção. A literatura recente também sugere uma integração maior entre KPI de diferentes áreas, como segurança, custo, sustentabilidade e produtividade, visando uma gestão mais holística e eficiente dos projetos de construção, criando uma visão holística que fortalece a gestão de obras de várias formas.

Os resultados dos estudos mostram que a implementação eficaz dos KPI melhora significativamente o desempenho dos projetos de construção civil. Cada um dos 10 indicadores discutidos tem um impacto específico em áreas como custo, segurança, qualidade e sustentabilidade, e o uso integrado desses KPI pode levar a uma gestão mais eficiente, maior lucratividade e projetos de construção mais sustentáveis.

6 CONCLUSÃO

Uma análise dos KPI revela sua importância na gestão eficaz de projetos. Este estudo confirmou que os KPI são essenciais para o monitoramento de custos, prazos, trabalho e produtividade, além de contribuírem para a definição de metas de desenvolvimento. Indicadores financeiros e de produtividade, por exemplo, mostraram-se fundamentais na redução de custos, mitigação de riscos e garantia de conformidade com regulamentos, aspectos cruciais para o sucesso de qualquer projeto de construção.

Os KPI apresentados desempenham um papel central na gestão eficiente de projetos de construção civil. Indicadores como Desempenho de Mão de Obra, Material e Máquinas (KPI1) e Produtividade (KPI2) fornecem uma visão clara da eficiência operacional, otimizando o uso de recursos. Controle de Custos (KPI3) e Cumprimento de Prazos (KPI4) asseguram que os projetos sejam realizados dentro do orçamento e cronograma, enquanto Qualidade (KPI5) e Segurança (KPI6) garantem altos padrões técnicos, minimizando defeitos, acidentes e retrabalhos.

Além disso, os KPI de Satisfação do Cliente (KPI7) e Sustentabilidade (KPI9) são cruciais para alinhar os projetos às expectativas dos clientes e às metas ambientais, promovendo aceitação no mercado. Eficiência Energética (KPI8) e Lucratividade (KPI10) destacam a importância de projetos sustentáveis e lucrativos, consolidando o sucesso a longo prazo das empresas de construção. Juntos, esses KPI formam uma base sólida para a avaliação contínua e o sucesso dos projetos, garantindo uma abordagem equilibrada entre eficiência, qualidade e responsabilidade ambiental.

Outro fator importante é o uso de novas tecnologias como a Arquitetura em BIM e a IoT, que mudaram a forma como os KPI são monitorados em tempo real. Esse avanço tecnológico é mais preciso e poderoso na tomada de decisões, permitindo ajustes que podem evitar diferenças significativas de prazos e orçamentos.

Em resumo, a utilização de KPI no processo de construção é essencial para garantir um trabalho eficiente dentro do prazo e do orçamento, o que não só apoia a satisfação do cliente e a concorrência do setor, mas também a segurança e a estabilidade. O monitoramento e integração contínuos desses indicadores permitem que os gestores obtenham *feedback* valioso e compreendam o progresso operacional, resultando em operações mais rápidas e eficientes. Com o desenvolvimento da tecnologia e a crescente procura de projetos sustentáveis, os KPI continuarão a desempenhar um papel importante no desenvolvimento da inovação e no sucesso dos trabalhos de construção para serem eficientes, seguros e amigos do ambiente no futuro.

REFERÊNCIAS

- ALARCÓN, L. F.; MOURGUES, C.; e VENEGAS, P. Improving productivity through lean construction: A case study analysis of performance indicators. **Journal of Construction Engineering and Management**. 2021.
- ALOISIO, E. C. B.; COSTA, K. A.; MEZA, L. A. O uso da gestão do conhecimento e da tecnologia da informação na melhoria do processo produtivo de uma indústria automobilística. **In: Proceedings of World Congress on Systems Engineering and Information Technology**. p. 281-285, 2013.
- AZEVEDO, J.; RODRIGUES, P. Sustainability in the construction industry: A review of key performance indicators. **Sustainability**, 12(22), 9293. 2020.
- AZHAR, S.; KHALFAN, M.; e MAQSOOD, T. Building information modeling (BIM): Now and beyond. **Automation in Construction**, 113, 103179. 2021.
- BARROS, A. C.; ALMEIDA, P. M. Indicadores de segurança na construção civil: Análise da implementação em projetos de infraestrutura. **Revista Engenharia Civil e Construção Sustentável**, 17(4), 47-61. 2022.
- CAVALCANTI, Yan da Silva. **Aplicação de um indicador de performance (KPI) na construção civil por meio da análise do desvio de custo acumulado em uma obra pública**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2020.
- DRUCKER, Peter. **The effective executive**. Routledge, 2018.
- ENSHASSI, A.; MOHAMED, S.; e ABUSHABAN, S. Factors affecting the performance of construction projects in the Gaza Strip. **Journal of Civil Engineering and Management**, 13(4), 245–254. 2017.
- FARD, S.; ABBASIAN, A., MAHDAVI, M. Sustainability KPIs in infrastructure projects: Aligning quality and environmental objectives. **Journal of Sustainable Infrastructure**. 2022.
- FIALHO, Thales de Mileto Fontoura. **Prazos de execução de obra**. 2023. Tese (Mestre em engenharia de materiais) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, 2023.
- GIAQUINTO, C. D. M.; TRIERWEILER, J. O.; TEIXEIRA, H.; TRIERWEILER, L. F.; FARENZENA, M. STATSCANDLEPLOT: A NEW WAY OF MONITORING OPERATIONAL PERFORMANCE INDICATORS. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, “v.36, n. 1”, “p.393–408”.
- GIRISH, G.; SINGH, R.; KAUSHIK, A. **The impact of BIM and IoT on the evolution of KPIs in construction project management**. Automation in Construction. 2021.
- GONÇALVES, O. M.; SILVEIRA, S. S. Indicadores de desempenho para sustentabilidade na construção civil: Uma proposta de avaliação. **Revista Gestão e Conexões**, 5(1), 20-35. 2021.

HEINRICH, H. W. **Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach**. McGraw-Hill. 2017.

HINZE, J.; WILSON, G. Moving toward a zero injury objective. **Journal of Construction Engineering and Management**, 126(5), 399-403. 2021.

HUANG, X.; HINZE, J. Analysis of construction worker fall accidents. **Journal of Construction Engineering and Management**, 136(5), 512-520. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). Contas nacionais trimestrais de 2019. Rio de Janeiro: 2020.

JUNIOR, C.A.; KRAICZYI, P. A. S.; PRESTES, R. M. S. B.; FERREIRA, R. H. M. **Definição e implantação de indicadores-chave de desempenho** (kpi-key performance indicator). Administração, 2018.

KAMING, P. F.; OLOMOLAIYE, P. O.; HOLT, G. D.; e HARRIS, F. C. Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia. **Construction Management and Economics**, 15(1), 83-94. 2018.

KERZNER, H. **Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling** (12th ed.). John Wiley e Sons. 2017.

LANTELME, E.; FORMOSO, C. T. Avaliação de desempenho no processo de planejamento e controle da produção na construção civil. **Revista Ambiente Construído**, 1(2), 63-79. 2019.

LIMA, M. C.; SANTIAGO, D. S. Indicadores de desempenho na gestão de projetos de construção civil: Aplicação em uma construtora de médio porte. **Revista Engenharia de Produção e Sistemas**, 11(3), 105-118. 2019.

LIMA, R. D. J. C.; ARAGÃO, S.; GUIMARÃES, E. H. R. Competências Gerenciais em Gestão de Projetos: Estudo em Grandes Empresas do Setor da Construção Civil, em Minas Gerais. **Gestão e Projetos: GeP**, v. 7, n. 2, p. 42-53, 2016.

LOVE, P. E. D.; SING, C. P.; WANG, X.; IRANI, Z. Estimating construction contingency: Accommodating the potential for cost overruns in road construction projects. **Automation in Construction**, 55, 153-165. 2018.

MAHMOUD, A. S.; AHMAD, M. H.; YATIM, Y. M.; DODO, Y. A. Key performance indicators (KPIS) to promote building developers safety performance in the construction industry. **Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)**, v. 13, n. 2, p. 371-401, 2020.

MARTINS, Brunno Carvalho. **utilização de indicadores chave de desempenho na construção**. 2018

MELO, R. R.; ZANNIN, P. H. T. Indicadores de desempenho para a gestão de resíduos da construção civil: Estudo de caso em uma construtora de grande porte. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 6(3), 221-233. 2018.

PALANEESWARAN, E.; KUMARASWAMY, M. Quality performance indicators for building projects: Comparative analysis and critical evaluation. **Journal of Construction Engineering and Management**, 145(7), 05019005. 2019.

PEREIRA, L. M.; TEIXEIRA, E. G. Melhoria contínua por meio de indicadores de desempenho na construção civil: Um estudo de caso. **Revista Gestão e Sustentabilidade**, 18(2), 76-92. 2023.

PHENG, L. S.; CHUAN, Q. T. Environmental factors and work performance of project managers in the construction industry. **International Journal of Project Management**, 24(1), 24-37. 2019.

RIBEIRO, Evandro Miguel Azevedo. **Utilização de KPI na avaliação do impacto da formação em acidentes de trabalho na indústria extrativa e transformadora**. 2022.

RODRIGUES, A. C.; CANELADA, M. **Utilização de KPI-Indicadores de desempenho na cadeia de suprimentos: Um estudo de caso em indústria metalúrgica no setor da construção civil**. 2015.

RODRIGUES, Diogo Dinis. **Proposta de um modelo ANP para selecionar KPIs na indústria de manufatura de moldes de prensagem**. 2020. Tese (Mestre em engenharia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa (Portugal), 2020.

SANTOS, E. G.; CAMPOS, F. R. Indicadores de desempenho na construção civil: Um estudo em empresas construtoras. **Revista Gestão e Produção**, 19(3), 567-579. 2021.

SILVA, Bruno Gomes. **A influência do planejamento a execução de obras**. 2020.

SINGH, A.; SHARMA, A.; LYER, K. Performance assessment using key performance indicators: A study of selected construction projects. **International Journal of Civil Engineering**, 16(8), 981-990. 2018.

TANG, S. L.; AHMED, S. M.; POON, S. W. **Construction quality management**. Hong Kong University Press. 2018.

TOFFANI, Victor Jose. **Gerenciamento na construção civil-planejamento e controle: estudo de caso no planejamento físico de um empreendimento imobiliário**. 2015.

TOOR, Shamas-ur-Rehman.; OGUNLANA, S. O. Beyond the ‘iron triangle’: Stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects. **International journal of project management**, v. 28, n. 3, p. 228-236, 2010.

TORRES, Xavier Emilio Loor. **BIM no planejamento de obras de infraestrutura de drenagem**. 2020. Tese (Mestre em ciências) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, 2020.

TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T. **Gestão da qualidade na construção civil: Fundamentos e diretrizes práticas**. Porto Alegre: Editora Bookman. 2019.

VIEIRA, Valter Afonso. As tipologias, variações e características da pesquisa de marketing. **Revista da FAE**, v. 5, n. 1, 2002.

YING, F.; TOOKEY, J. **Key performance indicator for managing construction logistics performance**. P. 869–876, 2017.

ZAHNER, Henrique Kops. **Aplicação do Conceito de KPI no ensino de Matemática**. 2021.