



Avaliação do Controle de Produtividade e Consumo de Materiais em Canteiro de Obras: Diagnóstico e Oportunidades de Digitalização com Base na Indústria 4.0

João Pedro Esbizaro Basem ^a; Valéria Ramos Baltazar Quevedo ^b

^a Aluno de Graduação em Engenharia Civil, joao.pedro.basem@ufms.br

^b Professor Orientador, Doutor, valeria.baltazar@ufms.br

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Av. Costa e Silva, s/nº | Bairro Universitário | 79070-900 | Campo Grande, MS, Brasil.

RESUMO

Os impactos da Primeira e da Segunda Guerra Mundial atuaram como catalisadores de inovação tecnológica, no século XXI, vivenciamos um cenário de constantes transformações, impulsionado pela automação, pela digitalização e pela busca por sustentabilidade. Nesse contexto, a construção civil, um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento socioeconômico do país passou a adotar tecnologias oriundas da Indústria 4.0, cujo propósito é a criação de um ecossistema integrado, baseado na convergência entre tecnologias digitais, automação e troca de dados em tempo real. Apesar de sua relevância, o setor ainda apresenta uma certa resistência quando se trata da utilização dessas tecnologias, concentrando-se principalmente nas etapas de concepção e planejamento, enquanto permanecem pouco exploradas durante a execução e finalização das obras. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade prática dos princípios da Indústria 4.0 na gestão em canteiro de obras, a partir do acompanhamento da produtividade dos colaboradores por meio do consumo de um material específico em um ambiente com controle manual, utilizando um sistema integrado composto por planilhas automatizadas em Excel e leitores de QR Code. O sistema visa promover a integração entre setores, reduzir falhas de comunicação e aprimorar a rastreabilidade das informações, garantindo maior precisão nos registros e contribuindo para a eficiência operacional no canteiro de obras.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Construção Civil, produtividade, eficiência operacional, integração de dados.

ABSTRACT

The impacts of the First and Second World Wars acted as catalysts for technological innovation. In the 21st century, we are experiencing a scenario of constant transformation, driven by automation, digitalization, and the pursuit of sustainability. In this context, the construction industry, one of the main drivers of the country's socioeconomic development, has begun to adopt technologies derived from Industry 4.0, whose purpose is the creation of an integrated ecosystem based on the convergence of digital technologies, automation, and real-time data exchange. Despite its relevance, the sector still shows some resistance to the use of these technologies, focusing mainly on the design and planning stages, while their application remains limited during the execution and completion phases of construction projects. Within this context, the present study aims to analyze and measure worker productivity based on the consumption of a specific material in a construction project where control is performed manually. The objective is to assess the practical feasibility of applying Industry 4.0 principles to construction site management through an integrated system developed with automated Excel spreadsheets and QR Code readers. This system seeks to promote integration between departments, reduce communication failures, and improve information traceability, ensuring greater accuracy in records and contributing to operational efficiency on the construction site.

Keywords: Industry 4.0. Construction Industry. Productivity. Operational Efficiency. Data Integration.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha papel estratégico no desenvolvimento econômico do país. No entanto, apesar de sua relevância, o setor ainda enfrenta desafios significativos relacionados à produtividade, ao controle de insumos e a eficiência operacional nos canteiros de obra.

Nos últimos anos, a Indústria 4.0, conhecida como Quarta Revolução Industrial, tomou força e tem impulsionado diversas áreas. Marcada pela implementação de sistemas integrados e que permitem a troca de dados em tempo real, tecnologias como Inteligência Artificial, *Big Data* e Internet das Coisas (IoT) têm sido amplamente aplicadas em setores como manufatura, logística e agronegócio. Contudo, encontram certa resistência e uma baixa adesão dentro da construção civil, concentrando-se principalmente nas etapas de concepção e planejamento, enquanto permanecem pouco exploradas durante a execução e finalização das obras.

De acordo com o estudo Transformação Digital: O Futuro da Construção Conectada (Autodesk & IDC, 2020), o Brasil apresenta o menor índice de maturidade digital entre os países pesquisados, evidenciando a defasagem tecnológica do setor. Essa lacuna é especialmente perceptível nos canteiros de obra, onde o controle de insumos, etapa essencial para o andamento e o custo das atividades, ainda é realizado por meio de registros manuais e comunicação informal.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como tema trazer uma análise da aplicação prática dos princípios da Indústria 4.0 na gestão em canteiro de obras. Através da análise da produtividade dos colaboradores a partir do consumo de um material específico em uma obra onde o controle é feito de maneira manual, avaliando a possibilidade de implementação de um sistema integrado por meio de planilhas automatizadas em Excel e leitores de QR Code, como ferramentas para integração de informações, alinhando-se aos princípios da Indústria 4.0.

Embora representem uma implementação inicial e simplificada, essas tecnologias constituem um

ponto de partida acessível para empresas que desejam se adaptar gradualmente antes de investir em soluções complexas. Os resultados obtidos poderão servir como parâmetro para justificar investimentos futuros em tecnologias mais avançadas.

O trabalho se justifica pela crescente necessidade de modernização dos processos e pela importância de incorporar práticas de digitalização no canteiro de obras. Ao propor o uso dessas tecnologias para o controle de insumos, pretende-se contribuir para o avanço da transformação digital na construção civil e para o aumento da eficiência operacional das empresas do setor.

Além do objetivo central, este trabalho contempla ainda objetivos gerais, os quais se destacam:

- Revisar o conceito de Indústria 4.0 e suas principais tecnologias;
- Identificar dificuldades no controle de insumos em um canteiro;
- Mapear aplicações práticas de tecnologias da Indústria 4.0, utilizando um questionário;
- Analisar e comparar métricas de produtividade da atividade de contrapiso a partir do consumo de cimento, identificando fatores que influenciam na eficiência operacional;
- Propor melhorias operacionais, sugerindo maior integração de ferramentas digitais simples para reduzir ineficiências;

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Construção Civil no Brasil

A construção civil é um dos principais pilares do desenvolvimento social e econômico do país. De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2025), o setor emprega mais de 7,5 milhões de trabalhadores diretos e indiretos, sendo um dos maiores empregadores formais do país.

Nas últimas duas décadas, o setor vem passando por um processo gradual de modernização tecnológica e gerencial, impulsionado tanto pela

globalização das cadeias produtivas quanto pelo advento da Quarta Revolução Industrial.

Essa nova fase da construção civil, também denominada Construção 4.0, busca integrar tecnologias digitais, automação, coleta de dados em tempo real e análise preditiva para transformar o modo como as obras são planejadas, executadas e monitoradas (FERNANDES et al., 2023).

2.2. Indústria 4.0

A Segunda Revolução Industrial, ocorrida no final do século XIX e início do século XX, foi marcada por avanços técnicos e produtivos que transformaram profundamente o setor industrial. Conforme destaca Hobsbawm (1996), “a Segunda Revolução Industrial foi marcada pela aplicação intensiva de novas fontes de energia, como eletricidade e petróleo, e pela introdução de processos produtivos em larga escala, transformando definitivamente o cenário industrial mundial”.

Nesse contexto, empresas dos ramos metalúrgico, siderúrgico e automobilístico se consolidaram, enquanto novas fontes de energia, como a eletricidade e o petróleo, impulsionaram a produtividade. Esse período representou também um grande marco para a construção civil, que passou a operar em escala industrial, acompanhada pelo surgimento de materiais como o aço e o cimento Portland, fundamentais para atender à crescente demanda de infraestrutura resultante da urbanização acelerada.

Ao longo do século XX, os impactos da Primeira e da Segunda Guerra Mundial atuaram como catalisadores de inovação tecnológica. Como cita Vieira; Costa, (2017) “As grandes guerras do século XX funcionaram como catalisadoras de inovações tecnológicas, levando à adoção de novos materiais e técnicas construtivas que posteriormente se disseminaram em contextos civis.” A engenharia civil incorporou materiais mais avançados, como o concreto armado e protendido, além do uso de máquinas cada vez mais modernas, possibilitando a construção de estruturas de maior porte e edifícios cada vez mais altos.

Já no século XXI, vivenciamos um cenário de constantes transformações, impulsionado pela automação, pela digitalização e pela busca por sustentabilidade. Nesse contexto, a engenharia civil passou a adotar tecnologias oriundas da Indústria 4.0, também conhecida como a Quarta Revolução Industrial, cujo propósito é a criação de um ecossistema integrado, baseado na convergência entre tecnologias digitais, automação e troca de dados em tempo real.

De acordo com a *International Business Machines Corporation* (IBM, 2024), a Indústria 4.0 pode ser compreendida como a materialização da transformação digital na manufatura, caracterizada pela integração de tecnologias inteligentes que permitem decisões em tempo real, além de maior produtividade, flexibilidade e agilidade nos processos produtivos. Tal ecossistema é fundamental para integrar as demandas dentro do canteiro de obras.

2.3. Canteiro de Obras

Conhecido por ser o núcleo operacional da construção civil, o Canteiro de Obras, segundo definição da NR-18 (BRASIL, 2020), é uma área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução da obra, incluindo instalações, áreas de armazenamento, circulação e convivência. A eficiência na organização e no controle dessas áreas tem relação direta com a produtividade, segurança, sustentabilidade e qualidade final do empreendimento (SOUZA; MORAIS, 2022).

2.4. Construção 4.0

No ramo da construção civil, o conceito classificado como Construção 4.0, é a tecnologia onde se aplica os princípios desenvolvidos pela Indústria 4.0 aos processos construtivos. De acordo com Vieira (2006), a produtividade na construção civil está diretamente relacionada à eficiência na gestão dos recursos humanos e materiais. Nesse sentido, o uso de tecnologias da Indústria 4.0 tem se mostrado fundamental para reduzir desperdícios, otimizar o tempo de execução e garantir maior controle sobre o desempenho das equipes.

2.4.1. Building Information Modeling (BIM)

De acordo com a norma ISO 19650-1 (2018), o *Building Information Modeling* (BIM) tem como principal objetivo padronizar o gerenciamento das informações ao longo de todo o ciclo de vida dos empreendimentos, promovendo interoperabilidade, transparência e eficiência na comunicação entre projetistas, construtores e gestores.

Atualmente, o BIM é aplicado desde as etapas iniciais de concepção do projeto, devido à sua capacidade de modelagem colaborativa e integrada, essa característica aliada ao compartilhamento de informações entre os diferentes setores envolvidos, contribui para processos mais eficientes, coordenados e dinâmicos, fortalecendo a gestão integrada dos dados e a tomada de decisão em tempo real.

2.4.2. Internet das Coisas (IoT)

Do inglês *Internet of Things* (IoT), a Internet das Coisas constitui um dos principais pilares da Indústria 4.0, destacando-se pela capacidade de integração entre dispositivos físicos e sistemas digitais, o que possibilita a comunicação autônoma entre máquinas e equipamentos.

No contexto da construção civil, especialmente dentro do canteiro de obras, a IoT desempenha um papel fundamental na coleta, transmissão e compartilhamento de dados em tempo real, permitindo maior rastreabilidade dos insumos e melhorando a eficiência operacional.

Segundo Santos e Almeida (2023), a aplicação da IoT na construção possibilita o monitoramento contínuo de materiais e processos, contribuindo para a redução de desperdícios e para uma gestão mais inteligente e integrada dos recursos disponíveis.

2.4.3. Planilhas Automatizadas e QR Codes

Planilhas automatizadas, representadas pelo Microsoft Excel, aplicativo de planilhas, é amplamente utilizado na construção civil e desempenha um papel fundamental no setor, auxiliando no planejamento, organização e análise de dados.

Já o QR Code, é um código de barras bidimensional que tem a capacidade de armazenar informações o qual é lido através de smartphones ou leitores específicos. Tal ferramenta também tem grande relevância nos canteiros de obra, possibilitando a identificação, rastreabilidade e atualização imediata de informações.

Embora essas ferramentas não configurem, isoladamente, um sistema de Internet das Coisas (IoT), elas permitem coletar, armazenar e integrar dados em tempo real, conectando o setor estratégico ao canteiro de obras e constituindo uma aplicação prática dos princípios da Indústria 4.0.

2.4.4. Big Data e Análise de Dados

O conceito de Big Data refere-se ao tratamento e à análise de grandes volumes de dados que são gerados em alta velocidade e em diferentes formatos. Segundo Marr (2018), o Big Data se caracteriza pelos chamados “5 Vs”.

- Volume, quantidade de dados;
- Velocidade, rapidez com que os dados são processados;
- Variedade, diversas fontes e formatos de dados;
- Veracidade, confiabilidade e precisão dos dados;
- Valor, relevância dos dados;

Tais tópicos são classificados, respectivamente, como a quantidade de informações produzidas, a rapidez com que são processadas, a diversidade de fontes, a confiabilidade e o potencial de gerar uma base de dados relevantes para a tomada de decisão. De acordo com o estudo “*Towards big data driven construction industry*” (2023), a utilização de Big Data e Análise de Dados, podem “melhorar a eficiência de construção, reduzir desperdícios, auxiliar no aprimoramento e planejamento das obras e tornar os canteiros mais seguros”.

Além disso, contribui também para o controle de insumos, como por exemplo, através da análise de um determinado material, é possível ter acesso a informações como quantidade disponível, localização de aplicação, fornecedor e status de

uso, facilitando os processos logísticos dentro do canteiro.

2.5. Processos Logísticos dentro do Canteiro de Obras

De acordo com Ballou (2019), a logística envolve o gerenciamento eficiente dos fluxos de suprimentos, desde a origem até o ponto de consumo, assegurando que os recursos certos estejam disponíveis no local e momento adequados, com o menor custo possível e o máximo de qualidade e segurança. No canteiro de obras, ela funciona como uma cadeia de processos, sendo responsável pelo acompanhamento e controle total dos insumos, desde o recebimento, conferência, armazenamento e transporte ao local de utilização.

A integração entre as etapas mostra-se fundamental para garantir o ritmo de execução da obra, evitando paradas por falta de materiais e permitindo uma operação integrada.

2.6. Controle de Insumos

Insumo é todo recurso utilizado no processo de produção de bens ou serviços, incluindo matéria-prima, materiais, mão de obra, equipamentos e informações. De modo geral, os insumos representam os recursos essenciais que alimentam o processo produtivo, sendo determinantes para a eficiência operacional, a competitividade e a sustentabilidade das organizações (CHIAVENATO, 2020).

O controle de insumos, portanto, constitui um pilar estratégico da gestão produtiva, uma vez que envolve todas as etapas, desde o planejamento ao consumo dos recursos necessários à execução das atividades. Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2021), a eficiência na administração dos insumos está diretamente relacionada à capacidade de uma organização em reduzir custos, otimizar processos e evitar desperdícios, assegurando que os materiais corretos estejam disponíveis no momento e local adequados.

No âmbito da construção civil, o controle de insumos exerce um papel ainda mais importante, devido à dinâmica dos canteiros de obra.

Estimativas da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2023), indicam que cerca de 20% a 30% dos materiais adquiridos em obras brasileiras são desperdiçados, seja por falhas de armazenamento, uso incorreto, perdas durante o transporte ou ausência de rastreabilidade. Tal dado evidencia a relação da falta de controle desses insumos com o impacto direto na produtividade e orçamento das obras, representando um dos principais desafios para a eficiência do setor.

2.7. Eficiência Operacional no Canteiro de Obras

A eficiência operacional dentro do canteiro de obras refere-se à capacidade de otimizar os processos, aumentando a produtividade e reduzindo custos e desperdícios.

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2023), cerca de 30% dos custos totais de uma obra podem estar associados a falhas de planejamento, desperdício de materiais e ineficiência na gestão de insumos. Essas perdas impactam não apenas no custo da obra, mas também na sustentabilidade do empreendimento, uma vez que geram retrabalho, aumento no consumo de recursos e afetam o cronograma.

Nesse contexto, a eficiência operacional está diretamente ligada ao controle de insumos, visto que o gerenciamento adequado de materiais, equipamentos e mão de obra é essencial para garantir a fluidez das etapas construtivas. Conforme cita Souza e Abiko (2005), a produtividade na construção civil depende da integração entre planejamento, controle e execução, sendo o desperdício de materiais um dos principais fatores de ineficiência operacional. Um controle ineficiente pode gerar inúmeros contratemplos, como falta de materiais no momento da execução, levando a ociosidade da equipe gerando custos para a empresa, ou até mesmo o cenário contrário, representado pelo excesso de estoque, resultando na imobilização de capital e desorganização do espaço físico do canteiro.

2.8. Cadeia Organizacional no Canteiro de Obras

Dentro do canteiro de obras, existem inúmeros colaboradores trabalhando em conjunto com um objetivo em comum, concluir e entregar o empreendimento. Segundo Cavalcante e Medeiros (2019), a cadeia organizacional em um canteiro de obras caracteriza-se por uma estrutura hierárquica e funcional, dividida em três níveis:

- **Estratégico:** composto por engenheiros, responsáveis pela gestão e planejamento da obra.
- **Tático:** composto por mestre de obras, encarregados e engenheiro de campo, responsáveis por supervisionar o serviço e garantir a conformidade com as normas e assegurar que os prazos sejam cumpridos.
- **Operacional:** composto por trabalhadores que executam os serviços práticos, como pedreiros, carpinteiros, armadores, eletricistas entre outros.

Essa organização tem como objetivo assegurar o fluxo eficiente de informações, decisões e execução das atividades, garantindo que o planejamento seja efetivamente transformado em resultados concretos.

4.0. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada e descritiva, com abordagem mista, desenvolvida por meio de um estudo de caso em um canteiro de obras, concentrando-se na atividade de contrapiso.

O enfoque misto permitiu combinar dados numéricos com observações qualitativas, analisando as métricas de produtividade e as percepções de profissionais do ramo, e visando avaliar a possibilidade da aplicação de tecnologias da Indústria 4.0 para a melhoria da eficiência operacional. As etapas metodológicas foram sequenciais, conforme descrito a seguir.

- **Levantamento teórico:** Realizou-se a revisão da literatura sobre Indústria 4.0, com ênfase nas tecnologias aplicadas à construção civil, controle de insumos e eficiência operacional em canteiros de

obras. Essa revisão permitiu identificar ferramentas acessíveis, como a utilização do Excel e QR Code, como porta de entrada para a digitalização.

- **Delimitação do objeto de estudo:** Definiu-se como foco o consumo de cimento na etapa de contrapiso, em um empreendimento vertical na cidade de Campo Grande-MS, em um intervalo de 10 dias. A delimitação do período de dez dias justifica-se por corresponder ao tempo estabelecido pela construtora para a execução completa da atividade dentro do pavimento, desde o início até sua conclusão, conforme cronograma da obra.
- **Análise da situação atual:** Desenvolveu-se um questionário *online* via *Google Forms*, direcionado a 20 profissionais atuantes no setor da construção civil, incluindo engenheiros responsáveis por obras de diferentes empresas. O instrumento teve como objetivo identificar o uso de tecnologias da Indústria 4.0 em canteiros, com foco em ferramentas simples e avançadas. Do total de questionários enviados, 13 profissionais responderam integralmente, representando 65% de taxa de participação. As perguntas incluíram:

1. Qual o seu cargo na empresa?
2. Qual o porte da sua empresa? (de acordo com a metragem das suas obras)
3. Qual o nível de implementação de tecnologias em sua obra/empresa?
4. Qual tecnologia sua empresa utiliza atualmente para gestão do canteiro de obras?
5. O uso dessa tecnologia aumentou a precisão no controle de estoque e materiais no canteiro?
6. O uso dessa tecnologia melhorou a comunicação entre canteiro e escritório?
7. O uso dessa tecnologia permitiu um acompanhamento mais ágil diante da produtividade da equipe?

As respostas foram analisadas quantitativamente (percentuais) e qualitativamente (temas recorrentes). Ainda,

realizou-se observação diária das atividades no canteiro, registradas de forma qualitativa em diários de campo, para capturar ocorrências como intempéries, faltas e ineficiências operacionais.

- **Definição de indicadores:** Criação de métricas chaves para avaliação da eficiência, como produtividade (m^2/dia e m^2/h), consumo de cimento (kg/dia e kg/m^2) e absenteísmo (%), com base em dados de referência da construtora.
- **Coleta de dados:** Registro diário de produção e presença de colaboradores (número de faltas), foram retiradas através de reuniões diárias feitas ao final do expediente, e anotadas manualmente. Entrevistas semiestruturadas com a equipe de quatro colaboradores complementaram os dados quantitativos.
- **Interpretação e proposição de melhorias:** Analisaram-se as correlações entre consumo, produtividade e presença, identificando causas de desvios (ex.: faltas que impactam a eficiência) e propondo a implementação de um sistema integrado através de planilhas em Excel e leitores de QR Code com monitoramento em tempo real, afim de reduzir ineficiências nos canteiros.

A coleta de dados foi feita através do acompanhamento direto em obra, com foco na atividade de contrapiso, durante um período de dez dias, correspondendo ao ciclo completo da atividade no pavimento. A equipe era composta por quatro colaboradores, com jornada diária de 8 horas, totalizando 32 horas de trabalho por dia. O traço da argamassa foi padronizado (1 saco de cimento de 50 kg, 1 padiola de areia fina, 1 padiola de areia grossa, 12 litros de água) para garantir uniformidade.

Os dados de referência foram definidos com base em entrevistas semiestruturadas com os colaboradores e no acompanhamento do mapa de produção. Esses dados incluíram produção (m^2/dia), quantidade de colaboradores (4) e horas trabalhada (h/dia) (Tabela 1).

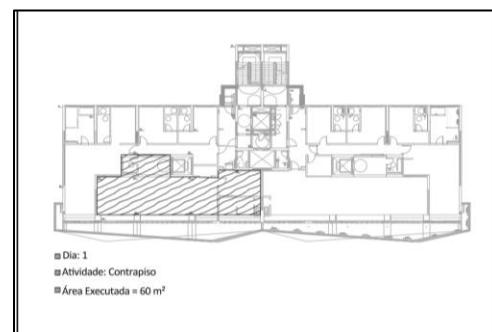
Tabela 1 – Dados de Referência.

Métricas	Valor
Produção (m^2/dia)	60
Colaboradores	4
Horas Trabalhadas (h/dia)	32

Fonte: Autor (2025)

O acompanhamento da produtividade diária foi realizado por meio de Mapa de Produção, registro esse onde ao final de cada dia era destacado as áreas executadas (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de Produção.



Fonte: Autor (2025)

5.0. RESULTADOS E DISCUSSÕES

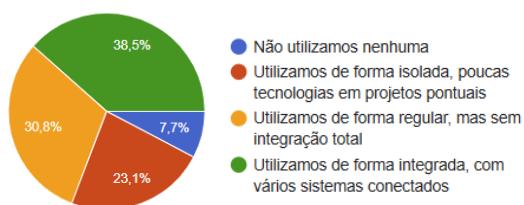
A análise das respostas obtidas por meio do questionário aplicado aos profissionais atuantes no setor da construção civil teve como objetivo identificar as tecnologias da Indústria 4.0 mais utilizadas e sua eficiência relacionada ao controle de insumos dentro dos canteiros de obras.

Os resultados evidenciaram a predominância de empresas de grande porte na adoção dessas tecnologias. Dos respondentes, sete eram responsáveis por obras de grande porte (empreendimentos com área superior a 5.000 m^2), dois por empreendimentos de médio porte (áreas entre 1.000 e 5.000 m^2) e quatro por empreendimentos de pequeno porte (áreas inferiores a 1.000 m^2).

O Gráfico 1 representa o nível de implementação dessas tecnologias nas obras pesquisadas. Observa-se que 38,5% (5 obras/empresas)

utilizam essas tecnologias de forma integrada, com sistemas conectados e troca de dados entre diferentes setores. Em contrapartida 30,8% (4 obras/empresas) fazem o uso regular das tecnologias, porém sem integração total entre os setores. Já 23,1% (3 obras/empresas) utilizam-nas de forma isolada, restrita a projetos pontuais, e apenas uma empresa declarou não utilizar nenhuma dessas tecnologias.

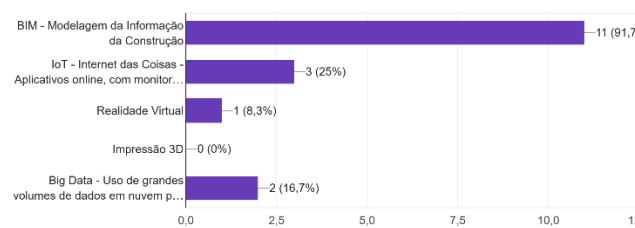
Gráfico 1 – Respostas a pergunta “Qual o nível de implementação de tecnologias em sua obra/empresa”.



Fonte: Autor (2025)

Entre as tecnologias mencionadas, destaca-se o uso do *Building Information Modeling* (BIM), identificado como a ferramenta mais amplamente adotada pelos profissionais (Gráfico 2). No entanto, observa-se uma divergência quando comparado ao Gráfico 1, a qual pode estar relacionada ao entendimento superficial, por parte desses profissionais, acerca do real conceito e abrangência do BIM. Por se tratar de um ecossistema integrado, que envolve a conexão entre múltiplos sistemas e processos ao longo de todo o ciclo de vida da obra, seria esperado um percentual mais elevado nas empresas que utilizam tecnologias de forma integrada, com vários sistemas conectados.

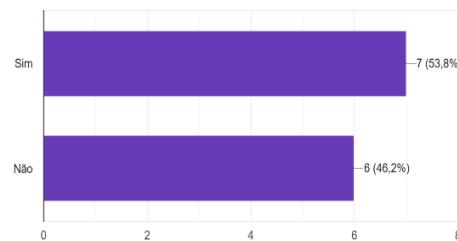
Gráfico 2 – Respostas a pergunta “Qual tecnologia sua empresa utiliza para gestão do canteiro de obras”



Fonte: Autor (2025)

A relação entre o uso das tecnologias e a precisão no controle de estoque e materiais, apresentada no Gráfico 3, evidencia que embora a digitalização contribua para melhor rastreabilidade de informações, ainda há desafios na implementação e integração dessas tecnologias.

Gráfico 3 – Respostas a pergunta “O uso dessas tecnologias aumentou a precisão no controle de estoque e materiais no canteiro”.



Fonte: Autor (2025)

Além do questionário aplicado via *Google Forms*, foram realizadas entrevistas complementares com os mesmos profissionais, a fim de compreender melhor o que eles consideram por maior a precisão no controle de estoque e materiais dentro do canteiro. Os resultados dessas entrevistas indicaram que o BIM contribui significativamente para o controle de estoque de materiais ao permitir a extração precisa dos quantitativos de insumos, visto que ele permite observar por um modelo tridimensional a quantidade e descrição do material. Esse achado reforça o ponto abordado na introdução do trabalho, onde mostra que a utilização dessas tecnologias advindas da Indústria 4.0 concentram-se majoritariamente nas etapas de concepção e planejamento, enquanto permanecem pouco exploradas durante a execução e finalização das obras.

Contudo, a pesquisa demonstrou, de forma unânime, que o uso das tecnologias provenientes da Indústria 4.0 contribui significativamente para a melhoria da comunicação entre o escritório e o canteiro de obras, resultado evidenciado por 100% dos participantes. Essa melhoria decorre da

centralização de informações, representado por todos os dados e atualizações dentro de um mesmo sistema.

Como exemplo, destaca-se a constante atualização de projetos no decorrer da obra, por estarem concentradas em um ambiente digital integrado, todas as informações, atualizadas, ficam disponíveis aos profissionais que o acessarem. Tal situação reforça a importância da integração das informações dentro de um sistema.

5.1. Acompanhamento diário

Durante o acompanhamento em obra, reuniões diárias eram realizadas ao final do expediente de trabalho, onde era feito um panorama, resumindo as principais ocorrências que afetaram a produtividade do dia, apontando as faltas, intempéries climáticas ou condições inadequadas para execução da atividade.

Observou-se que a gestão sobre a presença dos colaboradores e as ocorrências operacionais são feitas de maneira superficial, analisando e elencando-as apenas no final do dia. A ausência do acompanhamento em tempo real dessas ocorrências, impede que o engenheiro responsável tome medidas em tempo hábil de reverte-las, visto que a informação só é relatada ao responsável no final da jornada de trabalho. Identificou-se também que as métricas utilizadas para o acompanhamento da atividade são limitadas (Tabela 1), desconsiderando indicadores relevantes que facilitariam o controle e tomada de decisão por parte do setor estratégico.

Diante desse cenário, foram desenvolvidos novos parâmetros de análise que permitiram estabelecer relações entre as principais métricas de desempenho observadas durante a execução da obra.

5.2. Criação de novos indicadores

Durante os 10 dias de acompanhamento, foi possível identificar indicadores que permitem uma análise mais precisa e aprofundada da produtividade e consumo de materiais. Esses indicadores permitem identificar gargalos

operacionais, desvios de consumo e acompanhamento mais rigoroso das atividades.

Através da relação do traço de argamassa, previsto para ser utilizado na atividade em análise, composto por 50 kg de cimento, para 1,5 m² de contrapiso, é possível estimar o consumo diário de material, fazendo assim uma relação entre “Produtividade x Consumo de Material” (Tabela 2), a qual permite identificar desvios, seja por excesso ou insuficiência.

Tabela 2 – Relação Produtividade Diária x Consumo de Material.

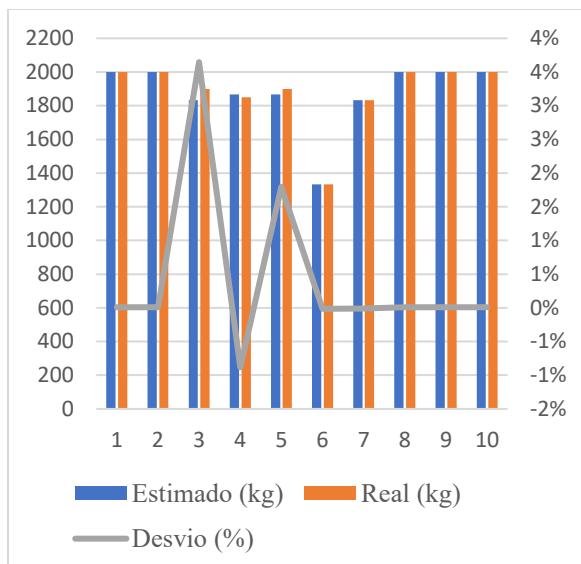
Dia	Produção (m ²)	Consumo de Cimento			Desvio (%)
		Área (kg/m ²)	Estimado (kg/dia)	Real (kg/dia)	
1	60	33,33	2000	2000	0%
2	60	33,33	2000	2000	0%
3	55	33,33	1833	1900	4%
4	56	33,33	1866	1850	-1%
5	56	33,33	1866	1900	2%
6	40	33,33	1333	1333	0%
7	55	33,33	1833	1833	0%
8	60	33,33	2000	2000	0%
9	60	33,33	2000	2000	0%
10	60	33,33	2000	2000	0%

Fonte: Autor (2025)

Os valores do consumo real foram estimados para exemplificar o desvio do consumo (%) (Gráfico 4), visto que esse indicador não é acompanhado na obra. A análise comparativa permite a identificação de falhas operacionais, como perdas de materiais e desperdícios, e inconsistência nas etapas de concepção e planejamento do projeto. Além disso, o acompanhamento contínuo desses indicadores fornece informações essenciais para o dimensionamento do estoque de materiais.

No que se refere ao controle de materiais, essa relação possibilita ao setor estratégico realizar previsões de demanda com maior precisão, permitindo uma programação de suprimentos mais eficiente. Essa perspectiva oportuniza antecipar as necessidades do canteiro de obras, de modo a evitar que a equipe operacional fique parada por falta de material.

Gráfico 4 – Consumo Real x Estimado.



Fonte: Autor (2025)

Nos dias 3, 4 e 5, observou-se um desvio que variou de -1 a 4 (%), ou seja, houve inconsistência entre o planejado e o executado, tal dado permite analisar o desempenho operacional da equipe, identificando falhas na produtividade ou até mesmo nas condições do canteiro de obras.

Na Tabela 3, é apresentado o acompanhamento diário de quantidade de trabalhadores que compunham a equipe, bem como a produtividade obtida em função da produção diária.

Esses dados possibilitam avaliar a relação entre o dimensionamento da equipe e o desempenho produtivo ao longo do período analisado, permitindo identificar eventuais variações de eficiência e padrões de comportamento de produção.

Tabela 3 – Produtividade por Hora e Faltas.

Dia	Faltas	Equipe	HorasTrabalhadas	m ² /h
1	0	4	32	1,875
2	0	4	32	1,875
3	1	3	24	2,3
4	1	3	24	2,3
5	0	4	32	1,75
6	2	2	16	2,5
7	0	4	32	1,72
8	0	4	32	1,875
9	0	4	32	1,875
10	0	4	32	1,875

Fonte: Autor (2025)

Através dos dados apresentados, é possível identificar que nos dias em que ocorreu uma falta, resultando em 3 colaboradores trabalhando, a produtividade registrada foi de 2,3 m²/h, enquanto nos dias em que a equipe estava completa, com 4 colaboradores, a produtividade caiu para 1,875 m²/h. Tal análise, embora possa ser interpretada como contraditória, permite identificar ineficiências operacionais.

O aumento da produtividade diante da falta de um funcionário, revela possível ociosidade ou baixa performance individual, indicando a uma reavaliação de seus colaboradores, o que justifica o redimensionamento da equipe, de modo a otimizar o rendimento das atividades, resultando assim no ganho de produtividade e redução de custos para a empresa.

Dessa forma, a integração dessas informações através de um sistema, associadas ao acompanhamento em tempo real, mostram-se uma solução eficaz para melhorar o monitoramento dos indicadores, alinhando-se aos princípios da Indústria 4.0.

6.0. PROPOSTA DE MELHORIA

6.1. Justificativa da Proposta

Após análise dos resultados e identificar que o principal gargalo se concentra na falta de dados

consistentes e integrados, o presente trabalho traz como proposta de melhoria a criação de um Sistema Integrado por meio de Planilhas Automatizadas em Excel e Leitores de QR Code.

Embora o desenvolvimento do sistema não tenha sido realizado, foi elaborado o modelo conceitual completo, incluindo toda a ideia de funcionamento (Figura 2), estrutura e funcionalidades previstas.

6.2. Objetivo do Sistema

O sistema tem como objetivo principal, integrar as informações de diversos setores, afim de diminuir as falhas de comunicação otimizando a eficiência operacional e garantindo maior precisão no controle produtivo.

Por meio de registros de dados como quantidade e consumo de materiais, presença e horas trabalhadas dos colaboradores e indicadores de produtividade, o sistema permite uma análise panorâmica do desempenho geral da obra.

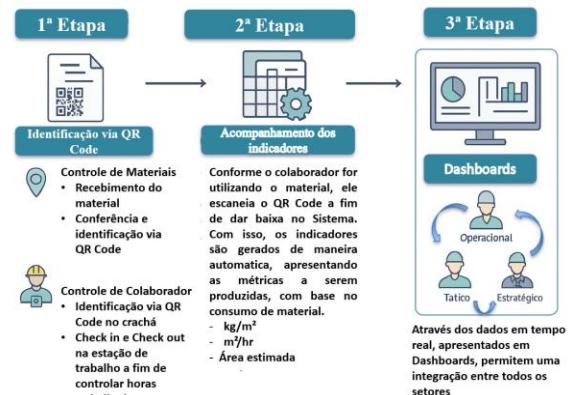
6.3. Estrutura do Sistema

O modelo foi idealizado na plataforma Microsoft Excel, em conjunto com um leitor básico de QR Code, que atua como interface para a leitura de etiquetas e crachás. Essa integração permite automatizar os lançamentos e garantir maior rastreabilidade das informações de campo, sem necessidade de softwares especializados, o que representa uma solução de baixo custo e fácil aplicabilidade no ambiente de obra.

O funcionamento do sistema é dividido em três etapas.

Na etapa inicial, o encarregado, integrante do setor tático, preenche os dados com base no Mapa de Produção, com informações referentes à área prevista de execução, número de colaboradores e jornada de trabalho. Baseado no coeficiente de consumo de um material específico, a depender da atividade, o sistema calcula automaticamente o consumo estimado diário, permitindo prever a demanda de insumos antes do início da atividade.

Figura 2 – Fluxograma do Sistema – Registro Operacional.



Fonte: Autor (2025)

Durante a etapa de registro operacional, dois fluxos ocorrem de forma paralela:

- **Controle de materiais:** No recebimento, cada palete de cimento é devidamente cadastrado conforme sua quantidade e identificado por meio de uma etiqueta com código QR, que possibilita o rastreamento individual de cada lote. No momento da utilização, o colaborador realiza a leitura do código para efetuar a baixa automática no sistema, atualizando o estoque em tempo real.
- Em paralelo, o sistema calcula a área produzida com base na relação entre o consumo de material e a metragem executada, permitindo o acompanhamento contínuo do desempenho da produção. Essa integração de informações oferece ao setor estratégico maior precisão e agilidade na análise de resultados, contribuindo para decisões mais assertivas.

Uma Ilustração prática é feita na Figura 3, onde o Cimento é escaneado conforme sua retirada para uso, atualizando o estoque e estimando a produção de aproximadamente 12m² de área de contrapiso.

Figura 3 – Ilustração Prática.



Fonte: Autor (2025)

- **Controle de colaboradores:** cada colaborador, ao entrar na obra, é identificado com um QR Code em seu crachá, o qual é utilizado para registrar o *check-in* e o *check-out* na estação de trabalho. Essa leitura alimenta a planilha de ponto eletrônico e consolida o total de horas trabalhadas tanto do colaborador, quanto da equipe, permitindo uma análise mais detalhada da produtividade dos funcionários. Essas informações, visualizadas em tempo real, possibilitam a realocação de equipes ou redistribuição de tarefas de forma imediata, garantindo maior eficiência na gestão da mão de obra.

Um exemplo prático é apresentado na Figura 4, na qual o colaborador desempenha uma jornada efetiva de 8 horas e 15 minutos, já descontado o intervalo destinado à refeição. Esse registro permite estimar uma produção de aproximadamente 15 m² de área de contrapiso, visto que o sistema tem os dados base e apresenta a relação ao setor estratégico.

Figura 4 – Ilustração Prática.



Fonte: Autor (2025)

Já na etapa de análise e acompanhamento de dados, as informações consolidadas permitem a realização de comparativos entre o consumo previsto e o consumo real, produção estimada e executada, além da avaliação das horas trabalhadas pelas equipes. Esses indicadores são apresentados em *Dashboards* interativos, que funcionam como ferramentas visuais de apoio à gestão, permitindo uma interpretação dinâmica e imediata dos resultados. Tal recurso possibilita identificar desvios, monitorar tendências e adotar medidas corretivas com maior agilidade, aprimorando significativamente o processo de tomada de decisão no canteiro de obras.

7.0 Conclusão

Com base no exposto, a análise do estudo de caso demonstrou que a carência de indicadores mais precisos, registros manuais e a ausência na integração entre os setores, sem dados em tempo real, geram falhas na comunicação que comprometem a rastreabilidade de informações e reduzem a eficiência operacional, não permitindo a aplicação de medidas corretivas em tempo hábil.

No que se refere ao questionário aplicado aos profissionais da área, observou-se que as tecnologias adotadas atualmente nos canteiros de obras têm sua aplicação concentrada nas etapas de concepção e planejamento, ficando limitada para o acompanhamento em campo. Isso evidencia a necessidade de soluções práticas que incluem a digitalização no canteiro de obras e corrobora com o que a literatura indica.

A criação de novos indicadores permite uma análise mais apurada de métricas que não são observadas no acompanhamento da obra, mostrando-se eficaz na análise da produtividade e identificação de gargalos operacionais, permitindo que o setor estratégico tenha uma visão ampla do canteiro de obras e no andamento das atividades.

Com isso, conclui-se que a implementação de ferramentas alinhadas aos princípios da Indústria 4.0, mesmo em suas formas mais simplificadas, mostra-se uma solução prática e eficaz, constituindo um ponto de partida acessível para empresas que desejam se adaptar gradualmente

antes de investir em soluções complexas e representando um passo significativo rumo a digitalização dos canteiros de obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUTODESK; IDC. Transformação Digital: O Futuro da Construção Conectada. Autodesk University, 2020. Disponível em: <<https://www.autodesk.com>>
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial.** 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. Indicadores e Anuário da Construção Civil 2023 e 2025. Brasília: CBIC, 2023 e CBIC, 2025.
- CAVALCANTE, J. A.; MEDEIROS, R. S. **Gestão de Pessoas e Estrutura Organizacional em Canteiros de Obras.** Recife: UFPE, 2019.
- CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração.** 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2020.
- FERNANDES, R. A. et al. **Construção 4.0: o impacto da digitalização no setor da construção civil.** Revista de Engenharia e Inovação, v. 10, n. 2, p. 55–70, 2023.
- HOBBSAWM, E. **A Era do Capital: 1848–1875.** 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- ISO 19650-1. **Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling**
- MARR, B. **Big Data: Using Smart Big Data, Analytics and Metrics to Make Better Decisions and Improve Performance.** Chichester: Wiley, 2018.
- SANTOS, L. F.; ALMEIDA, P. R. **Aplicações da Internet das Coisas na Construção Civil.** Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada, v. 12, n. 4, p. 78–93, 2023.
- SILVA, A. P.; AMARAL, F. G. **O uso da Realidade Aumentada no Canteiro de Obras: ganhos de produtividade e eficiência.** Revista de Engenharia Civil Contemporânea, v. 7, n. 1, p. 34–49, 2021.
- SOUZA, U. E. L.; ABIKO, A. K. **Produtividade e perdas na construção civil.** São Paulo: EPUSP, 2005.
- SANTOS, R. P.; FERREIRA, L. C. **Aplicações da Inteligência Artificial na Construção Civil: desafios e oportunidades no contexto da Indústria 4.0.** Revista Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 16, n. 2, p. 45–62, 2021.
- SOUZA, D. F.; MORAIS, J. L. **Gestão e Organização de Canteiros de Obras: Práticas Sustentáveis e Produtivas.** Revista Brasileira de Engenharia Civil, v. 14, n. 2, p. 60–76, 2022.
- VIEIRA, E. R. **Gestão da Produção na Construção Civil: produtividade e desempenho de equipes.** São Paulo: Pini, 2006.
- VIEIRA, C. P.; COSTA, M. A. **Inovações Tecnológicas e Desenvolvimento Industrial no Século XX.** Revista História e Progresso, v. 8, n. 1, p. 22–37, 2017.