



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
INSTITUTO DE TECNOLOGIA – ITEC
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL - FEC

LAÍS FONSECA DE ARAÚJO

**Análise Comparativa da Elaboração de Cronogramas de Obras pelo
Método Tradicional e por Inteligência Artificial**

BELÉM/PA
2026

LAÍS FONSECA DE ARAÚJO

**Análise Comparativa da Elaboração de Cronogramas de Obras pelo
Método Tradicional e por Inteligência Artificial**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do
Instituto de Tecnologia da Universidade Federal
do Pará, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado
Maués

BELÉM/PA
2026

LAÍS FONSECA DE ARAÚJO

**Análise Comparativa da Elaboração de Cronogramas de Obras pelo
Método Tradicional e por Inteligência Artificial**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do
Instituto de Tecnologia da Universidade Federal
do Pará, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado
Maués

Data da aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado Maués
Universidade Federal do Pará

Profa. Dra. Luciana de Nazaré Pinheiro Cordeiro
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Felipe de Sá Moreira
Universidade Federal do Pará

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, aos meus pais, por todo o apoio e confiança que tornaram possível minha vinda de Cametá para Belém para cursar Engenharia Civil. Essa decisão exigiu coragem, especialmente ao me permitirem partir para outra cidade em nome da minha educação, acreditando que esse caminho seria o melhor para o meu futuro. Mesmo à distância, nunca deixaram de estar presentes, oferecendo cuidado, orientação e amor. Guardo comigo a imagem de cada despedida no porto: sempre que eu retornava para Belém, eles permaneciam ali até o barco partir. Esse gesto simples carregava um significado imenso, era a certeza de que eu não estava sozinha, de que havia apoio antes da partida e força para continuar. Cada conquista alcançada ao longo dessa trajetória carrega o reflexo do esforço, dos valores e da confiança que sempre depositaram em mim e espero que cada realização também seja motivo de orgulho para vocês.

À minha irmã, que trilhou antes esse caminho, enfrentou os desafios de morar sozinha para estudar e, com isso, abriu oportunidades para que eu pudesse sonhar mais alto. Por ter sido exemplo, apoio constante, amizade presente e conselho seguro nos momentos de dúvida, deixo aqui minha profunda gratidão. Sua força me inspirou, sua experiência me orientou e sua presença sempre foi um ponto de equilíbrio ao longo dessa jornada. Ao meu irmão, que sempre encontrou uma forma de me demonstrar que eu estava presente no seu coração, seja por meio de um desenho feito com carinho, de um brinquedo escolhido para me entregar ou pela alegria sincera em cada reencontro. Esses gestos simples sempre foram uma forma silenciosa de apoio e de amor, que deram força nos momentos de saudade. Em cada etapa dessa jornada, levo comigo a força de saber que tenho irmãos que caminham ao meu lado, mesmo quando os caminhos parecem distantes.

Aos meus avós, tios e tias, por serem parte essencial da minha trajetória. Por cada palavra de incentivo, por cada gesto de cuidado e por sempre valorizarem a importância dos estudos na minha vida. Crescer em uma família que acredita na educação fez toda a diferença na construção do caminho que percorri até aqui. Meu agradecimento sincero por todo apoio, torcida e confiança ao longo dessa jornada.

À minha namorada, por ter sido meu apoio constante ao longo dessa trajetória, especialmente durante a construção deste trabalho. Nos dias mais intensos e nas madrugadas de escrita, esteve ao meu lado oferecendo incentivo, paciência e tranquilidade quando o cansaço e as dúvidas surgiam. Sua forma otimista de me encorajar foi essencial para que eu seguisse confiante até o final, ter você caminhando comigo fez toda a diferença.

Aos meus amigos, aos que caminham comigo desde a escola e aos que a faculdade e a Building me trouxeram, por tornarem essa trajetória mais leve e significativa. Por cada conversa, incentivo, distração necessária e apoio silencioso nos momentos de maior pressão. Vocês foram presença, acolhimento e força ao longo dessa caminhada, e fizeram com que os dias difíceis fossem mais suportáveis e os dias bons ainda mais especiais.

Ao meu orientador, pela orientação segura e pela disponibilidade ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Mesmo diante dos desafios e contratemplos, manteve-se presente, oferecendo direcionamento nessa etapa. Sua contribuição foi essencial para a construção e organização deste estudo.

Aos professores da banca, por aceitarem participar deste momento tão importante e por contribuírem com suas considerações e análises. Aos docentes que fizeram parte da minha formação, pelos ensinamentos transmitidos ao longo da graduação e por cada aprendizado que contribuiu para minha construção profissional. À coordenação do curso, pelo suporte oferecido durante essa jornada acadêmica.

RESUMO

O planejamento de obras é etapa fundamental para a organização das atividades construtivas e definição de prazos na construção civil. Tradicionalmente, a elaboração de cronogramas é realizada por meio de softwares especializados, como o Microsoft Project, exigindo conhecimento técnico do usuário e definição manual das relações de precedência entre tarefas. Com o avanço das tecnologias digitais, ferramentas baseadas em Inteligência Artificial passaram a oferecer suporte automatizado ao processo de planejamento. O presente trabalho tem como objetivo comparar o processo de elaboração de cronogramas de obras pelo método tradicional e por Inteligência Artificial. Para isso, realizou-se um estudo de caso aplicado a uma edificação de pequeno porte, utilizando os mesmos dados de entrada, incluindo escopo, estrutura analítica do projeto, equipes e prazo estimado. Foram elaborados dois cronogramas e representados por meio de gráficos de Gantt, permitindo a análise da organização das atividades, do paralelismo executivo e do prazo final. Os resultados indicaram que o modelo baseado em Inteligência Artificial apresentou maior simplicidade na elaboração do planejamento e melhor reorganização das atividades, resultando em redução do prazo quando comparado ao método tradicional.

Palavras-chave: Planejamento de obras; Inteligência artificial; Cronograma Físico; Gráfico de Gantt; Microsoft Project.

ABSTRACT

Construction planning is a fundamental stage for organizing construction activities and defining project schedules in the civil engineering sector. Traditionally, schedule development is carried out using specialized software such as Microsoft Project, requiring technical knowledge from the user and manual definition of task precedence relationships. With the advancement of digital technologies, Artificial Intelligence–based tools have emerged as alternatives to support and automate the planning process. This study aims to compare the process of construction schedule development using the traditional method and an Artificial Intelligence–assisted approach. A case study was conducted on a small-scale building project using the same input data, including project scope, work breakdown structure, available teams, and estimated duration. Two schedules were developed and represented through Gantt charts, allowing analysis of activity organization, task parallelism, and total project duration. The results indicated that the Artificial Intelligence–based model provided greater simplicity in the planning process and improved activity organization, resulting in a reduction of the overall project duration when compared to the traditional method.

Keywords: Construction Planning; Artificial Intelligence; Project Scheduling; Gantt chart; Microsoft Project.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1- Fluxograma do procedimento metodológico para comparação entre o cronograma tradicional (MS Project) e o cronograma assistido por IA.	15
Figura 2- Fluxograma executivo (Cenário A).	15
Figura 3- Fluxograma executivo (Cenário B).....	15
Figura 4 - Cronograma Empírico (Cenário A) 120 dias corridos	16
Figura 5- Cronograma IA (Cenário B) 90 dias corridos.....	18
Figura 6 - Gráfico de Gantt do cronograma elaborado pelo método tradicional (Cenário A)	21
Figura 7 - Gráfico de Gantt do cronograma reorganizado com apoio da Inteligência Artificial (Cenário B).....	22
Figura 8 - Comparativo duração em dias (Cronograma Empírico X IA)	23
Figura 9 - Procedimento comparativo (Método Empírico X Método IA).....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
3 METODOLOGIA	14
3.1 Classificação da Pesquisa	14
3.2 Caracterização do Objeto de Estudo	14
3.3 Cenário A	16
3.4 Cenário B	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Apresentação dos Cronogramas	19
4.2 Comparação dos Prazos	22
4.3 Processo de Elaboração do Planejamento (MS Project × IA)	24
5 CONCLUSÃO	26

1 INTRODUÇÃO

A construção civil caracteriza-se pela execução de atividades interdependentes, que exigem organização técnica e coordenação eficiente de recursos humanos, materiais e financeiros (Silva *et al.*, 2025). A ausência ou deficiência no planejamento está frequentemente associada a atrasos, aumento de custos e dificuldades na gestão da obra, evidenciando que a qualidade do cronograma influencia diretamente o desempenho do empreendimento (Paula *et al.*, 2021). Dessa forma, a elaboração de um planejamento estruturado torna-se condição essencial para assegurar maior previsibilidade e eficiência na execução das atividades construtivas.

Com o avanço das tecnologias digitais, a Inteligência Artificial (IA) surge como ferramenta capaz de apoiar processos decisórios em diferentes áreas da engenharia. A definição de IA é complexa devido à sua natureza interdisciplinar, porém pode ser compreendida, de forma geral, como sistemas capazes de identificar padrões em dados e executar ações de maneira autônoma (Tavares; Meira; Amaral., 2020).

No planejamento de obras, a inteligência artificial contribui para estimativas mais precisas e possibilita a análise de diferentes cenários de planejamento, reduzindo as limitações dos métodos baseados apenas na experiência do planejador (Cunha, 2024; Holanda; Barros., 2025). Entre essas técnicas, destacam-se as redes neurais artificiais, sistemas inspirados no funcionamento das redes neurais biológicas e capazes de aprender padrões complexos a partir de dados (Zhang *et al.*, 2019). Dessa forma, a IA passa a ser considerada alternativa promissora para contribuir com a organização e otimização do cronograma físico.

Entretanto, revisões temáticas apontam que, apesar do crescimento de estudos conceituais e revisões sistemáticas sobre a aplicação da IA na construção civil, ainda são limitados os estudos de caso aplicados, o que dificulta a consolidação prática dessas soluções no ambiente profissional (Fernandes; Oliveira; Lima., 2024). Tal lacuna evidencia a necessidade de investigações que avaliem, em situações reais, o impacto da IA no processo de elaboração do planejamento.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa está em analisar como a utilização da Inteligência Artificial contribui para a otimização do processo de elaboração de cronogramas de obras, em comparação ao método tradicional desenvolvido em software de planejamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A construção civil possui grande relevância econômica e social, sendo responsável por significativa movimentação financeira e geração de empregos (IBGE, 2023). Apesar de ser uma das mais antigas e representar uma grande parcela da economia mundial, é uma das mais lentas no que tange o uso de novas tecnologias mantendo práticas de gestão fortemente baseadas em métodos tradicionais (Teixeira, Teixeira e Rocha., 2020).

A literatura aponta que a indústria da construção ainda enfrenta desafios significativos, como atrasos de cronograma e baixa produtividade, que refletem dificuldades do setor em lidar com complexidade, integração de informações e eficiência ao longo do ciclo de vida dos projetos (Abioye et al., 2022). Nesse contexto, o planejamento de obras assume papel estratégico, pois influencia diretamente o desempenho do empreendimento, a previsibilidade de prazos e o controle de custos. A ausência de um planejamento adequado pode resultar em desperdícios de recursos, retrabalhos e atrasos, comprometendo a eficiência do processo construtivo (Paula et al., 2021).

Historicamente, os processos de planejamento e gestão na construção civil têm sido fortemente baseados na experiência profissional e em métodos tradicionais, os quais apresentam limitações frente à crescente complexidade dos projetos e à necessidade de análise de múltiplas variáveis (Pan; Zhang, 2021). Dessa forma, observa-se que a necessidade de maior precisão e capacidade analítica tem impulsionado a busca por ferramentas tecnológicas capazes de apoiar o processo decisório no planejamento de obras.

Apesar da ampla consolidação dos métodos clássicos de planejamento, sua aplicação prática revela limitações relevantes diante da crescente complexidade dos empreendimentos contemporâneos. Modelos determinísticos tradicionais operam com estimativas fixas de duração e pressupõem estabilidade nas relações de precedência, o que nem sempre reflete a dinâmica real do canteiro de obras (Jayakannan, 2025).

Pesquisas que incorporam abordagens baseadas em lógica difusa demonstram que a incerteza inerente aos projetos de construção pode comprometer a precisão das previsões quando se utilizam apenas modelos lineares e determinísticos (Pregind; Kannan, 2024). A variabilidade associada à produtividade, condições climáticas, interferências operacionais e disponibilidade de recursos evidencia que o planejamento tradicional pode não capturar adequadamente cenários alternativos e impactos indiretos.

Além disso, estudos sobre automação na geração de cronogramas indicam que a conversão manual de especificações em sequências executivas está sujeita a inconsistências e limitações cognitivas do planejador, podendo resultar em soluções conservadoras ou pouco otimizadas (Dayani; Gelbard, 2015). Essa dependência da experiência individual tende a restringir a análise simultânea de múltiplas variáveis e a avaliação sistemática de diferentes arranjos executivos. Dessa forma, observa-se que, embora os métodos tradicionais ofereçam estrutura lógica consistente, apresentam restrições quanto à flexibilidade analítica, à capacidade de simulação e à adaptação dinâmica frente a ambientes de alta incerteza.

Diante dessas limitações, a necessidade de maior precisão, integração de dados e eficiência operacional tem impulsionado o processo de transformação digital na construção civil. Inserido no contexto da Indústria 4.0, o setor tem incorporado tecnologias que visam ampliar a rastreabilidade das informações e aprimorar a tomada de decisão ao longo do ciclo de vida dos projetos.

O conceito de planejamento totalmente integrado reforça a importância da conexão entre diferentes sistemas e bases de dados, permitindo que decisões relativas a cronograma, recursos e restrições organizacionais sejam tomadas de forma mais coordenada (Tamari; Isaac, 2023). Essa integração contribui para reduzir fragmentações típicas do setor e melhorar a consistência das informações utilizadas no planejamento.

Nesse cenário, estudos recentes destacam que a inteligência artificial, especialmente em sua vertente generativa, amplia as possibilidades de automação analítica e reorganização de processos, oferecendo suporte à formulação de cenários alternativos e à otimização de decisões (Alwashah et al., 2025). Entretanto, a adoção dessas tecnologias ainda ocorre de forma heterogênea, refletindo diferentes níveis de maturidade digital entre empresas.

A Inteligência Artificial fundamenta-se no desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de executar tarefas que tradicionalmente exigiriam raciocínio humano, como reconhecimento de padrões, previsão e apoio à decisão. O avanço dessa área está diretamente associado às técnicas de aprendizado de máquina (machine learning), nas quais algoritmos analisam grandes volumes de dados para identificar relações e aprimorar seu desempenho ao longo do tempo (Tavares; Meira; Amaral, 2020).

À medida que novos dados são processados, esses sistemas ampliam progressivamente sua capacidade analítica, acumulando conhecimento e ajustando seus modelos internos para gerar previsões mais precisas (Anyoha, 2017). Esse caráter adaptativo diferencia a IA de abordagens computacionais convencionais, permitindo sua aplicação em problemas caracterizados por múltiplas variáveis interdependentes.

No contexto da construção civil, a IA tem sido aplicada para apoiar decisões relacionadas a planejamento, controle de prazos e otimização de recursos, ampliando a capacidade de análise frente a cenários complexos (Alwashah et al., 2025). Assim, sua incorporação ao planejamento de obras representa uma evolução natural diante das limitações dos modelos tradicionais.

A aplicação específica da inteligência artificial ao planejamento de obras tem se intensificado nos últimos anos, com o desenvolvimento de modelos voltados à previsão de prazos e à otimização da sequência executiva. Abordagens híbridas que combinam aprendizado por reforço e modelagem baseada em agentes demonstram potencial para reorganizar cronogramas de forma dinâmica, considerando múltiplas restrições e variáveis simultaneamente (Kedir et al., 2023).

Esses modelos permitem simular diferentes cenários de execução, avaliando impactos sobre o prazo final e identificando soluções mais eficientes quando comparadas a sequenciamentos convencionais. Ao incorporar mecanismos adaptativos, tais sistemas ampliam a capacidade de resposta frente a mudanças no ambiente do projeto.

Entretanto, apesar dos avanços, persistem desafios relacionados à qualidade e disponibilidade dos dados, à necessidade de capacitação técnica e à resistência organizacional à adoção de novas tecnologias (Fernandes; Oliveira; Lima, 2024; Barboza, 2025). Esses fatores demonstram que a implementação da IA no planejamento não depende apenas de viabilidade técnica, mas também de maturidade institucional.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da Pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, pois busca empregar conhecimentos técnicos e ferramentas tecnológicas para análise e aprimoramento do planejamento de obras na construção civil, com foco na avaliação do uso da IA como suporte à elaboração de cronogramas executivos. A escolha por essa natureza justifica-se pela crescente demanda do setor por soluções capazes de reduzir incertezas no planejamento, minimizar atrasos e aumentar a previsibilidade dos prazos. Quanto à abordagem, o estudo apresenta caráter quantitativo e comparativo, uma vez que analisa parâmetros mensuráveis, como duração das atividades, prazo total da obra e organização do sequenciamento executivo, permitindo a comparação entre o método tradicional de planejamento e o planejamento assistido por Inteligência Artificial.

Em relação aos objetivos, a pesquisa possui natureza exploratória e descritiva. Exploratória por investigar a aplicação da Inteligência Artificial no contexto do planejamento de obras, temática ainda em consolidação na prática profissional, e descritiva por detalhar os procedimentos adotados na elaboração dos cronogramas e analisar as diferenças entre os cenários estudados. Quanto aos procedimentos técnicos, o trabalho configura-se como um estudo de caso único, desenvolvido a partir da modelagem do planejamento executivo de uma edificação comercial, permitindo análise aprofundada do fenômeno investigado e a avaliação dos impactos da utilização da Inteligência Artificial na organização do cronograma.

3.2 Caracterização do Objeto de Estudo

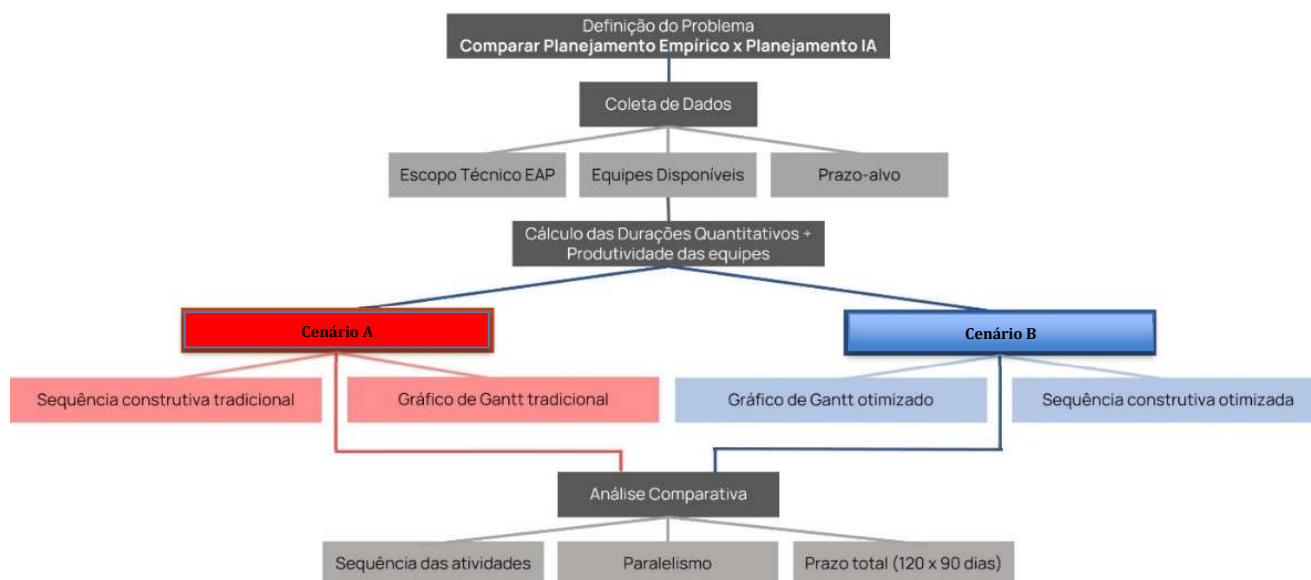
O estudo de caso foi desenvolvido a partir do planejamento executivo de um ponto comercial de pequeno porte, implantado em lote com dimensões aproximadas de 10,00 m de largura por 30,00 m de profundidade, totalizando cerca de 300 m² de área de terreno e aproximadamente 350 m² de área construída, considerando pavimento térreo e mezanino. O pavimento térreo é composto por salão comercial amplo, destinado ao atendimento ao público, além de sanitários masculino e feminino localizados na porção posterior da edificação e escada de acesso ao mezanino. O pavimento intermediário abriga área administrativa e de apoio, incluindo copa e banheiro unissex. Na parte frontal do lote encontra-se o estacionamento descoberto, com capacidade para duas vagas de veículos.

Do ponto de vista construtivo, a edificação foi concebida em sistema estrutural misto, combinando concreto armado e estrutura metálica. Os pilares e vigas metálicas são responsáveis pela sustentação da cobertura e do mezanino, enquanto as vedações verticais são executadas em alvenaria de blocos cerâmicos, com revestimento em argamassa. Nas áreas molhadas e de circulação foram previstos revestimentos cerâmicos e porcelanatos. A adoção da estrutura metálica contribui para maior racionalização construtiva, redução do tempo de execução e possibilidade de execução simultânea de diferentes frentes de serviço.

O escopo do planejamento contemplou todas as etapas executivas da obra, incluindo serviços preliminares, fundações rasas, execução estrutural, vedação, instalações elétricas e hidrossanitárias, revestimentos e acabamentos finais. O cronograma foi estruturado em 42 atividades interdependentes, organizadas conforme a lógica construtiva e distribuídas entre quatro equipes operacionais, com parâmetros de produtividade obtidos a partir de referências técnicas nacionais. A geometria regular da edificação e sua baixa complexidade arquitetônica favorecem o controle das variáveis de planejamento, tornando o empreendimento adequado para análise comparativa entre métodos tradicionais e planejamento assistido por Inteligência Artificial.

De forma a sintetizar as etapas do procedimento adotado, a Figura 1 apresenta o fluxograma metodológico utilizado na pesquisa.

Figura 1- Fluxograma do procedimento metodológico para comparação entre o cronograma tradicional (MS Project) e o cronograma assistido por IA.



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

3.3 Cenário A

A elaboração do cronograma no cenário tradicional foi conduzida a partir de um procedimento empírico de planejamento. Inicialmente, foram analisados o projeto arquitetônico, o escopo da obra, a definição do sistema estrutural e os quantitativos estimados dos principais serviços, além da composição das equipes de trabalho.

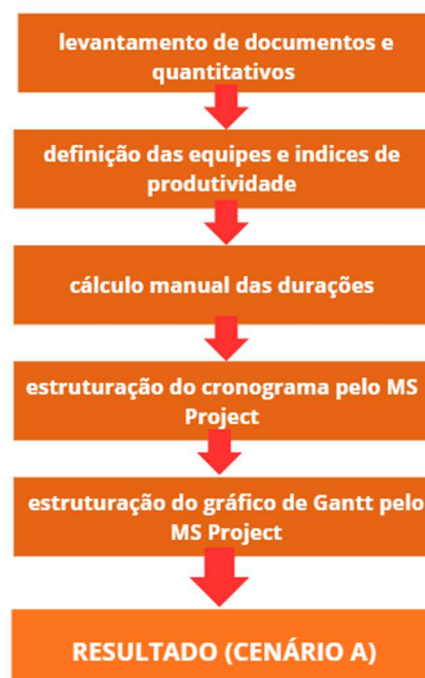
Com base nessas informações, foi estruturada a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), permitindo a decomposição do empreendimento em atividades executivas organizadas conforme a lógica construtiva da obra. Para cada atividade foram considerados os respectivos quantitativos e os índices de produtividade das equipes, adotados a partir de referências técnicas nacionais, como as composições do SINAPI, SEDOP e valores usualmente praticados no setor.

As durações das atividades foram calculadas manualmente a partir da relação entre quantitativo de serviço e produtividade da equipe, conforme a fórmula básica:

$$\text{Duração (dias)} = \frac{\text{Quantidade do serviço}}{\text{Produtividade diária da equipe}}$$

A partir das durações estimadas, procedeu-se à definição manual das relações de precedência entre atividades, considerando as dependências executivas e a sequência construtiva do empreendimento.

Figura 2 - Fluxograma executivo (Cenário A)



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

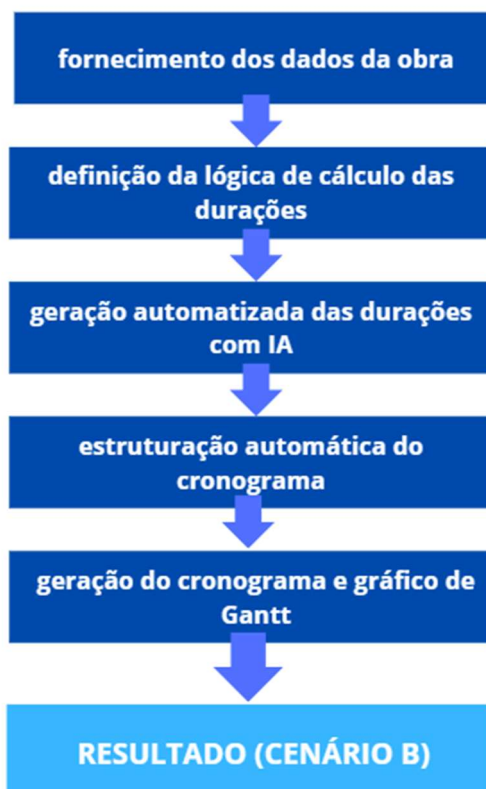
3.4 Cenário B

A elaboração do cronograma no cenário assistido por Inteligência Artificial foi realizada com o uso do ChatGPT como ferramenta de apoio à análise e reorganização do planejamento executivo. A escolha dessa ferramenta deve-se à sua capacidade de processar informações técnicas fornecidas em linguagem natural e auxiliar na organização lógica de problemas que envolvem múltiplas variáveis e interdependências entre atividades. Inicialmente, foram fornecidos ao sistema os principais dados de entrada da obra, incluindo escopo, quantitativos dos serviços, índices de produtividade adotados com base em referências técnicas SINAPI e SEDOP, jornada de trabalho, número de equipes disponíveis e restrições executivas relacionadas à lógica construtiva do empreendimento.

Com base nessas informações, foi definido o critério de cálculo das durações das atividades, adotando-se a relação entre quantitativo de serviço e produtividade diária da equipe, de modo a manter coerência metodológica com o cenário tradicional de planejamento. Em seguida, foi solicitado ao sistema que realizasse o cálculo automatizado das durações das atividades a partir dos parâmetros fornecidos, eliminando a necessidade de processamento manual desses valores. Após a estimativa das durações, a ferramenta foi utilizada para analisar as relações de precedência entre os serviços e avaliar as dependências executivas do processo construtivo.

A partir dessa análise, foi solicitado um novo sequenciamento das atividades, buscando ampliar o paralelismo entre frentes de trabalho compatíveis e reduzir o prazo total de execução da obra, sem alteração dos quantitativos, produtividades ou recursos operacionais disponíveis. Por fim, com base na estrutura reorganizada das atividades, foram gerados o cronograma consolidado e a representação gráfica em formato de gráfico de Gantt, constituindo o cenário de planejamento assistido por Inteligência Artificial utilizado na análise comparativa do estudo.

Figura 3- Fluxograma executivo (Cenário B)



Fonte: Elaborado pela autora (2026)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Apresentação dos Cronogramas

Com base na metodologia adotada, foram elaborados dois cenários, o cronograma desenvolvido segundo o método tradicional (Figura 2) e o cronograma reorganizado com apoio da Inteligência Artificial (Figura 3). Ambos foram estruturados a partir da mesma EAP, mantendo-se constantes o escopo da obra, os quantitativos, as equipes disponíveis e os índices de produtividade.

Figura 4 - Cronograma Empírico (Cenário A) 120 dias corridos

CRONOGRAMA EMPÍRICO – ATIVIDADES MACRO – 120 DIAS CORRIDOS

ATIVIDADE (MACRO)	DURAÇÃO (DIAS ÚTEIS)	INÍCIO	TÉRMINO	PESSOAS NA EQUIPE	PRECEDENTE
MOBILIZAÇÃO/DEMOLIÇÃO	5	01/07/2026	07/07/2026	5	-
SERVIÇOS PRELIMINARES	2	07/07/2026	08/07/2026	5	MOBILIZAÇÃO/DEMOLIÇÃO
FUNDAÇÃO	12	09/07/2026	24/07/2026	10	SERVIÇOS PRELIMINARES
ESTRUTURA	8	27/07/2026	05/08/2026	5	FUNDAÇÃO
TELHADO	7	04/08/2026	12/08/2026	5	ESTRUTURA
PISO	4	06/08/2026	11/08/2026	10	FUNDAÇÃO
ALVENARIA	9	06/08/2026	18/08/2026	10	ESTRUTURA
LAJE	6	14/08/2026	21/08/2026	10	ESTRUTURA
ALVENARIA INTERNA/MEZANINO	6	18/08/2026	25/08/2026	10	ALVENARIA + LAJE
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	10	26/08/2026	08/09/2026	2	ALVENARIA (SETORES)
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	8	24/08/2026	02/09/2026	4	ALVENARIA (SETORES)
REBOCO	16	09/09/2026	30/09/2026	10	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS + HIDROSSANITÁRIAS
FORRO	6	09/10/2026	16/10/2026	2	REBOCO (SETORES)
REVESTIMENTO INTERNO	7	22/09/2026	30/09/2026	5	REBOCO (SETORES)
PINTURA	18	01/10/2026	26/10/2026	2	REBOCO + FORRO
FACHADA	3	22/09/2026	24/09/2026	3	REBOCO EXTERNO
CALÇADA	3	21/10/2026	23/10/2026	5	PISO / EXTERNO LIBERADO
INSTALAÇÕES NECESSÁRIAS	6	19/10/2026	26/10/2026	6	PINTURA + REVESTIMENTO
LIMPEZA E ENTREGA FINAL	2	27/10/2026	28/10/2026	5	INSTALAÇÕES NECESSÁRIAS

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Figura 5- Cronograma IA (Cenário B) 90 dias corridos

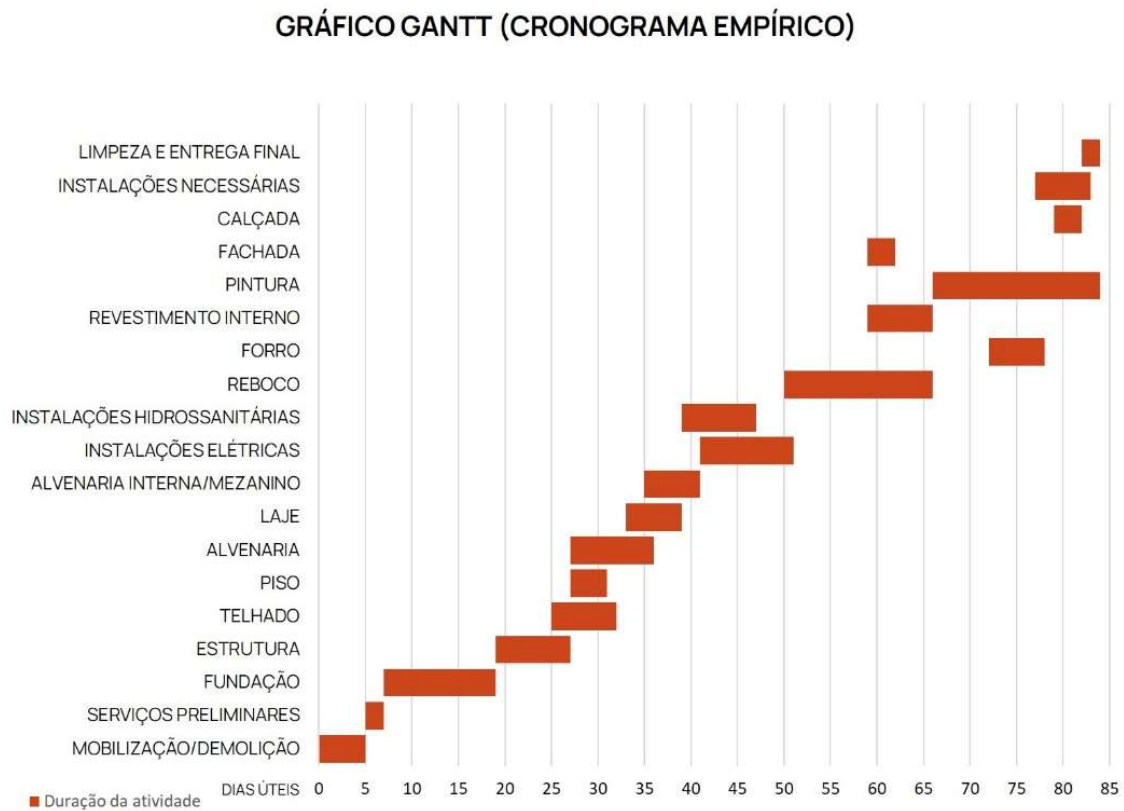
CRONOGRAMA IA – ATIVIDADES MACRO – 90 DIAS CORRIDOS

ATIVIDADE (MACRO)	DURAÇÃO (DIAS ÚTEIS)	INÍCIO	TÉRMINO	PESSOAS NA EQUIPE	PRECEDENTE
MOBILIZAÇÃO/DEMOLIÇÃO	5	01/07/2026	07/07/2026	5	-
SERVIÇOS PRELIMINARES	2	06/07/2026	07/07/2026	5	MOBILIZAÇÃO/DEMOLIÇÃO
FUNDAÇÃO	9	08/07/2026	20/07/2026	10	SERVIÇOS PRELIMINARES
ESTRUTURA	8	20/07/2026	29/07/2026	5	FUNDAÇÃO
TELHADO	7	27/07/2026	04/08/2026	5	ESTRUTURA
PISO	4	24/07/2026	29/07/2026	10	FUNDAÇÃO
ALVENARIA	9	23/07/2026	04/08/2026	10	ESTRUTURA
LAJE	6	31/07/2026	07/08/2026	10	ESTRUTURA
ALVENARIA INTERNA/MEZANINO	5	06/08/2026	12/08/2026	10	ALVENARIA + LAJE
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	8	06/08/2026	17/08/2026	2	ALVENARIA (SETORES)
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	5	04/08/2026	10/08/2026	4	ALVENARIA (SETORES)
REBOCO	15	18/08/2026	07/09/2026	10	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS + HIDROSSANITÁRIAS
FORRO	6	09/09/2026	16/09/2026	2	REBOCO (SETORES)
REVESTIMENTO INTERNO	7	01/09/2026	09/09/2026	5	REBOCO (SETORES)
PINTURA	14	07/09/2026	24/09/2026	2	REBOCO + FORRO
FACHADA	3	01/09/2026	03/09/2026	3	REBOCO EXTERNO
CALÇADA	3	21/09/2026	23/09/2026	5	PISO / EXTERNO LIBERADO
INSTALAÇÕES NECESSÁRIAS	6	17/09/2026	24/09/2026	6	PINTURA + REVESTIMENTO
LIMPEZA E ENTREGA FINAL	2	25/09/2026	28/09/2026	5	INSTALAÇÕES NECESSÁRIAS

Fonte: Elaborado pela autora (2026)

No cenário tradicional, o sequenciamento das atividades foi definido manualmente, resultando em um planejamento predominantemente linear, no qual diversas etapas foram organizadas de forma sucessiva. O gráfico de Gantt apresentou menor sobreposição entre frentes de serviço, refletindo a abordagem conservadora frequentemente adotada em planejamentos elaborados de forma empírica.

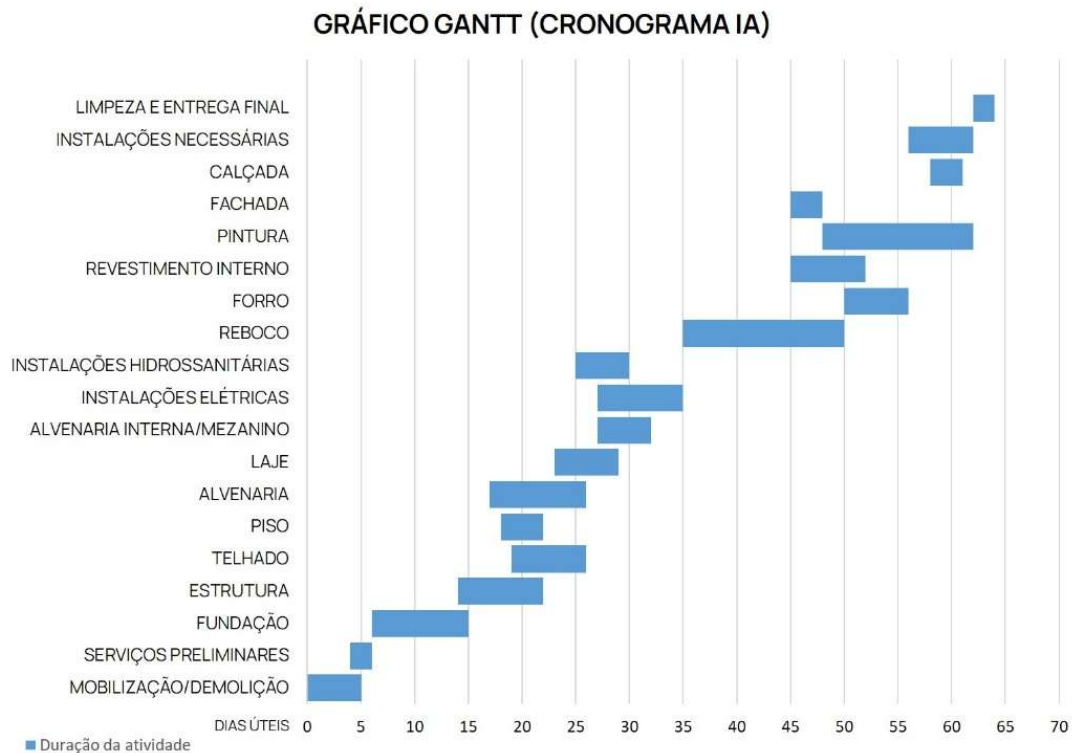
Figura 6 - Gráfico de Gantt do cronograma elaborado pelo método tradicional (Cenário A)



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

No cenário assistido por IA, observou-se reorganização das relações de precedência, permitindo maior simultaneidade entre atividades tecnicamente independentes. O cronograma resultante apresentou distribuição temporal mais equilibrada das tarefas, evidenciando melhor aproveitamento das equipes ao longo da execução.

Figura 7 - Gráfico de Gantt do cronograma reorganizado com apoio da Inteligência Artificial (Cenário B)



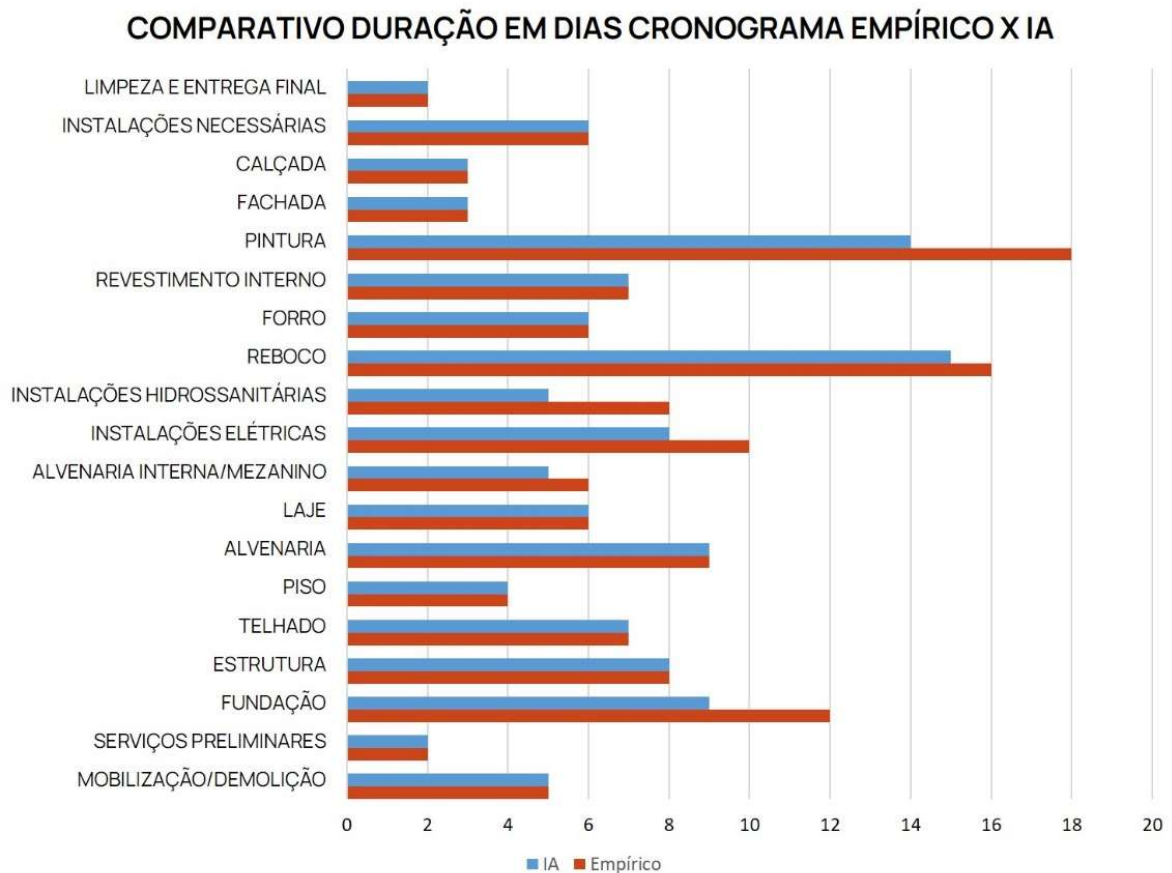
Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A comparação visual entre os cronogramas demonstra que alterações na lógica de planejamento, mesmo sem modificação dos recursos disponíveis, podem impactar significativamente a organização da obra.

4.2 Comparação dos Prazos

A duração total estimada para a execução do empreendimento apresentou uma diferença significativa entre os dois modelos de planejamento. No cenário de cronograma empírico, o prazo foi de 120 dias, enquanto o cenário assistido por inteligência artificial resultou em 90 dias, representando redução aproximada de 25% no prazo global da obra.

Figura 8 - Comparativo duração em dias (Cronograma Empírico X IA)



Fonte: Elaborado pela autora (2026)

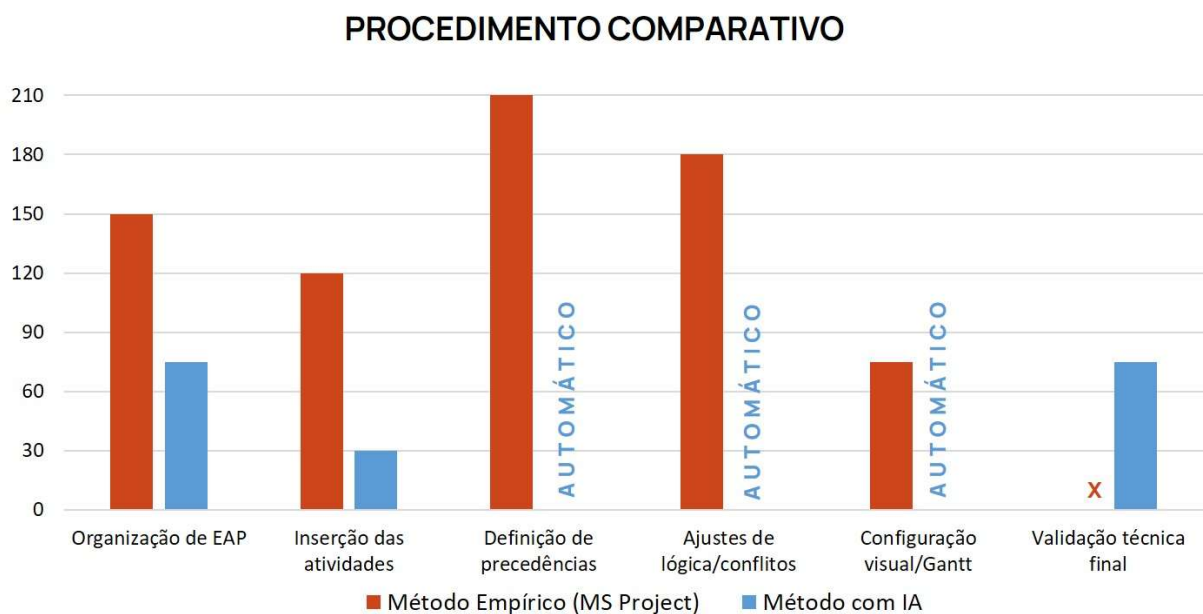
A análise da comparação detalhada na Figura 9, confirma que, embora as barras de duração sejam semelhantes em sua maioria para as atividades, o cronograma obtido por IA consegue condensar o tempo total de execução. Isso acontece porque enquanto o planejamento empírico tende a seguir um fluxo linear e conservador, a Inteligência Artificial identifica oportunidades para que os serviços trabalhem de forma simultânea e coordenada.

Resultados semelhantes vêm sendo apontados na literatura recente, que destaca o potencial das ferramentas baseadas em Inteligência Artificial para aprimorar o planejamento e a gestão de empreendimentos da construção civil, especialmente pela capacidade de processar múltiplas relações entre atividades e identificar alternativas mais eficientes de organização do cronograma (Fernandes, Oliveira, Lima, 2024).

4.3 Processo de Elaboração do Planejamento (MS Project × IA)

Também foi analisado o processo de elaboração de cada cenário. No método tradicional, observou-se maior esforço manual na definição das relações de precedência e maior dependência da experiência técnica do planejador. No modelo assistido por IA, verificou-se maior rapidez na reorganização do sequenciamento e simplificação da etapa de análise de alternativas executivas.

Figura 4 - Procedimento comparativo (Método Empírico X Método IA)



Fonte: Elaborado pela autora (2026)

A Figura 4 detalha essa diferença entre os métodos ao longo das etapas de elaboração. Observa-se que, no método empírico (MS Project), as etapas de definição de precedentes e ajustes de lógica consomem a maior parte do tempo do planejador devido ao caráter manual da tarefa. Em contrapartida, o método elaborado pela IA automatiza integralmente essas etapas, permitindo que o tempo total de elaboração seja consideravelmente reduzido.

Nota-se ainda que, no método assistido por IA, o esforço do planejador é deslocado para uma etapa dedicada de validação técnica final. No método empírico convencional, essa validação não ocorre de forma isolada, mas sim diluída ao longo de todo o processo, ficando a cargo da perspicácia e experiência do planejador garantir a consistência técnica simultaneamente à inserção e ao sequenciamento dos dados. Ao automatizar a construção da

lógica, a IA permite que o profissional atue de forma mais analítica e crítica sobre o resultado consolidado, reduzindo a margem de erro humano.

A análise comparativa permitiu identificar diferenças estruturais entre os métodos e avaliar as implicações práticas da utilização da Inteligência Artificial no planejamento de obras, evidenciando potencial de redução de prazo e melhoria na organização executiva sem alteração dos recursos disponíveis.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a aplicação da Inteligência Artificial como ferramenta de apoio ao planejamento de obras, por meio da comparação entre um cronograma elaborado segundo o método tradicional e um cronograma reorganizado com auxílio de processamento automatizado. A partir da modelagem do planejamento executivo de uma edificação comercial de pequeno porte, foi possível avaliar os impactos da automatização na organização das atividades e na estimativa do prazo de execução.

Os resultados demonstraram que a utilização da Inteligência Artificial contribuiu para a otimização do sequenciamento executivo, possibilitando maior paralelismo entre frentes de serviço e melhor distribuição temporal das equipes, sem alteração dos recursos disponíveis ou dos índices de produtividade adotados. Como consequência, observou-se redução do prazo total estimado de 120 para 90 dias, evidenciando que melhorias na lógica de planejamento podem gerar ganhos expressivos mesmo sem aumento de custos operacionais.

A comparação entre os cenários também evidenciou diferenças no processo de elaboração do planejamento. Enquanto o método tradicional demandou maior esforço manual e sucessivos ajustes de lógica por parte do planejador, o uso da Inteligência Artificial permitiu acelerar a análise das interdependências entre atividades, atuando como ferramenta de suporte à tomada de decisão. Nesse sentido, a tecnologia não substitui o papel do engenheiro, mas amplia sua capacidade analítica ao oferecer alternativas de organização do cronograma de forma mais ágil e sistemática.

No que se refere à análise de custos, a maior simultaneidade de atividades observada no cenário assistido por Inteligência Artificial poderia indicar, em um primeiro momento, a possibilidade de aumento dos custos operacionais. Entretanto, é importante destacar que, neste estudo, foram mantidos constantes os principais parâmetros de execução, incluindo quantitativos de serviços, índices de produtividade e número de equipes disponíveis. Dessa forma, a redução do prazo total da obra não resultou da ampliação de recursos ou da intensificação da mão de obra, mas sim da reorganização mais eficiente do sequenciamento das atividades.

Os resultados obtidos reforçam a tendência observada na literatura recente, que aponta a integração entre Engenharia Civil e Inteligência Artificial como caminho promissor para aprimoramento da gestão de obras, especialmente na otimização de processos repetitivos e no apoio à análise de cenários de planejamento. Entretanto, verificou-se que a qualidade das estimativas permanece diretamente condicionada à confiabilidade dos dados de entrada,

destacando a importância da correta definição do escopo, dos quantitativos e dos parâmetros de produtividade utilizados.

Como limitações, destaca-se a adoção de um estudo de caso único e a ausência de validação em execução real da obra, o que restringe a generalização dos resultados para empreendimentos com características distintas. Além disso, fatores externos inerentes ao ambiente construtivo, como variabilidade climática, logística de suprimentos e interferências operacionais, não foram considerados na simulação desenvolvida.

Apesar dessas limitações, o estudo demonstrou a viabilidade técnica da aplicação da Inteligência Artificial no planejamento de obras, indicando que sua utilização pode contribuir para maior eficiência na organização de cronogramas e melhoria da previsibilidade dos prazos. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação da metodologia em obras reais, com diferentes portes e sistemas construtivos, bem como a integração da IA a bases de dados produtivas atualizadas, permitindo análises ainda mais precisas e adaptativas.

REFERÊNCIAS

BARBOZA, T. N. U. **Inteligência Artificial na construção civil**. Cadernos de Pedagogia e Construção. [S. l.]: Studies Publicações, 2025.

CUNHA, Pedro Henrique Fernandes Rezende. **Uso da inteligência artificial na construção civil**. 2024. Trabalho Acadêmico (Graduação/Especialização) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024.

FERNANDES, Fernanda Rocha; OLIVEIRA, Ádla Dionisio Sousa de; LIMA, Náthalee Cavalcanti de Almeida. Revisão sistemática da literatura sobre o uso da inteligência artificial na construção civil. **Revista Eletrônica do Seminário de Iniciação Científica da UFERSA**, Mossoró, 2024.

HOLANDA, Ana Dulce de Castro; BARROS NETO, José de Paula. **Automação e otimização da estimativa de custos na construção civil: uma revisão sistemática de tecnologias digitais emergentes**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO (SIBRAGEC), 14., 2025. Anais [...]. 2025.

ALWASHAH, Zaid; XIAOBO, Bo; LIU, Hexu; MUELLER, Shane T.; SHAO, Xiaoyun. Generative artificial intelligence for construction: Use cases, trends, challenges, and opportunities. **Journal of Building Engineering**, v. 112, 2025.

DAYANI, M.; GELBARD, R. Automatic conversion of software specifications into an organizationally constrained Gantt chart. **Procedia Computer Science**, v. 64, p. 73–78, 2015.

KEDIR, Nebiyu Siraj; SOMI, Sahand; FAYEK, Aminah Robinson; NGUYEN, Phuong HD. Hybridization of reinforcement learning and agent-based modeling for optimizing construction planning and scheduling. **Automation in Construction**, v. 142, 2022.

KIRAN, Dr. Capítulo 32 – Método do caminho crítico. In: **Production Planning and Control: A Comprehensive Approach**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2019.

PREGIND, Kulandaisami; KANNAN, Mariappan Ramesh. Fuzzy graphical evaluation and review technique for construction project planning. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 28, n. 7, p. 2573–2587, 2024.

TAMARI, Matan; ISAAC, Shabtai. Fully integrated construction planning. **Automation in Construction**, v. 154, out. 2023.

ZHANG, Q. *et al.* Artificial neural networks enabled by nanophotonics. **Light: Science and Applications**, v. 8, n. 1, 2019.

ABIOYE, S. O. *et al.* Artificial intelligence in the construction industry: a review of present status, opportunities and future challenges. **Journal Of Building Engineering**. Volume 44, dezembro 2021.

TAVARES, L. A.; MEIRA, M. C.; AMARAL, S. F. do. Inteligência Artificial na Educação: survey. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48699–48714, 2020.

OLIVEIRA, T. H. G.; PAULO, E. E. de O.; LARA, R. de A.; MELO, F. C. L.; AGNOLETTI, E. Transformação da engenharia civil através da inteligência artificial: um novo horizonte de inovação. **Revista Nativa**, v. 13, n. 1, 2024.

DISCHER, M. G.; SANTOS, G. de J.; TELES, E. O. Utilização de inteligência artificial para análise e dimensionamento de estruturas em concreto armado: uma prospecção tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 4, p. 1354–1368, 2022.

PAN, Y.; ZHANG, L. Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: a critical review and future trends. **Automation in Construction**, v. 122, 103517, 2021.

PAULA, C. L. de *et al.* A importância da aplicabilidade do planejamento de obras na construção civil. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ano 6, ed. 12, v. 5, p. 65–85, dez. 2021.

ANYOHA, R. **The history of artificial intelligence**. Cambridge: Harvard University, 2017.

SILVA, David José da; SILVA, Pedro Henrique Brito Rocha da; PEREIRA, Rone Afro; BUZINARIO, Sillas Otton; ANDRADE, Luciana Bertolla. **Gestão de projetos na construção civil: desafios técnicos e humanos para engenheiros civis**. Revista Delos, 2025.

JAYAKANNAN, Sai Manoj. **Real-time dynamic scheduling in construction: an artificial intelligence approach**. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, v. 26, n. 2, p. 1888-1897, 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

TEIXEIRA, F. dos S.; TEIXEIRA, P. dos S.; ROCHA, C. A. M. da. Estudo prospectivo sobre inteligência artificial aplicado ao setor da construção civil. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 4, p. 1134, 2020.