

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA LAST PLANNER PARA CONTROLE DA
PRODUÇÃO EM UM EMPREENDIMENTO COMERCIAL SOB CONTRATO DE
ADMINISTRAÇÃO

RAPHAEL SACHETTO PAVANELLI LANINI

JUIZ DE FORA

2026

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA LAST PLANNER PARA CONTROLE DA
PRODUÇÃO EM UM EMPREENDIMENTO COMERCIAL SOB CONTRATO DE
ADMINISTRAÇÃO

RAPHAEL SACHETTO PAVANELLI LANINI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Juiz de Fora, como
requisito parcial à obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Construção Civil

Orientador: Prof. Fabrício Borges Cambraia,
D.Sc.

Coorientador(a): Prof. Douglas Comassetto
Hamerski, D.Sc.

Juiz de Fora

Faculdade de Engenharia da UFJF

2026

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA LAST PLANNER PARA CONTROLE DA PRODUÇÃO EM UM EMPREENDIMENTO COMERCIAL SOB CONTRATO DE ADMINISTRAÇÃO

RAPHAEL SACHETTO PAVANELLI LANINI

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora constituída de acordo com a Resolução Nº 01/2018 do Colegiado do Curso de Engenharia Civil, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 14/07/2026

Por:

Documento assinado digitalmente
 **FABRICIO BORGES CAMBRAIA**
Data: 14/07/2026 15:05:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Fabrício Borges Cambraia, D.Sc. (Orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora

Documento assinado digitalmente
 **DOUGLAS COMASSETTO HAMERSKI**
Data: 14/07/2026 15:14:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Douglas Comassetto Hamerski, D.Sc. (Coorientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora

Documento assinado digitalmente
 **JOSE ANTONIO ARAVENA REYES**
Data: 14/07/2026 16:41:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. José Antonio Aravena Reyes, D.Sc. (Examinador 01)

Universidade Federal de Juiz de Fora

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO EDUARDO POLISSENI**
Data: 14/07/2026 15:43:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Antônio Eduardo Polisseni, D.Sc. (Examinador 02)

Universidade Federal de Juiz de Fora

RESUMO

A indústria da construção civil historicamente apresenta baixa produtividade e opera com modelos de gestão centrados na conversão de insumos, que negligenciam os fluxos do processo produtivo e adotam processos de planejamento e controle da produção (PCP) centralizados e de controle retroativo. Esse quadro agrava-se em empreendimentos executados sob contrato de administração, regime no qual a construtora gerencia recursos do contratante mediante taxa sobre os custos realizados, sem assumir o risco do valor final da obra, o que pode ampliar a interferência do cliente e a variabilidade dos fluxos de trabalho. O objetivo geral deste trabalho é implementar um processo de PCP baseado no Sistema *Last Planner* para Controle da Produção em um empreendimento comercial gerenciado sob contrato por administração por uma empresa de construção civil. O método adotado consistiu em aplicação prática de caráter intervencionista, na qual o autor atuou simultaneamente como observador e agente da implementação. Os resultados indicaram que o processo de PCP inicial apoiava-se em um único nível formal de planejamento, sem o nível de médio prazo, rede comprometimento formalizado no nível de curto e indicadores de processo. Após a implementação, obteve-se formalização do nível de curto prazo, resultando em um PPC médio de 73%, com valores entre 50% e 93%, e do médio prazo, cujo IRR médio de 32%. As causas de não cumprimento concentraram-se em atraso na entrega de material, modificação dos planos e má especificação do pacote de trabalho, indicando que a principal fonte de variabilidade se situava nas definições de projeto e de suprimentos, e não na execução. No nível de longo prazo, a vinculação da linha de base à composição de custos e a ausência de procedimento formal de revisão do escopo impediram a construção de indicadores confiáveis. Conclui-se que o regime de contrato por administração, ao internalizar a variabilidade de escopo no sistema de produção, torna o controle por meio do LPS pertinente e necessário, e que a implementação promoveu maior confiabilidade do planejamento, transparência, conhecimento das causas dos desvios e colaboração entre os intervenientes, condicionada à consolidação das rotinas gerenciais e ao engajamento dos envolvidos.

Palavras-chave: Construção Enxuta; Sistema Last Planner; Planejamento e Controle da Produção; Contrato por Administração.

ABSTRACT

The construction industry has historically shown low productivity and operates with management models centered on the conversion of inputs, which neglect the flows of the production process and adopt centralized production planning and control (PPC) processes based on retroactive control. This situation is aggravated in projects carried out under a cost-plus (management) contract, a regime in which the construction company manages the client's resources in exchange for a fee on the costs incurred, without assuming the risk of the final value of the work, which may increase client interference and the variability of workflows. The general objective of this work is to implement a PPC process based on the Last Planner System for production control in a commercial project managed under a cost-plus administration contract by a construction company. The method adopted consisted of a practical, intervention-based approach, in which the author acted simultaneously as observer and agent of the implementation. The results indicated that the initial PPC process relied on a single formal planning level, lacking the medium-term level, a formalized commitment network at the short-term level, and process indicators. After the implementation, the short-term level was formalized, resulting in an average PPC of 73%, with values between 50% and 93%, as well as the medium-term level, with an average Constraint Removal Index (CRI) of 32%. The causes of non-completion were concentrated in delays in material delivery, changes to the plans, and poor specification of the work package, indicating that the main source of variability lay in the design and supply definitions rather than in execution. At the long-term level, linking the baseline to the cost composition and the absence of a formal scope revision procedure prevented the construction of reliable indicators. It is concluded that the cost-plus administration contract regime, by internalizing scope variability into the production system, makes control through the LPS pertinent and necessary, and that the implementation promoted greater planning reliability, transparency, knowledge of the causes of deviations, and collaboration among the stakeholders, conditioned on the consolidation of managerial routines and the engagement of those involved.

Keywords: Lean Construction; Last Planner System; Production planning and control; Cost-plus (management) contract.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Organograma do Sistema <i>Last Planner</i>	14
Figura 2 – Organograma Empresa A.....	21
Figura 3 – Cronograma Mestre inicial.....	25
Figura 4 – Cronograma Mestre final (refinado)	25
Figura 5 – Gráfico de IRR dos ciclos monitorados	28
Figura 6 – Escritório do canteiro de obras.....	30
Figura 7 – Evolução do PPC semanal	32
Figura 8– Distribuição das causas de não cumprimento por grupo de origem	33

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Evolução do IRR para cada ciclo de controle.....	28
Quadro 2 – Informativo das reuniões de curto prazo	30
Quadro 3 – Causas de não cumprimento com ocorrência no período	32
Quadro 4 – Comparação entre o sistema de planejamento existente e o novo sistema	36

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
FVS	Fichas de Verificação de Serviço
IRR	Índice de Remoção de Restrições
LPS	<i>Last Planner System</i>
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PMG	Preço Máximo Garantido
PPC	Percentual do Plano Concluído
STP	Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

<u>1 INTRODUÇÃO</u>	9
<u>1.1 Contexto e relevância</u>	9
<u>1.2 Objetivos do trabalho</u>	11
<u>1.3 Estruturação</u>	11
<u>2 MARCO TEÓRICO</u>	12
<u>2.2 O Sistema <i>Last Planner</i> para controle da produção</u>	13
<u>2.2.1 Planejamento de longo prazo (Cronograma Mestre)</u>	15
<u>2.2.2 Planejamento de médio prazo (<i>Lookahead</i>)</u>	15
<u>2.2.3 Planejamento de curto prazo (Compromisso e Controle)</u>	16
<u>2.3 Contratos na construção civil</u>	17
<u>2.2.1 Contrato por administração</u>	18
<u>3 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO DE ESTUDO</u>	20
<u>3.1 Apresentação da empresa</u>	20
<u>3.2 Perfil institucional e estrutura organizacional</u>	20
<u>3.3 Descrição do empreendimento</u>	22
<u>4 RESULTADOS</u>	23
<u>4.1 Caracterização o processo de PCP existente na Empresa A</u>	23
<u>4.2 Reestruturação do PCP da Obra Modelo</u>	24
<u>4.3 Monitoramento do desempenho do processo de PCP da obra Modelo</u>	26
<u>4.3.1 Desempenho do planejamento de longo prazo</u>	26
<u>4.3.2 Desempenho do planejamento de médio prazo</u>	27
<u>4.3.3 Desempenho do planejamento de curto prazo</u>	29
<u>4.3.4 Benefícios identificados no processo de implementação</u>	34
<u>4.4 Comparação entre o processo de PCP inicial e final na obra Modelo</u>	35
<u>5 CONCLUSÕES</u>	37

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto e relevância

A indústria da construção civil brasileira apresenta indicadores persistentes de baixa produtividade, caracterizados por elevados índices de desperdício de materiais, retrabalho e pelo descumprimento frequente de cronogramas contratuais (Mello; Amorim, 2009). Koskela (1992) atribui parte dessa ineficiência à adoção de um modelo de gestão centrado exclusivamente na transformação de insumos em produtos acabados, o qual negligencia os fluxos de materiais, informações e mão de obra que permeiam o processo produtivo. Nesse modelo, as atividades de fluxo (esperas, transportes e inspeções) representam a maior fração do tempo de ciclo sem, contudo, agregar valor ao cliente (Koskela, 1992).

No modelo tradicional de gestão, o planejamento e controle da produção (PCP) apresenta limitações que ajudam a explicar esse desempenho. O planejamento é elaborado de forma centralizada, predominantemente por meio de cronogramas determinísticos de longo prazo concebidos no início da obra e raramente revisados ao longo da execução. Tais cronogramas são definidos a partir de uma estrutura hierárquica vertical de cima para baixo, sem a participação dos responsáveis diretos pela execução e sem considerar a capacidade real das equipes nem as restrições concretas do canteiro, o que reduz a confiabilidade das datas previstas (Ballard, 2000; Mattos, 2010).

O controle, por sua vez, costuma ser exercido de forma retroativa, ou seja, limita-se à comparação entre o previsto e o realizado para fins de medição físico-financeira, sem basear-se em mecanismos sistemáticos de identificação antecipada de restrições e de análise das causas dos problemas. Como consequência, a programação das atividades de curto prazo tende a ser informal e improvisada, conduzida pelo mestre de obras conforme a disponibilidade imediata de recursos, e a tomada de decisão assume caráter reativo diante dos problemas que se materializam na frente de trabalho (Koskela, 1992).

Esse quadro tende a ser agravado em empreendimentos executados sob o regime de contrato por administração, modalidade na qual a construtora atua como gestora dos recursos do contratante e é remunerada por taxa incidente sobre os custos realizados, sem que o risco sobre o valor final da obra seja de responsabilidade da construtora (Tisaka, 2006). Embora o modelo contratual ofereça ao cliente controle direto sobre os recursos e flexibilidade para incorporar alterações de escopo durante a execução (Tisaka, 2006), ele impõe à construtora

um desafio de gestão específico: coordenar um sistema de produção sujeito a decisões externas frequentes e imprevisíveis, que introduzem variabilidade contínua nos fluxos de trabalho (Koskela, 1992, 2000; Hamerski; Formoso; Isatto, 2025).

Tisaka (2006) aponta que empresas que operam sob esse regime sem instrumentos adequados de planejamento, que articulam os níveis de longo, médio e curto prazo, tendem a apresentar baixo controle sobre prazos e produtividade, visto que a ausência de preço fechado reduz o incentivo à eliminação proativa de perdas. A esse fator somam-se a coordenação simultânea de múltiplos subempreiteiros e a execução em ambiente de engenharia simultânea, no qual projetos complementares são desenvolvidos paralelamente à execução física. Essas condições amplificam a variabilidade inerente aos processos construtivos (Ballard, 2000).

O Sistema *Last Planner* para Controle da Produção ou *Last Planner System* (LPS), desenvolvido por Glenn Ballard e Greg Howell ao longo da década de 1990 e formalizado por Ballard (2000), constitui um sistema de controle da produção orientado à proteção do fluxo de trabalho contra a variabilidade. O sistema organiza o planejamento e controle da produção em níveis hierárquicos progressivos (longo, médio e curto prazo) e incorpora os responsáveis diretos pela execução como agentes ativos do processo decisório, transformando ordens de serviço em compromissos públicos assumidos perante a equipe de gestão (Alamo; Di Gregorio, 2024). O desempenho é mensurado pelo Percentual do Plano Concluído (PPC), indicador que quantifica a confiabilidade do planejamento de curto prazo e alimenta a análise das causas de não cumprimento, instituindo um ciclo de melhoria contínua (Ballard, 2000).

Entre os incentivos atribuídos à implementação do LPS pela literatura destacam-se o aumento da confiabilidade do planejamento, a redução da variabilidade dos fluxos de trabalho, o maior comprometimento das equipes de execução e a geração de aprendizado organizacional a partir da análise sistemática das causas de não cumprimento dos pacotes de trabalho (Ballard, 2000; Alamo; Di Gregorio, 2024). Apesar desses benefícios, a implementação do sistema ainda enfrenta desafios. Sua eficácia depende da condução adequada das reuniões de planejamento e do engajamento dos planejadores. Além dos aspectos operacionais, a adoção do LPS também é dificultada pela resistência cultural de profissionais habituados ao modelo tradicional de gestão e pela percepção, por parte das lideranças, de que sua implementação representa um custo adicional, e não um investimento na melhoria da gestão da produção (Moreira *et al.*, 2024). Conforme Moreira *et al.* (2024), esses fatores contribuem para explicar por que a disseminação do LPS no Brasil ainda ocorre de forma limitada.

O LPS transcende a dimensão técnica de uma ferramenta de cronograma para se consolidar como um modelo de gerenciamento da produção. Ao estruturar o planejamento em níveis progressivos, ao incorporar os últimos planejadores como protagonistas do processo decisório e ao instituir a análise sistemática das causas de não cumprimento como mecanismo de aprendizado organizacional, o sistema propõe um gerenciamento da variabilidade tornando-a progressivamente controlável (Ballard, 2000; Howell, 1999).

1.2 Objetivos do trabalho

O objetivo geral deste trabalho é implementar o LPS em um empreendimento comercial gerenciado sob o regime de contrato por administração (a preço de custo) por uma empresa de construção civil. São objetivos específicos:

- a) descrever o processo de PCP em funcionamento na Empresa A;
- b) reestruturar o processo de PCP no empreendimento foco do estudo;
- c) monitorar o desempenho da produção por meio de métricas referentes aos três níveis de planejamento;
- d) identificar os benefícios do processo de implementação; e,
- e) comparar o processo de PCP inicial e final, identificando as principais diferenças.

1.3 Estruturação

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O capítulo 1 é dedicado ao contexto e relevância, como também à apresentação dos objetivos do trabalho. O capítulo 2 apresenta o referencial teórico, abrangendo o contexto e os conceitos e ferramentas do LPS e os modelos contratuais da construção civil, com ênfase no regime de administração. O capítulo 3 descreve a metodologia adotada, caracterizando a empresa e o empreendimento objeto de estudo. O capítulo 4 expõe os resultados obtidos e apresenta a análise do desempenho do planejamento ao longo do período no qual a implementação foi acompanhada. O capítulo 5 apresenta as considerações finais do trabalho, desafios e as recomendações para estudos futuros.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Contextualização teórica do estudo

A trajetória da Construção Enxuta está diretamente relacionada à evolução dos sistemas de produção. Inicialmente, predominava a manufatura artesanal, caracterizada pela baixa escala de produção e pelos elevados custos. Posteriormente, a Administração Científica, proposta por Taylor, introduziu a divisão do trabalho em operações elementares e a supervisão rigorosa das atividades. Em seguida, o fordismo viabilizou a produção em massa por meio da linha de montagem, porém sustentado por uma lógica de produção empurrada e pela manutenção de grandes estoques (Bueno, 2021). As limitações desse modelo, especialmente sua baixa capacidade de responder às mudanças e à diversificação da demanda, impulsionaram o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (STP). Desenvolvido por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo no Japão do pós-guerra, o STP fundamenta-se na eliminação sistemática de perdas e na produção puxada pela demanda real (Ferreira; Fiuza; Oliveira, 2020), difundindo-se posteriormente em âmbito internacional sob a denominação de *Lean Manufacturing* (Alvarenga; Carvalho; Speranza, 2019).

A transposição dessas ideias para a construção civil ocorreu somente na década de 1990, tendo como marco o relatório de Koskela (1992), que diagnosticou a permanência do setor em um modelo de conversão, incapaz de reconhecer os fluxos de materiais e informações e as perdas neles contidas. Esse diagnóstico orientou a criação do *International Group for Lean Construction* em 1993 (Howell, 1999). No plano conceitual, a Construção Enxuta é apresentada como uma filosofia de gestão orientada à geração de valor e à eliminação de perdas, entendidas de forma ampla, e não restrita ao desperdício físico de material (Koskela, 1992). Sua operacionalização depende da sincronização dos recursos de mão de obra, materiais, informação e espaço (Howell, 1999), sendo sustentada por dois mecanismos centrais: a produção puxada, que condiciona o início de cada etapa à liberação das restrições da etapa anterior (Ferreira; Fiuza; Oliveira, 2020), e a gestão visual, que expõe o status da produção para identificação imediata de anormalidades (Santos *et al.*, 2020).

Outras ferramentas específicas auxiliam na operacionalização dos conceitos da construção enxuta. Por exemplo, o Programa 5S organiza o posto de trabalho e cria a base cultural para as demais práticas (Anjos; Oliveira, 2018). O *Just-in-Time* e o *Kanban* regulam a entrega e o fluxo de materiais segundo a demanda real (Alvarenga; Carvalho; Speranza, 2019; Santos *et*

al., 2020). O *Poka-Yoke* previne a ocorrência de defeitos (Ferreira; Fiuza; Oliveira, 2020) e o Mapeamento do Fluxo de Valor e o Mapofluxograma diagnosticam perdas de processo e de movimentação (Santos *et al.*, 2020; Alvarenga; Carvalho; Speranza, 2019).

Entretanto, a integração dessas ferramentas em um sistema coordenado de planejamento e controle da produção (PCP) requer um mecanismo capaz de conectar o planejamento estratégico à execução diária, reduzindo os impactos da elevada variabilidade presente nos processos construtivos. De fato, a elevada variabilidade característica dos canteiros de obras, decorrente de fatores como condições climáticas, atrasos de fornecedores e problemas de projeto, compromete a confiabilidade do planejamento e o desempenho da produção, justificando a adoção de sistemas que promovam maior previsibilidade e confiabilidade do fluxo de trabalho. Essa necessidade motivou o desenvolvimento de ferramentas voltadas ao controle da produção e à gestão da variabilidade, entre as quais se destaca o Sistema *Last Planner*.

2.2 O Sistema *Last Planner* para Controle da Produção

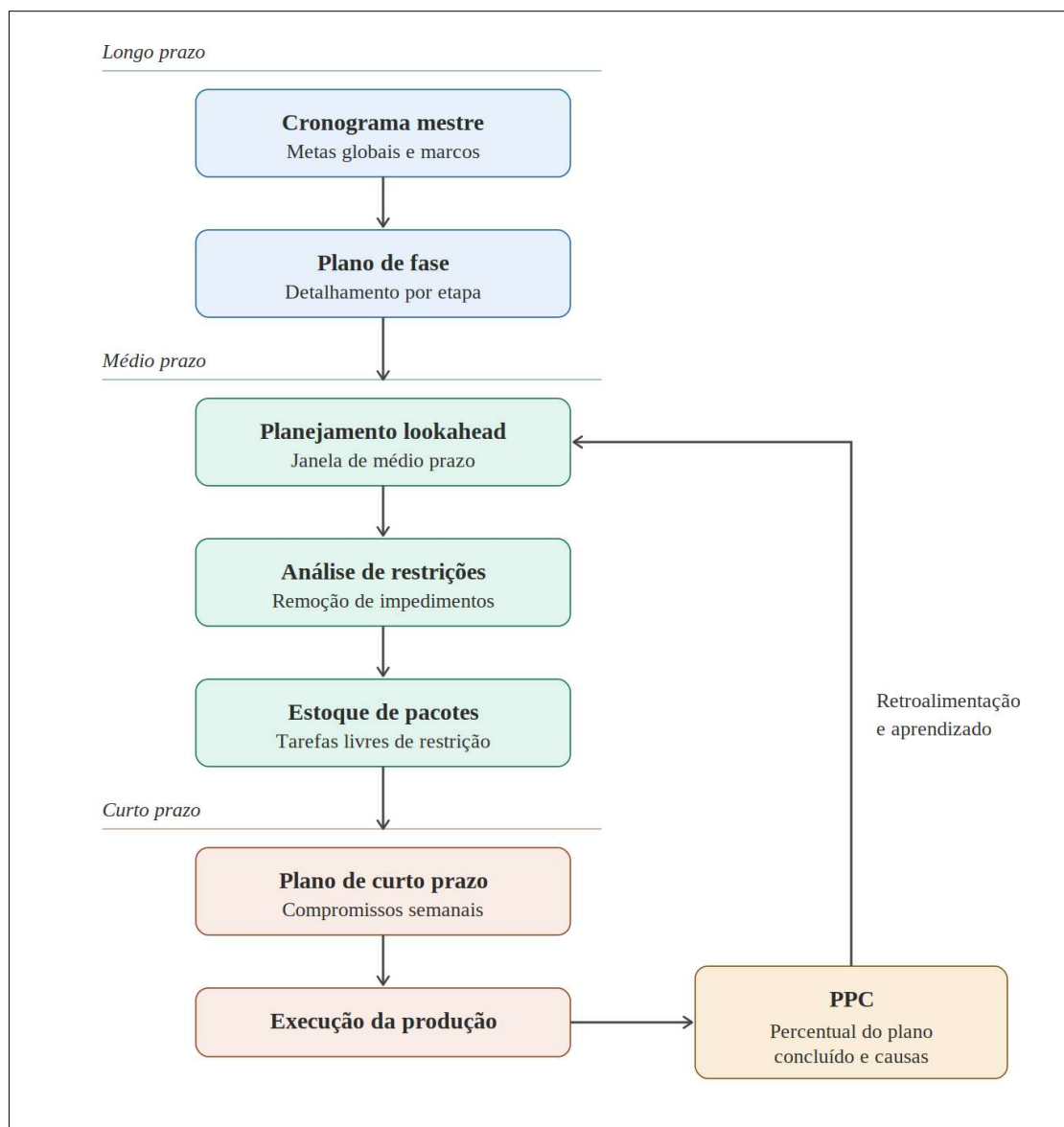
O LPS adota conceitos e princípios com origem na filosofia enxuta e segue a hierarquização do processo de planejamento e controle da produção proposta por Laufer e Tucker (1987). O sistema surgiu como resposta à baixa confiabilidade dos cronogramas tradicionais, que baseavam o planejamento em previsões determinísticas elaboradas de cima para baixo (*top-down*), sem considerar a capacidade real de execução das equipes nem as restrições concretas presentes no canteiro. Segundo Ballard (2000), a causa fundamental do baixo desempenho dos sistemas de planejamento convencionais não é a imprevisibilidade inerente à construção, mas a ausência de mecanismos que gerenciam essa variabilidade de forma proativa.

O conceito de “último planejador” é central para a compreensão do sistema. Trata-se da pessoa ou equipe que detém autoridade direta sobre a execução, em geral o mestre de obras, o encarregado ou o líder do subempreiteiro. Ou seja, aquele que determina o que será feito no canteiro. Para Ballard (1994 *apud* Ballard, 2000), os empreendimentos de construção requerem que o processo de planejamento e controle seja conduzido por pessoas diferentes, em locais diferentes e em momentos diferentes ao longo de seu desenvolvimento. Alamo e Di Gregorio (2024) destacam que esses profissionais constituem o elo entre o planejamento formal e a realidade da produção, pois detêm o conhecimento mais preciso sobre a capacidade de suas equipes, as dificuldades operacionais do cotidiano e as condições reais de trabalho.

Ao incorporar esses agentes como participantes ativos do processo de planejamento, e não apenas como executores de ordens, o LPS promove o comprometimento com as metas de curto prazo, convertendo ordens de serviço em compromissos assumidos perante a equipe de gestão.

Estruturalmente, o LPS organiza o planejamento e controle da produção em três níveis hierárquicos (longo, médio e curto prazo), tal qual evidenciado na Figura 1, que funcionam como filtros progressivos de incerteza, refinando sucessivamente o que deve ser executado até o nível do compromisso de curto prazo (Ballard, 2000; Koskela, 1992; Formoso, 2001).

Figura 1: Estruturação do Sistema *Last Planner* para Controle da Produção



Fonte: Autoria própria (2026).

2.2.1 Planejamento de longo prazo (Cronograma Mestre)

O primeiro nível corresponde ao planejamento de longo prazo, denominado Cronograma Mestre ou Plano Mestre. Nele são definidas as metas globais do empreendimento, os marcos contratuais, a sequência lógica das grandes etapas e as restrições de precedência entre as fases da obra. Esse nível responde à pergunta “o que deve ser feito?” e tem como objetivo assegurar que a estratégia global da obra seja viável, sem o detalhamento de atividades diárias ou semanais, que seriam imprecisas se elaboradas com meses de antecedência (Ballard, 2000). Conforme Formoso (2001), nesse nível são estabelecidos o sequenciamento, a duração e o ritmo das grandes etapas da obra, e sua elaboração pode ser realizada por diferentes técnicas de programação, como o diagrama de Gantt, as redes de precedência ou a linha de balanço (Laufer; Tucker, 1987). Pela forma como realiza a programação, o planejamento de longo prazo associa-se ao conceito de produção empurrada, no qual a realização de uma tarefa é planejada com base em uma projeção da demanda (Hopp; Spearman, 2000).

O grau de detalhe dos planos deve aumentar em função da proximidade da execução, uma vez que planos com horizonte longo e alto grau de detalhamento tendem a ser ineficazes, dado o esforço excessivo exigido para atualizá-los diante da incerteza (Laufer; Tucker, 1987). Por essa razão, o planejamento de longo prazo é concebido em termos de datas-marco, que servem de base para o controle de prazos (Laufer; Howell, 1993). Em contratos por administração, o Cronograma Mestre é também o instrumento de alinhamento de expectativas com o cliente, ao formalizar os prazos e marcos que servirão de referência para a avaliação do desempenho da construtora.

2.2.2 Planejamento de médio prazo (*Lookahead*)

O segundo nível, denominado *Lookahead* ou planejamento de médio prazo, opera com um horizonte que varia tipicamente entre quatro e doze semanas, dependendo da complexidade e da natureza do empreendimento. Por proporcionar uma visão antecipada daquilo que está por vir, esse nível é também designado “planejamento olhando para frente” (Ballard; Howell, 1998). Sua função central é a identificação e a remoção antecipada de restrições que possam impedir a execução das atividades previstas no Cronograma Mestre, protegendo a produção das variabilidades a montante (Ballard, 2000). Para cada atividade que ingressa na janela do *Lookahead*, o gestor deve questionar sistematicamente o que impede a tarefa de iniciar e concluir sem interrupções. As restrições podem ser de natureza diversa: falta de materiais,

projetos não detalhados, ausência de mão de obra qualificada, equipamentos indisponíveis ou falta de liberação de frentes de trabalho anteriores (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2012).

Cada restrição identificada requer um responsável por sua remoção, uma data-limite e uma ação atribuída (Codinhoto *et al.*, 2002), de modo que os pré-requisitos sejam gradualmente atendidos e vinculados aos pacotes de trabalho. A eficácia desse processo é mensurada pelo Índice de Remoção de Restrições (IRR), obtido pela razão entre o número de restrições removidas e o número de restrições identificadas (Ballard, 2000). Uma atividade só é considerada pronta para ser incluída no plano de curto prazo quando todas as suas restrições estiverem removidas. Esse processo transforma, operacionalmente, o que “deve ser feito” naquilo que “pode ser feito”, constituindo um estoque de tarefas prontas (*workable backlog*) que protege o plano de curto prazo contra interrupções (Ballard; Howell, 1998). Segundo Hamerski, Formoso e Isatto (2025), o *Lookahead* é particularmente crítico em obras de reforma e em empreendimentos com alto grau de interferência externa, pois atua como filtro das indefinições de projeto e das alterações impostas pelo cliente, garantindo que apenas tarefas viáveis cheguem à linha de frente da produção.

2.2.3 Planejamento de curto prazo (Compromisso e Controle)

O terceiro nível tem o papel de orientar diretamente a execução da obra (Formoso, 2001) e materializa-se na reunião de planejamento com os últimos planejadores, cujo horizonte é, em geral, de uma semana, podendo variar em função do grau de incerteza existente (Ballard; Howell, 1998). Nessa reunião são assumidos compromissos sobre o que cada equipe realizará no ciclo seguinte. Diferentemente de uma reunião de cobrança, o encontro tem caráter de negociação: os participantes — tipicamente o engenheiro residente, o mestre de obras e os subempreiteiros — avaliam as tarefas liberadas pelo *Lookahead* e definem, com base na capacidade real de suas equipes, quais delas se comprometem a concluir integralmente no período (Ballard, 2000). A regra fundamental estabelecida por Ballard (2000) é que nenhuma tarefa com restrições pendentes deve ser incluída no plano de curto prazo, o que evita o trabalho executado pela metade, gerador de estoques intermediários, desorganização e perda de fluxo.

O resultado dessa reunião é o Plano de Trabalho Semanal, documento que detalha os pacotes de trabalho comprometidos para o ciclo, com indicação de responsáveis e localização. O plano deve ser exposto de forma visível no canteiro, de modo que todos os envolvidos tenham

acesso ao planejamento em vigor seguindo o princípio da transparência, o que facilita a coordenação das interfaces entre as frentes de trabalho e a identificação imediata de desvios (Santos *et al.*, 2020).

Ao final de cada ciclo, verifica-se quais pacotes de trabalho atribuídos às equipes foram concluídos (Ballard, 2000). Segundo Ballard e Howell (1998), esse registro fundamenta o indicador Percentual do Plano Concluído (PPC):

$$\text{PPC (\%)} = (\text{Número de tarefas concluídas} / \text{Número de tarefas comprometidas}) \times 100.$$

A natureza binária do indicador, ou seja, uma tarefa é contabilizada como concluída apenas se o foi integralmente e com qualidade, sem consideração de percentuais parciais de execução, confere ao PPC objetividade e facilidade de controle (Ballard, 2000). Embora o PPC não mensure diretamente a produtividade, Ballard e Howell (1998) constataram, em estudos de caso, que a variabilidade das taxas de produtividade das equipes diminui à medida que o PPC aumenta, o que indica maior estabilidade do sistema produtivo. Santos *et al.* (2020) apontam que a transparência gerada por essa métrica, aliada ao treinamento contínuo das equipes, permite que os trabalhadores deixem de ser executores passivos e passem a atuar como agentes ativos na melhoria dos processos.

Quando os pacotes de trabalho não são concluídos, ou o são de forma diferente da planejada, as causas de não cumprimento devem ser sistematicamente identificadas (Ballard; Howell, 1998). Essa análise é necessária para toda tarefa não executada, independentemente do nível do PPC, uma vez que constitui o principal mecanismo de aprendizado e melhoria contínua do sistema (Ballard, 2000). As causas são tipicamente agrupadas em categorias como falhas logísticas, falhas de projeto, problemas de mão de obra, interferências climáticas e dependências de outras equipes. Seu registro retroalimenta o processo de planejamento, impede a recorrência das falhas nos ciclos subsequentes e institui o ciclo de melhoria contínua que estabiliza progressivamente a produção (Ballard, 2000; Koskela, 1992).

2.3 Contratos na construção civil

A definição do modelo contratual adotado em um empreendimento da construção civil condiciona a distribuição de riscos entre as partes, o grau de controle do contratante sobre o processo executivo e o modelo de remuneração da construtora (Tisaka, 2006). No ordenamento jurídico brasileiro, os contratos de obras públicas são regulados pela Lei n.º

14.133, de 1.º de abril de 2021, que revogou a Lei n.º 8.666/1993 e estabeleceu novo marco normativo para as contratações no âmbito da administração pública (Brasil, 2021). Aos contratos privados aplica-se o Código Civil (Lei n.º 10.406/2002), que disciplina as obrigações contratuais de forma mais ampla, sem a tipificação estrita dos regimes de execução (Brasil, 2002). Ainda assim, os modelos consolidados na prática do setor privado guardam correspondência com os regimes formalizados pela Lei 14.133/2021, razão pela qual essa legislação serve como referência conceitual tanto para contratos públicos quanto para a caracterização dos modelos adotados por empresas privadas (Brasil, 2021).

Segundo o mecanismo de formação do preço e a alocação do risco de custo, os contratos de construção civil podem ser classificados em quatro modalidades principais (Tisaka, 2006). Na empreitada por preço global, a construtora executa a totalidade da obra por valor fixo e assume integralmente o risco de custo, o que exige escopo completamente definido antes da contratação, sob pena de disputas contratuais ou de propostas com elevadas margens de contingência (Mattos, 2010). Na empreitada por preço unitário, o valor total resulta da multiplicação dos preços unitários contratados pelas quantidades medidas, com risco compartilhado (a construtora assume os custos unitários e o contratante, a variação das quantidades), o que confere flexibilidade a obras de escopo quantitativamente indefinido (Tisaka, 2006). O contrato por Preço Máximo Garantido (PMG) é uma modalidade híbrida que fixa um teto de custo e reparte entre as partes a economia obtida abaixo desse limite, alinhando incentivos à redução de perdas e mostrando-se compatível com práticas de gestão colaborativa e com a filosofia enxuta (Kern; Formoso, 2006). A quarta modalidade é o contrato por administração, que, por constituir o regime adotado no empreendimento objeto deste trabalho, será detalhado a seguir.

2.2.1 Contrato por administração

O contrato por administração é o regime no qual a construtora atua como gestora dos recursos do contratante, sendo remunerada por uma taxa de administração, geralmente incidente sobre os custos realizados, por valor fixo mensal ou conforme critérios previamente estabelecidos em contrato, sem assumir o risco sobre o custo final do empreendimento (Tisaka, 2006). Diferentemente das três modalidades anteriores, o risco financeiro recai predominantemente sobre o contratante, o que confere maior flexibilidade para incorporar alterações de escopo ao longo da execução. Em contrapartida, esse regime impõe à construtora o desafio de coordenar

um sistema de produção sujeito a frequentes decisões e mudanças promovidas pelo contratante (Tisaka, 2006).

Quanto à base legal, é necessário distinguir o âmbito de aplicação. No contexto das incorporações imobiliárias, o regime de administração (também denominado contrato a preço de custo) encontra previsão expressa nos arts. 58 a 62 da Lei n.º 4.591/1964, que atribuem aos adquirentes a responsabilidade pelo custo integral da obra (Brasil, 1964). Fora desse contexto, como nas obras comerciais e industriais privadas, o regime não dispõe de tipificação legal específica e é regido pelas normas gerais dos contratos e pelas regras da prestação de serviços (arts. 593 a 609 do Código Civil), e não pelas da empreitada (arts. 610 a 626), que pressupõem a assunção do risco de custo pelo executor (Brasil, 2002). Em ambos os casos, a forma de remuneração é livremente pactuada entre as partes, em observância ao princípio da autonomia da vontade.

O funcionamento operacional do contrato por administração é estruturado em torno de três elementos centrais: a transparência financeira, a taxa de administração e o poder de interferência do contratante. A transparência financeira manifesta-se na obrigação da construtora de apresentar ao cliente toda a documentação comprobatória dos gastos realizados, tais como notas fiscais, contratos com fornecedores, folhas de pagamento e medições de subempreiteiros (Tisaka, 2006).

3 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO DE ESTUDO

Este capítulo caracteriza a organização e o empreendimento que constituem a unidade de análise deste trabalho. O estudo se desenvolveu entre o final do mês de abril e final do mês de junho de 2026, resultando no acompanhamento do empreendimento por um período de 10 semanas.

3.1 Apresentação da empresa

A empresa objeto deste trabalho, denominada Empresa A, foi fundada em 2018, na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, por dois sócios-diretores com formação em Engenharia Civil. Desde sua constituição, orienta sua atuação para o segmento de obras comerciais e industriais de médio porte, operando prioritariamente sob o regime de contrato por administração. Atualmente, a Empresa A gerencia de forma simultânea dez empreendimentos, distribuídos entre seis obras no município de Juiz de Fora e quatro obras em outras cidades do estado de Minas Gerais.

3.2 Perfil institucional e estrutura organizacional

A Empresa A mantém certificações ativas nas normas ABNT NBR ISO 9001:2015 — Sistema de Gestão da Qualidade — e no Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), ambas sujeitas a auditoria anual de renovação conduzida por organismo certificador externo (ABNT, 2015). O Sistema de Gestão da Qualidade estabelece procedimentos padronizados para as etapas críticas da execução, materializados em Fichas de Verificação de Serviço (FVS), preenchidas pelo responsável técnico da obra e arquivadas como evidência de conformidade.

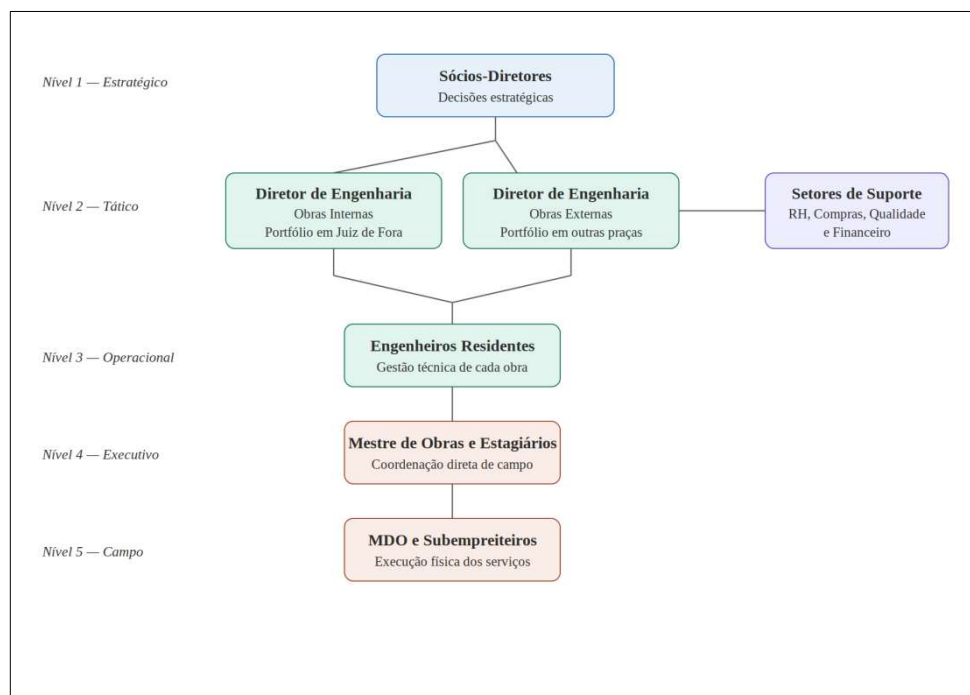
A estrutura interna da empresa, a qual está representada no organograma da Figura 2, organiza-se em níveis hierárquicos que abrangem a direção estratégica, a coordenação técnica de obras, o suporte administrativo e a execução em campo. No nível estratégico, os dois sócios-diretores respondem pelas decisões corporativas, pela relação com os clientes e pela aprovação de contratos e orçamentos. No nível tático, dois diretores de engenharia coordenam as obras, sendo um responsável pelos empreendimentos localizados em Juiz de Fora e outro pelos empreendimentos situados em outras cidades. Ainda nesse nível, o escritório central opera com quatro setores de suporte (Recursos Humanos, Compras, Financeiro e Qualidade),

responsáveis respectivamente pela gestão de pessoas, pelos suprimentos, pela conformidade fiscal e pela manutenção das certificações.

No nível operacional, cada obra conta com um engenheiro residente, responsável pela gestão técnica e administrativa do empreendimento, e com um mestre de obras, que coordena diretamente as equipes de campo. A execução física dos serviços é realizada por mão de obra própria, em conjunto com subempreiteiros especializados por disciplina. No nível de execução, atuam ainda estagiários de Engenharia Civil, que apoiam a gestão conduzida pelos engenheiros residentes e coordenadores, participando de inspeções, registros e controles de produção, conforme a disponibilidade e o porte do empreendimento. É nessa função que se insere o autor deste trabalho, que atua na Empresa A como estagiário de Engenharia Civil e participa diretamente das atividades de gestão de obras.

No contexto deste estudo, o autor desempenhou papel duplo: atuou simultaneamente como observador do processo produtivo e como agente ativo do acompanhamento realizado na obra objeto de análise. Essa inserção direta no contexto de produção caracteriza o trabalho como uma aplicação prática de caráter intervencionista, na medida em que o autor não se limita à observação passiva, mas participa diretamente da intervenção proposta.

Figura 2: Organograma Empresa A.



Fonte: Autoria própria (2026).

3.3 Descrição do empreendimento

O empreendimento selecionado como unidade de análise, denominado obra Modelo, é uma edificação de uso comercial com área construída de 3.161,00 m², executada sob o regime de contrato por administração. A obra teve início em fevereiro de 2026, com previsão de conclusão em 31 de agosto de 2026, o que corresponde a um prazo contratual aproximado de sete meses. Seu sistema construtivo é composto por estrutura metálica com fechamento em alvenaria de vedação com 6 m de altura. A execução mobiliza subempreiteiros especializados, responsáveis pelos serviços de terraplanagem e fundações, montagem da estrutura metálica, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias e prevenção e combate a incêndio.

A dificuldade de gestão da produção nesse empreendimento não decorre do escopo dos serviços em si, mas de um conjunto de características operacionais. A primeira é o prazo contratual relativamente curto combinado com o elevado número de interfaces entre os subempreiteiros, o que exige sincronização rigorosa entre as frentes de trabalho. A segunda é a execução em ambiente de engenharia simultânea, no qual os projetos complementares são desenvolvidos em paralelo à execução da obra. Como consequência, parte das atividades é iniciada com informações ainda incompletas para a elaboração do plano de longo prazo e do orçamento. A terceira é a ocorrência de decisões e alterações de escopo recorrentes por parte do contratante ao longo da obra, tais como a substituição de soluções de projeto e a permuta de materiais especificados, decorrentes em boa medida do próprio ambiente de engenharia simultânea, em que definições de projeto são tomadas ou revistas enquanto a obra avança. Tais decisões obrigam a revisões frequentes da programação e impactam diretamente a gestão da produção. Em conjunto, essas características amplificam a variabilidade identificada por Koskela (2000) no modelo de gestão tradicional da construção civil e tornam esse empreendimento um cenário adequado para a aplicação do LPS.

4 RESULTADOS

Esta seção apresenta e discute os resultados obtidos com a implementação do LPS no empreendimento caracterizado na seção 3.3.

4.1 Caracterização o processo de PCP existente na Empresa A

O planejamento da produção apoiava-se essencialmente em um único nível formal: o planejamento de longo prazo, estruturado por meio de cronogramas físico-financeiros elaborados no formato de Gantt no software Mais Controle. Esse cronograma era derivado de uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP) concebida primariamente para a composição do orçamento, e não para a descrição das atividades executivas e dos locais em que seriam realizadas. O controle exercido sobre ele era de natureza físico-financeira e retrospectiva, tendo como base a técnica de análise do valor agregado. A partir das medições mensais dos serviços executados, calculava-se o percentual físico concluído e o custo correspondente em relação ao orçamento (valor agregado), gerando a curva S do valor agregado e o relatório de planejado versus executado.

Esse instrumento cumpria a função de prestação de contas e de acompanhamento contratual, mas apresentava duas limitações centrais. A primeira era a defasagem temporal entre o que era executado no canteiro e o que era registrado nas medições, o que retirava do controle a capacidade de orientar a execução no curto prazo. A segunda era o caráter genérico da EAP orçamentária, que não representava com fidelidade as etapas construtivas nem os locais de execução, comprometendo o mapeamento do processo produtivo. Em consequência, o cronograma não orientava a execução no horizonte de curto prazo, nem antecipava as restrições que condicionam a realização das atividades (Ballard, 2000).

No nível operacional, a programação das tarefas ocorria de modo pouco estruturado. A reunião interna de acompanhamento semanal realizada na sede da empresa, com a participação do engenheiro residente, dos coordenadores de obras e dos sócios-diretores, definia as tarefas pendentes da semana, mas não seguia os preceitos do LPS. Não havia processo sistematizado de remoção antecipada de restrições, não se registravam formalmente as causas de não cumprimento das tarefas e o indicador PPC não era calculado. Em consequência, a empresa não dispunha de medida objetiva da confiabilidade do seu planejamento, e as ações de correção tendiam a ser reativas, tomadas após a manifestação dos desvios (Ballard, 2000).

Ao longo da execução da obra Modelo, o contratante (cliente ou o engenheiro que o representa) teve participação ativa, visto que era frequente nas reuniões periódicas quinzenais destinadas a deliberar sobre soluções de projeto, especificações e eventuais permutas de materiais. Tais deliberações introduziram alterações frequentes no escopo da obra Modelo. Como o processo de PCP vigente não dispunha de um nível de médio prazo que organizasse essas mudanças antes de chegarem à execução, nem de registro formal de suas causas, os efeitos dessas alterações sobre a produção não eram quantificados e permaneciam de difícil demonstração no diálogo técnico com o contratante. A ausência de planejamento de médio prazo, de um plano de curto prazo que refletisse o comprometimento das envolvidos e de indicadores de desempenho do processo evidenciou a necessidade de implementar o LPS, cujos resultados são analisados nas seções seguintes.

4.2 Reestruturação do PCP da Obra Modelo

O planejamento de longo prazo foi estruturado a partir do Cronograma Mestre já adotado pela empresa, elaborado no formato de gráfico de Gantt no *software* Mais Controle. Esse cronograma definiu os marcos contratuais, a sequência das grandes etapas da obra e as relações de precedência entre as fases, constituindo a linha de base físico-financeira a partir da qual o desempenho da produção foi acompanhado. Inicialmente, a implementação do PCP da obra Modelo preservou esse cronograma como referência de longo prazo, sem substituí-lo.

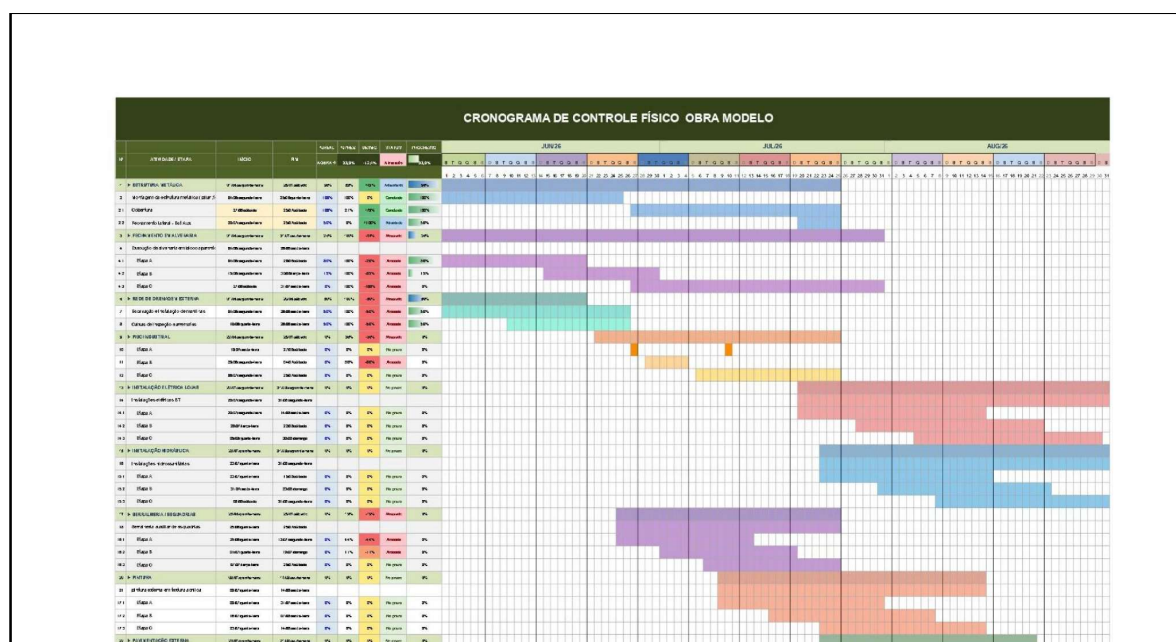
Contudo, no decorrer da implementação verificou-se que o cronograma disponível no *software* Mais Controle, por derivar da EAP orçamentária, funcionava mais como estrutura de composição de custos do que como descrição das etapas e atividades a serem executadas, apresentando conteúdo excessivamente genérico (seção 4.1). Diante disso, procedeu-se a um refinamento do Cronograma Mestre, com a elaboração de um cronograma voltado ao controle da execução. Esse refinamento reorganizou as atividades segundo uma lógica de execução por local, associando cada etapa construtiva ao ambiente ou à frente de trabalho em que seria realizada, de modo a permitir o mapeamento do processo produtivo e o acompanhamento do avanço físico com maior aderência à realidade do canteiro. A Figura 3 representa o cronograma utilizado inicialmente e a Figura 4 o cronograma final resultante desse refinamento.

Figura 3: Cronograma Mestre inicial



Fonte: Autoria própria (2026).

Figura 4: Cronograma Mestre final (refinado)



Fonte: Autoria própria (2026).

O refinamento do cronograma evidenciou uma limitação característica do planejamento de longo prazo conduzido anteriormente. Concebido no início da obra, o Cronograma Mestre não incorporava as restrições concretas que se manifestaram durante a execução, tampouco a variabilidade introduzida pelas alterações de escopo recorrentes do contratante. Como consequência, o cronograma tendia a perder aderência à realidade do canteiro à medida que a obra avançava, comportamento consistente com o diagnóstico de Ballard (2000) sobre a baixa

confiabilidade dos cronogramas determinísticos elaborados de cima para baixo, sem um mecanismo de proteção da produção.

Foi nesse ponto que o nível de médio prazo atuou como elemento de articulação. Inicialmente, foi definido um horizonte de 6 semanas para esse nível de planejamento, com ciclos de controle quinzenal. O nível de curto prazo, o horizonte e os ciclos de controle foram de uma semana. Por meio do *Lookahead*, as atividades previstas no cronograma eram trazidas para um horizonte de seis semanas e submetidas à análise de restrições antes de serem liberadas para o plano semanal. Esse procedimento traduziu as metas de longo prazo em atividades exequíveis, operando a transformação do que deve ser feito naquilo que pode ser feito, conforme previa Ballard (2000). Ao impedir que atividades com restrições pendentes (por exemplo, indefinições de projeto e pendências de suprimentos) ingressassem no plano de curto prazo semanal, o *Lookahead* protegeu esse plano da variabilidade originada nos níveis superiores e na interferência do contratante.

Observou-se, assim, que a articulação entre os três níveis não decorreu da substituição do Cronograma Mestre, mas do seu refinamento e da inserção do nível intermediário que faltava ao processo vigente. O longo prazo manteve a função de dar uma direção geral da obra e de subsidiar a prestação de contas físico-financeira ao contratante. O plano médio prazo assumiu a função de preparar as atividades e o curto prazo concentrou no comprometimento das equipes com o que seria executado. Essa reestruturação estabeleceu a base sobre a qual o desempenho da produção foi monitorado.

4.3 Monitoramento do desempenho do processo de PCP da obra Modelo

Nesta seção descreve-se as métricas e os resultados de desempenho referentes aos três níveis de planejamento ao longo das 10 semanas de estudo.

4.3.1 Desempenho do planejamento de longo prazo

O acompanhamento do plano de longo prazo durante a implementação não permitiu a construção de indicadores de desempenho para esse nível. O controle exercido sobre o Cronograma Mestre permaneceu de natureza físico-financeira e retrospectiva, apoiado nas medições mensais destinadas à prestação de contas ao contratante, e não em um procedimento sistemático de aferição do avanço das atividades executivas. Essa constatação delimita o

alcance efetivo da intervenção e identifica o nível de planejamento que permaneceu menos estruturado ao término do período do estudo.

Duas condições explicam essa limitação. A primeira decorre da própria origem do cronograma, derivado da EAP orçamentária. Ainda que o refinamento do cronograma apresentado anteriormente tenha reorganizado as atividades segundo a lógica de execução por local, a linha de base físico-financeira permaneceu vinculada à estrutura de composição de custos, de modo que o percentual de avanço apurado nas medições não expressava, com a fidelidade necessária, o progresso das frentes de trabalho. A segunda condição refere-se à variabilidade externa característica do regime de contrato por administração no qual alterações de escopo determinadas pelo contratante ao longo da execução modificaram sucessivamente o escopo contratado, sem que houvesse procedimento formal de revisão da linha de base. Em consequência, comparações entre o previsto e o realizado passaram a confrontar bases de referência distintas, comprometendo a validade de qualquer índice construído sobre elas.

Esse comportamento é consistente com o diagnóstico de Ballard (2000) a respeito da baixa confiabilidade dos cronogramas determinísticos elaborados de cima para baixo, cuja aderência à realidade do canteiro se reduz à medida que a obra avança e as restrições concretas se manifestam. Conforme Ballard (2000), o planejamento de longo prazo cumpre a função de estabelecer a direção geral do empreendimento, e não a de controlar a produção, atribuição que cabe aos níveis subordinados. A ausência de indicadores confiáveis nesse nível não invalidou, portanto, o funcionamento do sistema implantado, uma vez que a proteção da produção foi assegurada pelos mecanismos de médio e de curto prazo. Contudo, a sistematização do controle de longo prazo constitui condição prévia para a obtenção de indicadores confiáveis nesse nível, o que se traduz em recomendação para a continuidade do processo de implementação.

4.3.2 Desempenho do planejamento de médio prazo

O desempenho do nível de planejamento de médio prazo foi monitorado por meio do IRR, que quantifica a proporção de restrições removidas em relação ao total de restrições identificadas no *Lookahead* em cada ciclo, mensurando a eficácia do processo de preparação das atividades (Ballard, 2000). As restrições eram identificadas, atribuídas a responsáveis e

acompanhadas nas reuniões de médio prazo. O Quadro 1 consolida a evolução do IRR ao longo dos ciclos monitorados.

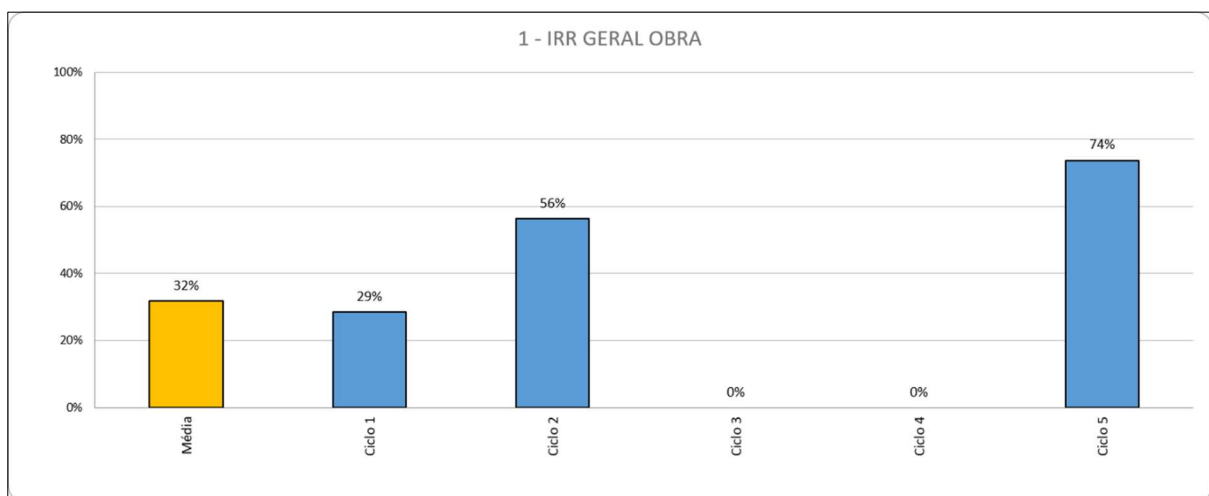
Quadro 1: Evolução do IRR para cada ciclo de controle

Ciclo	Restrições identificadas	Número de restrições a remover no ciclo	Restrições removidas	IRR (%)
1	19	7	2	29
2	23	16	9	56
3	26	1	0	0
4	18	0	0	0
5	32	19	14	74
Total	118	43	25	31,8
Média	23,6	8,6	5	31,8

Fonte: Autoria própria (2026).

O IRR médio de 31,8% revela que menos de um terço das restrições identificadas foi efetivamente removido antes da liberação das atividades para o plano de curto prazo semanal, o que indica baixa eficácia do processo de preparação ao longo dos ciclos monitorados. O comportamento do indicador foi irregular como indicado na Figura 5. Partiu-se de valor de IRR de 29% no primeiro ciclo, elevou-se a 56% no segundo e atingiu o valor máximo de 74% no quinto ciclo, mas registrou 0% nos ciclos 3 e 4, nos quais nenhuma das restrições programadas para remoção foi tratada. Essa oscilação evidencia que a remoção de restrições não se consolidou como rotina sistemática ao longo do período.

Figura 5: Gráfico de IRR dos ciclos monitorados



Fonte: Autoria Própria (2026).

Quanto à natureza das restrições, predominaram as de projeto, associadas a pendências de definição e detalhamento, e as de logística, relacionadas à entrega de materiais. A recorrência dessas duas categorias indica que os principais obstáculos à liberação das atividades originaram-se em decisões e insumos externos ao canteiro, cuja resolução dependia de agentes fora do controle direto da equipe de execução.

O desempenho observado decorre de um conjunto de fatores identificados durante a implementação. O primeiro é a ausência de um plano de longo prazo bem definido, que comprometeu a antecipação das restrições e reduziu o horizonte disponível para sua remoção. O segundo são as alterações de escopo do projeto, que introduziram novas restrições ao longo dos ciclos e dificultaram a estabilização do planejamento. O terceiro é a necessidade de monitoramento diário das restrições e de suas datas de remoção junto aos responsáveis, acompanhamento que não foi realizado de forma contínua, o que reduziu a taxa de remoção dentro dos ciclos programados.

Segundo Ballard (2000), quanto maior o IRR, maior a proteção conferida ao plano de curto prazo contra a variabilidade originada nos níveis superiores, na medida em que apenas atividades livres de restrições são liberadas para execução. Os valores obtidos, portanto, sinalizam a necessidade de fortalecer o nível de médio prazo como mecanismo de proteção da produção contra os efeitos da incerteza no plano semanal.

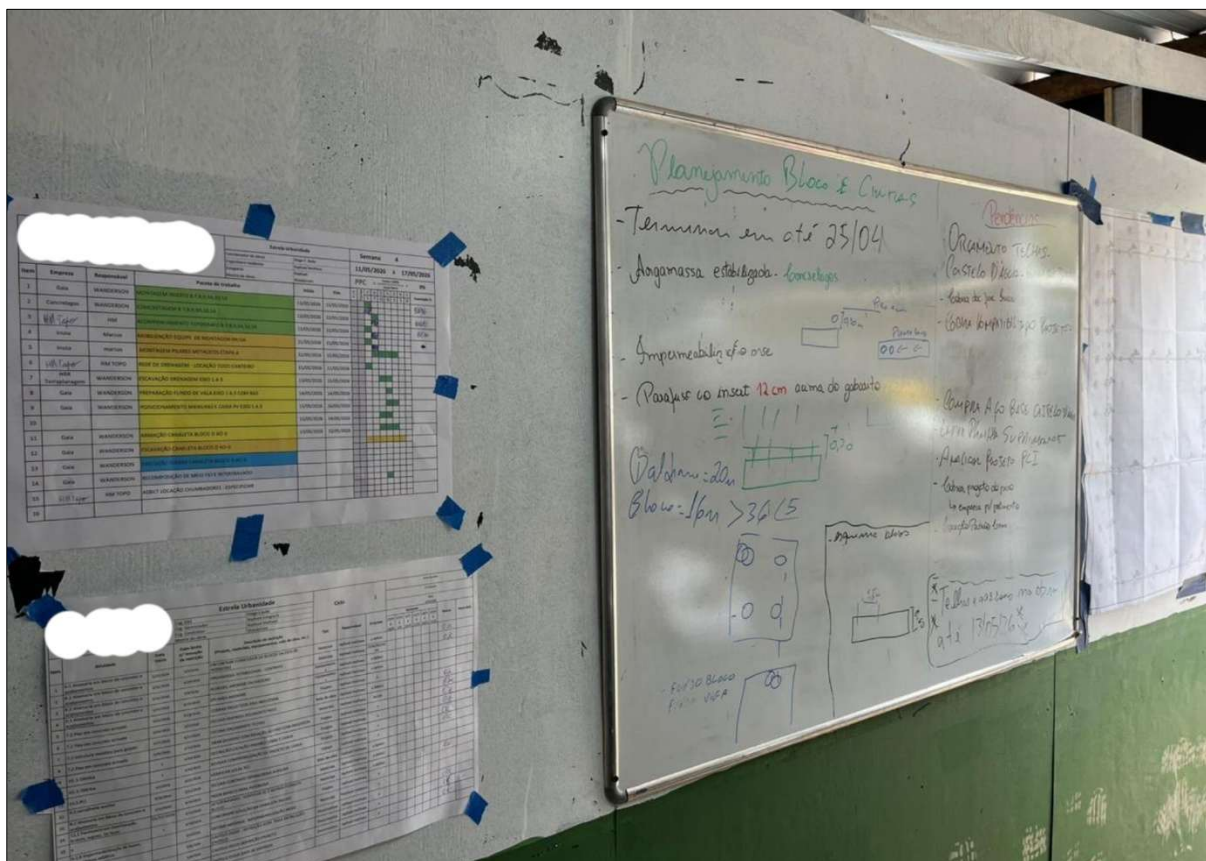
4.3.3 Desempenho do planejamento de curto prazo

As reuniões de curto prazo foram realizadas no refeitório do canteiro de obras. Entre os ambientes disponíveis, o refeitório é o de maior capacidade, embora não disponha de recursos específicos para apoio às reuniões de planejamento, tais como quadro branco fixo, projetor ou acesso à internet. Para maior efetividade das reuniões, a solução foi o uso de planilha impressa como suporte para a análise dos pacotes de trabalho, das restrições identificadas e das causas de não cumprimento ao término de cada ciclo.

A Figura 6 ilustra o uso de gestão visual a partir das planilhas elaboradas no planejamento de curto prazo com intuito de facilitar com que o plano semanal fosse acompanhado. Participaram das reuniões, com composição variável ao longo dos ciclos, os seguintes integrantes: mestre de obras, engenheiro residente, estagiária de obra, engenheiro diretor de obras, estagiário coordenador do projeto de implementação, professores orientadores, engenheira de planejamento e de qualidade da empresa e encarregado da execução de

estruturas metálicas. O Quadro 2 sintetiza a duração, número de participantes e as principais atividades das reuniões realizadas ao longo dos dez ciclos.

Figura 6: Escritório do canteiro de obras



Fonte: Autoria própria (2026).

Quadro 2: Informativo das reuniões de curto prazo

Reunião	Duração	Participantes	Principais atividades desenvolvidas
1	1h30min	8	Abertura do ciclo; apresentação do sistema; levantamento inicial de restrições; definição das primeiras tarefas comprometidas
2	2h00min	8	Análise das causas de não cumprimento da semana anterior; remoção de restrições do <i>Lookahead</i> ; comprometimento semanal
3	1h30min	8	Análise das causas de não cumprimento; atualização do <i>Lookahead</i> ; comprometimento semanal
4	50min	7	Análise das causas de não cumprimento; comprometimento semanal

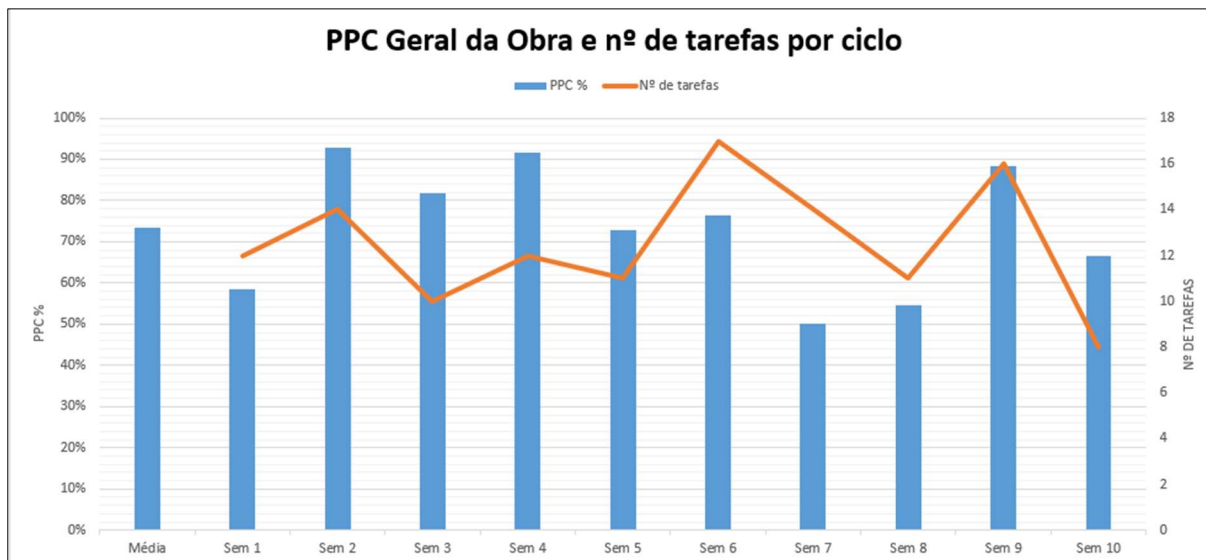
Reunião	Duração	Participantes	Principais atividades desenvolvidas
5	45 min	6	Análise das causas de não cumprimento; comprometimento semanal
6	40 min	9	Análise das causas de não cumprimento; comprometimento semanal
7	60 min	8	Análise das causas de não cumprimento; comprometimento semanal
8	1h10 min	5	Análise das causas de não cumprimento; comprometimento semanal
9	50 min	6	Análise das causas de não cumprimento; comprometimento semanal
10	30 min	7	Análise das causas de não cumprimento; comprometimento semanal

Fonte: Autoria própria (2026).

O desempenho do curto prazo foi monitorado por meio do PPC, calculado ao término de cada ciclo semanal. No período de 10 semanas, o PPC médio foi de 73%, com valor mínimo de 50% e máximo de 93% como evidenciado na Figura 7. Na literatura, valores de PPC iguais ou superiores a 80% são frequentemente utilizados como referência para indicar um desempenho satisfatório do processo de planejamento e controle da produção nesse nível de planejamento (Ballard, 2000; Alamo; Di Gregorio, 2024).

Um desempenho inferior a 80% nos primeiros ciclos é característico das fases iniciais de implementação, nas quais as equipes ainda adaptam seus processos à lógica de comprometimento formal e à identificação proativa de restrições. As oscilações da série estão associadas a eventos específicos de cada semana, tais como alterações de escopo determinadas pelo contratante e indefinições de projeto decorrentes do ambiente de engenharia simultânea. Esse padrão é coerente com o caráter do empreendimento, no qual a variabilidade externa, e não apenas a capacidade produtiva das equipes, condiciona o cumprimento dos compromissos semanais.

Figura 7: Evolução do PPC semanal



Fonte: Autoria própria (2026)

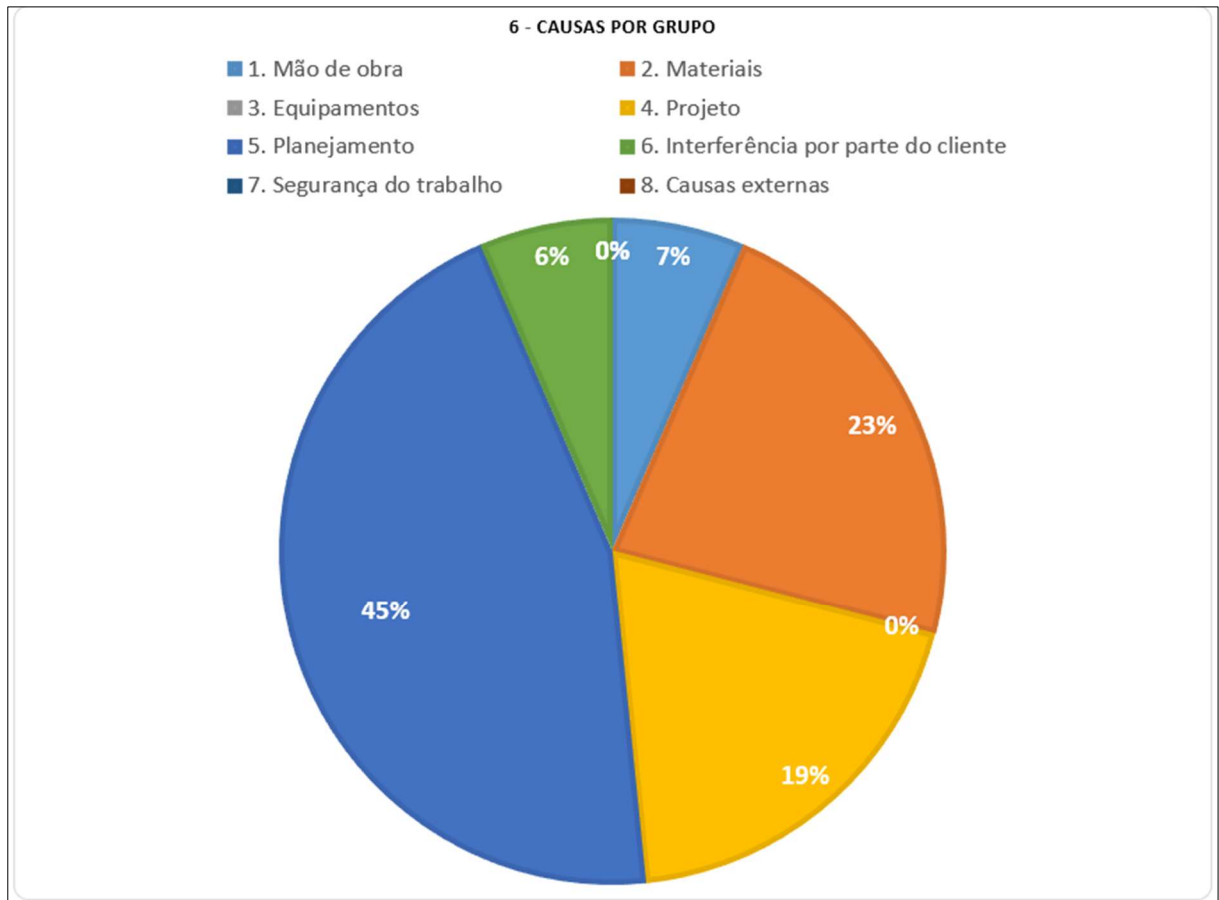
Para cada tarefa comprometida e não concluída, registrou-se a respectiva causa de não cumprimento. Ao longo dos dez ciclos foram registradas 31 ocorrências de não cumprimento. Esses resultados estão representados no Quadro 3, com a respectiva frequência absoluta e relativa, em ordem decrescente. A Figura 8 apresenta a distribuição dessas causas por grupo de origem.

Quadro 3: Causas de não cumprimento com ocorrência no período

Causa de não cumprimento	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Atraso na entrega do material	7	22,6
Modificação dos planos	7	22,6
Má especificação do pacote de trabalho	5	16,1
Alteração de projeto	3	9,7
Má qualidade do projeto	2	6,5
Interferência entre equipes de trabalho	2	6,5
Solicitação de modificação do pacote de trabalho	2	6,5
Falta de programação de mão de obra	1	3,2
Superestimação da produtividade	1	3,2
Incompatibilidade entre projetos	1	3,2
Total	31	100

Fonte: Autoria própria (2026).

Figura 8: Distribuição das causas de não cumprimento por grupo de origem



Fonte: Autoria própria (2026).

Agrupando as ocorrências por origem, as causas associadas a projeto e a alterações de planos concentraram a maior parte dos registros. Esse resultado é coerente com as características identificadas no empreendimento estudado, em particular a execução em ambiente de engenharia simultânea, com informações de projeto ainda incompletas no momento da programação, e a ocorrência de decisões e permutas recorrentes por parte do contratante. O atraso na entrega de material aponta a logística de suprimentos como o segundo eixo crítico, sensível tanto à programação interna quanto às revisões de escopo que alteram as especificações de compra ao longo da obra.

Esse padrão reforça o argumento de que a principal fonte de variabilidade no regime de administração não reside na execução em si, mas nas definições de projeto e de suprimentos, fortemente condicionada pela interferência do contratante sobre o sistema de produção. A análise das causas de não cumprimento cumpriu, assim, dupla função: além de alimentar o ciclo de melhoria contínua do sistema, forneceu evidência, quantificada pelo PPC e pela

análise das causas, para o diálogo entre construtora e contratante a respeito dos efeitos das alterações de escopo.

4.3.4 Benefícios identificados no processo de implementação

O monitoramento conduzido nos três níveis de planejamento permitiu identificar quatro benefícios decorrentes da implementação do LPS na obra Modelo, coerentes com os efeitos descritos na literatura sobre a adoção do sistema em empreendimentos de construção. Primeiro, identificou-se um aumento da eficácia do planejamento e controle, com maior confiabilidade dos prazos de entrega. A introdução do nível de médio prazo e a liberação das tarefas para o plano semanal condicionada à remoção prévia de restrições elevaram a proporção de atividades efetivamente concluídas em relação às comprometidas. A evolução do PPC ao longo dos ciclos monitorados (seção 4.3.3) fornece medida objetiva dessa confiabilidade, inexistente no processo anterior. Ballard (2000) associa esse efeito à transformação do trabalho que deve ser feito naquele que pode ser feito, mecanismo que reduz a propagação da variabilidade dos níveis superiores para a execução.

Segundo, percebeu-se um aumento da transparência quanto ao desempenho do empreendimento. O registro sistemático dos pacotes de trabalho, das restrições e das causas de não cumprimento tornou visível, para os participantes das reuniões e para o contratante, o estado real da produção e as origens dos desvios. A transparência constitui princípio da Construção Enxuta e opera pela redução da parcela invisível do processo produtivo, condição para a identificação de perdas e para a tomada de decisão descentralizada (Koskela, 2000). Na obra Modelo, a evidência quantificada pelo PPC e pela classificação das causas passou a subsidiar o diálogo técnico entre construtora e contratante a respeito dos efeitos das alterações de escopo.

Terceiro, houve um melhor conhecimento dos problemas na realização da obra. A classificação das causas de não cumprimento segundo tipologia predefinida converteu ocorrências isoladas em série de dados passível de análise. Esse procedimento evidenciou que as causas associadas a projeto e a alterações de planos concentraram a maior parte dos registros, resultado que não seria identificável no processo anterior, no qual as causas não eram formalmente registradas. O conhecimento das causas recorrentes constitui insumo do ciclo de melhoria contínua e desloca a ação gerencial do tratamento do sintoma para o tratamento da origem do problema (Ballard, 2000).

Por fim, o quarto benefício refere-se ao incremento da colaboração entre os vários participantes da obra. A realização de reuniões periódicas com a participação do engenheiro residente, dos coordenadores, dos encarregados e dos representantes das equipes subcontratadas instituiu espaço de negociação e de comprometimento coletivo com as tarefas assumidas. O comprometimento formalizado, próprio do nível de curto prazo do LPS, substitui a atribuição unilateral de tarefas pela adesão dos últimos planejadores àquilo que se comprometem a executar, elevando a confiabilidade do plano e a corresponsabilidade pelos resultados (Ballard, 2000; Howell, 1999).

Os quatro benefícios manifestaram-se de modo articulado. O aumento da confiabilidade do planejamento decorreu da preparação prévia das atividades; a preparação prévia dependeu da colaboração entre os intervenientes; e a colaboração foi sustentada pela transparência e pelo conhecimento compartilhado dos problemas da obra. Essa articulação é consistente com a caracterização do LPS como sistema para PCP, e não como conjunto de ferramentas isoladas de programação (Ballard, 2000).

4.4 Comparação entre o processo de PCP inicial e final na obra Modelo

A comparação entre o processo de PCP praticado na Empresa A (seção 4.1) e o processo de PCP implementado na obra Modelo (seções 4.2 e 4.3) evidencia diferenças de concepção, e não apenas de instrumentação. O Quadro 4 sintetiza essas diferenças segundo os atributos usualmente empregados na distinção entre PCP tradicional e o PCP orientado pelos princípios da Construção Enxuta.

O processo de PCP inicial apoiava-se em um único nível formal de planejamento, estruturado no cronograma físico-financeiro e controlado por meio das medições mensais. O detalhamento das atividades era estabelecido no início da obra, a decisão sobre a programação concentrava-se nos sócios-diretores e no engenheiro residente, e o desempenho era aferido exclusivamente por indicadores de resultado, apurados após a manifestação dos desvios. Tratava-se, portanto, de um processo de natureza retrospectiva, cuja função primordial era a prestação de contas ao contratante.

Quadro 4 – Comparação entre o sistema de planejamento existente e o novo sistema

Atributo	PCP inicial	PCP final
Base de referência	Centrado no cronograma determinístico	Múltiplas técnicas, de aplicação simples
Detalhamento das atividades	Detalhado no início da obra	Detalhamento gradual, por nível hierárquico
Tomada de decisão	Centralizada	Descentralizada
Participação dos envolvidos	Reduzida	Ampla, com comprometimento dos últimos planejadores
Ciclo de controle	Longo, de periodicidade mensal	Curto, de periodicidade semanal
Natureza dos indicadores	Indicadores de resultado	Indicadores de processo e de resultado
Ênfase do monitoramento	Monitoramento pela alta direção	Controle local, no nível da execução

Fonte: Autoria própria (2026) com base em Ballard (2000) e Koskela (2000).

O processo de PCP implementado na obra Modelo preservou o cronograma de longo prazo como instrumento de orientação e de prestação de contas, mas subordinou a ele dois níveis antes inexistentes. O detalhamento das atividades passou a ocorrer de modo gradual, à medida que se aproximam da execução. Desta forma, a decisão sobre o que será executado transferiu-se para os últimos planejadores, reunidos semanalmente. O controle passou a incorporar indicadores de processo (IRR e o PPC), capazes de sinalizar a confiabilidade do planejamento antes da ocorrência do desvio. A principal diferença reside, assim, no deslocamento do controle da esfera do resultado para a esfera do processo, deslocamento que caracteriza a transição do modelo de conversão para o modelo de transformação, fluxo e valor (Koskela, 1992; Koskela, 2000).

5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo geral implementar o LPS em um empreendimento comercial gerenciado sob o regime de contrato por administração por uma empresa de construção civil. A partir do acompanhamento da implementação, os quatro objetivos específicos foram atendidos e permitiram sistematizar as conclusões apresentadas a seguir.

Quanto ao objetivo específico (a), a caracterização do sistema de planejamento vigente na Empresa A evidenciou que a gestão da produção se apoiava em um único nível formal, que era o planejamento de longo prazo. Sua estruturação baseava-se em cronograma físico-financeiro, derivado de uma Estrutura Analítica de Projeto concebida para a composição orçamentária. Esse instrumento cumpria adequadamente a função de prestação de contas ao contratante, mas apresentava defasagem temporal em relação à execução no canteiro e baixa aderência às etapas construtivas e aos locais de execução, o que restringia sua capacidade de orientar a produção no curto prazo. Não havia nível de médio prazo, comprometimento formalizado das equipes nem indicadores de confiabilidade do planejamento. Confirmou-se, assim, a limitação apontada por Tisaka (2006) quanto às empresas que operam sob o regime de administração sem instrumentos que articulem os níveis de longo, médio e curto prazo.

Quanto ao objetivo específico (b), a reestruturação do processo de PCP baseou-se na reformulação do refinamento do Cronograma Mestre segundo a lógica de execução por local, articulado aos níveis de médio e curto prazo, ampliou a aderência do planejamento ao processo produtivo sem suprimir a função contratual de prestação de contas. O longo prazo manteve a função de orientar a direção geral da obra; o médio prazo assumiu a filtragem da variabilidade por meio da análise de restrições; e o curto prazo concentrou o comprometimento das equipes com o que seria executado. Essa articulação entre os níveis é coerente com a estrutura hierárquica proposta por Ballard (2000).

Quanto ao objetivo específico (c), o monitoramento do desempenho da produção revelou comportamentos distintos entre os níveis de planejamento. No longo prazo, o acompanhamento não permitiu a construção de indicadores confiáveis, uma vez que a linha de base permaneceu vinculada à estrutura de composição de custos e foi sucessivamente modificada pelas alterações de escopo determinadas pelo contratante, sem procedimento formal de revisão. Nos níveis de médio e de curto prazo, ao contrário, a aferição sistemática forneceu leitura objetiva da produção. A análise das causas de não cumprimento indicou que a

principal fonte de variabilidade não residiu na execução em si, mas nas definições de projeto e de suprimentos, fortemente condicionada pela interferência do contratante sobre o sistema de produção. Esse resultado é consistente com o papel atribuído ao sistema por Hamerski, Formoso e Isatto (2025), que reconhecem no LPS um instrumento para o diálogo entre construtora e contratante a respeito dos efeitos produtivos das alterações de escopo.

Em relação ao objetivo específico (d), quatro benefícios foram identificados no processo de implementação: o aumento da eficácia do planejamento e controle, com maior confiabilidade dos prazos de entrega; o aumento da transparência quanto ao desempenho do empreendimento; o melhor conhecimento dos problemas na realização da obra; e o incremento da colaboração entre os participantes da obra.

Quanto ao objetivo específico (e), a comparação entre o processo de PCP inicial e o final evidenciou que as diferenças são de concepção, e não apenas de instrumentação. O sistema anterior era centrado no cronograma determinístico, com detalhamento estabelecido no início da obra, decisão centralizada, ciclo de controle longo e indicadores exclusivamente de resultado. O novo processo de PCP adota detalhamento gradual, decisão descentralizada junto aos últimos planejadores, ciclo de controle semanal e indicadores de processo e de resultado. A principal diferença reside no deslocamento do controle da esfera do resultado para a esfera do processo, deslocamento que caracteriza a transição do modelo de conversão para o modelo de transformação, fluxo e valor (Koskela, 1992; Koskela, 2000).

De modo geral, os resultados observados são consistentes com a literatura (Ballard, 2000; Alamo; Di Gregorio, 2024; Hamerski; Formoso; Isatto, 2025) e salientam que o regime de contrato por administração, ao transferir a variabilidade de escopo e de definições de projeto para o interior do sistema de produção, torna o controle da produção por meio do LPS não apenas pertinente, mas necessário. Ao mesmo tempo, os desafios identificados em cada nível reafirmam que a eficácia do sistema depende de fatores organizacionais e comportamentais que extrapolam a dimensão técnica das ferramentas, conforme já registrado por Moreira et al. (2024).

Do acompanhamento da implementação decorrem oportunidades de melhoria aplicáveis à obra Modelo e às demais obras da Empresa A. No plano organizacional, recomenda-se a extensão do novo processo de PCP para todas as obras da empresa, de modo a consolidar as

rotinas de médio e de curto prazo como prática gerencial corrente, e não como experiência isolada.

No planejamento de longo prazo, recomenda-se a adoção de indicadores mais avançados, tais como o desvio de ritmo, o avanço físico com terminalidade, o controle do trabalho em progresso e o controle de aderência ao lote pequeno. A obtenção desses indicadores requer, contudo, a modificação prévia da forma de elaboração do plano de longo prazo, cuja estruturação pela técnica de linha de balanço constitui alternativa aplicável a obras futuras.

No planejamento de médio prazo, recomenda-se tornar mais sistemático o controle dos indicadores, notadamente o registro das restrições identificadas e removidas por ciclo e a classificação das restrições por categoria. Recomenda-se, ainda, a inclusão dos encarregados nas reuniões desse nível, hoje restritas à equipe de coordenação.

No planejamento de curto prazo, recomenda-se ampliar a participação dos encarregados nas reuniões, incluindo os representantes das empresas subcontratadas, de modo a fortalecer o comprometimento dos últimos planejadores com as tarefas assumidas.

Quanto à condução das rotinas, recomenda-se a elaboração de roteiros para as reuniões de médio e de curto prazo, com atenção específica à discussão dos indicadores, o que confere previsibilidade aos encontros e reduz a dependência da atuação individual dos participantes. Por fim, recomenda-se a melhoria da infraestrutura do canteiro destinada ao sistema de planejamento — em particular a disponibilização de televisor ou projetor e de impressora —, condição para a gestão visual e para o princípio de transparência preconizado pela filosofia enxuta (Koskela, 2000).

Em síntese, a implementação do LPS no empreendimento estudado confirmou a pertinência do sistema como resposta às exigências do regime de contrato por administração, ao mesmo tempo em que evidenciou que sua eficácia depende da consolidação das rotinas gerenciais, da capacitação e do engajamento dos envolvidos e da relação com o contratante. As estratégias sistematizadas neste capítulo pretendem contribuir para que a adoção do sistema, iniciada de forma pontual neste empreendimento, evolua para uma prática permanente e integrada à gestão da produção da empresa.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 9001:2015 — Sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ALAMO, Juanita Almeida; DI GREGORIO, Leandro Torres. Desafios e benefícios da implementação do sistema last planner na construção civil. **Revista Boletim do Gerenciamento**, n. 43, p. 12-23, 2024.

ALVARENGA, Maria Gabriela de Lima; CARVALHO, Ramon Silva de; SPERANZA, Daniel Hecht. Construção Enxuta: definição e aplicações no canteiro de obras. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 11, n. 3, p. 16-27, set. 2019.

ANJOS, Mayse; OLIVEIRA, Meire Ramalho. Implantação do programa 5S em um canteiro de obras: um estudo de caso em Itabuna-BA. **ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v. 5, n. 1, p. 136-155, jan./jun. 2018.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Greg. Shielding production: essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 1, p. 11-17, jan./fev. 1998.

BALLARD, Herman Glenn. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. 192 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham, Birmingham, UK, 2000.

BRASIL. **Lei n.º 4.591, de 16 de dezembro de 1964**. Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. Brasília, DF: Presidência da República, 1964.

BRASIL. **Lei n.º 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Brasília, DF: Presidência da República, 2002.

BRASIL. **Lei n.º 14.133, de 1.º de abril de 2021**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF: Presidência da República, 2021.

BUENO, André. Sistema Toyota de Produção e Lean Manufacturing. **Revista Gestão Industrial**, v. 17, n. 2, p. 45-62, 2021.

CODINHOTO, Ricardo et al. Análise de restrições: definição e indicador de desempenho. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2002.

FERREIRA, Karine Araujo; FIUZA, Gabriela Costa Pinto; OLIVEIRA, Paula Cristine Leal. Uma revisão sistemática sobre ferramentas e técnicas adotadas na construção enxuta. In: XL ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2020, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2020.

FORMOSO, Carlos T. (org.). **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 2001.

HAMERSKI, Douglas Comassetto; FORMOSO, Carlos Torres; ISATTO, Eduardo Luis. Aplicação do sistema last planner em empreendimentos complexos de reforma. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO (SIBRAGEC), 2025, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2025.

HAMZEH, Farook R.; BALLARD, Glenn; TOMMELEIN, Iris D. Rethinking Lookahead planning to optimize construction workflow. **Lean Construction Journal**, p. 15-34, 2012.

HOPP, Wallace J.; SPEARMAN, Mark L. **Factory physics: foundations of manufacturing management**. 2. ed. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 2000.

HOWELL, Gregory A. What is Lean Construction - 1999. In: TOMMELEIN, Iris D.; BALLARD, Glenn (org.). **Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7)**. Berkeley, CA: University of California, 1999. p. 1-10.

KERN, Andrea Parisi; FORMOSO, Carlos Torres. Um modelo de gestão de custos adequado ao planejamento e controle da produção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 33-46, abr./jun. 2006.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report nº 72. Stanford: CIFE, 1992.

KOSKELA, Lauri. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. Tese (Doutorado) — Helsinki University of Technology, Espoo, Finlândia, 2000.

LAUFER, Alexander; HOWELL, Gregory A. Construction planning: revising the paradigm. **Project Management Journal**, v. 24, n. 3, p. 23-33, 1993.

LAUFER, Alexander; TUCKER, Richard L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, v. 5, n. 3, p. 243-266, 1987.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Produção**, v. 19, n. 2, p. 388-399, 2009.

MOREIRA, Luiza et al. Tendências de pesquisa em Construção Enxuta: uma revisão sistemática de literatura. **Journal of Lean Systems**, v. 9, n. 1, p. 20-42, 2024.

SANTOS, L. L. M. et al. Construção enxuta aplicada à construção civil. **REDE - Revista Expressão da Estácio**, v. 4, p. 13-26, 2020.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Pini, 2006.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Para aprimorar a qualidade e o rigor deste Trabalho de Conclusão de Curso, foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial (IA) no processo de revisão textual e no auxílio à pesquisa bibliográfica. Especificamente, o agente de IA Claude foi empregado para:

- Revisão e Sugestão de Melhorias Textuais: Análise crítica da estrutura, clareza e coesão do texto, bem como sugestões para aprimoramento da linguagem técnica e acadêmica.
- Auxílio à Pesquisa Bibliográfica: Identificação de referências atuais e relevantes, análise de conteúdo de documentos técnicos e normativos, e sugestões para aprofundamento em tópicos específicos relacionados ao LPS e sua implementação.
- Auxílio à elaboração de planilhas: Análise crítica da estrutura de planilhas no software Excel e elaboração de gráficos a partir dos dados gerados.

O uso da IA teve como objetivo otimizar o processo de escrita e pesquisa e monitoramento de dados, garantindo maior eficiência e acesso a um vasto volume de informações, sempre sob a supervisão e validação final do autor e do orientador e coorientador. A responsabilidade pelo conteúdo final e pelas ideias apresentadas no trabalho permanece integralmente do autor.