ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Análise da eficácia do gerenciamento da produção a partir do uso de indicadores de controle de curto prazo

Analyzing the effectiveness of production management using short-term control indicators

José Edmar Sampaio Batista Filho
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | jedmarsbfilho@gmail.com
José de Paula Barros Neto
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | jpbarros@ufc.br

Resumo

Este artigo visa analisar as deficiências do processo de gerenciamento com base no uso de indicadores de desempenho de curto prazo, sob a perspectiva do Last Planner System. Inicialmente, será apresentada a revisão da literatura que aborda os fundamentos do Planejamento e Controle da Produção. Em seguida, o método de pesquisa consistirá em avaliar a estruturação do planejamento e os efeitos causados pelo planejamento de curto prazo. Neste contexto, espera-se contribuir para a gestão da produção, por meio da avaliação de algumas considerações feitas ao longo da elaboração do plano master, as quais influenciam diversos indicadores, evitando, desta forma, conclusões incoerentes sobre atraso de obra, prejuízos financeiros e falta de qualidade. Ou seja, mesmo com a disseminação da técnica de pacotização de serviços (de acordo com preceitos do Lean Construction), deve-se levar em conta o processo executivo adotado pela equipe de obra, de modo a evitar agrupamentos que impactem o PPC (Percentual de Pacotes Concluídos), por exemplo. Por fim, apresentar-se-á ações relacionadas ao processo de reprogramação (como "quebra" de pacote), para definição de metas mais realistas e controláveis.
Palavras-chave: Gestão da produção. Planejamento de obra. Controle da produção. Last Planner System. Planejamento de curto prazo. Indicadores de curto prazo.

Abstract

This article aims to analyze the deficiencies of the management process based on the use of short-term performance indicators from the perspective of the Last Planner System. Initially, a literature review will be presented that addresses the fundamentals of Production Planning and Control. Then, the research method will consist of evaluating the structuring of planning and the effects caused by short-term planning. In this context, it is expected to contribute to production management by evaluating some considerations made during the development of the master plan, which influence various indicators, thus avoiding inconsistent conclusions about construction delays, financial losses, and lack of quality. In other words, even with the

Como citar:
BATISTA JUNIOR, J.E.S.; BARROS NETO, J.P. Análise da eficácia do gerenciamento da produção a partir do uso de indicadores de controle de curto prazo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

dissemination of the service packaging technique (according to Lean Construction precepts), the executive process adopted by the construction team must be taken into account to avoid groupings that impact the PPC (Percentage of Packages Completed), for example. Finally, actions related to the reprogramming process (such as "breaking" packages) will be presented to define more realistic and controllable goals.

Keywords: Production management. Construction planning. Production control. Last Planner System. Short-term planning. Short-term indicators.

INTRODUÇÃO

A construção civil enfrenta desafios devido à falta de uma cultura geral de planejamento estratégico, deficiência na definição de metas e avaliações insuficientes das capacidades próprias e dos concorrentes.

A deficiência no planejamento e controle das obras leva a baixa produtividade e eficiência, gerando perdas e baixa qualidade nos produtos [1][2].

Alguns autores enfatizam a necessidade de um sistema de controle associado ao planejamento, estruturado em níveis hierárquicos: estratégico, tático e operacional [3]. Neste contexto, o Last Planner System (LPS) utiliza indicadores, como o Percentual de Pacotes Concluídos (PPC), para monitorar a eficácia dos planos.

Desta forma, falhas na comunicação entre escritório e obra, inadequação do cronograma base e ineficiências nas reuniões de curto prazo podem impactar o controle de custos, produtividade e cronograma.

A pesquisa tem por objetivo analisar e detalhar os resultados de curto prazo (em um horizonte de 8 meses) para atestar a eficácia do processo de planejamento e controle (PCP) de uma obra vertical. De modo a mapear as principais atividades ofensoras dos indicadores, como o PPC (Percentual de Pacotes Concluídos), e determinar se a causa deste resultado diz respeito aos fluxos de obra (ineficiência do empreiteiro) ou ao modo como o serviço foi planejado.

Portanto, este trabalho avalia o processo inicial de definição de lotes de produção e diagramas de rede, com o objetivo de entender se as atividades se prolongam na linha de balanço devido à falta de produtividade ou falhas no processo de PCP.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

PLANEJAMENTO POR LINHA DE BALANÇO

A Linha de Balanço é uma técnica de planejamento que considera o caráter repetitivo das atividades de uma edificação. Por ser uma técnica eminentemente gráfica (visual) torna-se um valioso aliado nas comunicações em obra. Por meio da Linha de Balanço, o engenheiro da obra passa a ter uma visão mais simples e direta da execução dos serviços, além de servir como ferramenta de apoio na melhoria da produtividade e qualidade nos canteiros [4].

LAST PLANNER SYSTEM

A busca por reduzir os impactos negativos da variabilidade e aumentar a confiabilidade do fluxo de trabalho levou ao desenvolvimento do Last Planner System (LPS) para

planejamento e controle da produção. Este sistema foi implementado com sucesso em projetos de construção para aumentar a confiabilidade do planejamento, melhorar o desempenho da produção e criar um fluxo de trabalho previsível [5][6][7][8].

O Last Planner System apresenta as seguintes premissas: (1) planejar com mais detalhes à medida que você se aproxima da execução do trabalho, (2) desenvolver o plano de trabalho com quem vai executar o trabalho, (3) identificar e remover restrições antecipadamente em equipe para preparar o trabalho e aumentar a confiabilidade dos planos de trabalho (4) traçar planos alcançáveis e impulsionar a execução do trabalho com base na coordenação e negociação ativa com parceiros comerciais e participantes do projeto, e (5) aprender com as falhas de planejamento, encontrando as causas profundas e a tomada de medidas preventivas [7].

INDICADORES PRINCIPAIS

O Índice de Desempenho de Prazo (IDP) mede a eficiência do desempenho do cronograma em um projeto. É calculado dividindo o Valor Agregado (VA) pelo Valor Planejado (VP). Um IDP maior que 1 indica que o projeto está adiantado, enquanto um IDP menor que 1 sugere que o projeto está atrasado.

O Índice de Desempenho de Custos (IDC) mede a eficiência da utilização de custos em um projeto. É calculado dividindo o Valor Agregado (VA) pelo Custo Real (CR). Um IDC maior que 1 indica que o projeto está abaixo do orçamento, enquanto um IDC menor que 1 sugere que o projeto está acima do orçamento.

A Curva S é uma representação gráfica de custos acumulados ou progresso do trabalho ao longo do tempo em um projeto. Geralmente começa lentamente, acelera conforme o trabalho avança e depois se estabiliza à medida que o projeto se aproxima da conclusão.

O Percentual de Pacotes Concluídos (PPC) refere-se ao percentual de pacotes de trabalho que foram concluídos com sucesso em comparação com o número total de pacotes de trabalho planejados no projeto. Ele fornece insights sobre o progresso geral do projeto e o status de conclusão.

DIGITALIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO

As simulações digitais contemporâneas consistem principalmente em modelos paramétricos utilizados para representar cenários do mundo real [9][10][11]. Esses modelos oferecem a oportunidade de explorar várias variáveis do sistema e observar seus efeitos sob diferentes combinações [12][13].

Em contraste, as simulações físicas capacitam a tomada de decisões ativa e autônoma [13][14]. Ao representar visualmente processos e métricas, elas facilitam a compreensão dos resultados das decisões e implicações estratégicas [15], promovendo a aprendizagem experiencial dos princípios Lean dentro de ambientes de aprendizagem adaptáveis e dinâmicos.

Enquanto as simulações digitais proporcionam benefícios adicionais: são mais adaptáveis do que as simulações físicas em relação ao tempo, espaço e número de

participantes [16], reduzindo assim os esforços de configuração e limpeza de recursos [17], bem como implicações de custo [9].

MÉTODO DE PESQUISA

FASE 1 – IDENTIFICAÇÃO

O estudo foi realizado em uma obra de uma grande construtora de São Paulo, a qual trabalha essencialmente com empreendimentos verticais populares (financiados pelo programa Minha Casa, Minha Vida), além de possuir capital aberto na bolsa de valores. Devido a vasta experiência de mercado e busca por desburocratização da operação, esta empresa optou por utilizar mão de obra essencialmente terceirizada em suas obras. Para esta construtora, é muito mais interessante continuar com empresas parceiras de longa data para execução de serviços por empreitada global do que contratar mão de obra própria para executá-los.

O software de gestão de obras utilizado nas análises foi o Agilean, o qual consiste em plataformas multifuncionais para planejamento e acompanhamento de indicadores. Esta ferramenta foi essencial para a evolução do controle das obras da construtora analisada.

Então, utilizando o software Agilean, analisou-se o histórico do PPC (Percentual de Pacotes Concluídos) da obra, com o intuito de mapear as atividades que estavam contribuindo para o indicador de forma mais significativa e atestar se as células de produção e o sequenciamento executivo da obra foram estruturados de maneira correta. Nesta fase, é muito importante a avaliação dos processos construtivos utilizados na obra, para que a análise comparativa entre planejado e realizado seja possível.

FASE 2 – ANÁLISE DA EFICÁCIA DA REPROGRAMAÇÃO

O processo de análise iniciou-se pelas falhas no acompanhamento da obra, possivelmente relacionadas ao fluxo de reprogramação. Este processo envolve conferência de medições, replanejamento de serviços e realocação de equipes para estabelecer metas para o período seguinte. Os relatórios de metas dos períodos com os piores resultados de PPC foram analisados para a identificação das atividades que deveriam ter sido reprogramadas, destacando o impacto desses equívocos nos indicadores.

FASE 3 – ANÁLISE DA EFICÁCIA DO PLANEJAMENTO

Na análise, tratou-se como crucial avaliar não apenas o PPC, mas também o indicador de prazo, visando a harmonia entre o IDP e o PPC. Além disso, avaliou-se o planejamento de acordo com os resultados do controle de curto prazo, considerando problemas como terminalidade de atividades e baixos valores de PPC. Essa avaliação visa determinar se as deficiências estão em alguma das etapas do PCP (como definição das células de produção, das redes de precedência por zona de execução ou do

dimensionamento dos pacotes de trabalho) ou se são causadas por fatores externos (como baixa produtividade, falta de material ou falhas no acompanhamento da obra).

RESULTADOS

Para a análise proposta pela Fase 1 da metodologia, foi registrado o PPC de cada obra desde janeiro/23 até agosto/23, de acordo com a Tabela 1, de modo a classificar o resultado de cada período e mapear as metas dos períodos com os menores valores do indicador.

Para a classificação da criticidade do PPC de cada período, consideraram-se os critérios propostos abaixo (ruim, mediano e bom) [18]. Desta forma, seguem abaixo os dados levantados:

Tabela 1: PPC por período

Período / Obra	jan/23	fev/23	mar/23	abr/23	mai/23	jun/23	jul/23	ago/23
Obra 1	64,71%	75,81%	91,06%	5,45%	54,01%	84,34%	47,83%	80,00%
Obra 2	45,45%	28,57%	91,43%	81,58%	79,76%	79,35%	56,78%	81,91%
Obra 3				66,67%	100,00%	87,50%	93,51%	79,45%

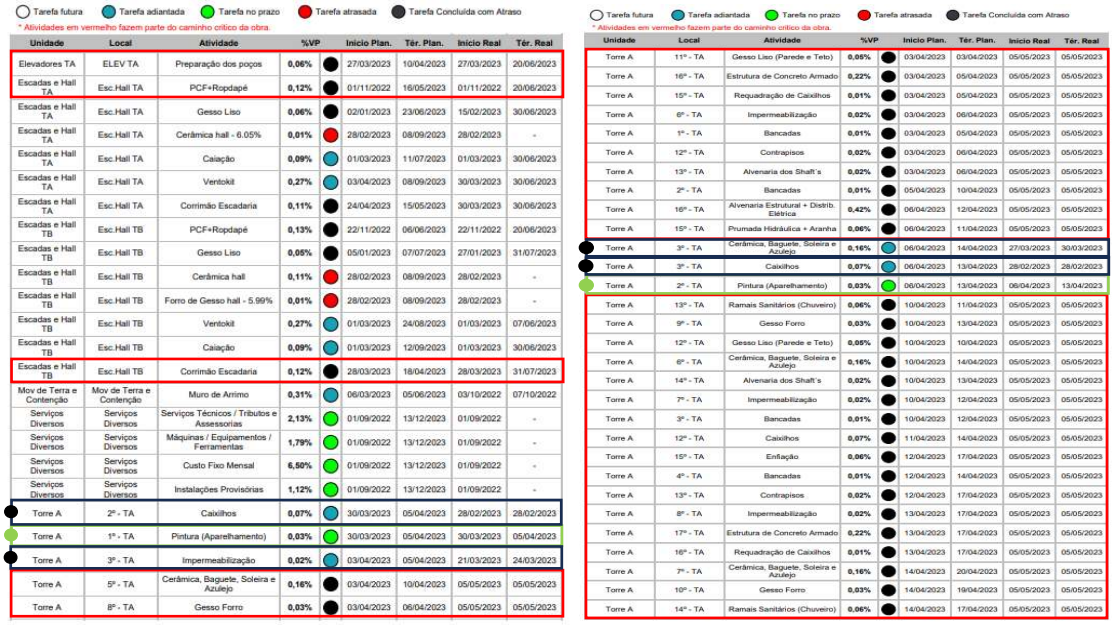
Ruim	PPC<60%
Mediano	60%<PPC<80%
Bom	PPC>80%

Fonte: o autor.

Para simplificar a análise proposta pela Fase 2, por meio do relatório de metas dos períodos com os piores resultados de PPC de cada obra, registrou-se o pior mês de uma das obras (no caso, mês de abril na Obra 1) e marcaram-se todos os pacotes de serviço planejados que não foram concluídos com vermelho. Os pacotes que estavam adiantados foram marcados com preto. E os pacotes concluídos no prazo foram marcados com verde. De modo a tornar visual o volume de pacotes atrasados e, a partir destas atividades, iniciar a avaliação das causas do não cumprimento das metas, levando-se em conta dois fatores: reprogramação e medição.

Sendo assim, obtêm-se os seguintes resultados:

Figura 1: Parte da tabela de metas do período de abril (Obra 1)



Tarefa futura | Tarefa adiantada | Tarefa no prazo | Tarefa atrasada | Tarefa Concluída com Atraso

* Atividades em vermelho fazem parte do caminho crítico da obra.

Unidade	Local	Atividade	%VP	Início Plan.	Tér. Plan.	Início Real	Tér. Real
Elevadores TA	ELEV TA	Preparação dos poços	0,06%	27/03/2023	10/04/2023	27/03/2023	20/06/2023
Escadas e Hall TA	Esc.Hall TA	PCF+Ropdapé	0,12%	01/11/2022	16/05/2023	01/11/2022	20/06/2023
Escadas e Hall TA	Esc.Hall TA	Gesso Liso	0,06%	02/01/2023	23/06/2023	15/02/2023	30/06/2023
Escadas e Hall TA	Esc.Hall TA	Cerâmica hall - 6,05%	0,01%	28/02/2023	08/09/2023	28/02/2023	-
Escadas e Hall TA	Esc.Hall TA	Caiação	0,09%	01/03/2023	11/07/2023	01/03/2023	30/06/2023
Escadas e Hall TA	Esc.Hall TA	Ventokit	0,27%	03/04/2023	08/09/2023	30/03/2023	30/06/2023
Escadas e Hall TA	Esc.Hall TA	Corrimão Escadaria	0,11%	24/04/2023	15/05/2023	30/03/2023	30/06/2023
Escadas e Hall TB	Esc.Hall TB	PCF+Ropdapé	0,13%	22/11/2022	06/06/2023	22/11/2022	20/06/2023
Escadas e Hall TB	Esc.Hall TB	Gesso Liso	0,05%	05/01/2023	07/07/2023	27/01/2023	31/07/2023
Escadas e Hall TB	Esc.Hall TB	Cerâmica hall	0,11%	28/02/2023	08/09/2023	28/02/2023	-
Escadas e Hall TB	Esc.Hall TB	Forro de Gesso hall - 5,99%	0,01%	28/02/2023	08/09/2023	28/02/2023	-
Escadas e Hall TB	Esc.Hall TB	Ventokit	0,27%	01/03/2023	24/08/2023	01/03/2023	07/06/2023
Escadas e Hall TB	Esc.Hall TB	Caiação	0,09%	01/03/2023	12/09/2023	01/03/2023	30/06/2023
Escadas e Hall TB	Esc.Hall TB	Corrimão Escadaria	0,12%	28/03/2023	18/04/2023	28/03/2023	31/07/2023
Mov de Terra e Contenção	Mov de Terra e Contenção	Muro de Arrimo	0,31%	06/03/2023	05/06/2023	03/10/2022	07/10/2022
Serviços Diversos	Serviços Diversos	Serviços Técnicos / Tributos e Assessorias	2,13%	01/09/2022	13/12/2023	01/09/2022	-
Serviços Diversos	Serviços Diversos	Máquinas / Equipamentos / Ferramentas	1,79%	01/09/2022	13/12/2023	01/09/2022	-
Serviços Diversos	Serviços Diversos	Custo Fixo Mensal	6,50%	01/09/2022	13/12/2023	01/09/2022	-
Serviços Diversos	Serviços Diversos	Instalações Provisórias	1,12%	01/09/2022	13/12/2023	01/09/2022	-
Torre A	2º - TA	Caixilhos	0,07%	30/03/2023	05/04/2023	28/02/2023	28/02/2023
Torre A	1º - TA	Pintura (Aparelhamento)	0,03%	30/03/2023	05/04/2023	30/03/2023	05/04/2023
Torre A	3º - TA	Impermeabilização	0,02%	03/04/2023	05/04/2023	21/03/2023	24/03/2023
Torre A	5º - TA	Cerâmica, Baguete, Soleira e Azulejo	0,16%	03/04/2023	10/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	8º - TA	Gesso Forro	0,03%	03/04/2023	06/04/2023	05/05/2023	05/05/2023

Tarefa futura | Tarefa adiantada | Tarefa no prazo | Tarefa atrasada | Tarefa Concluída com Atraso

* Atividades em vermelho fazem parte do caminho crítico da obra.

Unidade	Local	Atividade	%VP	Início Plan.	Tér. Plan.	Início Real	Tér. Real
Torre A	11º - TA	Gesso Liso (Parede e Teto)	0,05%	03/04/2023	03/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	16º - TA	Estrutura de Concreto Armado	0,22%	03/04/2023	05/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	15º - TA	Requadração de Caixilhos	0,01%	03/04/2023	05/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	6º - TA	Impermeabilização	0,02%	03/04/2023	06/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	1º - TA	Bancadas	0,01%	03/04/2023	05/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	12º - TA	Contrapisos	0,02%	03/04/2023	06/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	13º - TA	Alvenaria dos Shaft´s	0,02%	03/04/2023	06/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	2º - TA	Bancadas	0,01%	05/04/2023	10/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	16º - TA	Alvenaria Estrutural + Distrib. Elétrica	0,42%	06/04/2023	12/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	15º - TA	Prumada Hidráulica + Aranha	0,06%	06/04/2023	11/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	3º - TA	Cerâmica, Baguete, Soleira e Azulejo	0,16%	06/04/2023	14/04/2023	27/03/2023	30/03/2023
Torre A	3º - TA	Caixilhos	0,07%	06/04/2023	13/04/2023	28/02/2023	28/02/2023
Torre A	2º - TA	Pintura (Aparelhamento)	0,03%	06/04/2023	13/04/2023	06/04/2023	13/04/2023
Torre A	13º - TA	Ramais Sanitários (Chuveiro)	0,06%	10/04/2023	11/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	9º - TA	Gesso Forro	0,03%	10/04/2023	13/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	12º - TA	Gesso Liso (Parede e Teto)	0,05%	10/04/2023	10/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	6º - TA	Cerâmica, Baguete, Soleira e Azulejo	0,16%	10/04/2023	14/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	14º - TA	Alvenaria dos Shaft´s	0,02%	10/04/2023	13/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	7º - TA	Impermeabilização	0,02%	10/04/2023	12/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	3º - TA	Bancadas	0,01%	10/04/2023	12/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	12º - TA	Caixilhos	0,07%	11/04/2023	14/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	15º - TA	Enfiação	0,06%	12/04/2023	17/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	4º - TA	Bancadas	0,01%	12/04/2023	14/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	13º - TA	Contrapisos	0,02%	12/04/2023	17/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	8º - TA	Impermeabilização	0,02%	13/04/2023	17/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	17º - TA	Estrutura de Concreto Armado	0,22%	13/04/2023	17/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	16º - TA	Requadração de Caixilhos	0,01%	13/04/2023	17/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	7º - TA	Cerâmica, Baguete, Soleira e Azulejo	0,16%	14/04/2023	20/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	10º - TA	Gesso Forro	0,03%	14/04/2023	19/04/2023	05/05/2023	05/05/2023
Torre A	14º - TA	Ramais Sanitários (Chuveiro)	0,06%	14/04/2023	17/04/2023	05/05/2023	05/05/2023

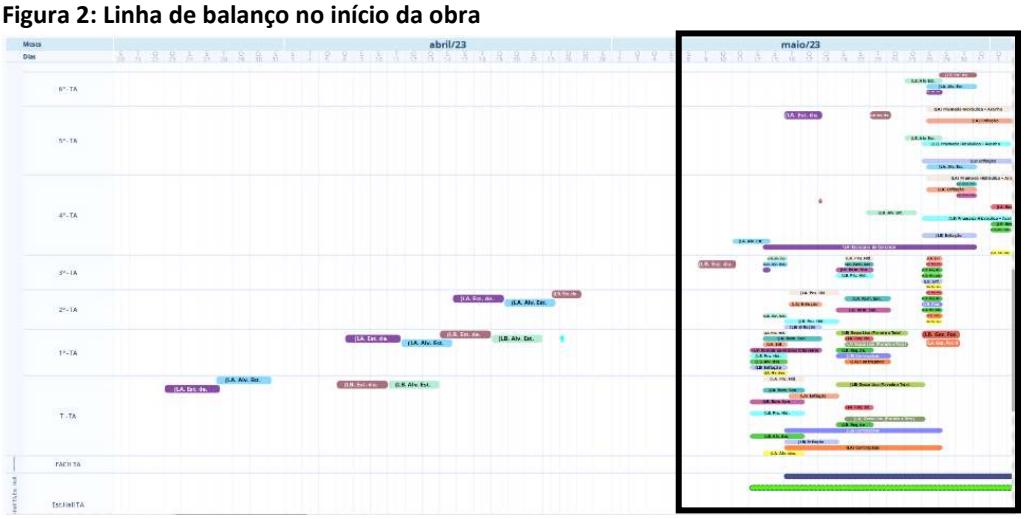
Nota: Relatório de atividades, extraído do Portal Agilean. Fonte: Agilean.

A Figura 1 apresenta parte de um resumo das atividades em andamento ou concluídas ao longo do mês de abril/2023. Nesta imagem, podemos verificar as datas de término planejada e realizada, de modo a atestar que apenas as atividades circuladas em verde foram de fato concluídas no período planejado inicialmente. Ao calcular o PPC deste mês, percebe-se que o resultado deveria ser 7,02% em divergência com o dado apresentado na Tabela 1, devido ao ajuste da data de término de dois serviços (o término realizado correto foi em abril).

No Agilean, a tabela de metas é atualizada com cada reprogramação, refletindo avanços retroativos. A data de término planejada é a data de reprogramação, impactando as datas planejadas, mas as atividades são contabilizadas como planejadas no período anterior. A medição retroativa de algumas atividades fora do período de fevereiro indica uma deficiência no controle, corrigida na consolidação de maio, evidenciando a necessidade de reprogramação.

Em resumo, o relatório destaca inconsistências no PPC, deficiências no controle e a necessidade de reprogramação, além de apontar lacunas e excesso de atividades incompatíveis com os princípios Lean, evidenciando imaturidade da equipe em relação à metodologia.

Figura 2: Linha de balanço no início da obra



Nota: Linha de balanço, gerada pelo software Agilean. Fonte: Agilean.

Por sua vez, para facilitar a Fase 2 do estudo, analisou-se novamente a Obra 1. Verifica-se na Figura 2 que três dos onze princípios Lean foram negligenciados no acompanhamento deste empreendimento. Primeiramente, o princípio de reduzir o ciclo de construção destaca a importância de diminuir tempos além do processamento, visando atividades que não agregam valor, contrastando com a linha reprogramada, a qual apresenta diversas “esperas” entre os serviços executados em abril/23. Posteriormente, a necessidade de aumentar a transparência dos processos, essencial para criar uma cultura de melhoria contínua e redução de desperdícios, requer processos bem definidos e claros para todos os envolvidos. Por fim, o foco no controle do processo como um todo ressalta a importância de medir e controlar os processos para identificar desperdícios e promover a melhoria contínua. Sendo estes dois últimos princípios infringidos pela ineficácia apresentada no fluxo de medição, evidenciada pela quantidade excessiva de atividades concentradas na segunda quinzena de maio/23.

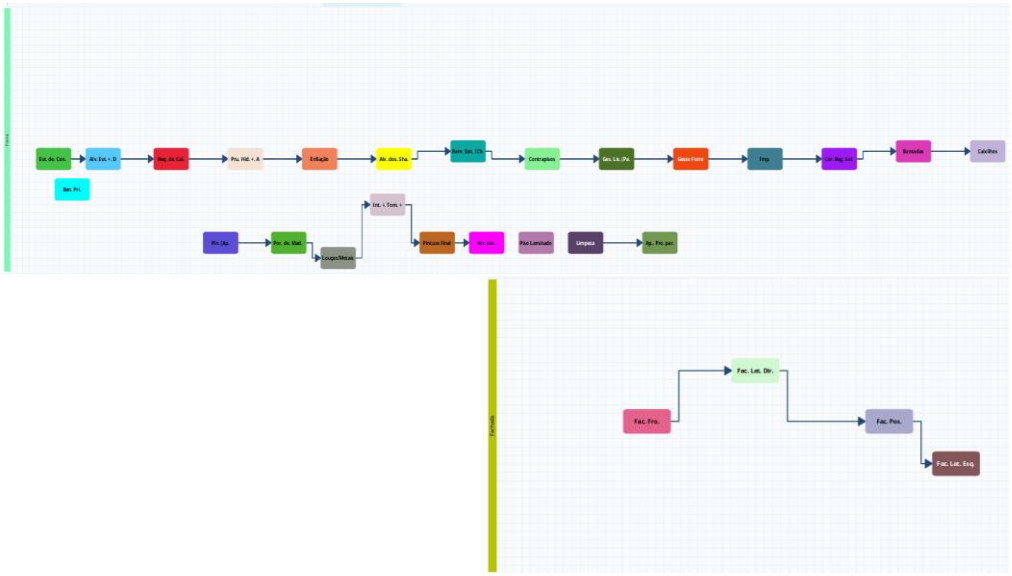
Na análise da Fase 3 da metodologia, novamente a Obra 1 foi utilizada. A avaliação se inicia pela definição das zonas de trabalho e das redes de precedência do empreendimento, buscando identificar possíveis equívocos. As macroetapas de obra consideradas são a execução da estrutura, vedações/revestimento e acabamentos. A estruturação do planejamento da obra, com enfoque nas torres e fachadas, é apresentada para análise detalhada (vide Figuras 3 e 4). Essa abordagem visa identificar e corrigir eventuais falhas na elaboração do planejamento, especialmente nas áreas críticas da execução.

Figura 3: Células de produção (Obra 1)



Nota: Estrutura Hierárquica de Zonas de Trabalho determinada dentro do Agilean. Fonte: Agilean.

Figura 4: Sequenciamento executivo (Obra 1)

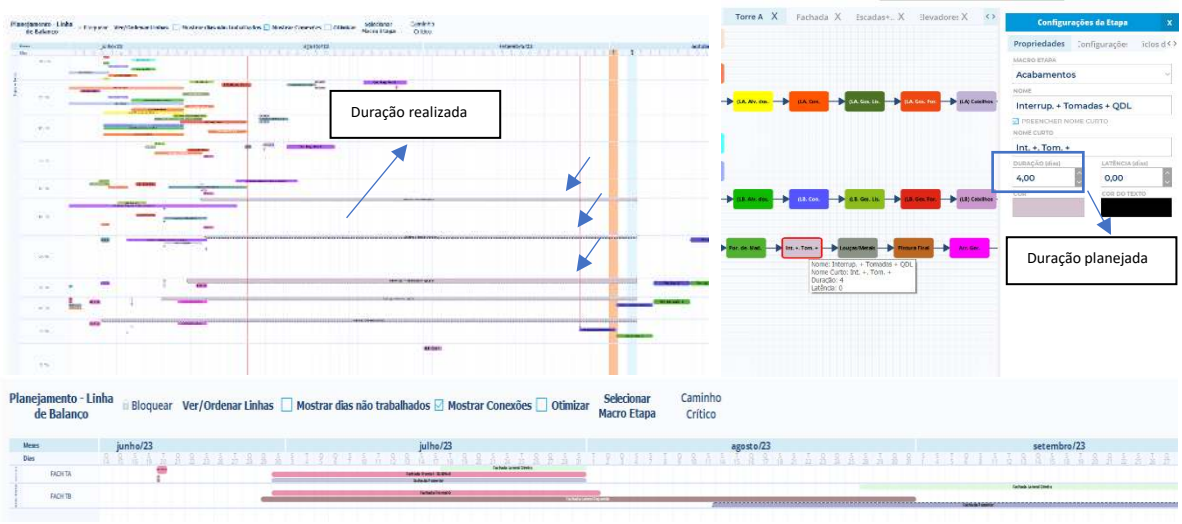


Nota: Diagramas de rede determinados dentro do Agilean. Fonte: Agilean.

Na obra analisada, cada torre possui divisão física única, mas os acabamentos começam nos apartamentos sem elevador cremalheira. Quanto às fachadas, há duas definições: uma única célula de produção e os panos da fachada como pacotes de trabalho. Essa estruturação impactou negativamente o PPC, pois os serviços de acabamento dos pavimentos tipo e da fachada, não discriminados adequadamente, estenderam-se por meses, contrariando a programação original de execução em poucos dias.

Seguem exemplos abaixo.

Figura 5: Atividades em andamento por longo período



Nota: Relação entre diagramas de rede e Linha de Balanço. Fonte: Agilean.

Além da análise do principal indicador de curto prazo e do processo de estruturação do planejamento, incluiu-se o registro do índice de Desempenho de Prazo (IDP), indicador de andamento físico de longo prazo. A classificação do IDP, baseada nos valores, adota verde para IDP igual ou maior que 1 (obra no prazo ou adiantada), amarelo para IDP entre 0,9 e 1 (próximo ao planejado) e vermelho para IDP menor que 0,9 (obra divergindo consideravelmente do planejado), conforme apresentado na tabela de resultados de janeiro a agosto deste ano.

Tabela 2: IDP por período

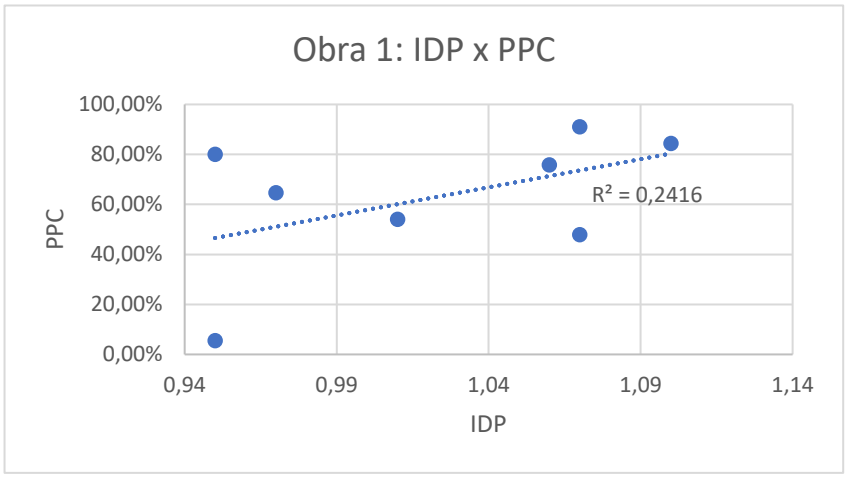
Período / Obra	jan/23	fev/23	mar/23	abr/23	mai/23	jun/23	jul/23	ago/23
Obra 1	0,97	1,06	1,07	0,95	1,01	1,10	1,07	0,95
Obra 2	0,82	0,94	0,96	1,05	1,11	1,11	1,03	1,03
Obra 3				1,00	1,09	1,14	1,26	1,19

	Bom (IDP ≥ 1)
	Mediano (1 > IDP ≥ 0,9)
	Ruim (IDP < 0,9)

Fonte: o autor.

O motivo deste registro relaciona-se com o fato de que, mesmo com um alto IDP, pode-se verificar um baixo PPC e vice-versa. Inclusive, para complementar esta análise, elaborou-se um gráfico IDP x PPC da Obra 1, onde cada ponto corresponde a um período (mês) de trabalho. Este gráfico demonstrou baixíssima correlação entre os dois indicadores. Isto reforça a importância dos “horizontes de tempo” determinados a partir do LPS, para uma avaliação completa do andamento da obra. Ou seja, os resultados globais da obra podem estar adequados, porém o dia a dia no canteiro pode não ter fluxos bem definidos (checkin e checkout, reuniões semanais, replanejamentos, etc.) comprometendo os resultados de curto prazo.

Gráfico 1: IDP x PPC (Obra 1)



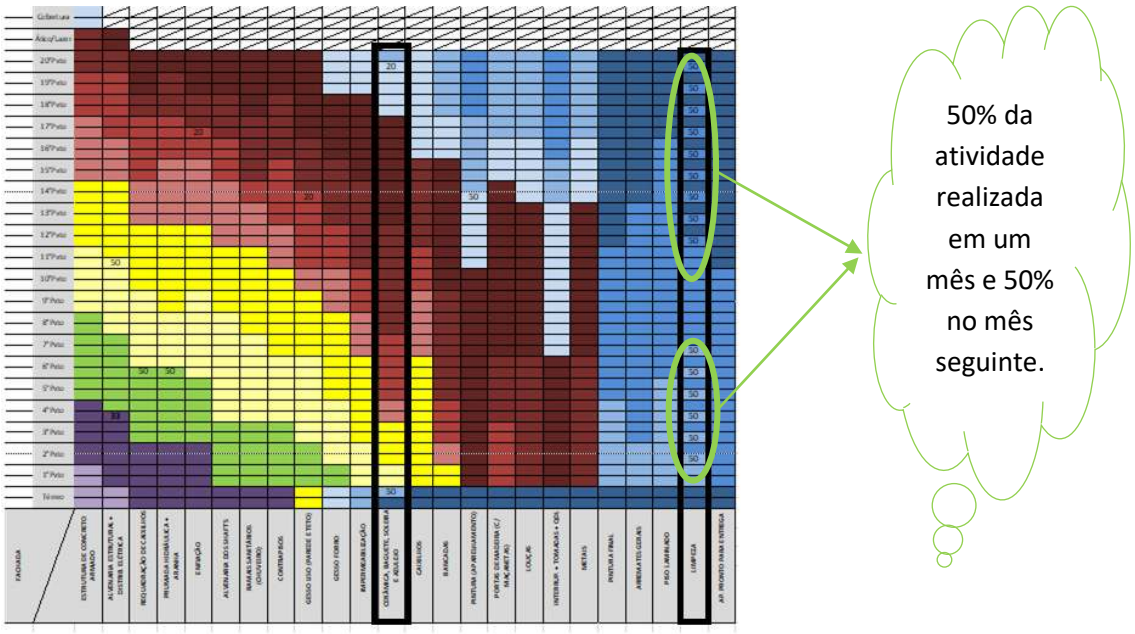
Fonte: o autor.

Dessa forma, observa-se que, nos períodos com piores resultados de PPC, o IDP permaneceu estável. Isso pode indicar duas situações: as obras cumprem o avanço global planejado, apesar de falhas no planejamento e controle da produção, ou apresentam um bom resultado geral devido ao adiantamento de atividades futuras.

A centralização em indicadores como IDC, IDP e Curva S pode negligenciar ações semanais/mensais impactando desembolsos financeiros, crucial em obras “por administração” ou financiadas.

Por fim, para avaliar a produtividade do terceirizado, a construtora utiliza o gráfico "Escadinha Executado" (vide Figura 6), estabelecendo o ritmo de execução (cada cor representa um mês de obra) dos serviços nos pavimentos tipo, considerando percentuais de avanço em cada período e pavimento.

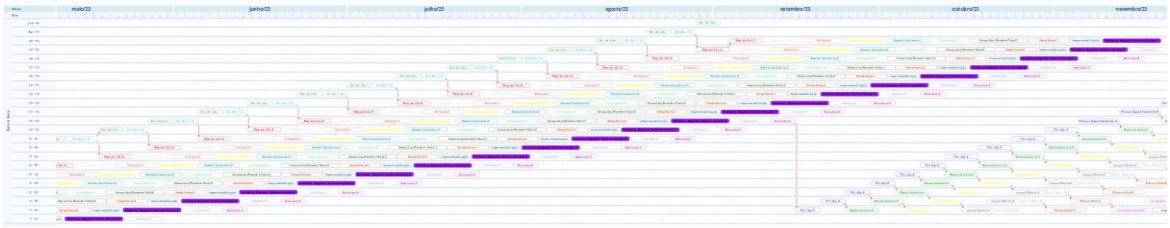
Figura 6: Cronograma dos empreiteiros



Nota: Mapeamento mensal de execução das atividades, elaborado pela construtora analisada. Fonte: o autor.

De acordo com a Figura 6, o serviço de cerâmica deve ser executado ao longo de 10 meses, com início em ritmo mais lento (2 pavimentos nos primeiros dois meses) e, a partir da curva de aprendizagem, ritmo gradualmente mais rápido nos pavimentos subsequentes. Porém, na linha de balanço construída para servir como base, este ritmo característico não foi considerado, visto que a duração do pacote de serviço foi a mesma para todos os pavimentos. Portanto, existe uma ferramenta que prevê a produtividade do empreiteiro que não foi considerada na elaboração do planejamento. Essa inconsistência pode ter impactado negativamente os indicadores de curto prazo, caso não tenha ocorrido uma reprogramação adequada do processo de acompanhamento da obra.

Figura 7: Linha de execução da “cerâmica" (pacote roxo) da Obra 2



Nota: Linha de Base gerada pelo software Agilean. Fonte: Agilean.

Por fim, com relação ao serviço de limpeza, verifica-se que na maioria dos pavimentos deve ser executado parte da limpeza (“limpeza grossa”) e, no mês seguinte, conclui-se a outra parte da atividade (“limpeza fina”). Então, atesta-se a necessidade da separação da macro atividade em duas etapas, o que não é previsto no planejamento inicial.

Figura 8: Linha de execução da “limpeza” (pacote marrom) da Obra 2



Nota: Linha de Base gerada pelo software Agilean. Fonte: Agilean.

Portanto, confirma-se que o impacto negativo destas atividades nos resultados de PPC, na tabela de metas e no gráfico de avanço semanal (apresentados ao longo do trabalho), não deve ser atribuído à baixa produtividade da mão de obra terceirizada e sim à disposição da linha de base. Desta forma, vale reforçar que a “quebra de pacote” é de fato um indicativo de um planejamento incoerente e não pode ser normalizada pelo setor de planejamento/controladoria da empresa. Porém, para evitar indicadores ainda mais distorcidos, é também uma ferramenta importante para a correção do

balanceamento dos serviços, de modo que, com os desmembramentos, conseguem-se alocar os recursos nos devidos períodos de execução na obra.

CONCLUSÃO

A conclusão deste artigo destaca a contribuição deste estudo ao avaliar a aplicação do Last Planner System (LPS) em obras caracterizadas por processos defeituosos de planejamento. Através da análise proposta, foi possível identificar que o LPS pode desempenhar um papel crucial para evitar a perpetuação de erros nas etapas de elaboração de planejamento e de replanejamentos. A avaliação da aplicação do Last Planner System (LPS) nesses cenários revela que simplesmente implantar novos fluxos de acompanhamento não é suficiente se o planejamento não estiver alinhado com a realidade da obra.

O estudo propõe a revisão dos pontos críticos no planejamento, ressaltando a importância de reuniões mensais entre a equipe de controladoria e a sala técnica. Essas reuniões podem abordar detalhamento de atividades, adiantamento ou atraso de serviços, além de estabelecer marcos para o fechamento dos dados financeiros.

Como evidenciado na análise, o planejamento deve ser elaborado de acordo com os recursos disponíveis (projetos, equipamentos, mão de obra – própria ou terceirizada – e materiais), de modo a traçar metas exequíveis ao longo do período da obra. Produtividade e planos de ataque monitorados e praticados previamente precisam ser considerados neste processo. Entretanto, dado a dinamicidade do ambiente da construção civil, este planejamento ideal necessita ser analisado semanalmente, devido a fatores intrínsecos a obra, como falhas de acompanhamento, e extrínsecos, como aumento na taxa de juros, o qual pode causar um efeito cascata em vendas, desembolso e avanço mensal de obra.

O trabalho sugere a reestruturação do monitoramento dos planos de ação diários (checkin e checkout, propostos pela metodologia Lean), baseados no controle diário dos serviços e suprimentos, identificando quais planos realmente impactam nos indicadores da obra.

Por fim, pela análise crítica do PCP atual e os resultados obtidos, orienta-se o setor de controladoria aproveitar o aprendizado dos processos construtivos para dimensionamentos futuros de pacotes de trabalho e definição de planos de ataque na obra, para compatibilizar o acompanhamento com a execução.

REFERÊNCIAS

[1] FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M.; OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, K. **Termo de Referência para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

[2] FORMOSO, C. T. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

[3] LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is Construction 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. DOI: https://doi.org/10.1080/01446198700000023

[4] HEINECK, L. F. **Introdução à line of balance (LoB)**. 2004. Disponível em: http://www.cesec.ufpr.br/~mendesjr/lob/introd.htm. Acesso em: 11 maio 2024.

[5] BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: Essential Step in Production Control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 11, n. 1, p. 11–17, 1997. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124:1(11)

[6] BALLARD, H. G. Look ahead planning, the missing link to production control. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Proceedings [...]** Gold Coast: IGLC, 1997.

[7] BALLARD, H. G. **The Last Planner System of production control**. 2000. 193 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.

[8] BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. **Current process benchmark for the Last Planner System**. University of California, Berkeley, p. 125, 2021.

[9] ABBASIAN-HOSSEINI, S. A.; NIKAKHTAR, A.; GHODDOUSI, P. Verificação dos benefícios da construção enxuta por meio de modelagem de simulação: um estudo de caso do processo de assentamento de tijolos. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 18, n. 5, p. 1248-1250, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/s12205-014-0305-9

[10] ALVES, T.; TOMMELEIN, I. D. **Simulation of Buffering and Batching Practices in the Interface Detailing-Fabrication-Installation of HVAC Ductwork**. University of California, Berkeley, 2004.

[11] CARVALHO, C. V. de; LOPES, M. P.; RAMOS, A. G. Lean Games Approaches – Simulation Games and Digital Serious Games. **International Journal of Advanced Corporate Learning (iJAC)**, v. 7, n. 1, p. 14, 2014. DOI: https://doi.org/10.3991/ijac.v7i1.3433

[12] RYBKOWSKI, Z. K.; WONG, J. M.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D.; ASSOCIATE, A. Using controlled experiments to calibrate computer models: the Airplane Game as a Lean simulation exercise. **Proceedings [...]** Manchester: IGLC, 2008.

[13] GADRE, A.; CUDNEY, E.; CORNS, S. Model development of a virtual learning environment to enhance Lean education. **Procedia Computer Science**, v. 6, p. 100, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.08.020

[14] HEYL, J. von. Lean simulation in road construction: teaching of basic Lean principals. **Proceedings [...]** Perth: IGLC, 2015.

[15] SHANNON, P. W.; KRUMWIEDE, K. R.; STREET, J. N. Using simulation to explore Lean manufacturing implementation strategies. **Journal of Management Education**, v. 34, n. 2, p. 287, 290, 2010. DOI: https://doi.org/10.1177/1052562909358964

[16] GÖRKE, M; BELLMANN, J.; BUSCH, J.; NYHUIS, P. Employee qualification by digital learning games. **Procedia Manufacturing**, v. 9, p. 231-235, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.08.020

[17] KURIGER, G. W. A webbased Lean simulation game for office operations: training the other side of a Lean enterprise. **Simulation & Gaming**, v. 41, n. 4, p. 488-489, 500-503, 2010. DOI: https://doi.org/10.1177/1046878109334945

[18] AKKARI, A. M. P. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MSPROJECT**. 2003. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.