

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *LEAN CONSTRUCTION* E *LAST PLANNER* NA EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO

YASMIN AMARAL COVAS – yasmincovas2@gmail.com
Prof. Esp. Arq. Urb. MARCIO ANTÔNIO SALVI - marcioarq@outlook.com.br
FACULDADE GALILEU

Resumo: *O SISTEMA LAST PLANNER É UMA FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION, QUE ATRAVÉS DA IMPLEMENTAÇÃO DOS PLANOS DE CURTO E MÉDIO PRAZO, GARANTEM PROTEÇÃO CONTRA INCERTEZAS E VARIABILIDADE DO PROCESSO, RESULTANDO EM MAIOR DESEMPENHO DE PRODUTIVIDADE, REFLETINDO PRINCIPALMENTE EM ATINGIR OS PRAZOS. O OBJETIVO DESTES TRABALHOS FOI APRESENTAR COMO OCORREU A ADOÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA LAST PLANNER, PARA SOLUCIONAR OS PROBLEMAS QUE CAUSARAM O ATRASO NA CONSTRUÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO, FOCADO NA EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE ALVENARIA ESTRUTURAL. O MÉTODO UTILIZADO PARA A REALIZAÇÃO DESTES TRABALHOS FOI UM ESTUDO DE CASO, REALIZADO EM UMA OBRA DE MÉDIO PADRÃO COM 280 APARTAMENTOS. DESENVOLVENDO ESSE ESTUDO, OBSERVOU-SE QUE ATRAVÉS DOS RESULTADOS APRESENTADOS O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO SÃO DE MUITA IMPORTÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA CONSTRUÇÃO E DECORREU-SE O MAPEAMENTO DAS CAUSAS RAÍZES DAS BAIXAS PRODUÇÕES NA EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL E POSSIBILITOU AS AÇÕES PARA SOLUCIONAR OS PROBLEMAS APONTADOS.*

Palavras-chaves: *LEAN CONSTRUCTION, LAST PLANNER, PLANEJAMENTO*

APPLICATION OF THE LEAN CONSTRUCTION AND LAST PLANNER METHODOLOGY IN THE EXECUTION OF STRUCTURAL MASONRY IN CONCRETE BLOCKS

Abstract: *The last planner system is a planning and control tool for the lean construction methodology, which, through the implementation of short and medium-term plans, guarantees protection against uncertainties and process variability, resulting in greater productivity performance, reflecting mainly on meeting deadlines. . The objective of this work was to present how the adoption and development of the last planner tool occurred, to solve the problems that caused the delay in the execution of the structural masonry service. The method used to carry out this work was a case study, carried out in a medium standard work with 280 apartments. Developing this study, it was observed that through the results presented, the planning and control of production are of great importance for the development of the construction and the mapping of the root causes of the low productions in the execution of structural masonry was carried out and made possible the actions to solve the problems pointed out.*

Keywords: *lean construction, last planner, planning*

1. INTRODUÇÃO.

A área da construção civil brasileira tem passado por grandes mudanças ao longo dos últimos anos, com o setor em constante crescimento, foram aderidas novas metodologias de gerenciamento, sendo uma delas caracterizada como *Lean Construction*.

O modelo *lean construction* apresenta um processo em fluxos de materiais, desde a matéria-prima até o produto, sendo constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção, mas nem toda atividade de processamento agrega valor ao produto, aspecto da Construção Enxuta (YAMAMOTO, 2021).

Conforme Assunção (2021), as atividades que geram valor são aquelas que transformam as matérias-primas no produto solicitado pelos clientes. De acordo com Gonçalves (2014) as atividades ou processos que não agregam valor ao produto são: superprodução, movimentação, atrasos ou variações nos prazos, processos desnecessários, defeitos, estoques, transporte, área e espera.

A implantação da *lean construction* apresentou melhorias nos fluxos físicos, financeiros e de informações, mas ainda é muito recente as suas aplicações técnicas e ferramentais que buscam a avaliar o desempenho organizacional, para o desenvolvimento dos produtos da construção civil (YAMAMOTO, 2021).

O *last planner* é um sistema de métodos, com fases de planejamentos, acompanhado por conjuntos de regras para facilitar a implantação da metodologia *lean construction*, e tem como objetivo proteger a produção contra ações que possam prejudicar o andamento da obra, como intempéries, falhas na programação de material, falta de equipamentos, falta de mão de obra, entre outros (ALVES; PIO, 2016)

De acordo com Isatto *et al.* (2000), o foco do *last planner* está na eficácia do planejamento e no controle de produção, logo, não consiste em só otimizar o uso dos recursos, mas também executar a construção de acordo com o prazo e sequências planejados, buscando intensificar a confiabilidade da produção, portanto, consegue-se uma maior visibilidade em relação à expectativa de conclusão da obra no prazo, e evitar desvios de processos.

Segundo Chibinsky (2012), o *last planner* analisa as condições dos serviços, a sequência e o ciclo, seguindo um cronograma que estuda as ações que devem ser feitas e define quais atividades serão efetivamente executadas, verificando as restrições existentes.

O *Last Planner* categoriza o planejamento em três níveis: (i) Planejamento Mestre (ou de longo prazo), (ii) Planejamento *Lookahead* (ou de médio prazo) e (iii) Planejamento de

Comprometimento (ou de curto prazo) (FREITAS; BRAGA; DE OLIVEIRA, 2021).

Koskela (1992) faz uma crítica aos sistemas de gestão da produção tradicionais do ponto de vista conceitual. Assim, deste modo por meio da adoção do *last planner*, introduzem-se alguns conceitos e princípios de gestão da produção que podem ser consideradas como inovadores no contexto da construção civil (MOURA, 2008).

O objetivo deste trabalho foi apresentar como ocorreu a adoção e desenvolvimento da ferramenta *last planner*, que é um dos métodos que compõe a *lean construction*, para solucionar os problemas que causaram o atraso da execução do serviço de alvenaria estrutural, em uma obra de médio padrão com 280 apartamentos.

2. LEAN CONSTRUCTION E LAST PLANNER

Em 1992, Lauri Koskela ajustou os princípios do Sistema Toyota de Produção às particularidades da construção civil. De acordo com Koskela (1992), a *lean Construction* é definida por um conjunto de princípios inter-relacionados, devendo ser aplicados de forma agregada na gestão de processos para o alcance dos resultados esperados. Os princípios são basicamente: reduzir atividades que não agregam valor; aumentar o valor do produto através das necessidades dos clientes; reduzir a variabilidade; reduzir o tempo de um ciclo; simplificar através da diminuição do número de passos ou partes; aumentar a flexibilidade de saída; aumentar a transparência do processo; focar o controle no processo global; introduzir melhoria contínua nos processos; manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões; e *benchmarking*.

Dentro do conjunto de métodos que compõe o *lean construction*, encontra-se o *last planner*, que é considerado como uma das principais filosofias da manufatura enxuta na construção civil, esse sistema de controle e planejamento destaca a necessidade de controlar os fluxos de produção e o compromisso das equipes de trabalho (RODRIGUES *et al.* 2018). Ainda segundo Rodrigues *et al.* (2018), o *last planner* proporciona uma produção confiável ao obter uma diminuição da variabilidade do fluxo de trabalho, redução de custos e do tempo de construção.

Segundo Freitas *et al.* (2021) o *last planner* apresenta três níveis de planejamento: (i) Planejamento Mestre (ou de longo prazo), (ii) Planejamento *Lookahead* (ou de médio prazo) e (iii) Planejamento de Comprometimento (ou de curto prazo).

De acordo com Ballard (2000) o planejamento mestre, determina objetivos que conduzem o empreendimento, definindo a sequência, duração e ritmo dos processos. O planejamento mestre incorpora todo o período de construção, definindo os pacotes de trabalho

(macro etapas) (UTZIG; ZANI; ROCHA, 2018). A linha de balanço é uma técnica utilizada para este tipo de planejamento, ela correlaciona o tempo proposto de obra com o espaço (unidade padrão de repetição, como por exemplo, apartamentos) permitindo identificar onde cada pacote está sendo executado (UTZIG; ZANI; ROCHA, 2018).

Sobre o *tak-time*, esse item significa ritmo/compasso, essa ferramenta organiza como a matéria-prima prossegue pelos processos, e seu objetivo é alinhar a produção, ordenando o ritmo do sistema. Calculadamente é o resultado da razão entre o tempo disponível para a execução e o número de unidades a serem construídas (GRENHO, 2009). Para Grenho (2009) o *tak-time* na construção civil pode ser entendido como o ritmo exato em que a produção e as atividades devem seguir. Já o planejamento *lookahead* (ou de médio prazo) tem como função de destaque o monitoramento do fluxo de trabalho, com base na identificação e remoção de restrições. Neste nível de processo, é feito o detalhamento do Planejamento Mestre, ajustado de acordo com as informações sobre a construção que se tornam disponíveis no horizonte de médio prazo (RODRIGUES *et al.* 2018).

Ballard (1997) sugere que nesta fase o planejamento seja móvel, sendo por essa razão denominado *lookahead planning* (planejamento olhando para frente) para caracterizar a forma que o planejador deve realizar as ações deste nível. Considera-se uma janela móvel de tempo, cujo pré-requisitos das tarefas vão sendo gradualmente atendidos (COELHO, 2003).

Neste ponto de planejamento ocorre umas das principais etapas de proteção da produção previdente no sistema *last planner*: análise de restrições. Esta etapa dá início à proteção da produção mediante o método de seleção e disponibilização de um estoque de pacotes de serviços praticáveis, eles são praticáveis por não possuírem qualquer restrição à sua execução, estando disponíveis, portando para serem inseridos no planejamento de comprometimento (COELHO, 2003).

No planejamento de comprometimento (ou de curto prazo) o seu foco é atribuir tarefas semanais para serem realizadas pelas equipes, atuando em nível operacional. Devem ser acordadas juntamente com o líder das equipes, quais atividades devem ser executadas em um período próximo, sua sequência, carga de trabalho e prazos de execução de cada pacote designado (VIEIRA *et al.* 2020). Conforme Angelim *et al.* (2020) nesta etapa do planejamento devem ocorrer as análises dos trabalhos realizados do plano semanal, por meio de avaliações de indicadores e da averiguação da causa raiz para a não execução das atividades no prazo, com esses dados são realizadas ações que devem evitar a recorrência de erros na sistemática da produção. O indicador percentual de planejamento concluído (PPC) avalia o nível de confiabilidade dos pacotes de trabalhos semanal e é contado por meio da

porcentagem dos números das tarefas concluídas no prazo em relação aos números de tarefas programadas.

Alves *et al.* (2016) avaliaram a aplicação do sistema *last planner* em uma construção residencial, para verificar a sua real importância para a construção civil, observou-se que através dos resultados a implantação dos planejamentos de níveis médio e curto prazo, trouxeram de forma significativa a redução de incertezas de obra, principalmente com a contribuição das filosofias *lean construction*, oferecendo estabilidade na construção, e o controle de forma proativa, possibilitando tomar decisões rápidas.

No estudo de caso de Carli (2019), onde foi aplicada a ferramenta em cinco obras de curto prazo, o *last planner* ajudou a controlar melhor o tempo, na organização nos processos construtivos, com um melhor planejamento de materiais e suprimentos necessários para a execução dos serviços e na melhoria da integração e comprometimento das equipes.

3. MÉTODO

O método utilizado para a realização deste trabalho foi um estudo de caso, baseando-se na identificação de um problema, levantando dados de pesquisas e análises de contextos para encontrar uma solução.

O estudo de caso foi realizado no primeiro semestre de 2022, em uma construtora de médio porte, que está há 10 anos no mercado da construção civil. Consiste a obra, objeto deste estudo, a construção de 3 torres com apartamentos de médio padrão com uma torre de 80 unidades e as demais torres com 100 unidades, todas as torres com até 4 pavimentos e com área total de 41,70 m² por apartamento, localizado na cidade de Botucatu-SP.

Durante o decorrer da construção do empreendimento observou-se o atraso para a conclusão da obra estipulado pela construtora. Um dos motivos para esse atraso na entrega da obra, foram os desafios da execução de alvenaria estrutural em blocos de concreto, processo construtivo em que a estrutura e a vedação do edifício são executadas simultaneamente e, a análise deste trabalho focará nesta etapa.

O processo de execução da alvenaria estrutural atendia a todas as determinações da ABNT NBR 16868 2:2020 – Alvenaria estrutural – parte 2, utilizando blocos de concreto de medidas 14x19x39, 14x19,34, 14x19x54, 14x19x19 e 14x19x4 atendendo as especificações para a fabricação dispostas na ABNT NBR 6136:2016 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria. No processo construtivo utilizava-se argamassa de assentamento rodada em obra, com o traço de 180 litros de areia média, 1 saco de Cimento Portland CP II E-32, 35 litros de água e 1 aditivo plastificante de 50 g. Utilizava-se barras de aço nos pilares, vergas,

contravergas e vigas, para posteriormente realizar o grauteamento desses elementos, utilizando o traço rodado em obra de, 100 litros de areia média, 100 litros de brita 0, 60 litros de água e 1 saco de Cimento Portland CP II E-32.

Levantou-se então a necessidade de buscar novos métodos para planejamento e acompanhamento de obra, sendo a escolhida a metodologia *Lean Construction*. Iniciou-se um processo de treinamento da equipe da engenharia responsável pela obra, partindo das etapas que a metodologia aplica, conforme apontado no item 4.

4. RESULTADOS

Primeiramente realizaram-se o *takt planning*, um estudo para determinar o ritmo das atividades que fazem parte do processo de alvenaria estrutural em blocos de concreto e atender ao prazo estipulado de obra.

FIGURA 1: CÁLCULO DO TIKE TIME NA CONSTRUÇÃO CIVIL

$$\text{Takt Time} = \frac{(\text{tempo disponível})}{(\text{qtd. de lotes}) + (\text{qtd. de serviços}) - 1}$$

Fonte: Grenho, 2009.

Na Figura 1, apresenta a fórmula utilizada para o cálculo do takt time, os valores estipulados pelo setor de engenharia, eram as semanas para o tempo disponível de obra, a quantidade dos lotes definido em blocos para serem executados e a quantidade dos serviços levantados pela equipe. Analisando os resultados, foi estipulado que seria necessário a execução de 1,23 blocos de alvenaria estrutural por semana, para atingir ao prazo de obra.

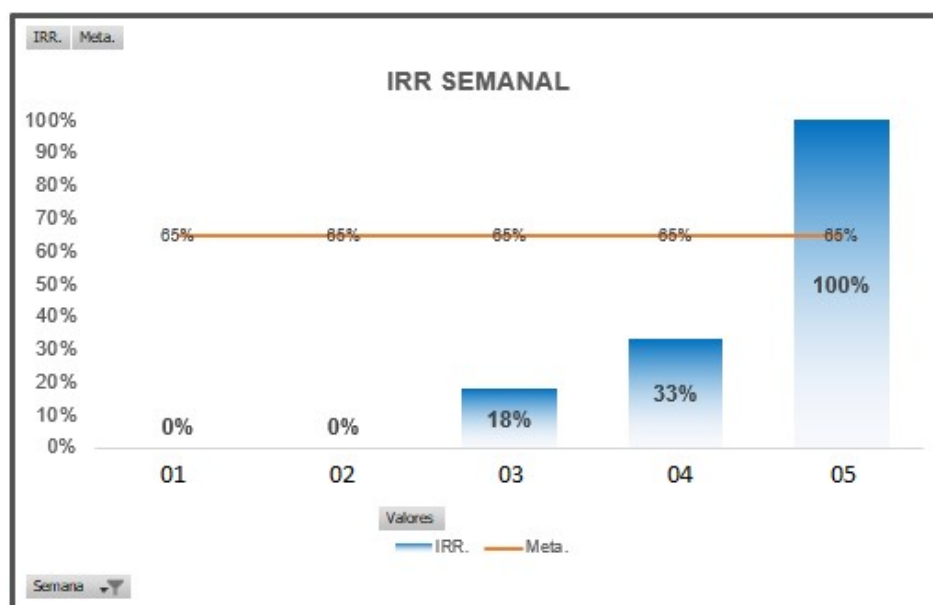
$$\text{Takt time} = \frac{37 \text{ semanas}}{14 \text{ blocos} + (17 - 1)} = 1,23$$

Com os dados estipulados do *takt time*, começaram-se o *last planner* no seu primeiro nível de planejamento, o planejamento mestre (ou de longo prazo), nesta etapa criaram-se a linha de balanço, um diagrama de espaço/tempo que mostra quais eram as atividades, o executor, a semana e onde seriam executadas.

O planejamento de médio prazo tem um horizonte de 08 semanas de programação das atividades de alvenaria em blocos de concreto, o intuito desse processo é levantar restrições que possam impedir a execução da tarefa produtiva.

Reuniões de médio prazo eram realizadas, uma rotina de reuniões quinzenais com todas as áreas de apoio, setores que ajudam no andamento da construção, fazendo o acompanhamento e mapeamento de novas restrições.

FIGURA 2: PERCENTUAL DE REMOÇÃO DAS RESTRIÇÕES SEMANAIS (IRR)



Fonte: Autor, 2022

Na figura 2, apresentam as porcentagens das restrições removidas semanais, obtendo de forma considerável a redução de incertezas da obra, de forma proativa, oferecendo estabilidade na produção dos serviços. Tais resultados se assemelham ao de Alves *et al.* (2016).

Com todas as restrições rastreadas e sendo removidas o terceiro nível de planejamento foi iniciado, o planejamento de curto prazo. Neste planejamento uma rotina semanal voltada para o operacional, tinha como objetivo aumentar o comprometimento das equipes, estipulando as metas a serem realizadas em comum acordo com os líderes das atividades e a equipe de engenharia.

FIGURA 3: PLANEJAMENTO SEMANAL DE CURTO PRAZO – ALVENARIA ESTRUTURAL

QUADRO DE PLANEJAMENTO SEMANAL - LEAN									
ATIVIDADE	EQUIPE	PAVIMENTO	CICLO	RESPONSÁVEL	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
ALVENARIA - EQUIPE 1 - T2B 1º PAV	EQUIPE 1	T2B1	1 DE 5	ENGENHARIA	P	P	P		
ALVENARIA - EQUIPE 2 - T2A 1º PAV	EQUIPE 2	T2A1	1 DE 6	ENGENHARIA	P	P	P	P	
ALVENARIA - EQUIPE 3 - T1C 2º PAV	EQUIPE 3	T1C2	4 DE 6	ENGENHARIA	P	P	P		
ALVENARIA - EQUIPE 4 - T2C 2º PAV	EQUIPE 3	T2C2	1 DE 6	ENGENHARIA				P	P

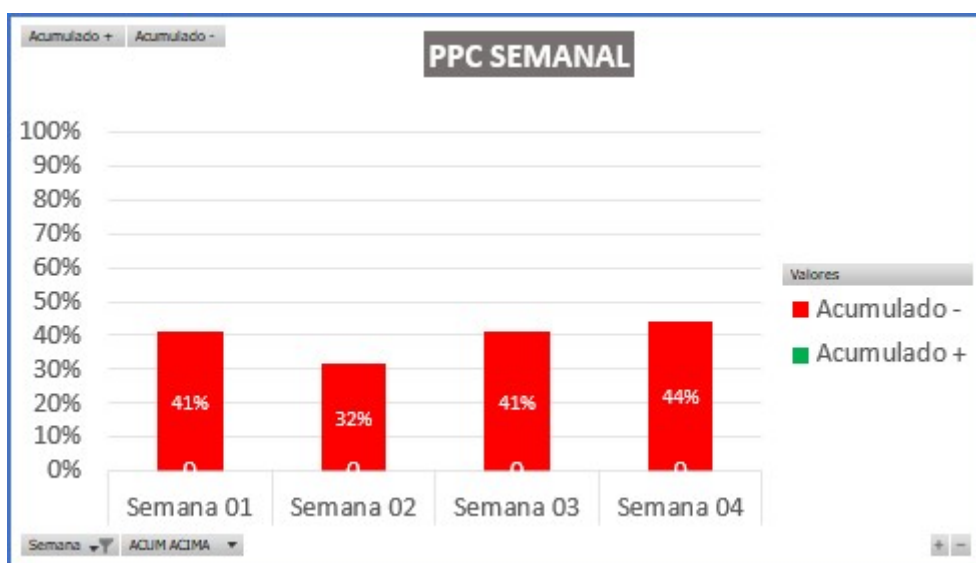
Fonte: Autor, 2022

Na figura 3, apresenta o planejamento semanal de todas as equipes de alvenaria estrutural, estipulando o local da execução do serviço (pavimento), o ciclo (período) da execução da atividade, os dias da semana que a equipe de alvenaria estava planejada (“P”) e o responsável pela elaboração do cronograma.

Realizaram-se reuniões diárias com todos os líderes para acompanhar a produção e a produtividade das equipes e identificar os problemas que ocorreram e o motivo para não terem atingidos as metas diárias, utilizando o método dos cinco porquês. Após as reuniões todos os problemas eram analisados e criados planos de ações para que essas ocorrências não se repetissem.

Todo processo era esquematizado com planilhas e gráficos para facilitar a visualização de todos os níveis de planejamento, fazendo-se estudos e diagnósticos, verificando as necessidades para atingir o objetivo de atender a meta de produção e as tarefas da alvenaria estrutural, nesta etapa utilizava-se o indicador percentual de planejamento concluído (PPC).

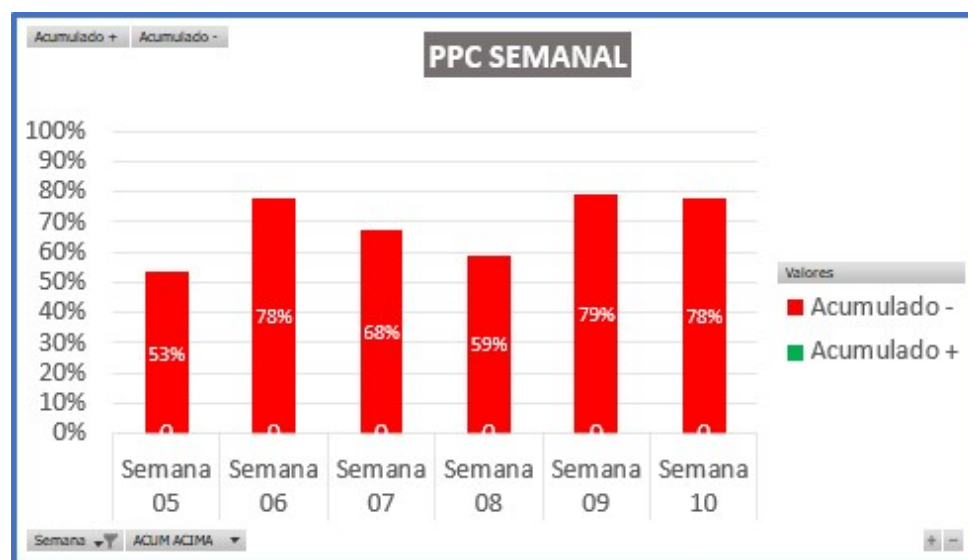
FIGURA 4: PERCENTUAL DE PLANEJAMENTO CONCLUÍDO



Fonte: Autor, 2022

Na figura 4, apresentam os percentuais de planejamento concluído (PPC) avaliando o nível de confiabilidade dos pacotes de trabalhos semanais. Os resultados apontam que nas primeiras semanas (semanas 1 a 4) em que o sistema *last planner* estava sendo implantado as porcentagens de pacotes concluídos eram menores de 50%.

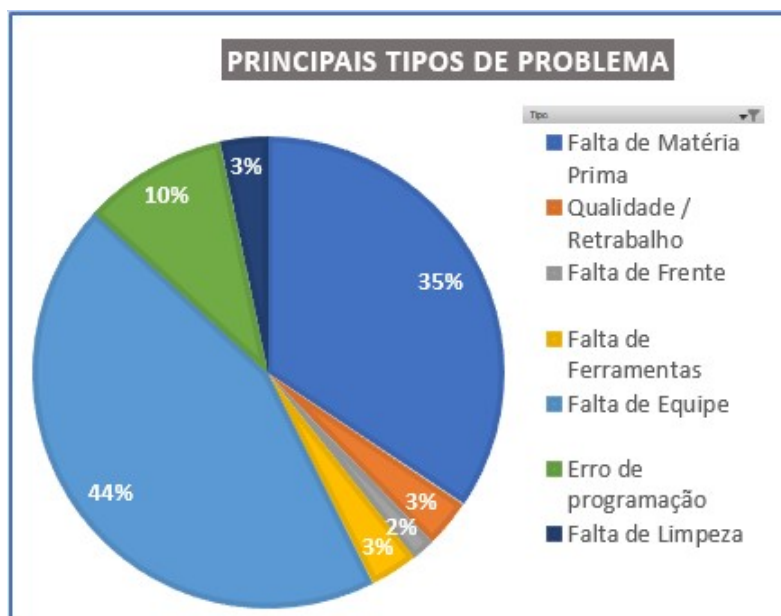
FIGURA 5: PERCENTUAL DE PLANEJAMENTO CONCLUÍDO



Fonte: Autor, 2022

Apresentado na figura 5, o crescimento nas porcentagens nas semanas posteriores (5 a 10), com a utilização do *last planner* obteve um melhor planejamento e organização, aprimorando o gerenciamento do tempo dos processos construtivos, e adquirindo o comprometimento das equipes. Resultados que se assemelham ao de Carli (2019).

FIGURA 6: OS PRINCIPAIS TIPOS DE PROBLEMAS NA EXECUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCO DE CONCRETO



Fonte: Autor, 2022

Na figura 6, apresentam os percentuais dos principais tipos de problemas recorrentes no processo de alvenaria estrutural em bloco de concreto, fazendo uma análise foi abordado os 2 problemas mais relevantes que juntos somam mais de 50% no gráfico para iniciar as devidas tratativas. Os 2 principais problemas foram: (i) falta de equipe, (ii) falta de matéria prima.

(i) falta de equipe: foi evidenciado que a falta de equipe estava atrelada a falta de produtividade do empreiteiro contrato pela construtora para executar os serviços de alvenaria estrutural em blocos de concreto, pois não estavam cumprindo com as demandas estipuladas pelos takt-time, planejamentos de médio e curto prazo, efetuado então a troca do empreiteiro.

(ii) falta de matéria prima: 3 fatores estavam contribuindo para a não realização do serviço.

1. Má qualidade dos blocos canaletas 14x19x39, o produto não estava atendendo as características mínimas exigidas na ABNT NBR 6136:2016 para solucionar esse problema foi realizado a troca do fornecedor do material.
2. Não abastecimento dos materiais para execução do serviço de alvenaria nas torres e pavimentos, evidenciado a sobrecarga da manipuladora telescópica: para solucionar esse problema foi alugado mais uma manipuladora.
3. Armazenamento dos blocos sendo feito fora do perímetro da obra, fazendo com que a perda do tempo de mobilização do material afetasse a produtividade: para

solucionar esse problema, foram feitas as mudanças no armazenamento dos blocos, dispondo todo o material para dentro do perímetro da obra, distribuindo ao redor das torres.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha da implantação do sistema *lean construction* e sua ferramenta *last planner* aconteceu devido a necessidade de solucionar os problemas causadores no atraso da obra, em específico na execução da alvenaria estrutural em blocos de concreto. Desenvolvendo esse estudo de caso, observou-se que através dos resultados apresentados o planejamento e controle da produção são de muita importância para o desenvolvimento da construção.

Com a realização dos planejamentos de longo, médio e curto prazo do sistema *last planner* foi possível mapear as causas da baixa produção na execução de alvenaria estrutural e possibilitou as ações para solucionar os problemas apontados.

Algumas limitações foram evidenciadas durante o processo de implantação da metodologia *lean construction*, como a falta de conhecimento da mão de obra operacional e a necessidade de seguir uma rotina de reuniões, algo que não faziam parte de suas atribuições.

Devido ao período do estudo não foi possível apresentar se houve efetividade na entrega do empreendimento no prazo estipulado pela construtora.

Para trabalhos futuros a sugestão seria realizar uma análise comparativa entre a eficácia do método *lean construction* em relação a outras ferramentas de planejamento e controle.

REFERÊNCIAS

ALVES, TIAGO; PIO, V. **A importância do sistema Last Planner para construção civil.** In: Congresso Técnico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC). Foz do Iguaçu. 2016.

ANGELIM, Vanessa Lira et al. Planejamento de médio prazo: panorama de sua aplicação na construção civil. **Ambiente Construído**, v. 20, p. 87-104, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136:** Blocos vazados de concreto simples - requisitos. 5 ed. Rio de Janeiro, 2016. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868-2:** Alvenaria estrutural - Parte 2: Execução e controle de obra. 1 ed. Rio de Janeiro, 2020. 23 p.

BALLARD, Herman Glenn. *The last planner system of production control*. 2000. 192 f. Tese (Doutorado) - Curso de School Of Civil Engineering, Faculty Of Engineering, The University Of Birmingham, Birmingham, 2000.

CARLI, Felipe Bortolon Grassi de. **Análise da efetividade da aplicação da ferramenta gerencial *Last Planner* em obras de curta duração**. 2019. 40 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

CHIBINSKI, Murilo. **Modelo de planejamento baseado no conceito do *last planner* como apoio à implementação da *lean construction* em obras de edificações**. 2012. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

DE ASSUNÇÃO, Welton Raiol et al. Como a Lean Construction Pode Ser Utilizada Como Ferramenta Integradora da Gestão de Produção e de Prevenção de Acidentes em Obras Civis. **RCT-Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 7, 2021.

FREITAS, Renato Alexandre C. *et al.* Uma Proposta para Melhoria do Planejamento e Controle da Produção em Projetos de Construção Civil. **Anais da IX Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão, Piauí (Ercemapi 2021)**, Quixadá, p. 99-106, 14 set. 2021. Sociedade Brasileira de Computação.

GONÇALVES, Igor Marques Cordeiro; POZNYAKOV, Karolina. Lean Construction: Vantagens da sua implantação na atualidade. **Boletim do Gerenciamento**, v. 26, n. 26, p. 13-23, 2021.

GONÇALVES, Pedro Guilherme Ferreira. **Estudo e análise da metodologia *lean construction***. 2014. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

GRENHO, Luis Felipe Santos. **Last planner system e just-in-time na construção**. 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2009.

MOURA, Camila Borges. **Avaliação do impacto do Sistema Last Planner no desempenho de empreendimentos da construção civil**. 2008. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

RODRIGUES, Priscilla Borges de Freitas et al. Uma proposta de integração do modelo BIM ao sistema *last planner*. **Ambiente Construído**, v. 18, p. 301-317, 2018.

YAMAMOTO, Lucio Schiavon. **Processo de avaliação de princípios do Seis Sigma aplicados em empresas construtoras**. 2021. 187 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021

UTZIG, Helena; ZANI, Carolina Melecardi; ROCHA, Cecilia. FERRAMENTAS VISUAIS PARA PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO HIERARQUIZADO. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, p. 1954-1961, 2018.

VIEIRA, Bianca Maria Pacheco; BORGES, Rodrigo Magalhães Siqueira; NETO, José de Paula Barros. Planejamento e controle de atividades de um escritório de projetos BIM de arquitetura e engenharia sob a ótica do sistema *Last Planner*. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, p. 1-8, 2020.

BALLARD, Glenn. Lookahead planning: the missing link in production control. In: **Proc. 5th Annl. Conf. Intl. Group for Lean Constr.** 1997.

ISATTO, Eduardo Luís et al. (org.). LEAN CONSTRUCTION: DIRETRIZES E FERRAMENTAS PARA O CONTROLE DE PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Porto Alegre, RS: SEBRAE, 2000. E-book (177p.) P&B.

KOSKELA, Lauri et al. Application of the new production philosophy to construction. Stanford: Stanford university, 1992.