

IMPLEMENTAÇÃO DO *LAST PLANNER SYSTEM* EM UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

IMPLEMENTING THE LAST PLANNER SYSTEM ON A CONSTRUCTION PROJECT

¹Álvaro Alexandrino Silva MOREIRA

²Paulo Roberto AVANCINI

³Erivelto Fioresi de SOUSA

¹Escola Instituto Federal do Espírito Santo – IFES. Email: alvaro.alexandrino@outlook.com

²Escola Instituto Federal do Espírito Santo – IFES. Email: paravancini@gmail.com

³Escola Instituto Federal do Espírito Santo – IFES. Email: erivelto.sousa@ifes.edu.br

Artigo submetido em 19/07/2024 e aceito em 22/07/2024.

Resumo

Diversas ferramentas do *lean* podem ser aplicadas na construção civil com o objetivo de diminuir o retrabalho e reduzir desperdícios. Uma dessas ferramentas é o *Last Planner System* (LPS), cujo intuito é aumentar a colaboração da equipe de trabalho melhorando a qualidade de informações a partir de sessões coletivas subdivididas em Longo Prazo, Médio Prazo e Curto Prazo. Neste estudo, foi elaborado um levantamento teórico sobre os princípios *lean* e a ferramenta LPS. Em seguida, foi implantado por um período de 56 dias o método em uma obra de 460 unidades habitacionais de forma a padronizar o seu gerenciamento e planejamento. Para isso, a partir do Plano de Longo Prazo oferecido pela diretoria como meta foi efetuado reuniões e metas mensais de Médio Prazo e controles de Curto de Prazo semanais e diários. Os resultados foram avaliados pelos índices de Remoção de Restrições (IRR) que teve um resultado médio de 62,2%. As principais causas das restrições foram as causas internas, sendo as mais impactantes a ausência de mão de obra e de planejamento. O Indicador de Aderência (IA) teve um valor médio de 24%. O Percentual de Pacotes Concluídos (PPC) mostrou que de 75 atividades realizadas, 90% foram executadas com segurança e 80% com qualidade. Por fim, o método de aplicação do LPS se mostrou eficaz como forma de monitoramento do cronograma, visto que contribuiu para a remoção de 43 restrições e aumento de 82,5% de atividades concluídas.

Palavras-chave: lean-construction, aplicação, last-planner-system.

Abstract

Different lean tools can be applied in the construction industry with the aim of cutting down on rework and reducing waste. One of these tools is the Last Planner System (LPS), which aims to increase team collaboration by improving the quality of information through collective sessions subdivided into Long Term, Medium Term and Short Term. In this study, a theoretical survey was carried out on lean principles and the LPS tool. The method was then implemented over a 56-day period on a 460-unit housing project in order to standardize its management and planning. To this end, based on the Long-Term Plan offered by the board of directors as a target, monthly Medium-Term meetings and targets were held and

Short-Term weekly and daily controls were carried out. The results were assessed by the Restriction Removal Index (IRR), which had an average result of 62.2%. The main offenders of the restrictions were internal causes, the most impacting being the lack of manpower and planning. The Adherence Indicator (AI) had an average value of 24%. The Percentage of Completed Packages (PPC) showed that of 75 activities carried out, 90% were executed safely and 80% with quality. Finally, the LPS application method proved to be effective as a way of monitoring the schedule, since it contributed to the removal of 43 restrictions and an increase of 82.5% in the number of activities completed.

Keywords: lean-construction, application, last-planner-system

1 INTRODUÇÃO

Aziz e Hafez (2013) evidenciaram que pelo menos 30% do tempo produtivo na construção civil é retrabalho. Os autores classificaram dentro dos possíveis indicadores de desperdícios na construção civil nove tópicos, sendo eles a superprodução, substituição, tempo de espera, transporte, processo, estoque, movimento, produção de peças defeituosas e outros (acidentes, vandalismo, roubo, etc). Diante disso, o presente estudo pretende aplicar a ferramenta Last Planner System (LPS), ou método do último planejador em português, para criar um método de monitoramento e adesão com o cronograma visando reduzir o impacto futuro de retrabalho.

No modelo de melhoria contínua conhecido como lean é aplicado diversos métodos para reduzir os desperdícios e eliminar ao máximo as atividades que não geram valor. O lean construction, seria a vertente de aplicação desse modelo na obra de modo que o canteiro é visto como um chão de fábrica. Sarhan et al. (2017) mostraram a partir de um ranqueamento feito com base em pesquisas com profissionais da área que dentre os benefícios da aplicação do método os principais são a satisfação do cliente, melhoria de qualidade do produto e o aumento de produtividade.

A implementação do lean construction gera resultados positivos nos parâmetros sociais (saúde, segurança e melhor relacionamento entre os colaboradores), econômicos (redução do custo da obra, visto que conforme eleva-se a produtividade e qualidade das tarefas o tempo de obra é reduzido) e ambientais (redução de consumo de energia, emissões atmosféricas e resíduos de construção) (CARVAJAL-ARANGO et al., 2019)

O Last Planner System é um método de planejamento que permitiu organizar a produção e torná-la mais efetiva. Além disso, contribuiu para melhorar o trabalho de equipe e o aprimoramento contínuo, visto que todos os funcionários foram envolvidos no projeto de implantação e os problemas foram identificados e solucionados durante o andamento do processo (ALSEHAIMI; FAZENDA; KOSKELA, 2014).

As principais barreiras de implementação do LPS são a resistência à mudança, o uso de estratégias incompatíveis com foco em custo a curto prazo, baixa integração de cadeia de suprimentos e problemas estruturais da organização (DANIEL; PASQUIRE; DICKENS, 2019).

Os autores também concluíram referente a importância em envolver os stakeholders e contratados de forma que a aplicação do LPS conte com a participação de diversas equipes desenvolvendo diversos projetos ao mesmo tempo. Prashantkumar et al. (2022) também

concluíram que a resistência a mudança e falta de comprometimento com a implantação do método são os principais problemas relacionados ao sucesso do projeto em questão.

A aplicação do LPS ocorreu em um período de oito semanas iniciando no início de setembro. O Plano de Longo Prazo da obra foi fornecido pela diretoria da construtora alinhado com os setores de planejamento, orçamentos e projetos, todos externos da obra. Foi definido um prazo de 20 meses para conclusão da obra iniciando a partir de agosto de 2023, sendo esse cronograma uma meta desafiadora devido a extensão da obra. Diante desse cenário, a equipe estava disposta à implantação do método.

Dentro desse contexto, será realizado um referencial teórico onde serão abordados os conceitos do lean construction e Last Planner System. Em sequência, após coleta de dados e análise dos pontos críticos, será realizado um estudo de caso de sua implantação em uma construtora de grande porte, focando especificamente em uma obra localizada no município de Cariacica com 460 unidades habitacionais.

A construtora possui cinco obras em andamento no estado do Espírito Santo, mas os dados serão analisados apenas em Cariacica. A obra possui um efetivo médio de 50 funcionários e por se tratar de uma obra do método executivo parede de concreto moldado in loco possui alguns conceitos lean enraizados. O condomínio também se encontra em fase inicial de execução e, portanto, com baixo planejamento estruturado, levando como método a experiência do mestre de obras e engenheiro.

Visando aprimorar a execução das obras da construtora supracitada, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da aplicação dos conceitos lean e do LPS como método de planejamento e acompanhamento de obra. Para avaliar seus resultados será realizado uma análise comparativa de indicadores de desempenho do LPS como o PPC (percentual de pacotes concluídos) e IRR (índice de remoção de restrições).

Este estudo tem como estrutura introdução, referencial teórico, processos metodológicos, resultados e conclusão. Como referencial serão analisados os conceitos do lean construction, do método LPS e seus respectivos resultados. Além de documentar mais uma aplicação prática do método na construção civil, busca-se também criar uma forma de aprimorar o acompanhamento e gerenciamento da obra pela equipe administrativa, visto que, a análise de restrições e solução de problemas em um curto prazo tendem a viabilizar projetos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Princípios *Lean Construction*

A *Toyota*, empresa montadora do setor automotivo tem empreendido desde 1950 princípios que visam otimizar a produção com o objetivo de identificar e agregar valor do produto ao cliente, reduzir os desperdícios, criar um fluxo contínuo de produção e informações e perseguir a perfeição (caracterizada pelos autores como entregar no prazo atendendo as necessidades do cliente sem ter nenhum estoque parado na fábrica) (AZIZ; HAFEZ, 2013).

O Sistema de Produção *Toyota* foi fundamentalmente uma forma de pensar inovadora sobre o gerenciamento da produção (Ballard; Howell, 2003). Aplicar esses conceitos *lean* em diferentes atividades é uma oportunidade de melhorar a performance da indústria da construção. O *lean construction* é um método de organização do processo de produção de forma que seja

minimizada a perda de materiais, tempo e esforço físico, visando o máximo de valor agregado. (AZIZ; HAFEZ, 2013). Em relação aos princípios do lean construction, foi elaborado a Quadro 1.

Quadro 1: Princípios Lean Construction

Nome Artigo	Autores	Periódico	Objetivo	Resultados
<i>Lean production in construction</i>	Lauri Koskela	<i>Technical Research Centre of Finland</i>	Contextualizar o lean construction como uma nova filosofia de generalização, na indústria da construção, de conceitos lean como just-in-time (JIT), total quality management (TQM), competição e engenharia simultânea.	O autor concluiu que a aplicação desses métodos, pode reduzir defeitos, acidentes e tempo de ciclo. Também avaliou a necessidade de criar métodos práticos e implantar novas tecnologias para que o desenvolvimento dessa filosofia seja contínuo.
<i>Lean construction implementation in the Saudi Arabian construction industry</i>	Jamil Sarhan, Bo Xia, Sabrina Fawzia e Azharul Karim	<i>Construction Economics and Building</i>	Classificar as principais perdas nas obras da Arábia Saudita.	Foi obtido a seguinte ordem decrescente: espera, retrabalho, correções, transporte, movimentos desnecessários, processamento excessivo, estoque e superprodução. Os autores supracitados também não viram variações significativas quando avaliados pequenas ou médias empresas.
<i>Applying lean thinking in construction and performance improvement</i>	Remon Fayek Aziz e Sherif Mohamed Hafez	<i>Alexandria Engineering Journal</i>	Descrever o Last Planner System como técnica de planejamento.	Esse método foi descrito baseado na escolha de uma pessoa do grupo que será responsável pelo controle de produção com base em um cronograma antecipado de atividade e garantir sua eficácia. Além disso, os autores também citaram técnicas como realização de reuniões diárias de curta duração com toda a equipe envolvida para discutir problemas, compartilhar pontos de vistas do projeto e compartilhar resultados.

Fonte: Autor.

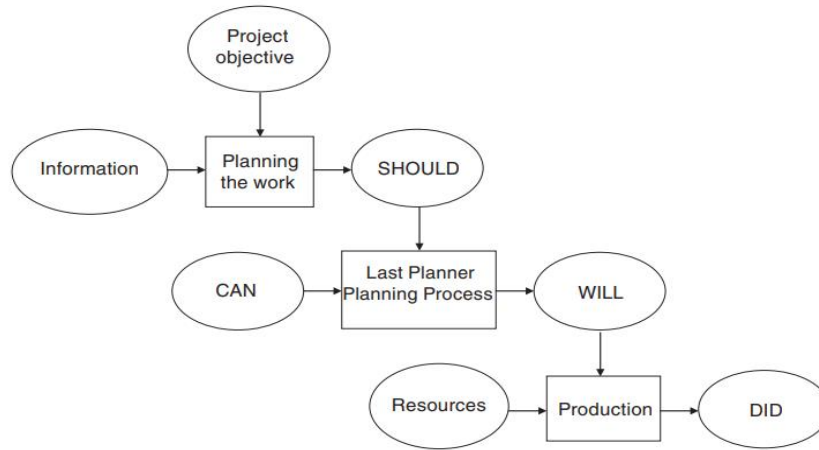
2.2 Last Planner System e métodos de aplicação

A origem do *Last Planner System* (LPS) foi discutida por Ballard (2000) e dividida nos componentes nomeados *should*, *can*, *will* e *did* (Figura 1). *SHOULD* seria a etapa na qual são verificadas informações como o objetivo do projeto, planejamento atual, *inputs* dos clientes etc. Definição do que deve ser feito. *CAN* por sua vez é a etapa na qual se verifica o que pode ser feito, ou seja, verificar disponibilidade de mão de obra e esforços necessários para alcançar a meta. Na terceira etapa, *WILL*, é definido as tarefas que irão começar antes do próximo planejamento e a última *DID* as tarefas que já estão concluídas.

A partir desse levantamento é iniciado as fases de implantação do LPS sendo elas: planejamento geral ou *master plan*, planejamento de médio e curto prazo ou *lookahead plan*, planejamento

semanal e porcentagem do projeto completo. Referente aos métodos de implantação do LPS foi realizado a Quadro 2.

Figura 1: Last Planner System



Fonte: Ballard (2000)

Quadro 2: Métodos de aplicação do LPS

Nome Artigo	Autores	Períodico	Objetivo	Resultados
<i>Barriers to lean implementation in the construction industry in China</i>	Gao Shang e Low Sui Pheng	<i>Journal of Technology Management in China</i>	Entrevistar empresas que aplicam o LPS e definir as barreiras de implantação do método.	Os autores verificaram que a etapa de Plano Mestre é geralmente aplicada pela maioria das empresas como uma forma de iniciar e ganhar o contrato da obra, todavia, acaba não tendo um detalhamento das tarefas a longo prazo e é suscetível à falhas. O Médio Prazo não foi realizado pela maioria das empresas entrevistadas. Também viram que as reuniões semanais são comuns entre os entrevistados, mas que falham na definição dos impactos de não realização de uma tarefa e nos responsáveis para a solução. O percent plan complete (PPC) ou porcentagem do projeto concluída já não era aplicado pela maioria dos entrevistados, mostrando dessa forma, falhas em quantificação das tarefas e suas consequências.
<i>Improving construction management practice with the Last Planner System: A case study</i>	Abdullah O. Asehaimi, Patricia Tzortzopoulos Fazenda e Lauri Koskela	<i>Engineering, Construction and Architectural Management</i>	Implantar o LPS em uma empresa na Arábia Saudita dividindo a aplicação em quatro fases.	Na primeira fase foi feito um treinamento e apresentado os benefícios do LPS a equipe envolvida. Em seguida, foi feito uma análise de duas semanas das estratégias atuais de planejamento. Na segunda fase, foi feito uma avaliação de porcentagem de atividade concluídas semanalmente durante 5 semanas. Durante esse período foram verificadas as causas para não obtenção dos números esperados e criado estratégias de curto prazo. A terceira fase durou o período de onze semanas. Nessa fase foi introduzido o lookahead planning, onde os autores definiram metas para as próximas quatro semanas e acompanharam diariamente detalhando os responsáveis, as durações, os pré-requisitos e os equipamentos necessários para o atingimento da meta diária, tornando possível identificar o fluxo de trabalho e corrigir os erros nessas reuniões diárias. A quarta e última fase, por sua vez, tratou-se de um questionário com critérios de classificação para avaliar o desempenho da aplicação do método.

Fonte: Autor.

Conforme Ballard (2000) a aplicação do LPS conseguiu manter em mais de 90% a efetividade do planejamento inicial. O LPS foi dividido por Ballard e Howell (2003) em *lookahead*

planning, commitment planning e learning. No *lookahead planning (CAN)* é mapeado o fluxo de trabalho e atividades atrasadas, definido a capacidade da produção e criado um plano detalhado de como as atividades deverão ser executadas. No *commitment planning (WILL)*, por sua vez, é descrito pelos autores como uma metodologia de aplicação de parâmetros de qualidade e acompanhamento dos resultados de produção. Na última etapa o *learning (DID)* é descrito como o monitoramento das causas dos resultados atuais criando medidas corretivas analisando a raiz do problema. Os resultados também precisam ser estudados em reuniões semanais e caso as causas não possam ser encontradas e solucionadas é necessário mudar o planejamento.

2.3 Resultados obtidos com a implementação do LPS

Com base em outros estudos, foi elaborada a Quadro 3 que apresenta resultados da implantação do LPS.

Quadro 3: Resultados de aplicação do LPS

Nome Artigo	Autores	Periódico	Objetivo	Resultados
<i>Improving construction management practice with the Last Planner System: A case study</i>	Abdullah O. Asehaimi, Patricia Tzortzopoulos Fazenda e Lauri Koskela	<i>Engineering, Construction and Architectural Management</i>	Implantar o LPS em uma empresa na Arábia Saudita dividindo a aplicação em quatro fases.	Após aplicar o LPS concluíram que os principais problemas encontrados foram as não finalizações de atividades predecessoras necessárias para dar andamento a obra ocasionados por desmobilização de mão de obra das atividades prioritárias, ausências de colaboradores, atraso na entrega de materiais ou entregas de materiais incorretos, falhas de comunicação e problemas de equipamentos. Também observaram que a confiança dos colaboradores aumentou gradualmente. Os resultados mostraram que o LPS se mostrou uma abordagem produtiva em reorganizar o planejamento durante a execução da obra, ouvir e compartilhar informações com os colaboradores e facilitou a visualização de problemas, a realizar previsões futuras e definir ações corretivas.
<i>Applying lean thinking in construction and performance improvement</i>	Remon Fayek Aziz e Sherif Mohamed Hafez	<i>Alexandria Engineering Journal</i>	Descrver o Last Planner System como técnica de planejamento.	Os autores avaliaram a implantação do LPS com base na sequência de planejamento de curto, médio e longo prazo e concluíram que seu uso pode apresentar ganhos de até 86% em produtividade nos dois primeiros meses e tiveram como barreira sistemas de planejamento focados no resultado e não no melhoramento contínuo.
<i>Implementing lean construction techniques and management methods in Chinese projects: A case study in Suzhou, China.</i>	Weigi Xi et al	<i>Journal of Cleaner Production</i>	Estudo de caso de implantação do LPS em uma empresa chinesa.	Os autores também encontraram resultados de percepção dos colaboradores positivos após implementar em uma empresa chinesa e avaliar por meio de um questionário que as técnicas de lean construction, como o LPS, foram essenciais para o aumento de produtividade, redução de espera e defeitos verificado no estudo de caso em questão.
<i>Development of Approach to Support Construction Stakeholders in Implementation of the Last Planner System</i>	Emmanuel Itodo Daniel, Christine Pasquire e Graham Dickens	<i>Journal of Management in Engineering</i>	Comparar três estudos de caso de implantação do LPS	Os autores reafirmaram a importância de ter uma sala específica que ocorra todas as reuniões e que seja de fácil acesso a todos os setores visando integração visual das informações e envolvimento proativo dos colaboradores e contratantes.
<i>Critical Success Factors and Barriers to Last Planner System Implementation over Traditional Management System in the Indian Construction Industry.</i>	Joshi Rihem Prashantkumar, Ankit S. Patel e Jayraj V. Solanki	<i>Journal of Emerging Technologies and Innovative Research</i>	Elaborar questionário sobre a implantação do LPS e definir os fatores essenciais para o seu sucesso.	Os autores trouxeram a partir de um questionário que trazia 34 fatores essenciais para o sucesso do LPS os seguintes resultados: coordenação com a alta direção, implantar um plano bem estruturado, definir um responsável por monitorar a implantação do método e coordenar a equipe e subcontratados.

Fonte: Autor.

3 PROCESSOS METODOLÓGICOS

O presente estudo, trata-se de uma pesquisa-ação com abordagem qualitativa e pesquisa aplicada, em que o pesquisador age ativamente para a solução do problema de pesquisa e busca respostas subjetivas. Quanto aos objetivos, pode-se dizer que este artigo se trata de uma pesquisa descritiva. Conforme Miguel (2012), a pesquisa-ação pode ser considerada uma variação do estudo de caso, todavia, nesse tipo de metodologia o pesquisador além de observar, interfere no objeto de estudo de forma cooperativa com os participantes da ação visando à resolução de um determinado problema.

Para a execução do estudo, foram realizadas intervenções diretas no local onde é executada a obra do condomínio residencial com 460 unidades da construtora, objeto do estudo. A equipe administrativa envolvida foi treinada com os conceitos do *lean construction* e *LPS*, visando ajudar a repassar as informações para toda a equipe do canteiro.

A companhia já tem o hábito de aplicar o Médio Prazo a partir de uma reunião mensal entre o engenheiro da obra e uma analista de planejamento que atende diversas obras, onde todas as atividades da obra estão divididas por representatividade. O peso adotado para ponderar as atividades é o custo em reais de cada atividade. Nessa reunião discute-se as atividades que poderão ser realizadas no mês diante as adversidades já conhecidas. É notório um distanciamento em cada médio prazo da meta da diretoria, visto que as atividades são estipuladas, mas não são implantadas medidas mais precisas de acompanhamento em curto prazo.

Dentro desse contexto, como objeto de pesquisa deste estudo, será efetuado as seguintes operações de controle de produção utilizando o *LPS*. Inicialmente, será efetuado o *lookahead planning* com o intuito de detectar e remover as restrições de maneira ágil, tornando a produção cada vez mais com a característica *lean* de produção puxada. Para isso serão elaboradas reuniões colaborativas e definido um detalhamento de pacotes de trabalho, restrições e indicadores de desempenho.

Restrição é definido como o impeditivo para a conclusão de determinada atividade. Em relação aos indicadores dentro do *Lookahed Planning* será utilizado o Indicador de Remoção de Restrições (IRR) onde será avaliado o número de restrições que foram solucionadas. Também será verificado se a restrição é externa a empresa, de outros setores da empresa ou interna a obra visando mapear melhor a quem direcionar a resolução das restrições. Outro índice utilizado será o Indicador de Aderência que avalia quantos pacotes de trabalho foram realizados dentro dos pacotes planejados, ou seja, atividades que não foram planejadas na reunião de Médio Prazo não entram nessa análise.

Em relação as ferramentas de Curto Prazo, a produção estipulada no Médio Prazo será dividida em semanas e analisadas em uma reunião semanal de uma hora de duração todas as sextas-feiras com toda a equipe administrativa. Essa reunião será a reunião do comprometimento, onde será definido os responsáveis para elaboração das atividades e analisados em conjunto os índices de desempenho.

Diariamente, será efetuado uma reunião com a equipe de engenharia mais curta com o objetivo de checar se as atividades do dia anterior foram efetuadas, visando detectar os problemas que

fujam do planejamento e solucioná-los o quanto antes. Caso não concluída, será anotado a restrição e encaminhado ao responsável determinado na reunião semanal.

Os indicadores de curto prazo serão o Percentual de Pacotes Concluídos (PPC), Percentual de Pacotes Concluídos com Qualidade (PPCQ) e Percentual de Pacotes com Segurança (PPS) conforme determinado por Ballard e Howell (1997). Para busca da causa raiz será relatado as causas para não conclusão do pacote de trabalho e discutido nas reuniões semanais.

Para início da análise foi montada uma “sala de guerra” que se baseia em uma sala de reunião que possui além de controles visuais próprios da obra para facilitar a aplicação do LPS. Para isso, foi feito um quadro para a etapa de estrutura (Figura 2) constando as semanas e atividades planejadas.

Figura 2: Controle visual etapa de estrutura

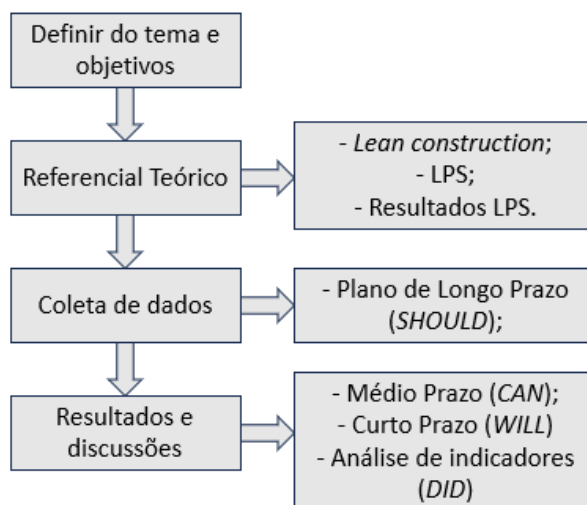
LINHA DE ESTRUTURA				
ATIVIDADE	SEMANA 1 DEZ/23	SEMANA 2 DEZ/23	SEMANA 3 DEZ/23	SEMANA 4 DEZ/23
PAREDE	6 APTOS	8 APTOS	6 APTOS	8 APTOS
PÓS FORMA				9 APTOS
ESGOTO E PLUVIAL				4 APTOS

Fonte: Autor.

Nas reuniões diárias a equipe de engenharia avalia e remonta esse quadro conforme as restrições encontradas. As restrições, por sua vez, são analisadas nas reuniões semanais e detalhadas. A partir desse estudo é criado um plano de ação onde será determinado os prazos e responsáveis pela resolução de determinados problemas.

Em resumo, conforme descrito na Figura 3 a metodologia deste estudo será, a partir do objetivo do projeto determinado pela diretoria (*SHOULD*), avaliar as atividades que podem ser feitas no processo de planejamento LPS mensalmente (Médio Prazo/*CAN*) e que irão ser feitas semanalmente (Curto Prazo/*WILL*) e que de fato foram concluídas diariamente (*DID*) de forma que as restrições sejam removidas rapidamente e as atividades sejam puxadas e não empurradas mantendo os princípios *lean* na prática.

Figura 3: Fluxograma metodologia



Fonte: Autor.

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 Coleta de Dados

4.1.1 Método construtivo

As 460 unidades habitacionais do condomínio do estudo de caso foram divididas em 23 blocos de 5 andares (Figura 4) e serão construídos a partir do método construtivo parede de concreto moldado *in loco* conhecido por sua agilidade devido ao uso de concreto autoadensável e armadura em tela de aço. É muito utilizado por construtoras que tenham pouca variabilidade nas edificações de maneira que a repetição e produtividade seja rentável e supra os custos da forma de aço. Cada apartamento possuirá a mesma área interna atendendo a limitação de área que abrange os parâmetros do programa de financiamento governamental “Minha Casa, Minha Vida”.

Figura 4: Planta de situação



Fonte: Autor.

A falta de variabilidade das edificações supracitada na fase de estrutura possibilita que os métodos de padronização sejam adotados, favorecendo a aplicação do método LPS e dos princípios *lean*. A etapa de concretagem (Figura 5) é a única que não pode ser otimizada, visto que com a quantidade de formas disponíveis o máximo de apartamentos concretados são dois. Dessa forma, o ritmo *takt* será de dois apartamentos prontos por dia.

Figura 5: Concretagens



Fonte: Autor.

Dessa forma, como cada andar possui 4 apartamentos, em um dia a equipe de armação libera dois apartamentos para a concretagem do dia posterior. A equipe de montagem de forma por sua vez gasta um dia para desmontar a forma do dia anterior, montar do outro lado e lançar o concreto que possui aditivos que agilizam a cura permitindo a desforma no dia seguinte. Para isso, cada caminhão de concreto precisa ser ensaiado para que seja validado a resistência mínima para desforma.

4.1.2 Equipe de projeto

A equipe administrativa envolvida no projeto é formada por 8 pessoas, sendo elas o engenheiro civil responsável pela obra, um analista de engenharia, um auxiliar de engenharia, dois estagiários, um mestre de obras, um almoxarife e um técnico de segurança do trabalho. Os dados são repassados indiretamente aos funcionários operacionais por meio de reuniões semanais e nos momentos de visita ao canteiro de obras. Em setembro de 2023 a obra possuía efetivo médio de 40 pessoas com tendência a aumentar para cerca de 70 pessoas em janeiro de 2023.

4.2 Plano de Longo Prazo (*SHOULD*)

Foi determinado pela diretoria uma meta de 20 meses dividida conforme Tabela 1. Todo o planejamento de médio prazo deve se basear nesse cronograma. Ele não avalia as dificuldades do processo e possíveis imprevistos, sendo essa análise responsabilidade da equipe de execução.

No LPS, essa etapa é denominada “*SHOULD*”, pois avalia o plano principal sem avaliar as restrições.

Tabela 1: Metas de Produção. Velocidade de produção x meses cronograma

Data	VP (%)	Data	VP (%)
ago/23	8%	jun/24	6%
set/23	5%	jul/24	6%
out/23	5%	ago/24	6%
nov/23	5,5%	set/24	6%
dez/23	5%	out/24	4%
jan/24	5%	nov/24	4%
fev/24	6%	dez/24	4%
mar/24	6%	jan/25	3%
abr/24	6%	fev/25	3%
mai/24	6%	mar/25	2%

Fonte: Autor.

4.3 Médio Prazo (CAN)

No LPS, essa etapa recebe o nome de “*CAN*” porque nela são avaliadas as atividades que podem ser feitas em um mês considerando a situação atual da obra e as restrições já conhecidas. A reunião de médio prazo é realizada pelo engenheiro, o analista da obra e um consultor de planejamento externo. O fechamento é feito na última semana do mês e determinado uma porcentagem de obra a ser executada no mês considerando como peso o custo de orçamento da atividade e subdivida por semana. Como o período de implantação do LPS durará dos dias 04/09/23 até 27/10/23 serão analisados os resultados dos meses de setembro e outubro.

4.3.1 Médio Prazo setembro

Para o mês de setembro ficou planejado na reunião de médio prazo uma previsão de 1,86%, sendo a porcentagem estimada no plano de longo prazo para o mês de setembro de 5%. Os resultados do mês foram analisados na Tabela 2 que mostra em verde as atividades que realizadas conforme planejado e em vermelho as não executadas seja parcialmente ou por completo.

Os dados foram analisados por semana e por mês. Com isso, apenas a semana 1 teve um resultado positivo e o fechamento mensal foi de 1,37%, 23,9% abaixo do planejado para o mês. Todavia, esse resultado teria sido menor caso a equipe administrativa não tivesse avaliado semanalmente as restrições e criado estratégias de realizar atividades não planejadas para compensar as atividades que possuíam empecilhos para serem finalizadas.

Tabela 2: Atividades planejadas e executadas em setembro

ATIVIDADES PLANEJADAS PARA SETEMBRO	ACUMULADO AGOSTO	Planejado:	Executado:	Planejado:	Executado:	Planejado:	Executado:	Planejado:	Executado:	Acumulado	Acumulado
		0,05%	0,34%	0,27%	0,15%	0,72%	0,50%	0,81%	0,38%	Previsto	Executado
		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		1,86%	1,37%
Terraplenagem - Módulo 01	86%	0%	14%	0%		4%		5%		95%	100%
Terraplenagem - Módulo 02	86%	0%		0%	4%	4%		5%	5%	95%	95%
Terraplenagem - Módulo 03	86%	0%		0%	4%	4%		5%	5%	95%	95%
Barracão - Almoarifado - Módulo 02	10%	0%		15%	15%	15%	15%	15%	40%	55%	80%
Consultoria solo - Módulo 1	30%	0%		0%	40%	35%	15%	35%	15%	100%	100%
Controle Tecnológico - Fundação Módulo 1	30%	0%		0%	40%	35%	15%	35%	15%	100%	100%
Contenção Vizinho Frente	0%	0%	28%	100%	0%	0%	57%	0%		100%	85%
Contenção Vizinho Lateral	0%	0%	11%	0%		0%	89%	100%		100%	100%
Contenção Castelo	0%	0%	21%	0%		100%	49%	0%		100%	70%
Contenção B13	0%	0%	10%	0%		0%	60%	100%	0%	100%	70%
Castelo d'água - Fundação	0%	0%	8%	0%		13%	17%	13%		25%	25%
Bloco 1 - Blocos de Coroamento	74%	26%	0%	0%		0%		0%		100%	74%
Bloco 1 - Vigas baldrames	33%	0%		67%	0%	0%	33%	0%		100%	66%
Bloco 1 - Fiada Zero e Impermeabilização	0%	0%		0%		100%	0%	0%		100%	0%
Bloco 1 - Instalações Iajão	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
Bloco 1 - Aterro compactado	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
Bloco 1 - Concretagem piso pobre	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
Bloco 2 - Blocos de Coroamento	74%	26%	0%	0%		0%		0%		100%	74%
Bloco 2 - Vigas baldrames	33%	0%		67%	0%	0%	33%	0%		100%	66%
Bloco 2 - Fiada Zero e Impermeabilização	0%	0%		0%		100%	0%	0%		100%	0%
Bloco 2 - Instalações Iajão	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
Bloco 2 - Aterro compactado	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
Bloco 2 - Concretagem piso pobre	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
Bloco 3 - Fundação Radier	5%	0%	5%	0%		45%	0%	50%	0%	100%	10%
Bloco 4 - Fundação Radier	5%	0%	5%	0%		45%	0%	50%	0%	100%	10%
Bloco 14 - Blocos de Coroamento	0%	50%	0%	50%	0%	0%		0%		100%	0%
Bloco 14 - Vigas baldrames	0%	0%		0%		50%	0%	50%	0%	100%	0%
Bloco 15 - Blocos de Coroamento	0%	50%	0%	50%	0%	0%		0%		100%	0%
Bloco 15 - Vigas baldrames	0%	0%		0%		50%	0%	50%	0%	100%	0%
ATIVIDADES NÃO PLANEJADAS	ACUMULADO AGOSTO	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		ACUMULADO	
Barracão - Construção - Módulo 01	90%	0%		0%		0%		0%	10%	90%	100%
Muro de Divisa - Fundação - Módulo 01	50%	0%		0%	5%	0%		0%		50%	55%
Contenção Estacionamento	0%	0%		0%		0%	21%	0%	49%	0%	70%
Arrimo B2, B4, B6	0%	0%		0%		0%		0%	30%	0%	30%
Castelo d'água - Estrutura	0%	0%		0%		0%	3%	0%		0%	3%
Churrasqueira - Fundação	0%	0%		0%		0%		0%	100%	0%	100%
Contenção Refeitório	0%	0%		0%		0%		0%	18%	0%	18%

Fonte: Autor.

Para a análise de restrições foram levantados a quantidade de problemas a serem resolvidos e classificados pelo tipo (interno, setorial ou externo). A descrição de restrições levantadas da semana 1 a 4 foram detalhadas na Tabela 3, 4, 5 e 6. As restrições não solucionadas foram replicadas para a semana posterior e só são consideradas resolvidas quando não estão mais interferindo na execução de um pacote de atividade planejado.

Tabela 3: Restrições Semana 1

Restrições Corretivas/Preventivas Semana 1					
Nº	Atividade	Tipo	Motivo	Descrição	Resolução Semana Posterior
1.1	Almoxarifado	Entrega	Externo	Ausência de madeira para execução.	OK
1.2	Almoxarifado	Clima	Externo	Necessário finalizar terraplanagem do trecho onde o almoxarifado será posicionado.	OK
1.3	Contenções	Contratação	Setorial	Necessário mobilizar trado para execução das estacas das contenções.	OK
1.4	Cintamento	Mão de Obra	Interno	Necessário aumentar mão de obra de ajudantes para agilizar a escavação.	Não resolvida
1.5	Cintamento	Equipamento	Interno	Avaliar um equipamento para agilizar a escavação (valetadeira ou rompedor).	OK
1.6	Cintamento	Entrega	Externo	Cobrar entrega dos espaçadores das vigas.	OK
1.7	Cintamento	Entrega	Externo	Cobrar entrega do aço de 20 e 25mm cortado e dobrado.	Não resolvida
1.8	Radier	Entrega	Externo	Tentar antecipar entrega das telas do radier.	Não resolvida

Fonte: Autor.

Tabela 4: Restrições Semana 2

Restrições Corretivas/Preventivas Semana 2					
Nº	Atividade	Tipo	Motivo	Descrição	Resolução Semana Posterior
1.4	Cintamento	Mão de Obra	Interno	Necessário aumentar mão de obra de ajudantes para agilizar a escavação.	Não resolvida
1.7	Cintamento	Entrega	Externo	Cobrar entrega do aço de 20 e 25mm cortado e dobrado.	OK
1.8	Radier	Entrega	Externo	Tentar antecipar entrega das telas do radier.	OK
2.1	Contenção Castelo	Contratação	Setorial	Trado não chegou a tempo.	OK
2.2	Castelo d'água - Fundação	Projeto	Setorial	Contenção Castelo não concluída.	OK
2.3	Fiada Zero	Planejamento	Interno	Necessário conclusão cintamento do Bloco 1 e 2.	Não resolvida
2.4	Radier 3 e 4	Entrega	Externo	Necessário entrega de telas do radier.	OK
2.5	Cintamento	Processo	Interno	Necessário rever processo de execução	Não resolvida

Fonte: Autor.

Tabela 5: Restrições Semana 3

Restrições Corretivas/Preventivas Semana 3					
Nº	Atividade	Tipo	Motivo	Descrição	Resolução Semana Posterior
1.4	Cintamento	Mão de Obra	Interno	Necessário aumentar mão de obra de ajudantes para agilizar a escavação.	Resolvida
2.3	Fiada Zero	Planejamento	Interno	Necessário conclusão cintamento do Bloco 1 e 2.	Não resolvida
2.5	Cintamento	Processo	Interno	Necessário rever processo de execução	Resolvida
3.1	Bloco de Coroamento	Processo	Interno	Necessário revisar estacas com deformidades e limpar melhor o local	Resolvida
3.2	Radier	Mão de Obra	Interno	Definir mão de obra para execução. Levantar pacotes	Resolvida

Fonte: Autor.

Tabela 6: Restrições Semana 4

Restrições Corretivas/Preventivas Semana 4					
Nº	Atividade	Tipo	Motivo	Descrição	Resolução Semana Posterior
2.3	Fiada Zero	Planejamento	Interno	Necessário conclusão cintamento do bloco 1 e 2.	Não resolvida
4.1	Vigas Contencões	Projeto	Setorial	Saiu o último projeto de contenção e os armadores focaram nele ao invés de focarem nas vigas. Necessário finalizar estacas.	Resolvida
4.2	Cintamento B1 E B2	Mão de Obra	Interno	Necessário acompanhar de perto mão de obra de armação que está abaixo da produtividade na atividade montagem de armação.	Resolvida
4.3	Muro de Divisa	Planejamento	Interno	Necessário liberar mais frente de muro de divisa com retroescavadeira.	Resolvida
4.4	Posteamento	Atraso Fornecedor	Externo	Prestador de serviço de posteamento não cumpriu primeira data. Remarcar instalação dos postes.	Não resolvida
4.5	Posteamento	Atraso Fornecedor	Externo	Marcar postes com topógrafo.	Não resolvida
4.6	Cintamento B13	Planejamento	Interno	Liberar a retroescavadeira para execução do serviço.	Resolvida
4.7	Casa de Bombas	Processo	Interno	Casa de bombas será usada para guardar cabos. Necessário aumentar vão da porta em 20 cm para passar as bobinas maiores.	Resolvida
4.8	Instalações Hidráulicas	Mão de Obra	Interno	Necessário definir bombeiro hidráulico para execução do serviço.	Não resolvida
4.9	Redes Infra	Entrega	Externo	Necessário cobrar entrega de materiais de infra que estão atrasados	Não resolvida
4.10	Redes Infra	Material	Interno	Necessário tentar antecipar materiais de infra que foram solicitados com atraso	Não resolvida
4.11	Redes Infra	Processo	Interno	Necessário compatibilizar projetos e definir trechos de execução da infra (gás, incêndio, hidráulica e elétrica).	Resolvida

Fonte: Autor.

4.3.2 Médio Prazo outubro

Na reunião de médio prazo de outubro ficou definido um acumulado previsto de 3,04%, ou seja, um valor 62% maior que o previsto para o mês de setembro, visto que várias frentes foram liberadas com a conclusão da terraplanagem. O planejado desse mês é crucial porque as

atividades antecedem o início da fase de estrutura da obra (prevista para dezembro) na qual qualquer imprevisto é muito oneroso.

Os resultados do mês estão representados no Tabela 7. O mês foi fechado em 2,50%, valor 17,76% abaixo do planejado, mas 82,5% maior que o realizado do mês anterior de 1,37%. O LPS foi aplicado da mesma forma, monitorando as restrições conforme descrito nas Tabelas 8, 9, 10 e 11.

Tabela 7: Atividades planejadas e executadas em outubro

ATIVIDADES PLANEJADAS PARA OUTUBRO	ACUMULADO SETEMBRO	Planejado:	Executado:	Planejado:	Executado:	Planejado:	Executado:	Planejado:	Executado:	Acumulado	Acumulado
		0,60%	0,31%	0,49%	0,36%	0,66%	0,28%	1,28%	1,56%	Previsto	Executado
		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7		SEMANA 8		3,04%	2,50%
Terraplenagem - Módulo 02	95%	0%	5%	0%		0%		5%		100%	100%
Terraplenagem - Módulo 03	95%	0%	5%	0%		0%		5%		100%	100%
Almoxarifado	70%	15%	30%	15%		0%		0%		100%	100%
Muro de Frente - Estrutura	0%	0%		0%		5%	0%	5%	0%	10%	0%
Muro de Divisa - Fundação - Módulo 01	60%	5%	0%	3%	8%	5%	10%	8%	5%	81%	83%
Muro de Divisa - Estrutura - Módulo 01	60%	5%	0%	3%	0%	5%	5%	8%	13%	81%	78%
Contenção Estacionamento	85%	5%	0%	5%	0%	5%	0%	0%		100%	85%
Contenção B17 a B23	0%	0%	70%	10%	15%	30%	9%	30%	6%	70%	100%
Arrimo B2, B4, B6	30%	20%	20%	10%	20%	20%	30%	20%		100%	100%
Drenagem- Mód 01	0%	0%		0%		10%	4%	15%	6%	25%	10%
Esgoto- Mód 01	0%	0%		0%		10%	0%	15%	3%	25%	3%
Água Abastecimento- Mód 01	0%	0%		0%		10%	0%	15%	0%	25%	0%
Água Recalque- Mód 01	0%	0%		0%		10%	0%	15%	0%	25%	0%
Telefonia e Comunicação- Mód 01	0%	0%		0%		10%	0%	15%	0%	25%	0%
Redes de Incêndio- Mód 01	0%	0%		0%		10%	0%	15%	0%	25%	0%
Castelo d'água - Fundação	25%	0%		5%	0%	15%	5%	25%	40%	70%	70%
Castelo d'água - Estrutura	3%	2%	2%	0%		0%		0%		5%	5%
Guarita e Pórtico - Fundação	0%	0%		0%		0%		100%	100%	100%	100%
Depósito Lixo - Fundação	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
Central de Gás - Fundação	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
Gourmet e Churrasqueira - Fundação	50%	0%		0%	50%	50%		0%		100%	100%
Apoio - Fundação	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
B1 e B2 - Instalações Lajão	0%	50%	0%	50%	0%	0%		0%		100%	0%
B1 e B2 - Aterro Compactado	0%	0%		0%		100%	0%	0%		100%	0%
B1 e B2 - Concretagem Piso Pobre	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
B3 E B4 - Radier	10%	50%	0%	40%	0%	0%		0%	30%	100%	40%
B3 E B4 - Fiada falsa	0%	50%	0%	50%	0%	0%		0%		100%	0%
B13 - Blocos de coroamento	33%	16%	0%	8%	0%	18%	0%	25%	0%	100%	33%
B13 - Vigas cintamento	33%	16%	0%	8%	0%	18%	0%	25%	0%	100%	33%
B14 e B15 - Blocos de coroamento	0%	25%	10%	12%	12%	25%	0%	38%	0%	100%	22%
B14 e B15 - Vigas de cintamento	0%	25%	10%	12%	12%	25%	0%	38%	0%	100%	22%
B5 e B6 - Radier	0%	0%		0%	20%	50%	8%	50%	72%	100%	100%
B5 e B6 - Fiada falsa	0%	0%		0%		0%		100%	0%	100%	0%
ATIVIDADES NÃO PLANEJADAS	ACUMULADO SETEMBRO	SEMANA 5		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		ACUMULADO	
Barracão - Módulo 3	0%			0%	10%	0%	7%	0%	5%	0%	22%
Controle Tecnológico Contenção	0%			0%	100%	0%		0%		0%	100%
Infra Esgoto	0%			0%		0%		0%	3%	0%	3%
Infra Drenagem	0%			0%		0%		0%	10%	0%	10%
Pavimentação - Trecho 1	0%			0%		0%		0%	60%	0%	60%

Fonte: Autor.

Tabela 8: Restrições Semana 5

Restrições Corretivas/Preventivas Semana 5					
Nº	Atividade	Tipo	Motivo	Descrição	Resolução Semana Posterior
2.3	Fiada Zero	Planejamento	Interno	Necessário conclusão cintamento do bloco 1 e 2.	Não resolvida
4.4	Posteamento	Atraso Fornecedor	Externo	Prestador de serviço de posteamento não cumpriu primeira data. Remarcar instalação dos postes.	Resolvida
4.5	Posteamento	Atraso Fornecedor	Externo	Marcar postes com topógrafo.	Resolvida
4.8	Instalações Hidráulicas	Mão de Obra	Interno	Necessário definir bombeiro hidráulico para execução do serviço.	Resolvida
4.9	Redes Infra	Entrega	Externo	Necessário cobrar entrega de materiais de infra que estão atrasados.	Resolvida
4.10	Redes Infra	Entrega	Interno	Necessário tentar antecipar materiais de infra que foram solicitados com atraso.	Não resolvida
5.1	Muro de Divisa	Mão de Obra	Interno	Desligar pedreiro improdutivo e acompanhar desenvolvimento de substituto.	Resolvida
5.2	Vigas Concreção	Planejamento	Interno	Armar vigas.	Resolvida
5.3	Cintamento B1 e B2	Mão de Obra	Interno	Trocar mão de obra responsável pela armação do cintamento.	Resolvida
5.4	Radier	Processo	Interno	Refazer parte do terreno do radier do B3 e B4 solicitado pelo projetista de solos.	Não resolvida
5.5	Cintamento B13, B14 e B15	Processo	Interno	Focar retroescavadeira na escavação das cintas do cintamento.	Não resolvida
5.6	Base do Castelo D'Água	Atraso Fornecedor	Externo	Acompanhar resistência de concreto que deu resistência baixa em rompimento de 7 dias.	Não resolvida

Fonte: Autor.

Tabela 9: Restrições Semana 6

Restrições Corretivas/Preventivas Semana 6					
Nº	Atividade	Tipo	Motivo	Descrição	Resolução Semana Posterior
2.3	Fiada Zero	Planejamento	Interno	Necessário conclusão cintamento do bloco 1 e 2.	Não resolvida
4.10	Redes Infra	Material	Interno	Necessário tentar antecipar materiais de infra que foram solicitados com atraso.	Resolvida
5.4	Radier	Processo	Interno	Refazer parte do terreno do radier do B3 e B4 solicitado pelo projetista de solos.	Resolvida
5.5	Cintamento B13, B14 e B15	Processo	Interno	Focar retroescavadeira na escavação das cintas do cintamento.	Resolvida
5.6	Base do Castelo D'Água	Atraso Fornecedor	Externo	Acompanhar resistência de concreto que deu resistência baixa em rompimento de 7 dias.	Resolvida
6.1	Muro de Divisa	Planejamento	Interno	Definir equipe com 2 pedreiros e um ajudante e prêmio de produção.	Resolvida
6.2	Castelo D'Água	Planejamento	Interno	Parar retroescavadeira em um sábado e escavar base do castelo.	Resolvida
6.3	Castelo D'Água	Planejamento	Interno	Parar retroescavadeira em um sábado e escavar base do castelo.	Resolvida
6.4	Cintamento B1 e B2	Mão de Obra	Interno	Focar armadores na liberação do cintamento.	Resolvida
6.5	Cintamento B1 e B2	Mão de Obra	Interno	Focar armadores na liberação do cintamento.	Resolvida

Fonte: Autor.

Tabela 10: Restrições Semana 7

Restrições Corretivas/Preventivas Semana 7					
Nº	Atividade	Tipo	Motivo	Descrição	Resolução Semana Posterior
2.3	Fiada Zero	Planejamento	Interno	Necessário conclusão cintamento do bloco 1 e 2.	Resolvida
7.1	Muro de Frente	Atraso Fornecedor	Externo	Finalizar terraplanagem para que o topógrafo consiga marcar o muro.	Não resolvida
7.2	Muro de Divisa	Planejamento	Interno	Liberar mais frente de serviço para os pedreiros.	Não resolvida
7.3	Redes Infra	Planejamento	Interno	Contratar mais bombeiros hidráulicos para execução de infra.	Não resolvida
7.4	Fiada Zero	Entrega	Externo	Cobrar blocos fiada falsa que não viraram pedido de compras.	Não resolvida
7.5	Radier B3 E B4	Mão de Obra	Interno	Finalizar radier B5 e B6 para utilizar a mesma mão de obra.	Não resolvida

Fonte: Autor.

Tabela 11: Restrições Semana 8

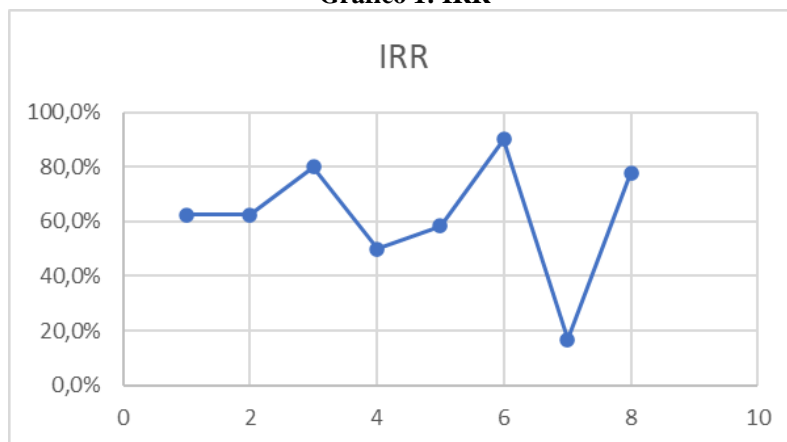
Restrições Corretivas/Preventivas Semana 8					
Nº	Atividade	Tipo	Motivo	Descrição	Resolução Semana Posterior
7.1	Muro de Frente	Atraso Fornecedor	Externo	Finalizar terraplanagem para que o topógrafo consiga marcar o muro.	Resolvida
7.2	Muro de Divisa	Planejamento	Interno	Liberar mais frente de serviço para os pedreiros.	Resolvida
7.3	Redes Infra	Planejamento	Interno	Contratar mais bombeiros hidráulicos para execução de infra.	Resolvida
7.4	Fiada Zero	Entrega	Externo	Cobrar blocos fiada falsa que não viraram pedido de compras.	Resolvida
7.5	Radier B3 E B4	Mão de Obra	Interno	Finalizar radier B5 e B6 para utilizar a mesma mão de obra.	Resolvida
8.1	Muro de Frente	Mão de Obra	Interno	Finalizar fiada falsa B1e B2 para atacar muro da frente.	Não resolvida
8.2	Contenção Estacionamento	Mão de Obra	Interno	Contratar mais auxiliares para escavação e preparação para concretagem da viga de contenção.	Resolvida
8.3	Redes Infra	Mão de Obra	Interno	Transferência Encarregado de outra obra para acompanhamento dos bombeiros.	Não resolvida
8.4	Guarita/Lixeira /Central de Gás	Mão de Obra	Interno	Contratar novo empreiteiro para focar nas alvenarias de área comum da obra.	Resolvida

Fonte: Autor.

4.3.3 Índice de Remoção de Restrições

A partir das tabelas detalhadas de restrições, foram analisados alguns índices como forma de avaliação. O Índice de Remoção de Restrições (IRR) analisa o desempenho da equipe do projeto em detectar e remover restrições que estão impedindo que determinadas atividades sejam realizadas. O Gráfico 1 mostra os resultados obtidos em porcentagem no período de 8 semanas analisado. Nele pode-se perceber o empenho em resolver os problemas. A semana com menor IRR foi a semana 7 onde apenas uma das seis restrições levantadas foi resolvida na semana posterior. O IRR médio foi de 62,2%.

Gráfico 1: IRR

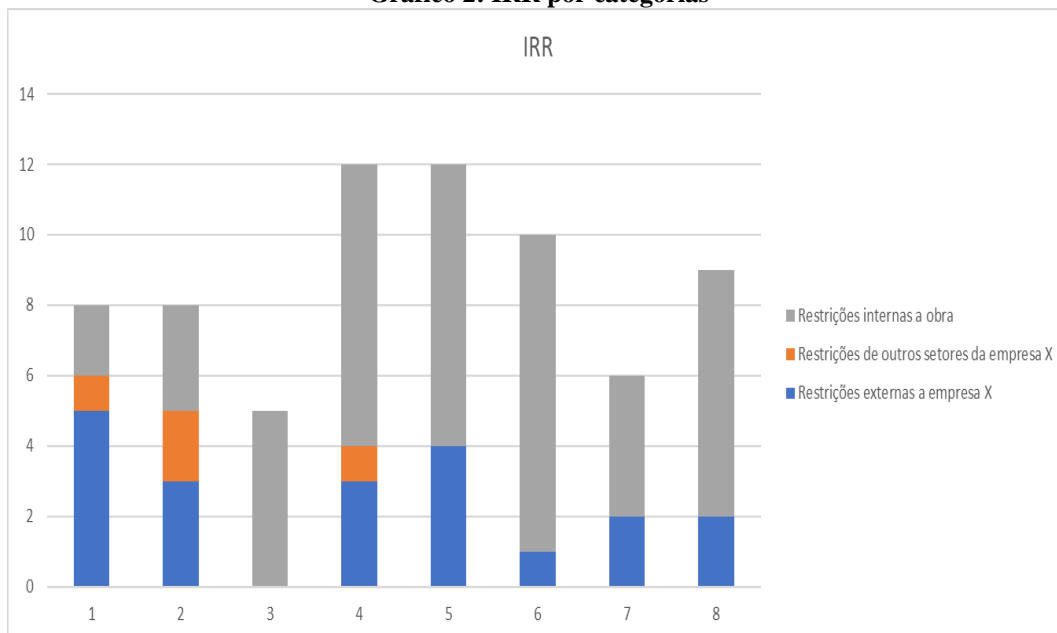


Fonte: Autor.

O Gráfico 2 mostra as restrições subdivididas pelas possíveis causas, sendo elas internas (material, mão de obra, planejamento, equipamento e processo de execução), setorial (contratação pendente pelo setor de Suprimentos, obra sem projeto, falta de definição diretoria) e externo (entrega atrasada, fornecedor não seguir cronograma, clima). Pela análise do gráfico, pode-se perceber que as causas internas foram o principal motivo das restrições totalizando 46 de 70 (65,7%). As causas externas e setoriais, representaram, respectivamente, 28,6% e 5,7%.

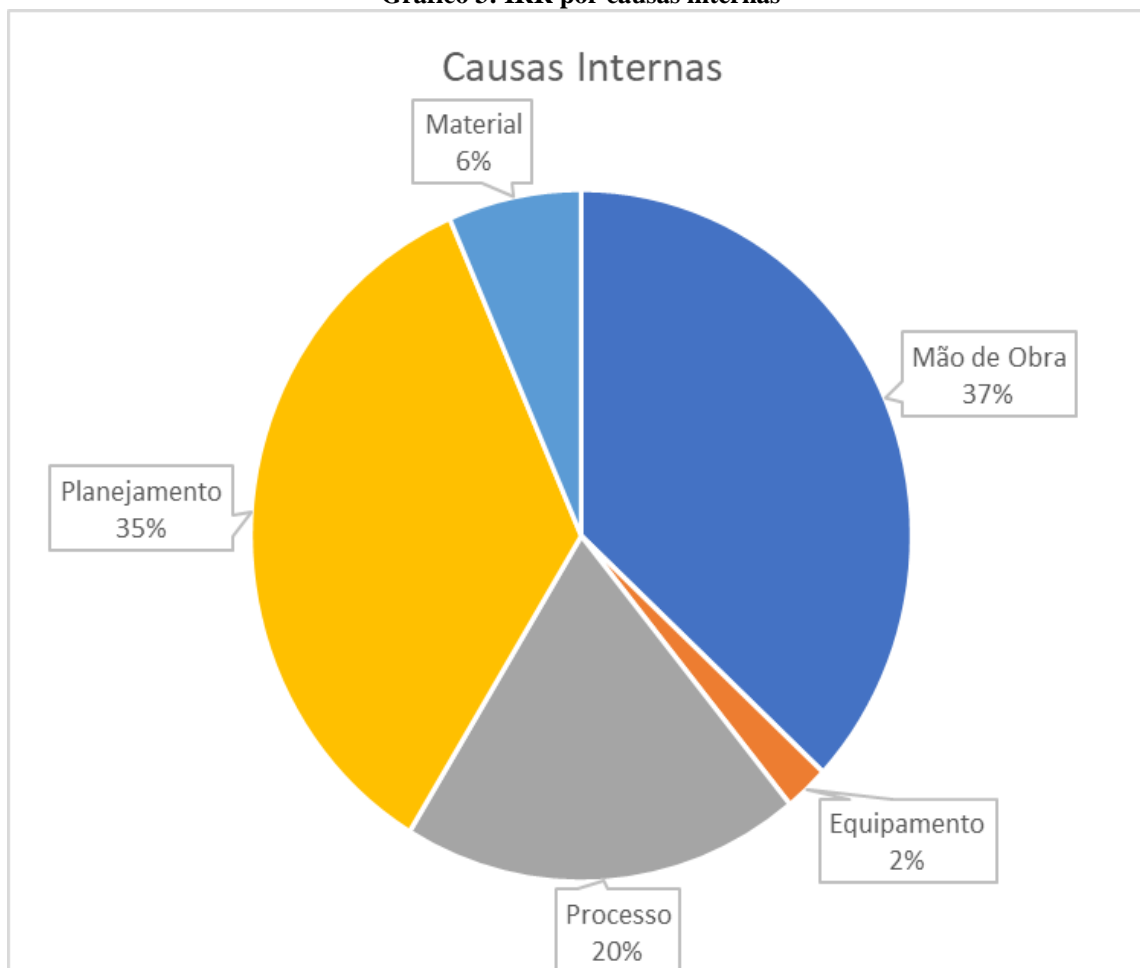
Tendo em vista que as causas internas foram os principais impedidores da conclusão das atividades planejadas, os dados foram detalhados no Gráfico 3. Pelo estudo do gráfico, pode-se perceber que os principais ofensores foram a ausência de mão de obra e planejamento. Com isso, pode-se perceber a necessidade de aumentar o efetivo e repensar o planejamento.

Gráfico 2: IRR por categorias



Fonte: Autor.

Gráfico 3: IRR por causas internas



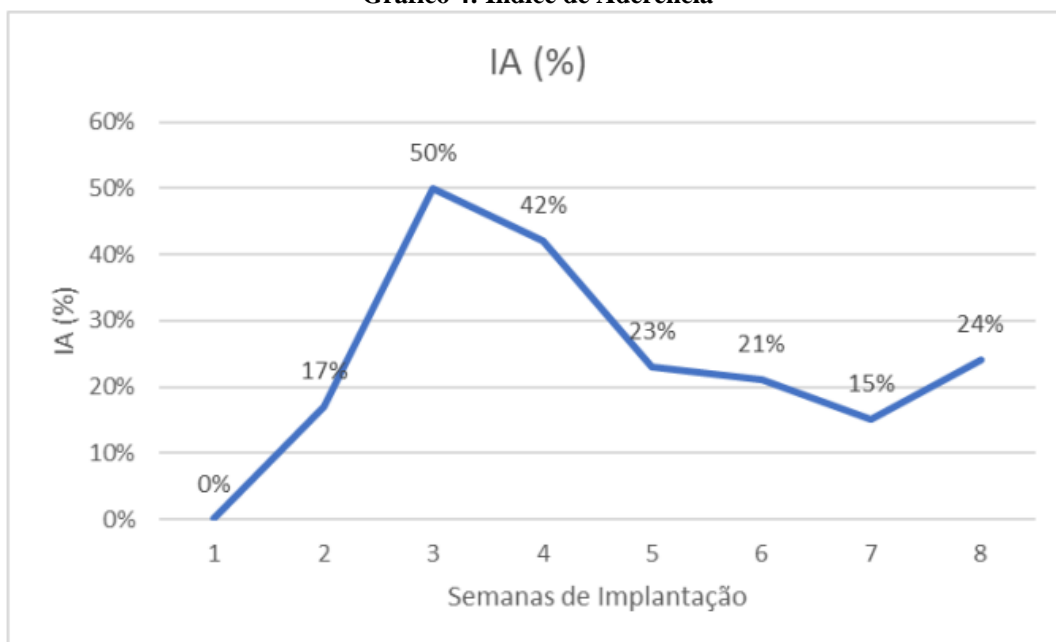
Fonte: Autor.

4.3.4 Índice de Aderência

O Índice de Aderência (IA) avalia o comprometimento do realizado com o que foi planejado, para isso ele considera a quantidade de pacotes concluídos por semana comparando com os pacotes previstos (Gráfico 4). Pela análise do gráfico pode-se perceber que o impacto divulgado foi menor porque a equipe conseguiu realizar atividades não planejadas no médio prazo no decorrer do mês, o que acabou mascarando as atividades que foram ditas que seriam concluídas em determinada data e não foram. O IA médio dentro das 8 semanas foi de apenas 24%.

Como tratativa, ficou decidido que a partir de novembro será feita uma prévia de atividades planejadas no médio prazo e discutido por toda a equipe administrativa antes de divulgar os números para a diretoria. Dessa forma, a estimativa do engenheiro tende a ser minimizada conforme as restrições são levantadas e o planejado na reunião de Médio Prazo fica mais próximo do real. Além, de aumentar o engajamento da equipe, que fica de acordo com tudo que está sendo dito que será feito no mês.

Gráfico 4: Índice de Aderência



Fonte: Autor.

4.4 Curto Prazo (WILL)

4.4.1 Reuniões diárias

O ritmo definido para as atividades é o mesmo ritmo das concretagens, sendo, portanto, dois apartamentos por dia. Dessa forma, por exemplo, se uma atividade demanda 3 dias para concluir um apartamento com um funcionário será necessário formar uma equipe de 6 funcionários para cumprir o *takt* de 2 apartamentos por dia.

Nas reuniões diárias é discutido as restrições corretivas geradas na reunião semanal e definido responsáveis que são passados para um quadro de plano de ação com os respectivos prazos. As restrições preventivas, por sua vez, são definidas baseadas nas datas para início de cada atividade e avaliado se a atividade está coerente com as duas condições a seguir: material na obra na data de início e mão de obra contratada. Feito isso, é definido responsáveis pelos levantamentos, compras e contrações e repassados para um quadro de Plano de Ação e avaliado diariamente seu andamento.

4.4.2 Percentual de Pacotes Concluídos (PPC), Percentual de Pacotes Concluídos com Qualidade (PPCQ) e Percentual de Pacotes Concluídos com Segurança (PPCS) (DID)

Dentro do planejamento do Médio Prazo, as atividades são separadas em pacotes que podem representar tanto a atividade concluída de forma integral quanto uma conclusão parcial. Algumas atividades podem ser executadas sem estarem no planejamento de Médio Prazo. Como exemplo, a primeira semana de setembro obteve um índice de aderência de 0%, visto que nenhuma das atividades planejadas foi concluída, todavia, foram executadas 8 atividades fora do planejado.

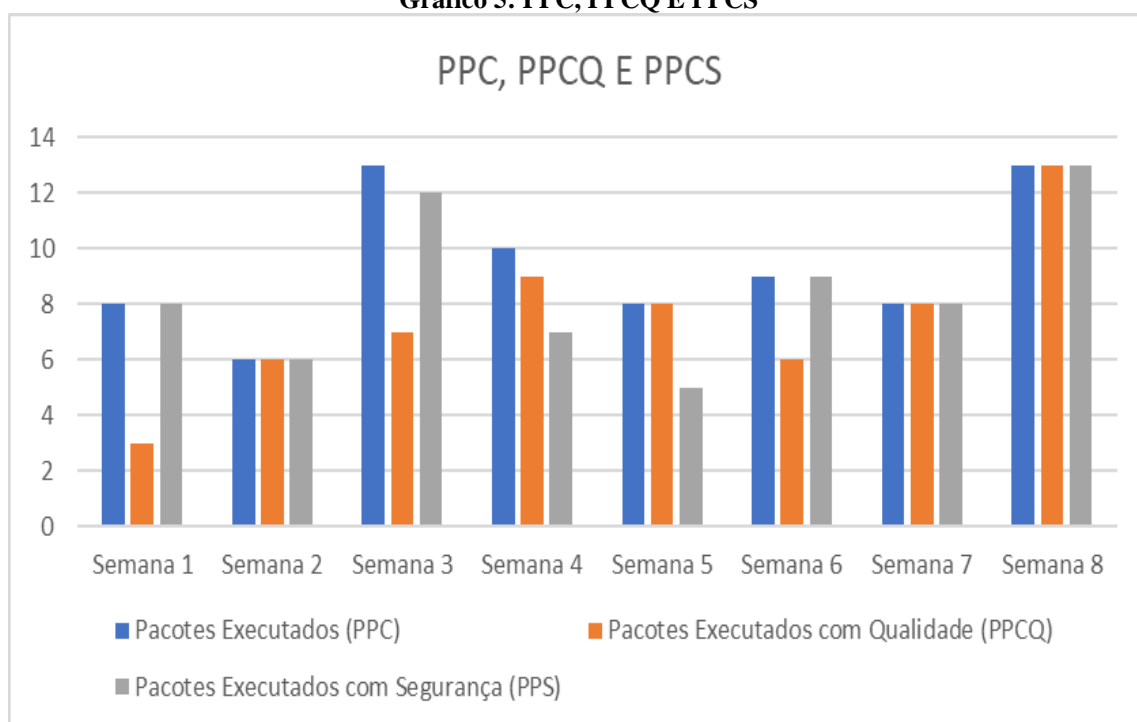
Para avaliar se a atividade foi concluída com qualidade é comparado se o responsável pelo acompanhamento da equipe da engenharia foi ao local, avaliou e preencheu a Ficha de Verificação de Serviço (FVS). Nesse documento é descrito as condições para liberação da próxima atividade como conferência de prumo, desníveis, medidas etc. A falta de conferência de qualidade do serviço é o principal motivo pelo alto índice de retrabalho nas obras.

Em relação a conclusão do trabalho com segurança, é preenchido um documento pela técnica de segurança avaliando se o trabalho está sendo realizado de forma segura e se os funcionários estão usando os equipamentos de proteção individual corretamente. Dessa forma, uma atividade pode ser encerrada em relação ao planejamento, mas não em relação aos critérios de qualidade e segurança.

No gráfico 5 é mostrado como os índices de PPC, PPCQ e PPCS foram avaliados no período de 8 semanas avaliado neste artigo. A utilização dos gráficos de PPC nas reuniões é uma forma de alertar os envolvidos da importância de não passar para a próxima atividade sem realizar as devidas conferências. Se os índices não estiverem iguais, são tomadas ações internas para ajustar a diferença, visto que não é vantajoso finalizar uma atividade sem garantir a sua qualidade e integridade do colaborador.

Pelo gráfico pode-se perceber que os pacotes se demonstraram instáveis no decorrer do período, mas se nivelaram nas duas últimas semanas. Dessa forma, considerando as 75 atividades concluídas em 8 semanas, 90% foram executadas com segurança e 80% com qualidade.

Gráfico 5: PPC, PPCQ E PPCS



Fonte: Autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o período analisado, o plano de longo prazo previa uma execução de 5% de obra para os meses de setembro e outubro. No Médio Prazo de setembro, realizado antes da aplicação do método LPS, foi previsto 1,86%. Em outubro, por sua vez, foi projetado 3,04%. Com isso, houve uma redução de 23,60% da diferença entre o planejamento de longo prazo para o de Médio Prazo. Um dos objetivos da implantação do método foi alcançar a meta de longo prazo ou reduzir esse hiato.

Se considerado o que foi realmente executado o mês de setembro e outubro, respectivamente, tiveram como porcentagem executada 1,37% e 2,50% de obra. Mesmo abaixo do planejado, esses valores representam um aumento de 82,5% em atividades concluídas. Para solução das atividades não realizadas foi levantado, semanalmente, restrições. As restrições foram classificadas em internas, setoriais e externas.

Ao total, foi levantado um quantitativo líquido de 43 restrições e um valor bruto de 70, sendo que para os valores brutos considera-se que as restrições não resolvidas em uma semana eram designadas para a semana posterior. Nesse estudo, obteve-se um IRR médio de 62,2%. Dessas restrições, 65,7% foram ocasionadas por causas internas, 28,6% por causas externas e 5,7% por causas setoriais. As principais causas internas foram mão de obra e planejamento.

O IA resultou em valores baixos com valor médio de 24%, mostrando que uma grande parcela das atividades planejadas não estava sendo executada no período ideal. A partir desse valor, ficou acordado que ao final do mês será feito uma prévia de todas as atividades que serão planejadas no Médio Prazo de modo que toda a equipe administrativa seja responsável pela execução das tarefas.

Em relação ao PPC, PPCQ e PPCS, os valores se mostraram equivalentes apenas nas semanas 2, 7 e 8. Com isso, mostrou-se necessário criar planos de ações para monitorar e atuar em qualquer divergência entre esses três indicadores, visto que indicam que algumas atividades foram finalizadas sem o devido controle de qualidade e segurança, sendo esse o principal fator para aumentar a taxa de retrabalho e acidades no canteiro.

Contudo, a aplicação do LPS se mostrou uma ferramenta do *lean construction* eficaz de monitoramento, visto que além de ter colaborado para aumentar as atividades concluídas, contribuiu para analisar detalhadamente o cronograma e remover de forma mais padronizada as restrições. Fora isso, contribuiu para aumentar a colaboração da equipe e melhorar a comunicação de informações.

REFERÊNCIAS

- ALSEHAIMI, A. O.; FAZENDA, P. T.; KOSKELA, L. Improving construction management practice with the Last Planner System: A case study. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 21, n. 1, p. 51–64, 2014.
- AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance improvement. **Alexandria Engineering Journal**, v. 52, n. 4, p. 679–695, 2013.
- BALLARD, G; HOWELL, G. A. Implementing lean construction: stabilizing work flow. In. ALARCÓN, L (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997a.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. A. Lean project management. **BUILDING RESEARCH & INFORMATION**, p. 1–15, 2003.
- BALLARD, H. G. **THE LAST PLANNER SYSTEM OF PRODUCTION CONTROL**. The University of Birmingham, 2000.
- CARVAJAL-ARANGO, D. et al. Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. **Journal of Cleaner Production**, v. 234, p. 1322–1337, 2019.
- DANIEL, E. I.; PASQUIRE, C.; DICKENS, G. Development of Approach to Support Construction Stakeholders in Implementation of the Last Planner System. **Journal of Management in Engineering**, v. 35, n. 5, 2019.
- GOH, M.; GOH, Y. M. Lean production theory-based simulation of modular construction processes. **Automation in Construction**, v. 101, p. 227–244, 2019.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick (Organizador). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- PAGANI, Regina Negri; KOVALESKI, João Luiz; DE RESENDE, Luis Mauricio Martins. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ciência da Informação**, v. 46, n. 2, 2017.
- RIHEN PRASHANTKUMAR, J. et al. Critical Success Factors and Barriers to Last Planner System Implementation over Traditional Management System in the Indian Construction Industry. **Journal of Emerging Technologies and Innovative Research**, v. 9, p. 1–11, 2022.
- SARHAN, J. G. et al. Lean construction implementation in the Saudi Arabian construction industry. **Construction Economics and Building**, v. 17, n. 1, p. 46–69, 2017.
- SHANG, G.; SUI PHENG, L. Barriers to lean implementation in the construction industry in China. **Journal of Technology Management in China**, v. 9, n. 2, p. 155–173, 1 jul. 2014.

XING, W. et al. Implementing lean construction techniques and management methods in Chinese projects: A case study in Suzhou, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 286, p. 124944, 2021.