



CAIO OLIVEIRA THOMAZ

**APLICAÇÃO DO *LAST PLANNER SYSTEM* NAS ATIVIDADES
DE PLANEJAMENTO E CONTROLE EM UM EDIFÍCIO
MISTO NA CIDADE DE SÃO PAULO**

**LAVRAS - MG
2022**

CAIO OLIVEIRA THOMAZ

**APLICAÇÃO DO *LAST PLANNER SYSTEM* NAS ATIVIDADES DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE EM UM EDIFÍCIO MISTO NA CIDADE DE SÃO
PAULO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

CAIO OLIVEIRA THOMAZ

**APLICAÇÃO DO *LAST PLANNER SYSTEM* NAS ATIVIDADES DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE EM UM EDIFÍCIO MISTO NA CIDADE DE SÃO
PAULO**

***THE LAST PLANNER SYSTEM'S APPLICATION ON PLANNING AND CONTROL
ACTIVITIES IN A MIXED BUILDING IN THE CITY OF SÃO PAULO***

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 13 de setembro de 2022.

Dra. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro - UFLA

Dra. Joelma Rezende Durão Pereira - UFLA

Me. Giovani Salomão Teixeira - UFLA

Profa. Dra. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus familiares, os quais sempre me incentivaram no processo de ensino-aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Neste primeiro momento, agradeço a Deus por toda saúde concedida a mim, além das oportunidades que tive durante o período do curso, visto que foi um momento singular em minha vida pessoal e profissional.

Agradeço minha família por todo apoio e suporte ofertados para mim nessa longa jornada de estudos e aprendizados constantes.

Aos amigos da UFLA, por toda amizade construída nesses longos anos. Aqui, agradeço especialmente a meus irmãos da Rep. do Túnel, Valesca e Daniel, que se tornaram minha família e participaram de perto em toda essa jornada.

Também direciono os meus sinceros agradecimentos aos professores que tive a oportunidade de conhecer no curso, os quais me ajudaram de maneira extraordinária para que eu me tornasse um melhor profissional, a todas as entidades e projetos de extensão e pesquisa dos quais tive a oportunidade de participar e me desenvolver, e a Universidade Federal de Lavras, pelo ensino de qualidade e gratuito.

RESUMO

Este estudo refere-se à aplicação do *Last Planner System* nas atividades de planejamento e controle em um edifício misto na cidade de São Paulo. Considerando que a construção civil se trata de uma esfera bastante relevante para o cenário econômico brasileiro, além de que os preceitos da construção enxuta se ampliam com constância para fomentar os elementos de desenvolvimento, planejamento, execução e controle dos projetos das edificações. Diante das atividades da construção civil, é possível que haja gargalos produtivos que comprometem a finalização das obras, assim, as atividades requerem constante acompanhamento para assegurar a eficiência da construção, e em prol de reduzir os problemas da construção civil, ocorreu o advento do *Last Planner System* (LPS), que diz respeito a uma fermenta que anseia o melhoramento dos resultados dos sistemas de construção a partir de uma gestão de projetos mais assertiva que otimiza o desempenho processual das obras. O objetivo central desse estudo é avaliar a aplicação do LPS e os seus impactos nas atividades de Planejamento e Controle em uma obra de um edifício misto de grande porte de uma construtora de alto padrão do município de São Paulo/SP. Já os objetivos específicos se referem a analisar dois trimestres referente ao planejamento e controle da obra com e sem a aplicação do LPS, apresentar as Curvas S dos meses em análise, expor o cronograma físico da obra, explicar a evolução de custo da obra e levantar um comparativo entre os resultados da obra com e sem a implementação do LPS. Para a construção da pesquisa utiliza-se a revisão bibliográfica a fim de expor os termos e conceitos teóricos que auxiliam a compreensão do tema, bem como realizar o estudo de caso em um edifício misto situado na cidade de São Paulo para validar o propósito inicial do trabalho. Dentre os resultados mais relevantes, destaca-se o fato de que durante o primeiro trimestre da análise, a obra não atingiu as metas que haviam no cronograma, além de que houve atraso para a execução das atividades durante o período sem LPS, assim, a Curva S demonstrou o acúmulo das tarefas para os meses subsequentes. A partir da implementação do LPS, houve melhora no planejamento e controle da obra, mas ainda assim, os resultados encontrados se mostraram inferiores a 100%, porém, a produtividade foi otimizada devido o LPS, de modo que o desempenho financeiro da obra foi constatado através da evolução de custo da obra frente às variações existentes. Portanto, o estudo demonstrou um estouro financeiro na obra (momento sem LPS), e a partir da implementação do LPS, o estouro foi mantido, mas não ocorreu a melhoria financeira sobre a viabilidade do empreendimento.

Palavras-chave: Lean Construction. Obra. Gestão. Gerenciamento. Construção.

ABSTRACT

This study refers to the impacts of the application of the Last Planner System on planning and control activities in a mixed building in the city of São Paulo, considering that civil construction is a very relevant sphere for the Brazilian economic scenario, in addition to lean construction precepts are constantly being expanded to foster the elements of development, planning, execution and control of building projects. In the face of civil construction activities, it is possible that there are production bottlenecks that compromise the completion of the works, so activities require constant monitoring to ensure construction efficiency, and in order to reduce civil construction problems, the advent of Last Planner System (LPS), which concerns a ferment that seeks to improve the results of construction systems from a more assertive project management that optimizes the procedural performance of the works. The main objective of this study is to evaluate the application of LPS and its impacts on Planning and Control activities in a work of a large mixed building of a high standard construction company in the city of São Paulo/SP. The specific objectives refer to analyzing two quarters regarding the planning and control of the work with and without the application of the LPS, presenting the S curves of the months under analysis, exposing the physical schedule of the work, explaining the evolution of the cost of the work, and raising a comparison between the results of the work with and without the implementation of LPS. For the construction of the research, the bibliographic review is used to expose the theoretical terms and concepts that help the understanding of the theme, as well as to carry out the case study in a mixed building located in the city of São Paulo to validate the initial purpose of the research. job. Among the most relevant results, we highlight the fact that during the first quarter of the analysis, the work did not reach the goals that were in the schedule, in addition to the fact that there was a delay in the execution of activities during the period without LPS, thus, the S-curve demonstrated the accumulation of tasks for subsequent months. From the implementation of the LPS, there was an improvement in the planning and control of the work, but even so, the results found were below 100%, however, the productivity was optimized due to the LPS, so that the financial performance of the work was verified through the evolution of the cost of the work against the existing variations. Therefore, the study showed a financial overflow in the work (time without LPS), and from the implementation of the LPS, the overflow was maintained, but there was no improvement in reais on the feasibility of the enterprise.

Keywords: Lean Construction. Building. Management. Construction.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Exemplo de Gráfico de Gantt | 23 |
| Figura 2 - Exemplo de Curva S | 24 |
| Figura 3 - Fachada diurna do empreendimento | 25 |
| Figura 4 - Portaria do empreendimento | 26 |
| Figura 5 - Planta apartamento residencial padrão 67m ² | 26 |
| Figura 6 - Planta studio 27m ² | 27 |
| Figura 7 - Planta apartamento residencial 133m ² | 27 |
| Figura 8 - Implantação cobertura | 28 |
| Figura 9 - Orçamento do empreendimento | 28 |
| Figura 10 - Porcentagem real executada, projeção e metas sem LPS | 32 |
| Figura 11 - Resumo da meta mensal sem LPS | 33 |
| Figura 12 - Gráfico da Curva S sem LPS | 35 |
| Figura 13 - Porcentagem real executada, projeção e metas com LPS | 36 |
| Figura 14 - Resumo da meta mensal com LPS | 37 |
| Figura 15 - Gráfico da Curva S com LPS | 38 |
| Figura 16 - Cronograma escadinha do mês de março | 39 |
| Figura 17 - Legenda dos cronogramas escadinha..... | 40 |
| Figura 18 - Cronograma escadinha do mês de julho | 40 |
| Figura 19 - Desempenho financeiro da obra | 41 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 Objetivos | 11 |
| 1.1.1 Objetivo geral | 11 |
| 1.1.2 Objetivos específicos | 11 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 12 |
| 2.1 Aspectos introdutórios sobre a construção civil | 12 |
| 2.2 O planejamento convencional nas edificações | 13 |
| 2.3 Construção enxuta | 15 |
| 2.4 A distinção entre o modelo tradicional e o modelo enxuto na construção civil | 18 |
| 2.5 Metodologia <i>Last Planner System</i> (LPS) | 18 |
| 2.6 Cronograma físico | 20 |
| 2.7 Evolução do Custo de Obra – EVCO | 21 |
| 2.8 Gráfico de Gantt | 22 |
| 2.9 Curva S | 23 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 25 |
| 3.1 O estudo | 25 |
| 3.2 Orçamento inicial do empreendimento | 28 |
| 3.3 Cronograma físico | 29 |
| 3.4 Evolução do Custo de obra – EVCO | 30 |
| 3.5 Andamento físico | 30 |
| 3.6 Escadinha | 30 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 32 |
| 4.1 Análise de dados sem a utilização de LPS | 32 |
| 4.2 Análise de dados com a utilização de LPS | 36 |
| 5 CONCLUSÃO | 42 |
| REFERÊNCIAS | 43 |

1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil desempenha um papel muito importante no cenário econômico do Brasil. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o Produto Interno Bruto (PIB) do setor foi um dos que mais cresceu no ano de 2021, chegando a 9,7% após registrar grandes quedas em 2020, devido à pandemia do Coronavírus (CBIC, 2022). Porém, apesar do positivismo, o cenário é de grandes desafios nos diversos segmentos da indústria, dentre os quais a construção civil. A alta concorrência no setor e a elevação da complexidade dos projetos têm exigido cada vez mais das construtoras e incorporadoras a adoção de melhores práticas de gestão de suas obras. (POLITO, 2015).

Com a finalidade de aumentar sua competitividade e participação no mercado, uma alternativa para as empresas é a implementação da filosofia *Lean Construction* (LC) ou Construção Enxuta. Esse conceito é uma adaptação do Sistema Toyota de Produção à construção civil o qual surgiu devido ao sucesso dos princípios enxutos na fabricação. Os benefícios decorrentes de seu uso, levaram ao desenvolvimento da implementação enxuta nos sistemas construtivos nos níveis de execução, planejamento, gestão e projeto (GAO, 2015).

Essa temática já foi estudada por Koskela em 1992. Segundo o autor, a grande contribuição da construção enxuta está no entendimento do fluxo de produção, que inclui uma série de mecanismos de apoio do processo que podem levar a grandes perdas, indo além do simples sequenciamento de atividades de conversão. Como exemplo, tem-se a movimentação e transporte de material, o tempo de espera para executar os trabalhos, o excesso de estoque, a necessidade de retrabalhos e os desvios de função. Desse modo, a filosofia *Lean* objetiva mitigar as atividades que não agregam valor ao produto e, por consequência, a redução de custo, o cumprimento de prazos e o aumento de competitividade no mercado.

Mesmo que muito antigos, os conceitos apresentados por Koskela ainda se fazem presentes. Os desperdícios de materiais no sistema convencional de construção chegam a 8%, já a soma das perdas, incluindo retrabalho, podem alcançar até 30% do custo final da obra. Além disso, estima-se que dois terços do tempo total gasto pelos funcionários em um canteiro de obras são destinados em serviços que não agregam valor à construção, os mesmos citados anteriormente, tais quais transporte, espera por materiais e retrabalhos. (ALCÂNTARA, 2016).

Todos esses gargalos impactam diretamente no custo e prazo final das obras. Muitos projetos de construção estão acima do orçamento e são entregues com atraso. Os resultados alcançados pelo setor são menos eficientes do que os obtidos pelos demais segmentos da economia, como educação, transporte e informação (ĆWIK, 2017).

Visando minimizar os problemas da construção civil, Ballard desenvolveu também em 1992 o *Last Planner System* (LPS), que consiste em alcançar melhores resultados em sistemas construtivos com planos de metas semanais, a partir da adoção do processo de antecipação de problemas e tarefas para um melhor controle do fluxo de trabalho. O LPS é uma ferramenta de gestão que aplica os conceitos do *Lean Construction* (LC), objetivando melhorar o desempenho dos processos de planejamento e controle de obras.

Nesse sentido, este estudo de caso apresentava um baixo índice de produção e um alto estouro financeiro frente ao orçamento inicial do empreendimento. Logo, o LPS surge como alternativa para solucionar potencialmente os problemas no andamento físico-financeiro da obra.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo central desse estudo é avaliar a aplicação do LPS nas atividades de Planejamento e Controle em uma obra de um edifício misto de grande porte de uma construtora de alto padrão do município de São Paulo/SP.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar dois trimestres referentes ao planejamento e controle da obra, sendo um com LPS e outro sem LPS;
- Apresentar a curva S;
- Expor o cronograma físico – Escadinha;
- Explicar a Evolução de Custo da Obra – EVCO;
- Comparar os resultados da obra com e sem a implementação do LPS.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção se refere ao embasamento teórico da pesquisa considerando os termos e conceitos mais pertinentes ao tema abordado. Deste modo, o capítulo corresponde as tratativas que promovem a familiarização do leitor frente a temática.

2.1 Aspectos introdutórios sobre a construção civil

Desde 1990 as atividades de construção civil sofrem constantes modificações nos estilos das edificações, bem como nos sistemas de produção, os quais tendem fomentar a competitividade entre as construtoras em prol de atingir diferenciais significativos para os negócios. Neste panorama, é crescente o número de consumidores que exigem cada vez mais os melhores desempenhos possíveis dos edifícios, sobretudo para minimizar os custos construtivos, dentre outros fatores que agregam valor para as técnicas de construção utilizadas frente ao tipo de gerenciamento que as obras são submetidas (BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017).

As construções civis visam encontrar soluções alternativas acerca da gestão produtiva recorrente nas obras, e diante disso, a filosofia da Construção Enxuta ou *Lean Construction* (LC) ganhou ênfase, justamente por ter se originado a partir do Sistema Toyota de Produção, o qual previa a redução ou eliminação dos desperdícios relacionados a produção industrial (BORGES, 2013).

Diante disso, Covello (2017) aduz que o gerenciamento da construção civil contém várias fases e essas se referem em sua maioria sobre a coordenação dos projetos acerca do controle e planejamento existente na obra, os quais integram orçamentos, suprimentos e demais procedimentos. Complementando essa ideia, o autor discorre que o controle das obras de construção civil também possui a serventia de planejar e executar as atividades a partir da tomada de decisão que tende existir junto ao cronograma, previsões, ações de correção para os possíveis problemas, diagnósticos preliminares e demais atividades que envolvem recursos variados.

A partir disso, a filosofia que emerge da construção enxuta se trata de entendimentos novos para o processo construtivo e para as fases já existentes nos projetos das obras, em especial no que tange a produção e suas técnicas que anseiam obter resultados muito particulares em cada edificação (KOSKELA, 1992). Existem distinções entre a filosofia de

gerenciamento convencional e a LC, visto que há mudanças nessa implantação para converter as matérias primas em produtos de maneira hierarquizada no formato de subprocessos capazes de valorizar a entrega do produto, e as atividades da construção enxuta se associam aos custos e aos insumos que as construções utilizam (KOSKELA, 1992).

Além disso, a redução de custos existente nos subprocessos da construção enxuta tende a agregar valor ao produto, pois contém modelos de fluxos de conversão que auxiliam o âmbito produtivo em face do uso de informações e materiais em constante inspeção ou movimentação, e esse processamento está intimamente vinculado ao valor e à satisfação que o usuário ou cliente possuirá no momento de entrega do produto (obra), conforme expõe Polito (2015).

2.2 O planejamento convencional nas edificações

Existe grande necessidade em planejar as atividades pertinentes à construção civil, e os níveis de exigência com a tarefa de planejamento se trata de uma função civilizatória e completamente arcaica que se originou há muitos anos. No entanto, é recorrente que as sociedades mais modernizadas ainda tratem o planejamento como funcionalidade essencial capaz de assegurar benefícios para as atividades cotidianas e laborais do homem. Ademais, a partir do momento em que há certa escassez de quaisquer recursos, o ato de planejar se faz ainda mais necessário tendo em vista a relevância de controlar eficientemente a disponibilidade recursal (MACHADO, 2003).

Através da corroboração de Boff (2003), o advento das fábricas impulsionou as compreensões sobre a necessidade de planejar sistematicamente a administração produtiva considerando uma série de fatores que compõe a esfera produtiva em seu nível econômico, financeiro, de tempo, dentre outros. O desenvolvimento de um planejamento confere vantagens para as atividades, visto que reúne esforços para a efetivação de tarefa específica que deve apresentar rendimentos e soluções pautadas em atos administrativos para o beneficiamento da entrega de um produto.

A estratégia compõe o planejamento, sobretudo para manter as informações e os custos produtivos alinhados com a expectativa do cliente. Assim, é possível compreender que o planejamento projeta o futuro de maneira específica a fim de delimitar as atividades necessárias e as metodologias para suas obtenções, e isso envolve recurso material, financeiro, intelectual, entre outros (FILHO; ROCHA; SILVA, 2004).

Neste ínterim, o Planejamento e Controle de Produção (PCP) tende a ofertar apoio para o sistema de produção através do tratamento de informações e necessidades que um projeto

apresenta para ser concluído. Assim, as estratégias de longo prazo, o planejamento mestre produtivo de médio prazo e a programação da produção de curto prazo, são elementos essenciais abordados no PCP, bem como o acompanhamento e o controle da produção (KERN, 2005).

Segundo Koskela (1992), o planejamento convencional do controle de produção se trata de um procedimento que converte matéria prima em produto acabado, e essa tradição compõe a filosofia de que os processos de conversão visam a redução dos custos de cada subprocesso que constitui o planejamento.

Comumente, a construção civil aplica o PCP convencional para a execução das obras pelo fato de tentar compassar os encarregados junto ao planejamento considerando os responsáveis pelas áreas de atuação em campo. Deste modo, o planejamento tende a desenvolver certo diálogo entre a eficiência do controle e o cumprimento das bases orçamentárias e prazos contratuais (SILVA, 2009).

Contudo, Mattos (2010) explica que há diversas deficiências no planejamento das construtoras e se manifestam de maneiras diferentes, visto que a maioria efetiva o planejamento, mas não controla a atividade planejada, e isso afeta negativamente o funcionamento da obra, pois gera discrepâncias financeiras, ausência de detalhamentos sobre as aplicações metodológicas da construção, descumprimento de prazos, dentre outros infortúnios.

A partir do planejamento convencional aplicado na construção civil, ainda existe a problemática relacionada as fases desse “planejar”, pois o PCP normalmente visa o longo prazo e não enfoca com aprofundamento nas atividades mais rotineiras das fases construtivas das edificações, tais como os acontecimentos nos canteiros de obras, detalhamento da execução das atividades, aspectos de produtividade, entre outros (MACHADO, 2003).

Outro aspecto negativo do planejamento tradicional nas obras civis é que não ocorrem conversões muito assertivas acerca dos fluxos das atividades de transporte, espera de material e a presença de retrabalhos, e essas tarefas são as que mais dispõem dos recursos financeiros e de custos, os quais impactam todo o processo construtivo a partir do orçamento adequado para cada obra (FORMOSO, 2002).

Ademais, o autor menciona que o melhoramento dos subprocessos considerando a ideia do cliente, não é correspondido no planejamento tradicional e isso pode gerar produção inadequada. Para resolver esses problemas supracitados relacionados a aplicação do planejamento convencional visando a diminuição dos desperdícios financeiros, humanos e materiais, bem como atender os prazos e manter a qualidade da edificação, propõe-se desdobrar as tratativas a partir da LC (KOSKELA, 1992).

2.3 Construção enxuta

O conceito da mentalidade enxuta se baseia no Sistema Toyota de Produção e teve o seu desenvolvimento na indústria automobilística. De acordo com Womack e Roos (1990), o termo *lean* é traduzido por “enxuto”, e trata-se da caracterização de um paradigma novo acerca do sistema produtivo que contrapõe a produção convencional que se refere a manufatura em larga escala e a produção em massa.

O enfoque central da mentalidade enxuta é eliminar os desperdícios. Através da ótica de Ohno (1997), a redução do tempo que existe na linha de produção tende a diminuir os custos envolvidos nesse processo. Deste modo, a produção *lean* alterou a esfera do gerenciamento da produção (KOSKELA, 2000) de acordo com as transformações sistemáticas que permeiam o âmbito econômico e de competitividade entre as empresas (MARUOKA, 2004).

A indústria da construção se refere à uma manufatura distinta da produção automobilística, e o ritmo produtivo também se altera quando comparado, bem como o fluxo de informações e recursos necessários. Essa grande variação se dá através da intensificação da mão de obra nesse setor além dos equipamentos utilizados. Ademais, a construção civil possui o planejamento e controle produtivo para que a produtividade seja atingida por meio do modelo de produção exercido (ALARCÓN, 1997).

Alarcón (1997) também assegura que o modelo conceitual referente a construção se refere a um tipo de conversão de entradas em saídas do sistema, as quais ignoram alguns aspectos relevantes acerca do fluxo de informações e recursos desse setor. Neste panorama, surge certa crítica ao sistema construtivo convencional no que tange a gestão da construção civil e essas conversões realizadas, visto que é necessária a existência de métodos que não violem os fluxos e as melhorias, mas que promovam a inibição dos desperdícios na construção, os quais são invisíveis no método convencional (KOSKELA, 1992).

Segundo Kosaka (2013), a filosofia enxuta direcionada a construção civil anseia focar nos processos e nos fluxos materiais e de informação, visto que esses movimentam o processamento. Além disso, o autor assegura que a construção civil tende entregar valor ao produto acabado e esse “valor” mencionado pelo autor se refere a satisfação do cliente vinculada a execução dos processos construtivos.

Formoso (2002) menciona Koskela (1992) de maneira contemplativa, pois reconhece que o autor disseminou muito conhecimento acerca do paradigma econômico existente na indústria da construção civil quando publicou a obra intitulada como “*Application of the new production philosophy in the construction industry*” no *Technical Research Center* finlandês.

Este Centro se tornou o *International Group for Lean Construction*, nota-se que surgiu um grupo para a disseminação dos conceitos enxutas para a construção civil, engenharia e arquitetura.

A partir disso, os princípios da construção enxuta se tornaram mais evidentes e trazem desdobramentos mais claros sobre o controle do fluxo dos processos que Lauri Koskela define, e o autor assegura que os procedimentos dos fluxos se referem ao tempo, custo e valor, visto que são atividades que são convertidas e agregam valor ao produto. Ou seja, os recursos (informação e material) são transformados em produtos, de modo que o fluxo dessas atividades possui foco em reduzir ou eliminar os desperdícios para que as conversões sejam cada vez mais eficientes (KOSKELA, 1992).

A produção enxuta possui o princípio da melhoria contínua e o foco dessa funcionalidade se desdobra em valor agregado, flexibilidade de saída, transparência, balanceamento no fluxo e nas conversões e *benchmark*, conforme aponta Koskela (1992). Diante disso, esses princípios visam reduzir o percentual das atividades que não agregam valor ao produto acabado, visto que a essência da construção enxuta é minimizar os desperdícios que comprometem a entrega do produto, e conseqüentemente não a valorizam (HINES; TAYLOR, 2000).

O valor abordado anteriormente se refere a uma condição que somente o cliente final pode definir, visto que é um indivíduo capaz de identificar de maneira clara sobre precificação, projeção e execução do projeto em concordância com as próprias expectativas (FORMOSO, 2002). Ademais, a construção enxuta também anseia remover as restrições de quaisquer naturezas que podem comprometer a obra devido as especificidades que o projeto possui e a qualidade correta que tende ser entregue considerando os fluxos materiais, de mão de obra, financeiro, informativo, gerencial, de custos, dentre outros (TOSTA, 2013).

Outro fator importante é a redução do tempo de ciclo, e esse tempo de ciclo se refere ao produto atravessar um fluxo de produção. Deste modo, quando há redução do tempo total do ciclo, que é o tempo médio em que se leva para executar uma determinada atividade que se repete, é possível conquistar menores lotes produtivos visando a facilitação da gestão dos processos, os quais tendem a tornar a produção mais estabilizada e entrega mais ágil, como aponta Arantes (2008).

O ato de simplificar e reduzir as etapas também é um procedimento pertinente a construção enxuta, o qual objetiva que as atividades que não agregam valor ao produto junto às suas restrições, não aumentem. Diante disso, Formoso (2002) menciona a utilização de vergas pré-moldadas para a execução das alvenarias, enquanto as vergas moldadas *in loco* precisam

ser armadas, formadas e concretadas, de modo a ocasionar pausas produtivas e posteriores retomadas ao ciclo de produção.

O aumento da flexibilidade de saída se refere o uso de processos construtivos capazes de alterar as especificações do produto a partir da inexistência de impactos nos custos produtivos (FORMOSO, 2002). Assim, utiliza-se o exemplo da comercialização dos apartamentos que utilizam *drywall* considerando uma ou mais exigências do cliente, e esse procedimento está intimamente relacionado a agregar valor ao produto flexibilizando as saídas.

Acerca da transparência do processo, tem-se que o processo deve ser transparente para facilitar o trabalho, bem como os possíveis erros inerentes à construção. Ademais, a transparência favorece o controle da obra e a implantação de melhorias (GAO; LOW, 2014). O autor ainda menciona que é necessário sinalizar as execuções em prol da transparência requerida em cada processo, logo, a geração de *Key Performance Indicators* (KPI) se trata dos indicadores de desempenho, o qual se refere a organização e a limpeza do local de trabalho, por exemplo (FORMOSO, 2002).

A metodologia 5S diz respeito aos 5 sentidos que são provenientes de palavras japonesas, tais como: *seiri*, *seiton*, *seisou*, *seiketsu* e *shitsuke* que respectivamente se referem a senso de utilização, senso de organização, senso de limpeza, senso de saúde e higiene e senso de autodisciplina, conforme Campos (2005).

O KPI interage com o método 5S, tratando do empenho dos indivíduos para organizar o local de trabalho através da manutenção necessária acerca de manter padrões e disciplina para a execução do trabalho, a qual passa a exigir mínimas supervisões e otimizam o tempo (CAMPOS et al., 2005).

A construção enxuta também anseia controlar os processos que envolvem as etapas, sobretudo devido à essa filosofia estar relacionada aos processos. A partir do momento em que o processo é controlado de maneira total, existe a facilidade para identificar quaisquer tipos de desvios relacionados aos prazos de entrega das obras, por exemplo (ARANTES, 2008). Esse princípio estabelece a importância de efetivar análises em todos os processos pertinentes a obra para evitar impactos negativos.

Após isso, o melhoramento contínuo dos processos é tratado como princípio fundamental na LC, pois contribui para que os trabalhadores compreendam a direção que devem trabalhar junto as condições mais assertivas rumo a obtenção dos objetivos de cada obra, e para isso, o ciclo *Plan, Do, Check* e *Act* (PDCA) corrobora para atingir os propósitos (KOSAKA, 2010). O autor ainda discorre que esse ciclo anseia planejar (*plan*), fazer (*do*), checar (*check*) e agir (*act*) até a obtenção dos resultados esperados.

O balanceamento das melhorias no fluxo e nas conversões se refere a uma etapa fundamental que integra a melhoria processual dos fluxos, pois é preciso haver certo equilíbrio entre essas partes, visto que o fluxo otimizado exige a capacidade de conversão. Assim, os fluxos se tornam mais controlados e as implementações (melhorias) são mais fáceis de executar gerando benefício integral ao fluxo (TOSTA, 2013).

Todavia, o mapeamento dessas melhorias e o de estratégias que não obtiveram sucesso é importante para que erros já cometidos não se repitam. Por isso, o *benchmark* também é um processo comumente utilizado. Ele é constituído no conhecimento sobre o processo da empresa em prol de localizar pontos fortes e fracos para direcionar os líderes a atuarem nessa compreensão a fim de levantar comparativos acerca das melhores práticas para implantar modificações nos processos, as quais geram a melhoria necessária considerando as conversões e os fluxos, como afirma Koskela (1992).

2.4 A distinção entre o modelo tradicional e o modelo enxuto na construção civil

A distinção existente entre o modelo convencional e o enxuto se trata de algo conceitual, visto que as alterações mais significativas dizem respeito aos processos e suas compreensões. O modelo tradicional compreende a produção como uma série de conversões e transformações dos insumos em produtos, e o modelo enxuto compreende o processo como um fluxo de materiais (GUTIERREZ, 2022).

As atividades de transporte e a espera não são consideradas no momento convencional, já no modelo enxuto, essas atividades são entendidas como “não agregadoras de valor ao produto”, além de que dizem respeito a aproximadamente 60% de um processo. Ademais, a filosofia enxuta tende a considerar o valor de um produto através da ótica do cliente, já na convencional, o valor não é levado em consideração (ARANTES, 2008).

O modelo tradicional anseia priorizar a melhoria das atividades responsáveis pelas conversões e enfocam nos subprocessos de modo individualizado, já a filosofia *lean* representa uma mentalidade coletiva que inclui todos os processos que ocorrem em conjunto, como explica Formoso (2002).

2.5 Metodologia *Last Planner System* (LPS)

Trata-se de uma metodologia conhecida como LPS que foi abordado por meio do *Lean Construction Institute* (LCI) através do conhecimento dos engenheiros Glenn Ballard e Gregory

Howell, a partir da identificação de que o modelo tradicional de gestão para o planejamento e controle de produção não apresentava preceitos que, de fato, contribuem para o controle.

Através da ótica de Ballard e Howell (2003), o LPS é um método assim como a construção enxuta e são aplicados em contexto dinamizados com a presença de incertezas e complexidades que se transformam com celeridade, como ocorre na construção civil. Os autores ainda mencionam que o controle está intimamente relacionado ao planejamento e por isso é importante considerar os outros objetivos na construção, tais como programação e base orçamentária.

O planejamento e o controle são funcionalidades altamente requeridas na construção civil, pois é um setor que inclui diversas pessoas e cargos hierárquicos acerca da produção. Essas posições definem as tarefas e os comandos, visto que por último, uma pessoa ou grupo planeja as atividades produtivas, e é reconhecida como “*Last Planner*” traduzido para o “último planejador” (BALLARD; HOWELL, 1994).

Este último planejador tende seguir processos definidos que caracterizam as tarefas, e atividades da seguinte forma: as que irão ser feitas (*Will*), as que deveriam ser feitas conforme o planejamento prévio (*Should*), e as que podem ser feitas (*Can*), sem restrições (BALLARD, 2000). Frente a isso, o autor ressalta que uma atividade pode ser executada através de sequências selecionadas e assim a produtividade do *Last Planner* passa a compor o orçamento e o cumprimento das metas pré-definidas.

Com isso, o LPS é desenhado através de *Will*, *Should* e *Can* considerando os processos que são planejados para serem executados, e assim seguem a disponibilidade de “irão ser realizados”, “deveriam ser realizados” e “podem ser realizados”. Além disso, o LPS está pautado em dois pilares que dizem respeito ao controle produtivo e ao controle dos fluxos de trabalho (BAJJOU; CHAFI; EN-NADI, 2017).

O controle de produção tende a coordenar a execução dos trabalhos através das equipes de construção e dos projetos, já o controle do fluxo de trabalho se refere a coordenação das concepções, fornecimentos e instalações nas unidades produtivas. Ou seja, existe certa divisão desse sistema de planejamento, e pode ser compreendida como: Planejamento Inicial, Planejamento *Lookahead* e Planejamento de Comprometimento, como expõe Ballard (2000).

Além desses planejamentos existe a *phase scheduling* que se refere a uma programação de fases que possui como objetivo o desenvolvimento de um plano de trabalho bastante detalhado, o qual é definido através de sequências que fomentam a produtividade. Deste modo, os processos envolvem pessoas e equipes acerca dos projetos e da execução do trabalho em

virtude das metodologias que são adotadas para cada atividade (BALLARD; SEPPANEN; PESONEN, 2010).

O Instituto de Construção Enxuta possui recomendações para a utilização de técnicas nomeadas como *pull planning* que dizem respeito ao planejamento puxado que é constituído em planejar através de uma data de conclusão estimada, a qual também auxilia na definição das atividades bem como nas durações para as conclusões, reforçando variações e incertezas (BALLARD; HOWELL, 2003).

O trabalho que ocorre através da produção puxada visa eliminar os desperdícios, além de que considera o cronograma gerencial para gerar mais assertividade no planejamento considerado de médio prazo, conforme Costa (2017). Para “puxar” a produção, é necessário o seguimento de regras que reduzem o desperdício (BALLARD; HOWELL, 2003).

Já o planejamento *lookahead* se refere ao médio prazo e detém a funcionalidade de controlar o fluxo de trabalho por meio da elaboração de calendários capazes de tornar visíveis as atividades que compreendem de 3 a 12 semanas de trabalho (COSTA, 2017).

A utilização do cronograma junto ao planejamento mais puxado anseia atingir a decomposição das atividades presentes no *pull planning* em razão dos níveis operacionais que detalham a programação semanal e configuram a sequência do trabalho que tende ser realizado em prol de executar combinações de acordo com a capacidade de trabalho para atualizar as revisões de cada atividade analisando as restrições de cada atividade a fim de removê-las do planejamento (BALLARD; HOWELL, 2003).

O planejamento de comprometimento é de curto prazo e se direciona ao nível operacional que é detalhadamente orientado para a correta execução das atividades que permeiam cada equipe. Desde modo, as atividades direcionadas requerem o comprometimento para as suas realizações, além de que a eficiência do trabalho somente surge a partir de todos estarem envolvidos no processo total do trabalho (TOSTA, 2013).

Frente a isso, o *Last Planner* emite o cronograma gerencial, com a visão de todos os marcos da obra, seguido de um planejamento puxado, com uma sequência otimizada dos produtos finais e entregas para um marco objetivando a eliminação das restrições das atividades para que assim, consiga-se gerar uma programação semanal de trabalho realista. Além disso, as reuniões de desempenho visam verificar o progresso diário e identificar problemas sistêmicos a fim de se incorporar uma cultura de melhoria contínua. (BALLARD; HOWELL, 1998).

2.6 Cronograma físico

O cronograma físico pode ser compreendido como o resultado entre o planejamento e o orçamento. Deste modo, existe a representação de todas as etapas que devem ser realizadas para a efetivação da obra, além de que gera previsões acerca dos gastos considerando a variável do tempo (MATTOS, 2006).

Neste sentido, o cronograma físico pode cruzar outras informações sobre o aspecto do planejamento financeiro. Assim, a partir do momento em que se pretende efetivar um serviço, também tende ser considerado o custo do serviço e o momento em que o serviço foi realizado. Todos esses dados proporcionam um melhor acompanhamento da obra, de modo mais detalhado sendo capaz de reduzir despesas e tempo extra (BORNIA, 2010).

Os cronogramas físico-financeiros são comumente representados através de gráficos que possuem as etapas da obra e a atribuição dos custos de cada etapa. Logo, possui grande serventia e relevância para tornar o acompanhamento e o controle da obra mais eficaz em função das observâncias acerca da evolução física considerando o elemento tempo e quaisquer consumos financeiros (MATTOS, 2006).

Junto do cronograma físico, surge a análise de viabilidade econômico-financeira, a qual objetiva criar possibilidades para que as análises das obras sejam comparadas aos lucros que futuramente se reverterem aos investidores. De acordo com Bornia (2010), a viabilidade do empreendimento está atrelada ao balanço dos custos e das receitas mensais que existe no ato de gerar previsões sobre a situação econômica e financeira das obras considerando o passar do tempo.

2.7 Evolução do Custo de Obra – EVCO

O orçamento é algo operacional que se trata de uma técnica capaz de avaliar quaisquer implicações relativas ao processo de produção no custo de um empreendimento, como o método construtivo, prazos, dentre outros aspectos (KERN, 2005). O autor ainda pontua que a etapa relacionada a coleta e análise de dados sobre os custos das obras tende a medir o desempenho do projeto a fim de sinalizar eventuais necessidades acerca do aprimoramento do escopo da obra, o qual possui a finalidade de entregar um produto (empreendimento) em concordância com as reais expectativas dos clientes, além de assegurar o lucro da empresa.

A Evolução dos Custos de Obra (EVCO) se refere a uma ferramenta de análise baseada em um sistema de controle para diagnosticar e monitorar o andamento dos custos das

construções, sobretudo para sinalizar quaisquer tipos de desvios ou riscos que surgem no processo de execução do projeto. Deste modo a EVCO facilita a tomada de decisão dos projetos, além de que contribui a verificação de falhas processuais e distribuição de custos para cada atividade necessária (KERN, 2005).

A implementação desse tipo de ferramenta é realizada através de etapas, as quais anseiam elaborar o método, analisar os custos incorridos e as previsões da obra, comparar os orçamentos em função do projeto e descrever as definições com base no empreendimento e na etapa construtiva que a obra se encontra a fim de tornar a construção menos custosa para a empresa (ASSUMPÇÃO, 2003).

2.8 Gráfico de Gantt

O gráfico de Gantt possui a utilidade instrumental de empregar representação para as etapas do projeto, visto que são cíclicos e possuem início, meio e fim. Ademais, as atividades da obra são realizadas mediante a exposição das tarefas existentes no gráfico de Gantt, o qual é representado por barras horizontais. No eixo y, ficam delimitadas todas as tarefas a serem executas, relacionadas com as suas datas de início e término, locadas no eixo x, essas dão origem ao tempo de ciclo de uma determinada atividade. (ESPINHA, 2022).

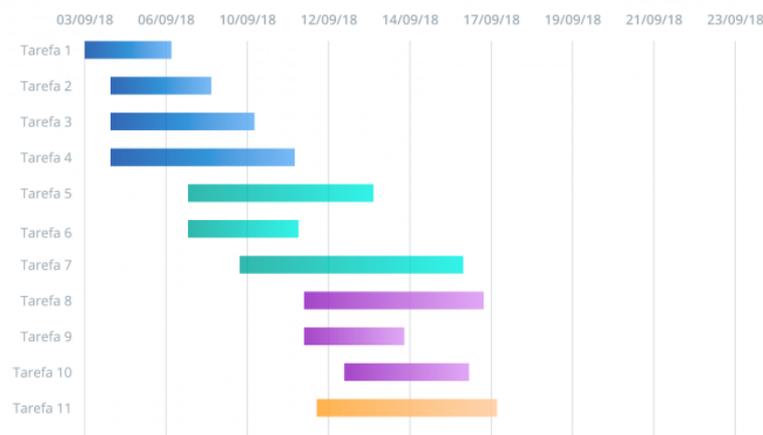
A partir da construção de um gráfico de Gantt, é possível que essa ferramenta apresente o gerenciamento do projeto de modo integral e bastante sistemático. Assim, esse tipo de representação gráfica é abordado pelo guia PMBOK como uma sequência de atividades representadas através de seus “caminhos de execução”, e considerando o fato tempo, a representação ocorre do maior para o menor período de conclusão (FIGUEIREDO, 2009).

O gráfico também auxilia a identificação dos custos de cada etapa a fim de adotar medidas de execução pautadas no tempo em que precisam ser realizadas, além de validar o custo médio necessário para a disposição dos recursos exigidos em cada atividade que compõe o projeto da obra, conforme Avila (2003).

Através da ótica de Caldas (2019), o gráfico de Gantt possui inúmeras utilidades para a construção civil, e dentre elas: estabelece um cronograma inicial do projeto prevendo a duração de cada etapa, aloca recursos assegurando que as partes envolvidas conheçam suas responsabilidades, realiza ajuste no projeto, monitora o progresso das etapas do projeto, controla e comunica o cronograma de maneira bastante visível para as partes interessadas, exhibe marcos indicando os eventos mais relevantes do empreendimento, identifica e relata problemas

a fim de inibir os atrasos e promover medida para solucioná-los. A Figura 1 demonstra um exemplo do Gráfico de Gantt.

Figura 1 – Exemplo de Gráfico de Gantt



Fonte: Espinha (2022)

Além disso, é uma ferramenta que possui bons resultados para a construção civil, visto que delimita a atividade e o prazo para sua execução, além de serem utilizados como maneira de simplificar a exibição da execução, construção, interpretação de todas as atividades planejadas e realizadas, bem como a alocação de todos os recursos (VALLE, 2010).

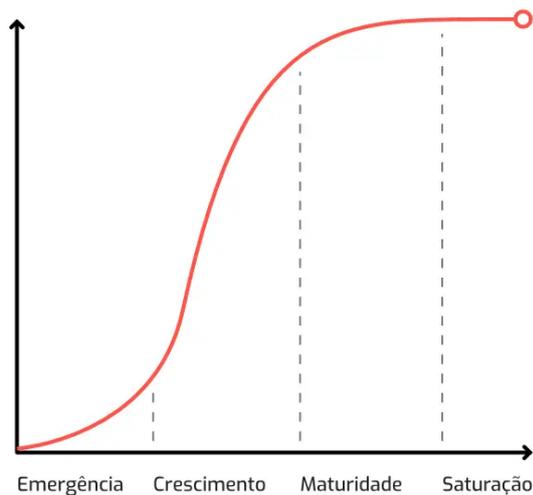
2.9 Curva S

A Curva S se refere a uma ferramenta bastante usada no gerenciamento dos projetos e objetiva demonstrar comparativos relacionados ao que foi planejado e realizado, sobretudo entre as metodologias diferenciadas que existem nas execuções (SILVA, 2009). O autor ainda afirma que a utilização da Curva S pode facilitar a compreensão dos indicadores referentes a distribuição e alocação de recursos.

Segundo Guidugli Filho (2008), essa ferramenta é usada para planejar, programar e controlar projetos que requerem auxílio mais profissionalizado acerca do controle de obras, além de tomada de decisões que apresentam preocupação com o orçamento correspondente ao que foi planejado. Logo, a representação da Curva S conta com a presença dos valores

acumulados durante os períodos, exibindo a distribuição dos recursos em prol de representar o projeto em sua totalidade. Na Figura 2 encontra-se uma Curva S.

Figura 2 – Exemplo de Curva S



Fonte: Gonzaga (2021)

Mediante isso, obtém-se o custo total da obra que também pode ser representado através do gráfico que corresponde a Curva S, e essa se refere a um modelo de curva de acumulação que possui comportamento similar a um instrumento que exhibe periodicidade evolutiva de acordo com o passar do tempo (AVILA, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 O estudo

O presente trabalho é um estudo de caso referente a um empreendimento que se encontra em fase de construção. Trata-se de um terreno com 2.973m², situado na Vila Mariana na cidade de São Paulo/SP.

Os dados foram concedidos pela construtora, aqui denominada de Empresa A, responsável da obra, e as análises foram efetivadas em um período de 6 meses de execução da obra. Este período foi dividido em dois trimestres, de modo que o primeiro se refere aos meses de fevereiro, março e abril de 2022, momento em que o LPS ainda não havia sido inserido na obra. No momento posterior, o segundo trimestre se referiu aos meses de maio, junho de julho de 2022 com a implementação do LPS.

O empreendimento consiste em um edifício misto com 250 unidades divididas pelos seguintes pavimentos: contém 3 sobressolos que se dividem em térreo, 1° (primeiro) e 2° (segundo) pavimentos, os quais compõem uma torre mista dividida da seguinte maneira: o 3° pavimento contém o espaço de lazer e *studios* não residenciais; do 3° (terceiro) ao 8° (oitavo) pavimento existem os *studios* não residenciais; do 9° (nono) ao 25° (vigésimo quinto) pavimento há os apartamentos residenciais e o 26° (vigésimo sexto) pavimento corresponde à cobertura de lazer.

Existe a área privativa de 16.077,50m², área construída de 25.705,33m², eficiência de 0,625, custo total de R\$62.353.875,12 e o custo por apartamento (m²) é de R\$3.878,33. A construção trata-se de uma obra única que possui o prazo de 29 meses de construção (Engenharia) e teve o seu início em outubro de 2020. Portanto, a entrega ao cliente acontecerá em maio de 2023. As Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 mostram a fachada, portaria, planta padrão do apartamento residencial de 67m², planta padrão do *studio* de 27m² e planta padrão do apartamento residencial de 133m² do empreendimento.

Figura 3 – Fachada diurna do empreendimento



Fonte: Empresa A (2022)

Figura 4 – Portaria do empreendimento



Fonte: Empresa A (2022)

Figura 5 – Planta apartamento residencial padrão 67m²



Fonte: Empresa A (2022)

Figura 6 – Planta Studio 27m²



Fonte: Empresa (2022)

Figura 7 – Planta apartamento residencial 133m²



Fonte: Empresa A (2022)

Figura 8 – Implantação cobertura



Fonte: Empresa A (2022)

3.2 Orçamento inicial do empreendimento

O orçamento de obra é uma etapa que visa determinar os gastos para a execução de um empreendimento. Ele engloba os custos desde a concepção dos projetos até a entrega final do empreendimento para o cliente. As etapas desse conceito são parte primordial de qualquer obra. Já que é o instrumento para obtenção e fixação do preço-base. O valor final do custo consta no orçamento define a sua viabilidade.

Figura 9 – Orçamento do empreendimento

| GRUPO S | INSUMO FENIX | SERVICO FENIX | DESCRIÇÃO | PERCENT. % | CUSTOS R\$/M2 PRIV. | CUSTO R\$/UNIDADE | CUSTO TOTAL R\$ |
|--------------------|--------------|---------------|--|----------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| GRUPO: 01 | | | PROJETOS, TRIBUTOS, ASSESSORIA E DESPESAS TÉCNICAS | 6,49% | 251,80 | 16.193,35 | 4.048.337,69 |
| GRUPO: 02 | | | INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS | 1,44% | 55,85 | 3.591,79 | 897.946,84 |
| GRUPO: 03 | | | MAQUINAS, EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS | 1,29% | 50,14 | 3.224,54 | 806.133,77 |
| GRUPO: 04 | | | ADMINISTRAÇÃO E OPERAÇÃO DE CANTEIROS | 6,56% | 254,34 | 16.356,59 | 4.089.147,91 |
| GRUPO: 05 | | | CONTAS E CONSUMOS CORRENTES | 1,00% | 38,69 | 2.488,03 | 622.008,09 |
| GRUPO: 06 | | | TRABALHOS EM SOLO | 0,43% | 16,72 | 1.075,27 | 268.817,41 |
| GRUPO: 07 | | | FUNDAÇÕES | 6,97% | 270,14 | 17.372,62 | 4.343.154,15 |
| GRUPO: 08 | | | ESTRUTURA | 14,79% | 573,47 | 36.879,79 | 9.219.947,55 |
| GRUPO: 09 | | | ALVENARIAS, PAREDES E PAINÉIS | 3,96% | 153,53 | 9.873,21 | 2.468.303,26 |
| GRUPO: 10 | | | ESQUADRIAS DE MADEIRA | 1,14% | 44,07 | 2.834,43 | 708.606,45 |
| GRUPO: 11 | | | ESQUADRIAS METÁLICAS | 5,89% | 228,53 | 14.696,48 | 3.674.120,26 |
| GRUPO: 12 | | | VIDROS | 0,02% | 0,85 | 54,51 | 13.626,71 |
| GRUPO: 13 | | | IMPERMEABILIZAÇÕES, COBERTURAS E TRATAMENTOS | 1,06% | 41,15 | 2.646,23 | 661.557,67 |
| GRUPO: 14 | | | REVESTIMENTOS | 4,96% | 192,19 | 12.359,72 | 3.089.930,54 |
| GRUPO: 15 | | | REVESTIMENTOS DE FACHADA | 1,92% | 74,62 | 4.798,53 | 1.199.631,39 |
| GRUPO: 16 | | | PINTURA | 2,07% | 80,36 | 5.168,18 | 1.292.045,63 |
| GRUPO: 17 | | | PISOS | 3,27% | 126,83 | 8.156,48 | 2.039.119,30 |
| GRUPO: 18 | | | LOUÇAS E METAIS | 1,06% | 41,08 | 2.641,71 | 660.426,66 |
| GRUPO: 19 | | | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS | 5,65% | 219,17 | 14.094,59 | 3.523.646,83 |
| GRUPO: 20 | | | APARELHOS DE ILUMINAÇÃO | 0,26% | 10,07 | 647,86 | 161.965,07 |
| GRUPO: 21 | | | INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS | 4,38% | 169,70 | 10.913,41 | 2.728.352,76 |
| GRUPO: 22 | | | EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS | 0,60% | 23,22 | 1.493,31 | 373.327,40 |
| GRUPO: 23 | | | PAISAGISMO E DECORAÇÕES | 3,56% | 138,13 | 8.883,09 | 2.220.771,76 |
| GRUPO: 24 | | | SERVÇOS COMPLS E INFRA ESTRUTURA | 0,09% | 3,32 | 213,77 | 53.442,92 |
| GRUPO: 25 | | | ELEVADORES | 2,79% | 108,26 | 6.962,19 | 1.740.547,60 |
| GRUPO: 26 | | | MARMORES E GRANITOS | 1,36% | 52,88 | 3.400,73 | 850.181,75 |
| GRUPO: 27 | | | EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS | 0,35% | 13,46 | 865,70 | 216.424,85 |
| GRUPO: 28 | | | LIMPEZA E CALAFATE | 0,28% | 11,04 | 710,10 | 177.524,34 |
| GRUPO: 29 | | | AR CONDICIONADO E EXAUSTÃO MECÂNICA | 0,71% | 27,59 | 1.774,51 | 443.628,13 |
| GRUPO: 30 | | | IMPREVISTOS, DESCONTOS E VENDAS | 5,13% | 198,89 | 12.790,54 | 3.197.634,62 |
| GRUPO: 31 | | | TAXAS DE ADMINISTRAÇÃO / GERENCIAMENTO | 10,53% | 408,25 | 26.254,26 | 6.563.565,80 |
| TOTAL GERAL | | | | 100,00% | 3.878,33 | 249.415,50 | 62.353.875,12 |

Fonte: Empresa A (2022)

3.3 Cronograma físico

A partir da definição das datas iniciais e finais referente as atividades do empreendimento definidas no escopo inicial orçamentário, a equipe de Planejamento da obra elaborou o detalhamento de inclusões acerca das atividades necessárias da construção a fim de acompanhar a periodicidade das tarefas bem como os detalhamentos mais pertinentes a evolução da obra. Para isso, utilizou-se o MS *Project*, o qual se refere a um *software* para o gerenciamento de projetos que possui atuação em diversas etapas de gestão, mas possui ênfase no planejamento e controle dos projetos pois facilita a visualização e utilização dos recursos que tornam o projeto mais versátil frente às necessidades existentes (COUTINHO, 2020).

Neste detalhamento foram incluídas as atividades micro, como por exemplo o número de pavimentos do empreendimento, além disso, foram definidos os vínculos e ciclos das atividades de acordo com o macrofluxo determinado para esse tipo de obra. O custo atribuído em cada atividade do cronograma ocorre de maneira orçamentária, pois os orçamentos viabilizam o empreendimento e tornam o cronograma físico-financeiro.

Frente ao exposto, após 1 mês do início da obra, o cronograma detalhado foi apresentado para a equipe operacional que é constituída pelos gerentes e engenheiros da obra. Assim, a apresentação do cronograma serviu como elemento basilar para o acompanhamento das metas traçadas inicialmente. No término de cada mês, foram realizadas reuniões de fechamento físico entre as equipes de Planejamento e Operações, e diante disso foi discutido sobre a evolução mensal da obra, reprogramações de serviços, definições de novas metas para os meses subsequentes, dentre outras atividades fundamentais.

Além disso, as reuniões geraram informações relevantes para a elaboração dos relatórios correspondentes ao fechamento físico, os quais são compostos pela Curva de Andamento Físico e Escadinha. Através de Stonner (2013), essa curva se refere ao avanço físico ou financeiro da obra e possui serventias valiosas para o planejamento prático do empreendimento com o intento de favorecer a análise e a identificação das tendências que emergem do projeto.

O MS *Project* também serviu para a inserção dos custos atribuídos para as atividades, além da definição das datas correspondentes ao início e ao término de cada tarefa. Assim, ocorre a geração do gráfico de Gantt, o qual representa o ciclo das etapas da construção.

3.4 Evolução do Custo de obra – EVCO

Após o lançamento do empreendimento, o custo de viabilidade da construção foi orçado e denominado Orçamento Viabilidade, conforme informações da Empresa A, o qual é reajustado mês a mês por meio do Índice Nacional da Construção Civil (INCC).

O acompanhamento do custo foi feito através da EVCO, por meio de reuniões mensais de controle financeiro, onde foram discutidos os assuntos sobre o andamento financeiro da obra frente às metas de serviço a serem executadas, e o gasto previsto do orçamento viabilidade *versus* o custo real apurado no mês vigente.

3.5 Andamento físico

O andamento físico é medido mensalmente e se refere à porcentagem de serviços concluídos no empreendimento do mês em vigência. Essa porcentagem é associada ao valor do

serviço executado, de modo que quanto mais caro é um determinado serviço, maior será o seu peso ou porcentagem junto ao cronograma total da obra.

A cada mês, foi gerada uma meta de produção através do cronograma do *MS Project*, a qual deveria ser cumprida pela equipe de engenharia no canteiro de obras. Essa projeção foi medida ao final do mês e, a partir dela, gerou-se a Curva S.

Na Curva S, existe a meta cravada na linha de base; no cronograma inicial, a meta revisada de acordo com as modificações feitas no escopo inicial do cronograma referentes a todo o período do empreendimento; a projeção do andamento físico e o real executado. Com os deslocamentos da curva, pode-se avaliar se os avanços físicos ou financeiros estão em conformidade ao que foi planejado.

3.6 Escadinha

O Cronograma Escadinha apresenta a sequência dos principais serviços a serem executados na obra. Nele, tem-se as datas de conclusão de cada etapa e o tempo de ciclo de cada atividade por pavimento. A partir disso, foi possível acompanhar a evolução do andamento físico-financeiro do empreendimento, sendo cada mês representado por uma cor diferente ao longo de todo o período da obra, as sobreposições das cores formam uma imagem semelhante à de uma escada e, por isso, ele é denominado como Escadinha.

Ademais, o Escadinha permite comparar as datas marco das atividades a cada mês, a sua variação quanto à linha de base (cronograma inicial sem alteração) e a variação mensal. No entanto, é válido ressaltar que sempre que uma atividade é replanejada, a sua conclusão não pode alterar a data final acordada para a entrega do empreendimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise dos dados sem a utilização de LPS

A seguir, são apresentados resultados referentes ao desempenho físico-financeiro do empreendimento. A primeira linha da figura apresenta o percentual real executado (mensal e o acumulado, até o mês em análise); a segunda, a projeção a ser executada mensal e acumulada, a partir do mês em análise; a terceira, a meta inicial cravada na linha de base, mensal e acumulada, e, por fim, a meta PMP (*Project Management Professional*), profissional de gerência de projetos, em português. Essa meta refere-se ao cronograma detalhado entregue ao final do primeiro mês de obra. São apresentados também tabelas resumos com os índices de produção (IDP) a cada período de estudo analisado. Esse índice é calculado dividindo o percentual executado no mês pela meta da projeção do mês.

A Figura 10 representa os percentuais reais executados, projeção, meta inicial e meta PMP. Para a melhor compreensão visual, a Figura 10 foi subdividida em *a*, *b*, e *c*, de modo que a letra “*a*” se refere ao mês de fevereiro, “*b*” corresponde ao mês de março e “*c*” se trata do mês de abril, quando ainda não havia sido aplicado o LPS. Os valores das tabelas abaixo referem-se às metas das atividades a serem executadas a cada mês, conforme suas datas de início e fim, extraídas do *MS Project*.

Figura 10a – Porcentagem real executada, projeção e metas sem LPS

| | | FEV/22 | MAR/22 | ABR/22 | MAI/22 | JUN/22 | JUL/22 | AGO/22 | SET/22 | OUT/22 | NOV/22 | DEZ/22 | JAN/23 | FEV/23 |
|--------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| EXECUTADO | MENSAL | 4,12% | | | | | | | | | | | | |
| | ACUMULADO | 50,54% | | | | | | | | | | | | |
| PROJEÇÃO | MENSAL | 4,53% | 4,27% | 3,68% | 4,29% | 4,08% | 4,93% | 5,75% | 5,61% | 4,35% | 3,91% | 3,04% | 2,97% | 2,57% |
| | ACUMULADO | 50,95% | 54,82% | 58,50% | 62,79% | 66,87% | 71,79% | 77,54% | 83,15% | 87,50% | 91,41% | 94,46% | 97,43% | 100,00% |
| META INICIAL | MENSAL | 4,04% | 4,03% | 2,78% | 3,18% | 3,19% | 3,53% | 4,22% | 4,26% | 3,54% | 3,12% | 3,08% | 2,26% | 1,24% |
| | ACUMULADO | 61,59% | 65,61% | 68,39% | 71,57% | 74,76% | 78,29% | 82,51% | 86,77% | 90,31% | 93,42% | 96,50% | 98,76% | 100,00% |
| META PMP | MENSAL | 4,94% | 4,79% | 3,65% | 4,49% | 3,43% | 5,17% | 5,42% | 5,65% | 4,15% | 3,77% | 2,81% | 3,28% | 2,01% |
| | ACUMULADO | 51,38% | 56,17% | 59,82% | 64,31% | 67,74% | 72,91% | 78,33% | 83,98% | 88,13% | 91,90% | 94,71% | 97,99% | 100,00% |

Fonte: O autor (2022)

Figura 10b – Porcentagem real executada, projeção e metas sem LPS

| | | FEV/22 | MAR/22 | ABR/22 | MAI/22 | JUN/22 | JUL/22 | AGO/22 | SET/22 | OUT/22 | NOV/22 | DEZ/22 | JAN/23 | FEV/23 |
|--------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| EXECUTADO | MENSAL | 4,12% | 4,14% | | | | | | | | | | | |
| | ACUMULADO | 50,54% | 54,69% | | | | | | | | | | | |
| PROJEÇÃO | MENSAL | 4,53% | 4,27% | 2,59% | 3,82% | 4,52% | 4,61% | 6,22% | 5,41% | 4,99% | 4,02% | 3,23% | 3,21% | 2,69% |
| | ACUMULADO | | 54,82% | 57,28% | 61,10% | 65,62% | 70,23% | 76,45% | 81,86% | 86,85% | 90,87% | 94,10% | 97,31% | 100,00% |
| META INICIAL | MENSAL | 4,04% | 4,03% | 2,78% | 3,18% | 3,19% | 3,53% | 4,22% | 4,26% | 3,54% | 3,12% | 3,08% | 2,26% | 1,24% |
| | ACUMULADO | 61,59% | 65,61% | 68,39% | 71,57% | 74,76% | 78,29% | 82,51% | 86,77% | 90,31% | 93,42% | 96,50% | 98,76% | 100,00% |
| META PMP | MENSAL | 4,94% | 4,79% | 3,65% | 4,49% | 3,43% | 5,17% | 5,42% | 5,65% | 4,15% | 3,77% | 2,81% | 3,28% | 2,01% |
| | ACUMULADO | 51,38% | 56,17% | 59,82% | 64,31% | 67,74% | 72,91% | 78,33% | 83,98% | 88,13% | 91,90% | 94,71% | 97,99% | 100,00% |

Fonte: O autor (2022)

Figura 10c – Porcentagem real executada, projeção e metas sem LPS

| | | FEV/22 | MAR/22 | ABR/22 | MAI/22 | JUN/22 | JUL/22 | AGO/22 | SET/22 | OUT/22 | NOV/22 | DEZ/22 | JAN/23 | FEV/23 |
|--------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| EXECUTADO | MENSAL | 4,12% | 4,14% | 2,41% | | | | | | | | | | |
| | ACUMULADO | 50,54% | 54,69% | 57,09% | | | | | | | | | | |
| PROJEÇÃO | MENSAL | 4,53% | 4,27% | 2,59% | 3,16% | 4,61% | 4,72% | 6,30% | 5,48% | 5,27% | 4,17% | 2,69% | 3,34% | 3,17% |
| | ACUMULADO | | | 57,28% | 60,25% | 64,86% | 69,58% | 75,88% | 81,36% | 86,63% | 90,80% | 93,49% | 96,83% | 100,00% |
| META INICIAL | MENSAL | 4,04% | 4,03% | 2,78% | 3,18% | 3,19% | 3,53% | 4,22% | 4,26% | 3,54% | 3,12% | 3,08% | 2,26% | 1,24% |
| | ACUMULADO | 61,59% | 65,61% | 68,39% | 71,57% | 74,76% | 78,29% | 82,51% | 86,77% | 90,31% | 93,42% | 96,50% | 98,76% | 100,00% |
| META PMP | MENSAL | 4,94% | 4,79% | 3,65% | 4,49% | 3,43% | 5,17% | 5,42% | 5,65% | 4,15% | 3,77% | 2,81% | 3,28% | 2,01% |
| | ACUMULADO | 51,38% | 56,17% | 59,82% | 64,31% | 67,74% | 72,91% | 78,33% | 83,98% | 88,13% | 91,90% | 94,71% | 97,99% | 100,00% |

Fonte: O autor (2022)

Diante do exposto, obteve-se os resultados mensais referentes ao primeiro trimestre avaliado, em que o LPS ainda não havia sido aplicado.

Uma vez que o prazo de início ou conclusão de uma atividade, ou até mesmo o seu tempo de ciclo é alterado no cronograma da obra, uma sequência de atividades posteriores, que dependem da atividade em questão, também é alterada. Assim, o cronograma da linha de base é cravado no primeiro mês e, após isso, todas as atividades contidas nele são replanejadas de acordo com as necessidades da obra.

Esse replanejamento é feito pelo profissional de gerência de projetos ou planejador, em conjunto com a equipe de operação da obra. Consequentemente, todas essas alterações na linha de base refletem em constantes alterações na projeção. A meta PMP é fixada ao fim do primeiro mês de obra e serve como parâmetro para avaliar a evolução do andamento físico da construção.

É importante ressaltar que nenhuma alteração feita no cronograma deve impactar no prazo final da obra, pois o prazo de construção e a data de entrega ao cliente, definidos em orçamento inicial, devem ser mantidos sempre que possível. Por esse motivo, apesar das constantes alterações no decorrer da obra, as metas referentes ao mês de fevereiro de 2023 não mudam e representam o percentual total dos serviços executados.

Além disso, nota-se que em todos os meses que o LPS não foi aplicado, a meta projeção, definida pelo profissional de planejamento e controle, no mês anterior, não foi atingida em nenhum deles. A Figura 11 representa o resumo da meta mensal dos meses de fevereiro, março e abril, os quais correspondem a “a”, “b” e “c”, respectivamente, como mencionado acima.

Figura 11a – Resumo da meta mensal sem LPS

| | EXECUTADO | PROJEÇÃO / META | IDP |
|--------------|-----------|-----------------|---------|
| MENSAL | 4,12% | 4,53% | 90,99% |
| PROJEÇÃO | 50,54% | 50,95% | -0,41% |
| META INICIAL | 50,54% | 61,59% | -11,04% |
| META PMP | 50,54% | 51,38% | -0,84% |

Fonte: O autor (2022)

Figura 11b – Resumo da meta mensal sem LPS

| | EXECUTADO | PROJEÇÃO / META | IDP |
|--------------|-----------|-----------------|---------|
| MENSAL | 4,14% | 4,27% | 96,95% |
| PROJEÇÃO | 54,69% | 54,82% | -0,13% |
| META INICIAL | 54,69% | 65,61% | -10,93% |
| META PMP | 54,69% | 56,17% | -1,48% |

Fonte: O autor (2022)

Figura 11c – Resumo da meta mensal sem LPS

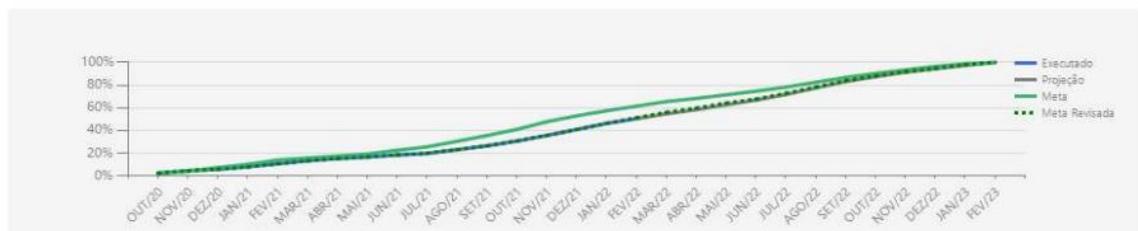
| | EXECUTADO | PROJEÇÃO / META | IDP |
|--------------|-----------|-----------------|---------|
| MENSAL | 2,41% | 2,59% | 92,84% |
| PROJEÇÃO | 57,09% | 57,28% | -0,19% |
| META INICIAL | 57,09% | 68,39% | -11,30% |
| META PMP | 57,09% | 59,82% | -2,73% |

Fonte: O autor (2022)

Em resumo, o resultado do andamento físico da obra nos meses do primeiro trimestre foi representado na Figura 11 que foi dividida em “a” – mês de fevereiro, “b” – mês de março e “c” – mês de abril. Durante os três primeiros meses analisados, a obra obteve um IDP abaixo de 100%. Neste caso, a obra produziu 92,84% dos serviços previstos na meta inicial, e os demais dados são as variações obtidas pela diferença do executado menos a projeção.

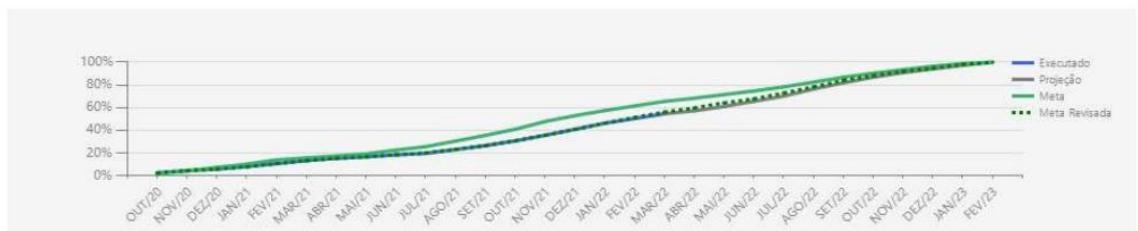
Ao final do primeiro trimestre, a obra apresentou um atraso muito expressivo, de 11,30% (referente à meta inicial) em relação ao que era previsto no escopo inicial do cronograma cravado na linha de base. Esse atraso é prejudicial ao andamento físico das atividades, pois quando uma meta não é alcançada, essa diferença deve ser produzida nos meses seguintes, gerando um volume maior de trabalho em um curto período. A seguir, a Figura 12 demonstra a Curva S dos meses de fevereiro (a), março (b) e abril (c).

Figura 12a – Gráfico da Curva S sem LPS



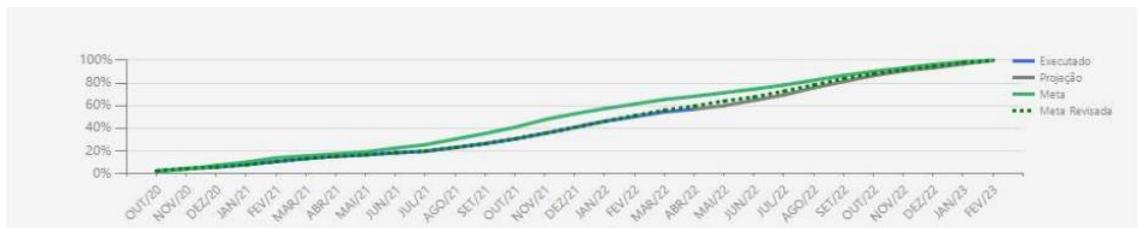
Fonte: O autor (2022)

Figura 12b – Gráfico da Curva S sem LPS



Fonte: O autor (2022)

Figura 12c – Gráfico da Curva S sem LPS



Fonte: O autor (2022)

O gráfico da Curva S análogo a cada mês da obra, é gerado através da porcentagem do serviço executado e previsto a ser executado pelo mês referente a ele. No início da construção, tem-se 0% de produção no mês de outubro de 2020 e, ao fim do empreendimento, tem-se 100% de produção no mês de fevereiro de 2023.

O atraso na produção também é evidenciado através da Curva S referente a cada um desses meses. Nota-se um deslocamento da curva referente à meta em relação a curva executada. Quanto maior esse afastamento vertical, maior a diferença entre o planejado e o executado. Tal afastamento é seguido de um encurtamento dessa distância, e esse se dá devido ao replanejamento mensal das atividades com o intento de ajustar o término dos serviços dentro do prazo devido. Uma vez que as atividades são replanejadas/revisadas no MS *Project*, uma nova meta é gerada e, conseqüentemente, surgem novos valores de projeções.

4.2 Análise dos dados com a utilização de LPS

A Figura 13 representa os percentuais reais executados, projeção, meta inicial e meta PMP, e foi subdividida em *d*, *e*, e *f*, de modo que a letra “*d*” se refere ao mês de maio, “*e*” corresponde ao mês de junho e “*f*” se trata do mês de julho, quando houve a implementação do LPS.

Figura 13d - Porcentagem real executada, projeção e metas com LPS

| | | MAI/22 | JUN/22 | JUL/22 | AGO/22 | SET/22 | OUT/22 | NOV/22 | DEZ/22 | JAN/23 | FEV/23 |
|--------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| EXECUTADO | MENSAL | 3,06% | | | | | | | | | |
| | ACUMULADO | 60,15% | | | | | | | | | |
| PROJEÇÃO | MENSAL | 3,16% | 3,82% | 5,01% | 6,88% | 6,05% | 4,98% | 3,57% | 2,70% | 3,21% | 3,63% |
| | ACUMULADO | 60,25% | 63,98% | 68,99% | 75,86% | 81,91% | 86,89% | 90,46% | 93,16% | 96,37% | 100,00% |
| META INICIAL | MENSAL | 3,18% | 3,19% | 3,53% | 4,22% | 4,26% | 3,54% | 3,12% | 3,08% | 2,26% | 1,24% |
| | ACUMULADO | 71,57% | 74,76% | 78,29% | 82,51% | 86,77% | 90,31% | 93,42% | 96,50% | 98,76% | 100,00% |
| META PMP | MENSAL | 4,49% | 3,43% | 5,17% | 5,42% | 5,65% | 4,15% | 3,77% | 2,81% | 3,28% | 2,01% |
| | ACUMULADO | 64,31% | 67,74% | 72,91% | 78,33% | 83,98% | 88,13% | 91,90% | 94,71% | 97,99% | 100,00% |

Fonte: O autor (2022)

Figura 13e - Porcentagem real executada, projeção e metas com LPS

| | | MAI/22 | JUN/22 | JUL/22 | AGO/22 | SET/22 | OUT/22 | NOV/22 | DEZ/22 | JAN/23 | FEV/23 |
|--------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| EXECUTADO | MENSAL | 3,06% | 4,09% | | | | | | | | |
| | ACUMULADO | 60,15% | 64,25% | | | | | | | | |
| PROJEÇÃO | MENSAL | 3,16% | 3,82% | 4,28% | 6,08% | 6,16% | 6,09% | 4,42% | 3,21% | 3,63% | 1,89% |
| | ACUMULADO | | 63,98% | 68,52% | 74,60% | 80,76% | 86,85% | 91,27% | 94,48% | 98,11% | 100,00% |
| META INICIAL | MENSAL | 3,18% | 3,19% | 3,53% | 4,22% | 4,26% | 3,54% | 3,12% | 3,08% | 2,26% | 1,24% |
| | ACUMULADO | 71,57% | 74,76% | 78,29% | 82,51% | 86,77% | 90,31% | 93,42% | 96,50% | 98,76% | 100,00% |
| META PMP | MENSAL | 4,49% | 3,43% | 5,17% | 5,42% | 5,65% | 4,15% | 3,77% | 2,81% | 3,28% | 2,01% |
| | ACUMULADO | 64,31% | 67,74% | 72,91% | 78,33% | 83,98% | 88,13% | 91,90% | 94,71% | 97,99% | 100,00% |

Fonte: O autor (2022)

Figura 13f - Porcentagem real executada, projeção e metas com LPS

| | | MAI/22 | JUN/22 | JUL/22 | AGO/22 | SET/22 | OUT/22 | NOV/22 | DEZ/22 | JAN/23 | FEV/23 |
|--------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| EXECUTADO | MENSAL | 3,06% | 4,09% | 4,29% | | | | | | | |
| | ACUMULADO | 60,15% | 64,25% | 68,54% | | | | | | | |
| PROJEÇÃO | MENSAL | 3,16% | 3,82% | 4,28% | 4,83% | 5,97% | 6,59% | 4,78% | 3,01% | 3,95% | 2,33% |
| | ACUMULADO | | | 68,52% | 73,37% | 79,34% | 85,93% | 90,71% | 93,72% | 97,67% | 100,00% |
| META INICIAL | MENSAL | 3,18% | 3,19% | 3,53% | 4,22% | 4,26% | 3,54% | 3,12% | 3,08% | 2,26% | 1,24% |
| | ACUMULADO | 71,57% | 74,76% | 78,29% | 82,51% | 86,77% | 90,31% | 93,42% | 96,50% | 98,76% | 100,00% |
| META PMP | MENSAL | 4,49% | 3,43% | 5,17% | 5,42% | 5,65% | 4,15% | 3,77% | 2,81% | 3,28% | 2,01% |
| | ACUMULADO | 64,31% | 67,74% | 72,91% | 78,33% | 83,98% | 88,13% | 91,90% | 94,71% | 97,99% | 100,00% |

Fonte: O autor (2022)

A Figura 14 representa o resumo da meta mensal de maio, junho e julho a partir da aplicação do LPS, e possui a mesma subdivisão anterior: “d” – maio, “e” – junho e “f” – julho.

Figura 14d – Resumo da meta mensal com LPS

| | EXECUTADO | PROJEÇÃO / META | IDP |
|--------------|-----------|-----------------|---------|
| MENSAL | 3,06% | 3,16% | 97,00% |
| PROJEÇÃO | 60,15% | 60,25% | -0,09% |
| META INICIAL | 60,15% | 71,57% | -11,42% |
| META PMP | 60,15% | 64,31% | -4,16% |

Fonte: O autor (2022)

Figura 14e – Resumo da meta mensal com LPS

| | EXECUTADO | PROJEÇÃO / META | IDP |
|--------------|-----------|-----------------|---------|
| MENSAL | 4,09% | 3,82% | 107,09% |
| PROJEÇÃO | 64,25% | 63,98% | 0,27% |
| META INICIAL | 64,25% | 74,76% | -10,51% |
| META PMP | 64,25% | 67,74% | -3,50% |

Fonte: O autor (2022)

Figura 14f – Resumo da meta mensal com LPS

| | EXECUTADO | PROJEÇÃO / META | IDP |
|--------------|-----------|-----------------|---------|
| MENSAL | 4,29% | 4,28% | 100,30% |
| PROJEÇÃO | 68,54% | 68,52% | 0,01% |
| META INICIAL | 68,54% | 78,29% | -9,75% |
| META PMP | 68,54% | 72,91% | -4,37% |

Fonte: O autor (2022)

Os meses do segundo trimestre, maio, junho e julho referem-se ao período em que o LPS começou a ser aplicado nas atividades de planejamento e controle da obra. A partir dos dados coletados, nota-se uma melhora significativa durante esses meses. Ao final de maio, o empreendimento ainda apresentou um IDP menor que 100%, ou seja, abaixo da meta. Porém, este resultado de 97% foi maior que todos os outros obtidos nos meses em que o LPS não foi aplicado.

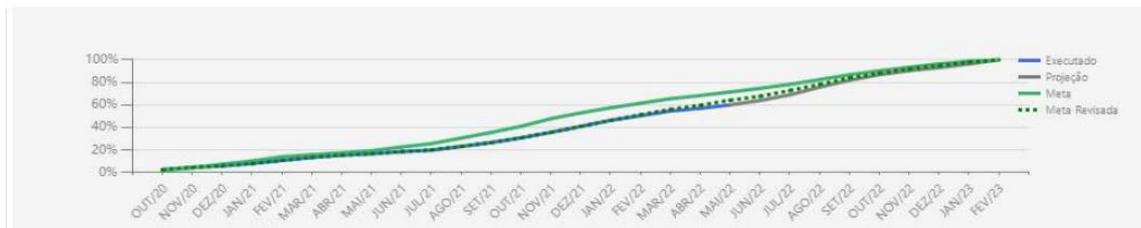
O mês de junho foi o que apresentou o melhor resultado, com um IDP de 107,09%. Uma produção de 7,09% superior que a meta prevista para o período. O mês de junho, apesar de não ter um resultado tão expressivo quanto maio, também apresentou um IDP acima da média, tendo uma produção de 100,30%, 0,30% a mais que a projeção prevista para o mês.

Essa sequência de aumento de produtividade no segundo trimestre, frente ao primeiro, ocasionou em uma redução no atraso da obra de 1,55%, passando de -11,30% ao fim do primeiro trimestre, para -9,75% ao fim dos últimos três meses.

Essa sequência de melhoria é resultado do maior grau de detalhamento das atividades, com os planos sempre visíveis para todos os participantes do projeto, além da sua elaboração de maneira colaborativa com aqueles que irão executar o trabalho que está sendo planejado. O replanejamento das tarefas de acordo com o necessário para que se adequem à realidade que se apresenta e da identificação e remoção das restrições para as atividades planejadas de forma conjunta com a equipe.

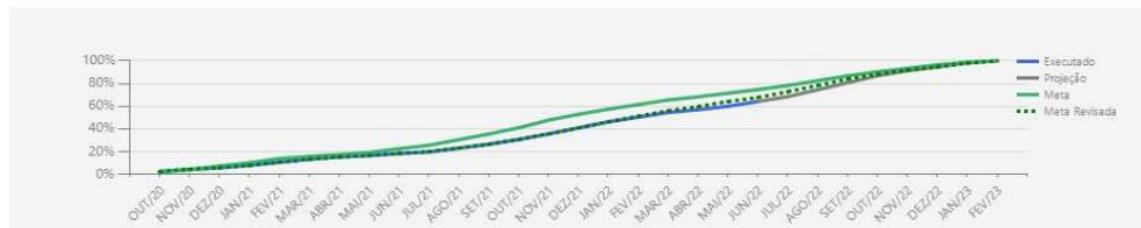
A seguir, a Figuras 15 demonstra a Curva S dos meses de maio (d), junho (e) e julho (f).

Figura 15d - Gráfico da Curva S com LPS



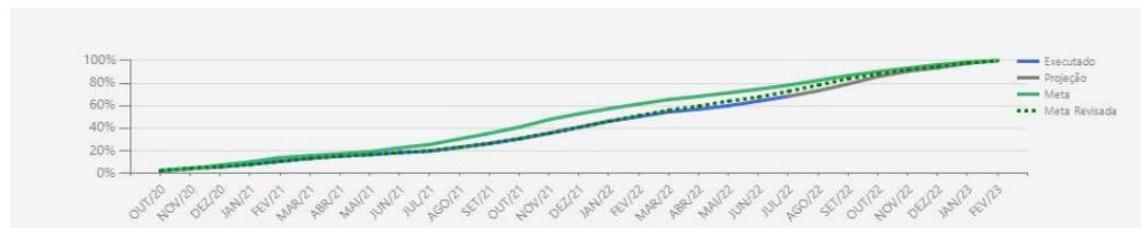
Fonte: O autor (2022)

Figura 15e - Gráfico da Curva S com LPS



Fonte: O autor (2022)

Figura 15f - Gráfico da Curva S com LPS



Fonte: O autor (2022)

Apesar de uma redução de 1,55% no atraso da obra ao final do segundo trimestre, a curva S continua apresentando deslocamento vertical, embora esse deslocamento seja menor nos últimos 3 meses avaliados, pelo fato de a obra ainda apresentar um atraso elevado em relação à meta inicial.

A Figura 16 representa parcialmente o cronograma Escadinha referente ao mês de março (b) de 2022, e a Figura 17 demonstra o cronograma Escadinha de julho (f).

Figura 16 – Cronograma escadinha do mês de março

| Torre 1 | Estrutura Volume Superior | | | | | | | | Platbanda | | | | Cura Concreto | | Montagem de Balanço | | | | |
|---------|---------------------------|------------|------------------|------------|-----------------------|------------|--------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|-------------------------|------------|---------------------|----------------|-----------------|---|----------------|
| | Início | Término | Início | Término | Início | Término | Início | Término | Início | Término | Início | Término | Início | Término | Início | Término | | | |
| Serviço | Estrutura | Prumadas | Chapiscos Rolado | Marcação | Elevação de Alvenaria | Contrapiso | Taliscamento | Gradi de ferro | Enfiamento | Contramarc | Encunham | Emboço interno | Distribuição Hidráulica | Gesso Liso | Estrutura Dry-Wall | Kit Hidráulico | Dry Wall Chapas | Impermeabilização de Banheiro e Cozinha | Azulejo e Piso |
| Ciclo | 8 dia(s) | 5 dia(s) | 4 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 4 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) | 5 dia(s) |
| Pav. 25 | 07/02/2022 | 10/03/2022 | 16/03/2022 | 23/03/2022 | 30/03/2022 | 13/04/2022 | 22/04/2022 | | 29/04/2022 | 29/04/2022 | 13/05/2022 | 03/06/2022 | 10/06/2022 | 10/06/2022 | 20/06/2022 | 04/07/2022 | 18/07/2022 | 25/07/2022 | 08/08/2022 |
| Pav. 24 | 31/01/2022 | 03/03/2022 | 09/03/2022 | 16/03/2022 | 23/03/2022 | 06/04/2022 | 13/04/2022 | | 22/04/2022 | 22/04/2022 | 06/05/2022 | 27/05/2022 | 03/06/2022 | 03/06/2022 | 10/06/2022 | 27/06/2022 | 11/07/2022 | 18/07/2022 | 01/08/2022 |
| Pav. 23 | 25/01/2022 | 22/02/2022 | 02/03/2022 | 09/03/2022 | 16/03/2022 | 30/03/2022 | 06/04/2022 | | 13/04/2022 | 13/04/2022 | 29/04/2022 | 20/05/2022 | 27/05/2022 | 27/05/2022 | 03/06/2022 | 20/06/2022 | 04/07/2022 | 11/07/2022 | 25/07/2022 |
| Pav. 22 | 15/01/2022 | 14/02/2022 | 21/02/2022 | 02/03/2022 | 09/03/2022 | 23/03/2022 | 30/03/2022 | | 06/04/2022 | 06/04/2022 | 22/04/2022 | 13/05/2022 | 20/05/2022 | 20/05/2022 | 27/05/2022 | 10/06/2022 | 27/06/2022 | 04/07/2022 | 18/07/2022 |
| Pav. 21 | 10/01/2022 | 07/02/2022 | 14/02/2022 | 21/02/2022 | 02/03/2022 | 16/03/2022 | 23/03/2022 | | 30/03/2022 | 30/03/2022 | 13/04/2022 | 06/05/2022 | 13/05/2022 | 13/05/2022 | 20/05/2022 | 03/06/2022 | 20/06/2022 | 27/06/2022 | 11/07/2022 |
| Pav. 20 | 30/12/2021 | 31/01/2022 | 07/02/2022 | 14/02/2022 | 21/02/2022 | 09/03/2022 | 16/03/2022 | | 23/03/2022 | 23/03/2022 | 06/04/2022 | 29/04/2022 | 06/05/2022 | 06/05/2022 | 13/05/2022 | 27/05/2022 | 10/06/2022 | 20/06/2022 | 04/07/2022 |
| Pav. 19 | 22/12/2021 | 24/01/2022 | 27/01/2022 | 03/02/2022 | 11/02/2022 | 02/03/2022 | 09/03/2022 | | 16/03/2022 | 16/03/2022 | 30/03/2022 | 22/04/2022 | 29/04/2022 | 29/04/2022 | 06/05/2022 | 20/05/2022 | 03/06/2022 | 20/06/2022 | 27/06/2022 |
| Pav. 18 | 16/12/2021 | 17/01/2022 | 24/01/2022 | 27/01/2022 | 04/02/2022 | 21/02/2022 | 02/03/2022 | | 09/03/2022 | 09/03/2022 | 23/03/2022 | 13/04/2022 | 22/04/2022 | 22/04/2022 | 29/04/2022 | 13/05/2022 | 27/05/2022 | 03/06/2022 | 20/06/2022 |
| Pav. 17 | 10/12/2021 | 10/01/2022 | 17/01/2022 | 20/01/2022 | 28/01/2022 | 14/02/2022 | 21/02/2022 | | 02/03/2022 | 02/03/2022 | 16/03/2022 | 06/04/2022 | 13/04/2022 | 13/04/2022 | 22/04/2022 | 06/05/2022 | 20/05/2022 | 27/05/2022 | 10/06/2022 |
| Pav. 16 | 04/12/2021 | 22/12/2021 | 10/01/2022 | 13/01/2022 | 21/01/2022 | 07/02/2022 | 14/02/2022 | | 21/02/2022 | 21/02/2022 | 09/03/2022 | 30/03/2022 | 06/04/2022 | 06/04/2022 | 13/04/2022 | 29/04/2022 | 13/05/2022 | 20/05/2022 | 03/06/2022 |
| Pav. 15 | 29/11/2021 | 20/12/2021 | 24/12/2021 | 10/01/2022 | 13/04/2022 | 22/04/2022 | 29/04/2022 | | 13/05/2022 | 06/05/2022 | 27/05/2022 | 10/06/2022 | 27/06/2022 | 20/06/2022 | 27/06/2022 | 11/07/2022 | 25/07/2022 | 01/08/2022 | 15/08/2022 |

Fonte: O autor (2022)

Figura 17 – Legenda dos cronogramas escadinha

| Legenda | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|--------|
| Data | | | | | | | | | |
| Executado | Atrasado | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril | Maio | Junho | Julho | Agosto |

Fonte: O autor (2022)

Figura 18 – Cronograma escadinha do mês de julho

| Torre 1 | Estrutura Volume Superior | | | | | | | | Platbanda | | | | Cura Concreto | | Montagem de Balanço | | | | |
|---------|---------------------------|------------|------------------|------------|-----------------------|------------|--------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|-------------------------|------------|---------------------|----------------|-----------------|---|----------------|
| | Início | Término | Início | Término | Início | Término | Início | Término | Início | Término | Início | Término | Início | Término | Início | Término | | | |
| Serviço | Estrutura | Prumadas | Chapiscos Rolado | Marcação | Elevação de Alvenaria | Contrapiso | Taliscamento | Gradi de ferro | Enfiamento | Contramarc | Encunham | Emboço interno | Distribuição Hidráulica | Gesso Liso | Estrutura Dry-Wall | Kit Hidráulico | Dry Wall Chapas | Impermeabilização de Banheiro e Cozinha | Azulejo e Piso |
| Ciclo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pav. 25 | 06/02/2022 | 09/03/2022 | 25/03/2022 | 01/04/2022 | 09/03/2022 | 12/04/2022 | 16/04/2022 | | 26/04/2022 | 26/04/2022 | 07/06/2022 | 17/06/2022 | 08/06/2022 | 14/07/2022 | 11/08/2022 | 18/08/2022 | 01/09/2022 | 09/09/2022 | 23/09/2022 |
| Pav. 24 | 31/01/2022 | 25/02/2022 | 18/03/2022 | 25/03/2022 | 05/04/2022 | 12/04/2022 | 09/05/2022 | | 16/05/2022 | 16/05/2022 | 21/06/2022 | 09/06/2022 | 20/07/2022 | 07/07/2022 | 04/08/2022 | 11/08/2022 | 25/08/2022 | 01/09/2022 | 16/09/2022 |
| Pav. 23 | 25/01/2022 | 21/02/2022 | 23/02/2022 | 03/03/2022 | 10/03/2022 | 28/03/2022 | 03/05/2022 | | 28/04/2022 | 28/04/2022 | 28/05/2022 | 02/06/2022 | 13/07/2022 | 27/06/2022 | 26/07/2022 | 02/08/2022 | 16/08/2022 | 25/08/2022 | 09/09/2022 |
| Pav. 22 | 15/01/2022 | 14/02/2022 | 18/02/2022 | 23/02/2022 | 25/02/2022 | 22/03/2022 | 29/04/2022 | | 27/04/2022 | 29/04/2022 | 18/05/2022 | 28/05/2022 | 06/07/2022 | 20/06/2022 | 29/06/2022 | 20/07/2022 | 05/08/2022 | 18/08/2022 | 01/09/2022 |
| Pav. 21 | 10/01/2022 | 07/02/2022 | 14/02/2022 | 18/02/2022 | 23/02/2022 | 13/03/2022 | 14/04/2022 | | 24/03/2022 | 25/04/2022 | 28/04/2022 | 06/05/2022 | 29/06/2022 | 10/06/2022 | 22/06/2022 | 13/07/2022 | 29/07/2022 | 11/08/2022 | 25/08/2022 |
| Pav. 20 | 30/12/2021 | 31/01/2022 | 07/02/2022 | 14/02/2022 | 17/02/2022 | 08/03/2022 | 07/04/2022 | | 17/03/2022 | 14/04/2022 | 28/04/2022 | 29/04/2022 | 22/06/2022 | 03/06/2022 | 14/06/2022 | 06/07/2022 | 27/07/2022 | 04/08/2022 | 18/08/2022 |
| Pav. 19 | 22/12/2021 | 24/01/2022 | 27/01/2022 | 03/02/2022 | 10/02/2022 | 25/02/2022 | 15/03/2022 | | 10/03/2022 | 22/03/2022 | 18/04/2022 | 26/04/2022 | 14/06/2022 | 17/05/2022 | 07/06/2022 | 29/06/2022 | 20/07/2022 | 28/07/2022 | 11/08/2022 |
| Pav. 18 | 16/12/2021 | 17/01/2022 | 24/01/2022 | 27/01/2022 | 04/02/2022 | 21/02/2022 | 08/03/2022 | | 03/03/2022 | 15/03/2022 | 08/04/2022 | 18/04/2022 | 07/06/2022 | 10/05/2022 | 27/05/2022 | 22/06/2022 | 13/07/2022 | 21/07/2022 | 04/08/2022 |
| Pav. 17 | 10/12/2021 | 10/01/2022 | 17/01/2022 | 20/01/2022 | 28/01/2022 | 14/02/2022 | 21/02/2022 | | 23/02/2022 | 08/03/2022 | 15/03/2022 | 31/03/2022 | 13/05/2022 | 03/05/2022 | 20/05/2022 | 14/06/2022 | 06/07/2022 | 14/07/2022 | 28/07/2022 |
| Pav. 16 | 04/12/2021 | 22/12/2021 | 10/01/2022 | 13/01/2022 | 21/01/2022 | 07/02/2022 | 14/02/2022 | | 18/02/2022 | 21/02/2022 | 08/03/2022 | 28/03/2022 | 06/05/2022 | 18/04/2022 | 13/05/2022 | 07/06/2022 | 29/06/2022 | 07/07/2022 | 21/07/2022 |
| Pav. 15 | 29/11/2021 | 20/12/2021 | 24/12/2021 | 10/01/2022 | 13/04/2022 | 22/04/2022 | 29/04/2022 | | 29/04/2022 | 02/06/2022 | 28/05/2022 | 12/07/2022 | 29/06/2022 | 21/07/2022 | 18/08/2022 | 25/08/2022 | 09/09/2022 | 16/09/2022 | 30/09/2022 |

Fonte: O autor (2022)

Para um melhor entendimento dos cronogramas, a Figura 18 expõe a legenda referente às cores que representam os meses e as atividades executadas e em atraso.

O cronograma escadinha evidencia o andamento dos serviços no canteiro de obras e as datas relacionadas à essa execução. Pode-se perceber que ao final de cada trimestre, as datas referentes às atividades que ainda não haviam sido concluídas estão diferentes.

Exemplificando a informação mencionada, em março, o contrapiso do 25º pavimento estava previsto para ser concluído em 13 de abril de 2022, porém esse mesmo serviço foi finalizado no dia 12 de maio de 2022. Essas diferenças se dão devido ao já citado replanejamento que ocorre a cada mês.

A medição da obra é extraída a cada mês do MS *Project* e, através do *Excel*, gera-se o cronograma escadinha. Este cronograma é importante, uma vez que apresenta de forma objetiva as principais datas de conclusão dos principais serviços da obra.

A Figura 19 representa a Evolução de Custo da Obra (EVCO), a qual evidencia o desempenho financeiro da obra.

Figura 19 – Desempenho financeiro da obra

| DESEMPENHO | | | | |
|------------|-------------|------------|-----------|-------|
| mês | viabilidade | apurado | diferença | % |
| 07/22 | 75.489.511 | 78.649.344 | 3.159.833 | 4,19% |
| 06/22 | 75.489.511 | 78.649.344 | 3.159.833 | 4,19% |
| 05/22 | 74.884.682 | 78.044.515 | 3.159.833 | 4,22% |
| 04/22 | 74.861.237 | 78.021.070 | 3.159.833 | 4,22% |
| 03/22 | 74.861.238 | 78.021.070 | 3.159.832 | 4,22% |
| 02/22 | 74.495.411 | 77.655.243 | 3.159.832 | 4,24% |
| 01/22 | 74.442.672 | 76.421.332 | 1.978.660 | 2,66% |
| 12/21 | 74.442.025 | 76.420.684 | 1.978.659 | 2,66% |
| 11/21 | 74.440.104 | 76.418.762 | 1.978.658 | 2,66% |
| 10/21 | 74.490.870 | 76.469.528 | 1.978.659 | 2,66% |
| 09/21 | 74.490.870 | 74.490.870 | 0 | 0,00% |
| 08/21 | 74.062.745 | 74.062.744 | - 0 | 0,00% |
| 06/21 | 73.162.536 | 73.162.536 | - 0 | 0,00% |
| 05/21 | 73.161.447 | 73.161.448 | 1 | 0,00% |

Fonte: O autor (2022)

Diante da Figura 19 exposta, existe a apresentação da evolução do custo da obra no decorrer dos meses. É válido ressaltar que as variações apresentadas no orçamento viabilidade são ocasionadas pelo reajuste mensal do INCC. A obra apresentou mensalmente um ganho financeiro frente ao orçamento inicial do empreendimento, e apesar de não haver diferença entre a viabilidade e o apurado nos primeiros meses, esse ganho de capital é existente.

Acontece que, com o intuito de preservar a saúde financeira da construção frente às eventualidades não previstas, essa diferença é enviada para um insumo denominado de “Imprevistos”. Imprevistos se referem a uma quantia de segurança do empreendimento, os quais podem ser comparados a um capital de giro de uma empresa. Quando essa diferença é nula, significa que a obra não está apresentando estouro, tampouco economia, e toda a diferença foi apenas somada ou subtraída dos imprevistos.

Entretanto, se essa diferença for um valor negativo, significa que a viabilidade foi maior que o gasto apurado naquele mês, portanto, a obra apresentaria certa economia. Quando o contrário ocorre, tem-se que a construção está custando mais que o previsto inicialmente em orçamento, logo, apresenta-se um estouro.

Diante disso, a obra apresentou um estouro desde o mês de outubro de 2021. Ao início do primeiro trimestre avaliado neste estudo, obteve-se um estouro de R\$ 3.159.832 e, ao final do segundo, esse valor é praticamente mantido, estando em R\$ 3.159.833.

Apesar de o LPS não apresentar resultado significativo no desempenho financeiro da obra em reais, nos dois últimos meses em análise, o percentual do apurado em relação à viabilidade reduziu de 4,22% para 4,19%. As ações do LPS podem ter sido eficazes para estabilizar o valor do estouro e, uma vez há ganho de capital em cada reajuste de INCC, ocorreu a redução percentual do quantitativo excedido do orçamento inicial.

5 CONCLUSÃO

Em síntese, através do aporte teórico e do estudo de caso realizado, a obtenção dos resultados foi possível devido a metodologia selecionada para a coleta e análise dos dados mais relevantes que contribuíram para a construção do estudo.

Considerando o período de análise dos meses de fevereiro, março, abril, maio, junho e julho, conclui-se que a divisão em trimestres para a verificação mais assertiva da implementação de LPS, foi bastante benéfica e contribuiu para o melhoramento do entendimento e exposição dos resultados.

Os resultados mensais do primeiro trimestre, onde não havia sido implementado o LPS, foi um período em que as metas projetadas não foram atingidas, sobretudo considerando o aspecto de planejamento e controle. Conclui-se que as metas mensais apresentadas no andamento físico da obra atingiram baixos níveis de IDP, e no término desse período sem LPS, conclui-se que existiu atraso expressivo nas atividades da obra a partir da comparação inicial realizada junto ao cronograma base.

Outro fator relevante é que todo esse atraso se tornou prejudicial ao período da análise, visto que a inexistência do LPS nos meses de fevereiro, março e abril, provocaram o acúmulo para a realização das atividades da obra, com o auxílio da Curva S mensal.

Considerando a aplicação do LPS, houve modificações significativas no planejamento e controle da obra, pois os resultados dos meses de maio, junho e julho foram mais positivos, sobretudo devido a alteração do IDP quando comparado ao momento anterior ao implemento do LPS, o qual ainda que inferior a 100%, foi maior do que nos meses de fevereiro, março e abril (antes da implementação de LPS).

Conclui-se, portanto, que houve aumento significativo na produtividade da obra a partir da aplicação do LPS, e assim, os atrasos da obra foram reduzidos no segundo trimestre das análises. Além disso, o desempenho financeiro da obra foi constatado através da EVCO que mostrou toda a evolução da obra junto às variações e viabilidades do empreendimento.

Logo, a obra apresentou um estouro desde o mês de outubro de 2021, e no início do primeiro trimestre avaliado no estudo, constatou-se um estouro de R\$ 3.159.832 e, ao final do segundo trimestre, esse valor foi praticamente mantido, estando em R\$ 3.159.833. Portanto, o LPS não foi capaz de apresentar resultados com alta significância em reais (R\$), no entanto, o LPS estabilizou os valores do estouro constatado.

Para os próximos trabalhos que visem avaliar a aplicação do LPS e o seu efeito no andamento físico-financeiro das construções, o fator tempo é muito importante. É interessante que se analise os aspectos da metodologia em um maior período, visto que isso poderá resultar em dados ainda mais significativos para a pesquisa, uma vez que os processos da construção civil são, em sua maioria, muito longos.

REFERÊNCIAS

ALARCÓN, Pietro de Jesús Lora. Herramientas para identificar e reducir perdas em proyectos de construcción. **Revista de Ingeniería de Construcción**, n. 15, p. 37-45, 1997.

ALCANTARA, Luiz Felipe Baptista. Atrasos de obras: uma correlação com problemas no gerenciamento. 2016. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves. **Lean Construction: filosofia e metodologias**. Dissertação Mestrado, Porto, 2008. 108.

ASSUMPTÃO, José Francisco Pontes. **Análise de investimentos na construção civil**. In: Simpósio brasileiro de gestão e economia da construção, Ed. 3. São Carlos, 2003.

AVILA, Antonio V. **Apostila do curso de Gerenciamento de Obras para engenharia civil**. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2003.

BAJJOU, Mohamed Saad; CHAFI, Anas; EN-NADI, Lohrance. A comparative study between lean construction and the traditional production system. **International Journal of Engineering Research in Africa**, v. 29, p. 118-132, 2017.

BALLARD, Glenn. **Lookahead Planning**: the missing link in production control. ANNUAL

BALLARD, Glenn. **The last planner system of productions control**. (Tese de Doutorado) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Birmingham, Birmingham, Reino Unido, 2000.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. **An Update on Last Planner**. 11ª Conferência Anual do Grupo Internacional de Lean Construction. Blacksburg, Virginia: [s.n.]. 2003.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. **Shielding Production**: An Excential in Production Control. Technical Report, Califórnia, n. 97-1, 1994.

BALLARD, Glenn; SEPPÄNEN, Olli; PESONEN, Sakari. The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System. **Lean Construction Journal**, p. 43-54, 2010.

BOFF, Rubem José. **Planejamento estratégico**: Um estudo em empresas e instituições do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, SC: [s.n.]. 2003. p. 160.

BORGES, Maria Luiza. **A aplicação da filosofia Lean Construction em empresas baianas**: um estudo comparativo com o cenário brasileiro. p. 88. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2018.

BORNIA, Antônio Cezar. **Análise gerencial de custos**: aplicação em empresas modernas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CALDAS, Sergio Goulart de Faria. **Aplicação do gráfico de Gantt em microempresa de confecção para otimização do planejamento operacional**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

CAMPOS, Renato et al. **A Ferramenta 5S e suas Implicações na Gestão da Qualidade Total**. Simpep - Simpósio de Engenharia de Produção. [S.l.]: [s.n.]. 2005. p. 12.

CBIC. PIB da construção fecha o ano com crescimento de 9,7%, a maior alta em 11 anos. Disponível em: <https://cbic.org.br/pib-da-construcao-fecha-o-ano-com-crescimento-de-97-a-maior-alta-em-11-anos/#:~:text=04%2F03%2F2022->. Acesso em: 12 ago. 2022.

CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5, 1997, Goald Cost. Proceedings... Goald Coast: Griffith University, 1997.

COSTA, Bruno Freijanes. **Estudo sobre os ganhos obtidos com a adoção do Last Planner System aplicado ao planejamento e controle na construção de uma usina hidrelétrica de grande porte**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 85. 2017.

COUTINHO, Thiago. **Como usar o MS Project**: uma ferramenta essencial para fazer o gerenciamento de projetos, 2020. Disponível em: O que é MS Project? Aprenda hoje para que serve e como usar! | Blog Voitto. Acesso em: 20 ago. 2022.

COVELLO, Thomás Migliorini. **Implantação de sistema de produção ritmada em obra de infraestrutura**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, 2017.

ĆWIK, Katarzyna; ROSŁON, Jerzy. Last planner system in construction. In: **MATEC Web of Conferences**. EDP Sciences, 2017. p. 00032.

ESPINHA, Roberto Gil. **Gráfico de Gantt**: o que é, para que serve e como montar do zero, 2022. Disponível em: Gráfico de Gantt: para que serve + como montar no Excel (artia.com). Acesso em: 23 ago. 2022.

FIGUEIREDO, Lydiá. **Planejamento e programação de um projeto de construção civil**. São Paulo, 119p, Monografia – USP, 2009.

FILHO, José Ildo Pereira.; ROCHA, Rudimar Antunes.; SILVA, Lauren Morais. **Planejamento e controle da produção na Construção Civil para gerenciamento de custos**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, SC : [s.n.]. 2004. p. 8.

FORMOSO, Carlos et al. **Desenvolvimento de um modelo para a gestão da qualidade e produtividade em empresas de construção civil de pequeno porte**. Seminário da Qualidade da Construção Civil – Gestão e Tecnologia, v. 2, 1993, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 1993.

FORMOSO, Carlos et al. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Porto Alegre: NORIE/UFRGS/SINDUSCON/SP, 1999.

FORMOSO, Carlos. **Lean Construction**: princípios básicos e exemplos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, p. 12. 2002.

GAO, Shang; LOW, Sui Pheng. The Last Planner System in China's construction industry—A SWOT analysis on implementation. **International Journal of Project Management**, v. 32, n. 7, p. 1260-1272, 2014.

GONZAGA, Amanda. **Curva S**: o que é e como aplicar na gestão de projetos de obras, 2021. Disponível em: Curva S: o que é e como aplicar na gestão de projetos de obras (orcafascio.com). Acesso em: 23 ago. 2022.

GUIDUGLI FILHO, R. R. **Elaboração, Análise e Gerência de Projetos**. Belo Horizonte: Ed. Do Autor. 220 p. 2008.

GUTIERREZ, Petrus Mário et al. Estudo de caso da aplicação da metodologia Last Planner System e um Pull Planning em uma obra de infraestrutura. 2022. Monografia – Escola de Minas de Ouro Preto – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

HINES, Peter; TAYLOR, Dadvid. **Going Lean**. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre, 2000.

HOWELL, Gregory. What Is Lean Construction. **Annual Conference of the International Group for Lean construction**, v. 7, p. 26-28, 1999. Berkeley (CA) Proceedings... University of California.

KERN, Andrea Parisi. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

KOSAKA, Diogo Kata. **Criando a cultura da melhoria contínua**. Lean Institute Brasil, 2013.

KOSKELA, Lauri. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Espoo: VTT. Building Technology, 2000.

KOSKELA, Lauri. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report, Filand, CIFE, 1992.

MACHADO, Ricardo Luiz. **A Sistematização de Antecipações Gerenciais no Planejamento da Produção de Sistemas da Construção Civil**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, p. 282, 2003.

MARUOKA, Luiz Marina Andrade. **Estratégias de produção adotadas pelas construtoras no ambiente contemporâneo**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Paulo.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. 1. ed. (4. tiragem). São Paulo: Pini, 2006.

MATTOS, Aldo Dorea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1997.

POLITO, Giulliano. **Gerenciamento de obras: boas práticas para a melhoria da qualidade e da produtividade**. São Paulo: Pini, 2015.

SEBRAE. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil**. Porto Alegre, abril de 2000.

SILVA, Shirley Maria. **Controle de custos de obras**. Monografia (Especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

STONNER, Rodolfo. **A curva de avanço**. 2013. Disponível em: A Curva de Avanço - blogtek.com.br. Acesso em: 20 ago. 2022.

TOSTA, Joice Paiva. **Restrições de processos construtivos de edifícios: uma abordagem a partir de engenheiros de obras**. Dissertação de Mestrado, Vitória, 2013.

VALLE, André; SOARES, Carlos; FINOCCHIO José et al. **Fundamentos do Gerenciamento de Projetos**. 2ed. Rio de Janeiro, RJ. Editora FGV. 2010.

WOMACK, James; ROOS Daniel. **The Machine that Changed the World**. New York: Tawson Associates, 1990.