

Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



GIOVANNA DIONIZIO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS ATRAVÉS DA
APLICAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO: ESTUDO DE CASO**

Belém-PA
2023

GIOVANNA DIONIZIO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS ATRAVÉS
DA APLICAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC,
apresentado ao Centro de Ciências Naturais e
Tecnologia da Universidade do Estado do Pará
como requisito avaliativo parcial para a obtenção do
Grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.^a Dra. Leila de Fátima Oliveira de
Jesus Robert

Belém-PA
2023



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ CENTRO
DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “**Avaliação do planejamento e controle de obras através da aplicação de indicadores de desempenho: estudo de caso**” foi apresentado como requisito necessário para obtenção do título de Engenheiro de Produção pela aluna **Giovanna Dionizio da Silva**, em 20 de janeiro de 2023, na Universidade do Estado do Pará (UEPA), e aprovado pela Banca Examinadora, formada pelos seguintes membros:

Leila de Fátima O. de J. Robert

Dra. Profa. Leila de Fátima Oliveira de Jesus Robert, UEPA
Orientador

ANDRE CLEMENTINO
DE OLIVEIRA
SANTOS:47946379277

Assinado de forma digital por
ANDRE CLEMENTINO DE
OLIVEIRA SANTOS:42946379272
Dados: 2023.01.23 14:51:22
+03'00'

MSC. Prof. André Clementino de Oliveira Santos, UEPA
1º Avaliador

WYLLIAM BESSA
SANTANA:973281702
04

Assinado de forma digital por
WYLLIAM BESSA
SANTANA:97328170204
Dados: 2023.01.23 15:30:06 -03'00'

Dr. Prof. Wylliam Bessa Santana, IFPA
2º Avaliador

Belém/PA, 20 de janeiro de 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida, e por ter me dado força e saúde todos os dias, para lutar e conquistar meus objetivos.

Minha eterna gratidão aos meus pais, Mônica e Manoel Júnior, pelo esforço e dedicação contínua de me educar e dar apoio à todas minhas decisões. À minha grande irmã, Jordana, que sempre a tive como exemplo, agradeço aos conselhos e orientações.

Às minhas avós, Dolores e Benedita, que sempre me colocaram em oração, e intercederam pela minha vida e meus estudos.

Agradeço em especial à minha orientadora, Dra. Leila Robert, pela paciência e dedicação em me auxiliar na construção deste trabalho.

Ao meu amado, Roberto Alessandro, pelo companheirismo e apoio durante essa jornada, e pela paciência de suportar tudo ao meu lado. Aos amigos que de forma direta ou indiretamente, contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional ao longo do curso.

RESUMO

SILVA, Giovanna Dionizio da. **AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO: ESTUDO DE CASO.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade do Estado do Pará, Belém, 2023.

A pesquisa tem por objetivo evidenciar os impasses que podem afetar o desenvolvimento das tarefas planejadas em uma obra de reforma comercial, localizada em Belém-Pa. Para tanto, acompanhou-se por nove semanas a obra e aplicou-se como método, o sistema Last Planner para realizar o planejamento de curto prazo (programação semanal) de dois pacotes de trabalho: alvenaria e piso, na obra, denominada Obra X. Através dos resultados obtidos, fez-se uma análise para identificar a área no qual havia o gargalo no processo de planejamento. Com isso, a cada semana se realizava junto à equipe técnica, a programação semanal de atividades, onde se pôde medir o nível de cumprimento do plano de atividades de cada semana, através dos indicadores – Percentual de Planos Completos e Percentual de Êxito no Planejamento Operacional; aplicou-se o diagrama de Pareto para realizar o mapeamento e apuração das principais causas que interferem na plena execução dos pacotes de trabalho, e assim, na gestão do PCP da obra em estudo. Detectou-se através da metodologia do LPS, que o gargalo das causas que afetaram o desenvolver das atividades está relacionado ao material: a) problemas com a programação do material a ser utilizado na semana; e, b) entrega de materiais na obra, ocasionado pela deficiência entre o tempo de compra e entrega do material na obra. A pesquisa contribuiu para evidenciar a importância de se manter um controle das unidades de produção (Obras), bem como gerenciar e planejar o fluxo de trabalho das obras.

Palavras-Chave: Planejamento e Controle de Obras (PCO); Last Planner System; Percentual de Planos Concluídos; Percentual de Êxito do Planejamento Operacional; Diagrama de Pareto.

ABSTRACT

The research aims to highlight the impasses that can affect the development of planned tasks in commercial renovation construction, located in Belém-Pa. To this end, the work was monitored for nine weeks and the Last Planner system was applied as a method to carry out the short-term planning (weekly schedule) of two work packages: masonry and flooring, in the work, called Work construction X. Through the obtained results, an analysis was made to identify the area in which there was a bottleneck in the planning process. As a result, each week, together with the technical team, the weekly schedule of activities was carried out, where it was possible to measure the level of compliance with the plan of activities for each week, through the indicators - Percentage of Complete Plans and Percentage of Success in Operational Planning; the Pareto diagram was applied to carry out the mapping and determination of the main causes that interfere in the full execution of the work packages, and thus, in the management of the PCP of the work under study. It was detected through the LPS methodology, that the bottleneck of the causes that affected the development of the activities is related to the material: a) problems with the programming of the material to be used in the week; and, b) delivery of materials to the construction site, caused by the deficiency between the time of purchase and delivery of the material to the construction site. The research contributed to highlighting the importance of maintaining control of the production units (Works), as well as managing and planning the workflow of the works.

Keywords: Works Planning and Control (WPC); Last Planner System; Percentage of Completed Plans; Operational Planning Success Percentage; Pareto Diagram.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de planilha para a elaboração do planejamento de curto prazo (semanal).....	30
Figura 2 - Planejamento de curto prazo (6 ^a semana)	34
Figura 3 - Causas do descumprimento dos pacotes de trabalho da obra X – geral	37
Figura 4 - Causas do descumprimento dos pacotes de trabalho da obra X – detalhado....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - PPC Geral de cada semana.....	31
Gráfico 2 - Comparativo do PPC X PEPO.....	33
Gráfico 3 - Diagrama de Pareto - Causas do Descumprimento em Detalhes.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Causas da não conclusão das tarefas	35
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pacotes de trabalho de alvenaria e piso	29
---	----

LISTA DE ABREVIACOES

LPS – Last Planner System

PCP – Planejamento e Controle de Produção

PPC – Percentual de Planos Concluídos

PEPO – Percentual de Êxito do Planejamento Operacional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivos.....	9
1.1.1 Objetivo geral	9
1.1.2 Objetivos específicos	9
2 JUSTIFICATIVA	9
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1 Planejamento e Controle da Produção na Construção Civil.....	12
3.2 Sistema Last Planner.....	15
3.2.1 Planejamento Lookahead.....	16
3.2.2 Planejamento de Comprometimento	16
3.3 Níveis de Planejamento	18
3.3.1 Planejamento de Longo Prazo	18
3.3.2 Planejamento de Médio Prazo	18
3.3.3 Planejamento de Curto Prazo	18
3.4 Indicadores de planejamento e controle da produção	19
3.4.1 Percentual de Planos Concluídos.....	19
3.4.2 Percentual de Êxito do Planejamento Operacional.....	21
3.5 Diagrama de Pareto.....	21
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
4.1 Descrição da Pesquisa	22
4.2 Procedimentos e coleta de dados	22
4.3 Etapas da Pesquisa	23
4.4. Estudo de caso.....	24
4.4.1 Planejamento Operacional	24
4.4.2 Acompanhamento das atividades	24
4.4.3 Aplicação dos Indicadores de Desempenho	25
4.4.4 Cálculo do PPC.....	25
4.4.5 Cálculo do PEPO	25
4.4.6 Reuniões Semanais	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Construtora Estudada.....	26
5.2 Características da Obra Acompanhada	26

5.3 Planejamento e Controle da Produção no Estudo de Caso	27
5.4 Acompanhamento do Percentual de Planos Completos e Percentual de Êxito do Planejamento Operacional.....	28
5.5 Análise da coleta de dados	30
5.5.1 Análise do Percentual de Planos Completos Geral	31
5.5.2 Análise comparativa entre os indicadores Percentual de Planos Completos e Percentual de Êxito do Planejamento Operacional	32
5.6 Causas do Descumprimento das tarefas.....	34
5.7 Melhorias no Processo de Gestão de Materiais e Pessoas.....	38
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAL	43
APÊNDICE A – LAST PLANNER APLICADO POR 9 SEMANAS	46

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é formada por um conjunto de fatores relacionados entre si que influenciam no desenvolvimento deste setor, dentre eles, as políticas nacionais de economia, aumento na renda família e geração de emprego, ofertas de crédito imobiliário e a redução de IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados. Sendo assim, sua influência se estende para diversas áreas da economia, como a elevada taxa de empregabilidade, renda e impostos, estimulando o desenvolvimento de serviços em outros setores. (FIALHO, *et al.*, 2014).

O setor da construção civil pode ser caracterizado pela sua importância estratégica e seu impacto direto na economia de um país, bem como sua importância para o seu desenvolvimento. Os produtos desta área encaixam-se no conceito de capital fixo social, exposto por Hirschman (1961), pois essa indústria produz infraestrutura econômica por meio de instalações de portos, ferrovias, rodovias, sistemas de irrigação, energia e comunicação. Tais serviços sem os quais as atividades primárias, secundárias e terciárias não podem funcionar adequadamente.

É fato que o crescimento do setor de construção civil no Brasil é uma vantagem para a economia do país, assim, apontam os índices gerados pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), como o Índice Nacional da Construção Civil, no qual no mês de abril de 2022 apresentou índice de 1,21%, sendo a maior taxa desde agosto de 2021 (IBGE, 2022).

A indústria da construção civil é um ramo com grande dinamicidade, com o processo produtivo em constantes mudanças em suas técnicas e estratégias de gestão, além de uma quantidade exacerbada de variáveis (BORGES; COELHO; PETRI, 2018).

Como afirma Gazzani (2018), atualmente devido ao processo de globalização, os países estão inseridos em um contexto de alta competitividade e busca por melhores resultados, cada vez mais rápido. Nesse sentido, as empresas vêm investindo em novas tendências de gestão, a fim de oferecer um serviço com baixo custo e qualidade do produto final.

As construtoras atualmente buscam diferenciação no mercado através da implementação de técnicas de gestão no planejamento e controle que aumentam a competitividade e corroboram para a melhoria contínua nos processos da construção, bem como maior desempenho na produtividade, qualidade e custo (MATTOS, 2010).

É sabido que um bom planejamento e controle das tarefas de uma obra propiciam ao empreendimento a evolução no seu processo de gestão e assim é possível alcançar níveis maiores de qualidade na entrega do produto final.

Borges *et al* (2018), afirma que a deficiência no planejamento pode ocasionar consequências adversas para uma obra. Como por exemplo, atrasos, perda de materiais, elevados custos, acidentes e etc. Em consonância com este argumento, Figueiredo (2018, p.15) acrescenta:

“O planejamento, ainda que seja uma ferramenta eficiente, sofre uma variação muito grande devido à imprevisibilidade da construção civil, tornando difícil a sua elaboração com muita antecedência. (...) é necessário um acompanhamento constante da produção a fim de se realizar reprogramações do cronograma, mantendo a sua confiabilidade.”

A gestão do PCP (Planejamento e Controle da Produção) na produção civil, como em qualquer indústria, define objetivos como eficiência e eficácia, qualidade e agilidade, além de coordenar os sujeitos e recursos inerentes aos processos. Considera-se também que “a área de PCP nas empresas planeja, controla e coordena os recursos de manufatura necessários à fabricação de produtos e faz a emissão das ordens de fabricação e de compra”. (GUERRINI, *et al*, 2014, p. 20).

No processo de controle da produção civil, faz-se necessário o acompanhamento de indicadores de desempenho que decodifique em números e percentuais o andamento das atividades planejadas. Tais índices são utilizados para analisar a eficiência e eficácia da produtividade. Portanto, são índices que aferem a medição do desempenho durante o processo de execução do plano, além de analisar quantitativamente os serviços realizados. (FIGUEIREDO, 2014).

Para tanto, os indicadores de desempenho aplicados e analisados foram o Percentual de Programação Concluída (PPC) e o Percentual de Êxito no Planejamento Operacional (PEPO), sendo PPC a medida diligente do sistema Last Planner, proposto por Ballard e Howell (1994), no qual estes afirmam que o PPC indica a confiabilidade do processo de planejamento da produção, pois seus conceitos e princípios são baseados na produção enxuta.

A presente pesquisa empenhou-se em medir o desempenho do planejamento de curto prazo através dos indicadores – PPC e PEPO, e identificar as principais causas que interferiram no cumprimento das atividades de dois pacotes de trabalho, em uma obra de reforma comercial, localizada em Belém-PA.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Explicitar os impasses que podem afetar o desempenho e desenvolvimento das tarefas planejadas com base no sistema Last Planner, em uma obra X, localizada na cidade de Belém.

1.1.2 Objetivos específicos

- Aferir valores dos indicadores PPC e PEPO, através da aplicação da programação semanal das atividades;
- Analisar o desempenho no cumprimento de metas semanais planejadas a curto prazo da obra X;
- Detectar e analisar as causas que afetaram o desempenho das atividades que não foram realizadas completamente de acordo com os resultados dos indicadores;

2 JUSTIFICATIVA

O crescimento ou decréscimo do setor da construção civil no Brasil, reflete na economia do país, que segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na divulgação dos dados do Produto Interno Bruto de 2021, apontam que o PIB da Construção Civil cresceu 9,7% comparado ao ano de 2020, representando o maior crescimento anual do setor desde 2010. Os dados revelados confirmam também o impacto da indústria da construção civil no crescimento do PIB brasileiro (ABRAINCO, 2022).

Porém, as pequenas construtoras, que apesar da sua importância na economia, têm menos acesso a fontes formais de financiamento externo e possuem recursos limitados (ROXAS, 2021).

Em geral, isso implica que os recursos sejam direcionados para a solução de problemas do cotidiano, o que dificulta o crescimento e a implementação de novas ações que visam a implementação de controle e gestão mais robustos da produção em sua empresa (HENRIQUE; CATARINO, 2016).

Segundo Vieira (2006), pequenos erros como: atrasos na entrega de material, desperdícios, entre outros que cobram um preço caro na conta final e destroem a lucratividade

do projeto, podem ser evitados com ferramentas simples de controle que não requerem grandes movimentações de capital para sua implementação.

Logo, investir em gestão e controle de processos é inevitável, pois sem essa sistemática gerencial os empreendimentos perdem de vista seus principais indicadores: prazo, custo, lucro, retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa.

Nesse contexto, conforme o autor Silva et al (2010) o processo de planejamento e controle passa a cumprir papel fundamental nas empresas, na medida em que tem forte impacto no desempenho da produção. Planejar é garantir de certa maneira a perpetuidade da empresa pela capacidade que os gerentes ganham de dar respostas rápidas e certas por meio do monitoramento da evolução do empreendimento e do eventual redirecionamento estratégico. A literatura costuma apresentar os conceitos de planejamento e controle da produção de forma agregada, denominando este conjunto de atividades como PCP (planejamento e controle da produção). (MACHADO, 2003)

O planejamento estabelece os objetivos e a sequência de eventos para alcançá-los. o controle faz com que os eventos se aproximem da sequência desejada, executa o replanejamento quando a sequência estabelecida não pode ser mais alcançada e inicia o processo de aprendizagem quando constatado que os eventos planejados falharam em representar os planos (BALLARD, 2000).

Os empreendimentos da construção civil possuem uma série de etapas sequenciais e interdependentes, as quais devem seguir uma cronologia pré-estabelecida baseada em alguns critérios, como o fornecimento de materiais, a disponibilidade e produtividade da mão-de-obra, além da conclusão de etapas anteriores, logo necessitam de um planejamento e controle bem minuciosos para que todas as etapas sejam concluídas de acordo com o desejado.

No intuito de melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento e controle da construção civil, Ballard (2000) aponta que o Sistema Last Planner (LPS) foi desenvolvido a partir de modelos e conceitos desenvolvidos na Engenharia de Produção (MOURA, 2008).

Esse novo sistema prevê um ambiente de produção confiável, que se estabelece através da redução da variabilidade do fluxo de trabalho. Dessa maneira, o planejamento é elaborado na melhor sequência de execução possível, além de atender o ritmo desejado para o empreendimento (ROEHRS, 2012)

Deve-se ressaltar a importância que os sistemas de controle e medição de desempenho apresentam para o sucesso de um bom planejamento. Segundo Costa (2003), tais sistemas

contribuem para que o foco principal das atividades seja nos resultados, sendo necessário que haja um conjunto de indicadores que relacione estratégias, planos de ação e metas da empresa.

O desempenho do sistema de planejamento deve ser medido durante a execução do plano, que através dos indicadores de desempenho pode ser medido até que ponto o compromisso do supervisor foi cumprido com relação ao que será feito. E através das análises de não conformidade pode-se chegar à causa do problema, de modo a buscar a melhoria para o planejamento futuro (BALLARD, 2000).

Os indicadores de desempenho do planejamento são ferramentas para a avaliação do êxito das tarefas planejadas. São índices que ajudam a analisar de forma quantitativa os serviços e a produção e os principais indicadores para construção civil a nível operacional são:

- Percentual de planos completos (PPC), que segundo Ballard et al. (1996), é a medida imediata do sistema Last Planner, indicando a confiabilidade do processo de planejamento da produção.

- Percentual de êxito do planejamento operacional (PEPO) que segundo Rafael Schadeck (2004), e o percentual de êxito do planejamento operacional (PEPO) funciona de forma semelhante ao PPC. Porém, este indicador também leva em consideração as atividades contidas no planejamento operacional que não foram completamente concluídas.

Logo necessitam ser utilizados em conjunto, cumprindo com os objetivos de avaliar o nível de execução do planejamento de curto prazo das atividades (operacional), e analisar o nível de produtividades nos canteiros de obras, sendo assim, propor melhorias através dos resultados obtidos para a gestão do PCP da presente construtora, assim podendo evitar ao máximo desperdícios financeiros e conseqüentemente protegendo o percentual de lucro por obras da empresa.

Portanto, pesquisas que busquem identificar as dificuldades das construtoras no que tange ao planejamento são de suma importância. A relevância de estudos nessas áreas contribui para que as construtoras encontrem estratégias de melhorias no processo de gestão da construção, aumentando suas performances de gestão e confiabilidade nos processos planejados em curto prazo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O controle de produção é a função que mostra se o que foi planejado está sendo realizado. O acompanhamento é realizado constantemente, a fim de identificar os tempos reais de cada processo, as paradas e irregularidades.

3.1 Planejamento e Controle da Produção na Construção Civil

Por meio do controle da produção é possível ter um planejamento mais refinado, passando a considerar também a programar as paradas de produção (CASTRO et al., 2014). O controle de produção é essencial para atender o prazo do cliente, aproveitando o máximo dos recursos disponíveis, garantindo o bom funcionamento de cada processo fabril (CORDEIRO et al., 2016).

“O processo de controle da produção é o responsável por coletar e registrar dados sobre os eventos relacionados à produção” (FAVARETTO, 2007, p. 344). As principais atividades do processo de controle da produção são, segundo Favaretto (2007, p. 344), as seguintes:

a) Controlar equipamento:

O objetivo desta atividade é controlar aspectos tecnológicos dos equipamentos de produção. Podem ser controlados parâmetros como a vida útil de ferramentas, quantidades e motivos de paradas, regimes de funcionamento (operando, carregando, preparando e outros), rendimento e outros aspectos de sua utilização;

b) Controlar produção de itens:

Essa atividade gera informações sobre cada item, componentes ou produto produzido em cada operação de produção.

c) Controlar produção de ordens e lotes:

Esta atividade gera informações sobre a produção de ordens e lotes para o controle da produção. Algumas ordens de produção podem ser realizadas em mais de um lote, por isso o controle de ambos. Em situações em que cada ordem é processada em um lote único, este controle é indistinto. A realização desta atividade permite o acompanhamento dos programas de produção, sabendo quais operações de cada ordem já foram iniciadas ou finalizadas.

d) Registrar informações de controle:

Esta atividade tem o objetivo de concentrar e registrar todas as informações de controle coletadas nas operações de produção, o controle de produção é muito importante para a implantação do Programa Mestre de Produção, conseqüentemente o controle de produção se torna extremamente necessário para o aproveitamento maior de todos os recursos disponíveis e cumprimento dos prazos de entregas aos clientes (CORDEIRO et al., 2016).

O controle de produção coleta todas as informações e dados da produção, sendo eles:

- a) Defeitos e falhas;
- b) Consumo de todos os tipos de entregáveis para a produção: matéria prima, insumos ou materiais de processamento interno, entre outros;
- c) Paradas de produção;
- d) Disponibilidade: medidas em hora/homem ou hora/máquina (dependendo da característica do processo produtivo) (SCHEFFER et al., 2016).

O controle da produção proporcionando, por exemplo: maior clareza no prazo de entrega de uma etapa da produção para a outra, ou seja, da produção para uma possível área de montagem, da produção para expedição, entre outros (SCHEFFER et al., 2016). Podendo assim aferir a produtividade e desempenho dos processos.

Planejar uma obra é o principal aspecto do gerenciamento, reúne um conjunto de informações sobre o orçamento da obra, plano de materiais a serem comprados, a gestão de pessoas e comunicação das partes interessadas. Desta forma, é possível analisar o projeto como um todo e acompanhar cada estágio de desenvolvimento da obra. (MATTOS, 2010).

De certa forma, como afirma Mattos (2010) acima, vale ressaltar que a análise do projeto do projeto é de suma importância para o produto final da obra, pois é durante o processo de planejar que podem advir problemas futuros durante a execução, por isso, de acordo com Ballard (1994), é importante salientar:

“(...)a melhoria do planejamento requer que vários obstáculos da indústria da construção sejam superados, tais como: gerenciamento focado no controle das falhas, ao invés de focar nos avanços; planejamento não concebido como um sistema; planejamento considerado apenas como um cronograma; ausência de medição do desempenho de análise; e correção das falhas do planejamento.”

Por depender de inúmeras variáveis, as obras estão sempre sujeitas a imprevistos de difícil controle e prevenção. Por este motivo, o planejamento dos empreendimentos deve considerar todas as possíveis interferências que possam afetar o processo produtivo, a fim de

evitar eventuais desvios na produção e, caso ocorra algum problema, tentar saná-lo o mais rápido possível. (FIGUEIREDO, 2014).

O gerenciamento da qualidade e da produtividade na construção civil muitas das vezes mostra ceticismo frente ao meio organizacional, desta forma, a utilização do PCP neste setor, ainda há de ser mais disseminado e trabalhado nesta área, sendo assim, mostra que a construção civil está com visão de mercado e às mudanças que ocorrem dentro dele, seja no âmbito ambiental, custos e consumo. (ROMANEL, 2017).

Desta forma, o planejamento é essencial para a eficiência da execução do projeto da obra, desta forma, Mattos (2010), destaca os principais benefícios que o planejamento trás, são eles:

- (a) Conhecimento Pleno da Obra;
- (b) Detecção de situações desfavoráveis
- (c) Agilidade de decisões
- (d) Relação como orçamento
- (e) Otimização da alocação de recursos
- (f) Referência para acompanhamento
- (g) Padronização
- (h) Referência para metas
- (i) Documentação e rastreabilidade
- (j) Criação de dados históricos
- (k) Profissionalismo

O planejamento de curto prazo é a principal ferramenta a ser utilizada pela equipe de produção. É ele que define quais subprocessos deverão ser cumpridos. A principal intenção do planejamento de curto prazo é proteger a produção contra efeitos da variabilidade através da orientação direta da execução das atividades. (FIGUEIREDO, 2014)

As características do sistema de produção são as informações de entrada para definir o horizonte de planejamento (longo, médio e curto prazo). As características do produto auxiliam na definição da hierarquia de planejamento (estratégico, tático e operacional). (GUERRINI, *et al*, p.24, 2014)

3.2 Sistema Last Planner

No intuito de melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento e controle da construção civil, Ballard (2000) aponta que o Sistema Last Planner (LPS) foi desenvolvido a partir de modelos e conceitos desenvolvidos na Engenharia de Produção. O mesmo autor salienta que esse sistema prevê um ambiente de produção confiável em empreendimentos através da redução da variabilidade do fluxo de trabalho.

O ramo da construção civil foi afetado por algumas variáveis que afetam o fluxo de trabalho, como por exemplo: variabilidade de planejamento e incertezas, que afetam diretamente na fase de planejamento da produção civil. Desta forma, a partir das abordagens de gestão, desenvolveu-se ferramentas que visam reduzir tais aspectos e mitigar impactos que geram no planejamento da obra. (RESTREPO; BOTERO, p. 602, 2021)

Em especial, destacou-se a abordagem de gestão com a filosofia voltada para a produção enxuta, que fora desenvolvida para o setor da construção civil, no qual dá maior enfoque para geração de valor e redução de perdas no processo (eficiência). Tal filosofia surgiu juntamente com os princípios do sistema de gestão impulsionado pela Toyota, na década de 1950, ajustado ao setor da construção civil no período de 1992, através da publicação da professora Lauri Koskela. (RESTREPO; BOTERO, p. 602, 2021)

Para Angelim, *et al.* (p. 88, 2020), o LPS foi formulado como modelo de planejamento e controle da produção, para atender aos princípios da filosofia da produção enxuta, com o objetivo de tornar o sistema de produção estável, através do controle da variabilidade e do aumento da confiabilidade do processo de construção.

Para tanto, diz-se que um sistema de produção é estável quando se pode produzir seguindo o que foi planejado, sendo a estabilidade de suma importância para que não haja interrupções dentro dos processos (LIKER, 2005).

O LPS adota a ideia de hierarquização do planejamento, citada por Laufer e Tucker (1987), pois, dessa forma, pode-se evitar o excessivo detalhamento dos planos nas etapas iniciais do empreendimento. No Last Planner, normalmente o planejamento e controle está dividido em três níveis: Planejamento Mestre (ou de longo prazo), Planejamento Lookahead (ou de médio prazo) e Planejamento de Comprometimento (ou de curto prazo).

O planejamento de médio prazo (PMP), faz parte de um nível hierárquico de planejamento do *Last Planner System* (LPS) no qual destaca-se como a principal estratégia

para assegurar e firmar os planos elaborados no plano de longo prazo ou planejamento estratégico. (ANGELIM, *et al.*, 2020)

3.2.1 Planejamento Lookahead

Planejamento Lookahead tem como principal função dar forma e controlar o fluxo de trabalho (BALLARD, 2000). Neste momento é realizado o elo de ligação entre o planejamento de longo e curto prazo, como destaca Bernardes (2003). É neste nível que o Plano Mestre é ajustado a partir da maior disponibilidade de informações sobre o empreendimento (BALLARD e HOWELL, 1998).

São definidas as atividades que devem ser executadas no horizonte de médio prazo (COELHO, 2003), cabendo aos gerentes à realização das ações necessárias para a execução das tarefas selecionadas, bem como a reprogramação daquelas que, por algum motivo, não puderam ser executadas naquele momento (BALLARD, 1997b). Dando-se maior ênfase à programação de recursos, com destaque para aqueles que possuem médio prazo de aquisição (BERNARDES, 2001).

O objetivo desse procedimento é a identificação e solução prévia de possíveis interferências entre equipes de trabalho ou recursos que serão utilizados pelas mesmas. Essa análise é importante para que se possam alocar as equipes no tempo e no espaço, a fim de evitar atividades ou movimentações desnecessárias (COELHO, 2003)

Ressalta-se que o horizonte de planejamento é sempre maior que o ciclo de controle, por exemplo, o horizonte de planejamento pode ser de dois meses e o ciclo de controle quinzenal, ou seja, a cada quinzena se programa a obra em nível de médio prazo para os próximos dois meses. Nessa etapa podem estar envolvidas programação e aquisição de recursos, bem como contratação de mão-de-obra (BERNARDES, 2003).

3.2.2 Planejamento de Comprometimento

O planejamento de comprometimento é o nível no qual se especificam meios para atingir os objetivos estabelecidos no planejamento mestre. Isso se dá através da produção dos planos semanais de trabalho em que se orienta de forma direta a execução da obra através da atribuição às equipes de pacotes de trabalho e se gerencia o comprometimento das mesmas em realizá-los (BALLARD, 2000).

A definição dos pacotes de trabalho no curto prazo deve atender ao mecanismo da produção protegida, que, segundo Ballard e Howell (1998), é uma estratégia de redução do impacto das condições incertas de fluxo de trabalho, através da elaboração de planos que atendem a certos requisitos de qualidade.

Esse processo inicia com uma análise detalhada das atividades programadas no plano de médio prazo. É feita uma triagem dos pacotes de trabalho que tiveram todas as suas restrições removidas e somente esses são considerados para inclusão no plano de curto prazo (BALLARD; HOWELL, 2003), assim como tais autores afirma que grande parte dos problemas enfrentados no curto prazo pode ser evitada se no médio prazo houver uma boa análise de cada uma das tarefas a serem incluídas no planejamento de comprometimento.

Os pacotes de trabalho incluídos no plano de curto prazo, segundo Ballard e Howell (1998), devem também atender a cinco requisitos de qualidade:

1° definição: a especificação da tarefa deve ser tal que se possa identificar o correto tipo e quantidade de material, que seja possível de coordenar com outras equipes e que seja possível de definir se o trabalho foi concluído;

2° solidez: deve haver a disponibilidade de todos os materiais necessários, projeto completo, trabalho anterior (pré-requisito) completo;

3° sequenciamento: a seleção das tarefas deve ser coerente com uma ordem construtiva que atenda aos requisitos da equipe de produção e do cliente (interno) daquele processo;

4° dimensionamento: as tarefas devem ser dimensionadas de acordo com a capacidade produtiva de cada equipe e coerentes com o tempo disponível para a execução das mesmas, bem como de forma a atender o formato e o tamanho dos trabalhos requeridos pelas próximas unidades de produção;

5° aprendizado: deve haver o monitoramento das tarefas que não foram realizadas e identificação das causas raízes para a não realização das mesmas.

Planejamento de comprometimento tem o papel de buscar o comprometimento das equipes operacionais, através da participação de um representante de cada uma delas na reunião semanal de planejamento (BALLARD; HOWELL, 1998). Cada representante pode contribuir para a elaboração do plano através do seu conhecimento sobre a capacidade da equipe e restrições existentes e também através do estabelecimento de um elo de comunicação com os demais trabalhadores.

3.3 Níveis de Planejamento

3.3.1 Planejamento de Longo Prazo

O planejamento de longo prazo, também visto como planejamento mestre de produção, é o plano geral no qual aborda as diretrizes do projeto como um todo, que devem ser seguidas ao longo de todo o desenvolvimento do projeto. Este não apresenta detalhes e é realizado preferencialmente pela direção. A partir dele que são planejadas as metas que devem ser atingidas durante a execução do empreendimento. Deve contemplar o tempo de realização (prazo), os custos e informações acerca da qualidade das atividades que devem ser executadas. (BALLARD, 1997)

3.3.2 Planejamento de Médio Prazo

O planejamento de médio prazo (PMP), faz parte de um nível hierárquico de planejamento do *Last Planner System* (LPS) no qual destaca-se como a principal estratégia para assegurar e firmar os planos elaborados no plano de longo prazo ou planejamento estratégico. (ANGELIM, *et al.*, 2020)

O Planejamento Mestre deve estabelecer os objetivos globais e restrições que governam o projeto como um todo (BALLARD, 2000).

Após a elaboração desse plano mestre, segundo Ballard e Howell (1998), podem-se produzir orçamentos e cronogramas gerais da obra e definir um conjunto de datas-marco, incluindo as datas de conclusão e entrega do empreendimento.

Nesta fase, segundo Bernardes (2003), deve ser programada a entrega de recursos que requerem um longo prazo de aquisição, incluindo compra de materiais, compra ou aluguel de equipamentos e também a contratação de mão-de-obra.

3.3.3 Planejamento de Curto Prazo

Segundo Figueiredo (2014), o planejamento de curto prazo é uma ferramenta que se é utilizada pela equipe de produção, sendo através deste, definido as sub atividades que devem ser executadas. Para Ballard (2000), o Last Planner, que significa o último planejador, ou seja, o que é projetado para um plano de curto prazo, baseia-se no plano de médio prazo, levando-

se em consideração as tarefas que tem restrições em relação ao que pode, deve, e o que será feito.

Mattos (2010), afirma que tanto encarregados quanto supervisores que atuam no campo, participam como últimos planejadores, pois, estes analisam a programação semanal de perto, e sendo assim, propondo soluções para resolução dos conflitos que ocorrem durante a execução do plano de curto prazo. A Programação de curto prazo, alcança o nível operacional, ou seja, esta deve ser realizada também entre mestres e supervisores, com o intuito de manter a continuidade das tarefas no canteiro de obra.

3.4 Indicadores de planejamento e controle da produção

A produtividade é utilizada como medida para analisar o desempenho de uma unidade produtiva, evidenciando a relação entre a quantidade de seus produtos e insumos. A produtividade pode variar de acordo com a característica do produto, processo produtivo, tecnologia da produção (TUPY; YAMAGUCHI, 1998).

Tupy e Yamaguch (1998) também contribuem afirmando que quando uma empresa tem o objetivo de ter altos níveis de produtividade, torna-se expressamente importante medir a produtividade, gerando informações essenciais para a elaboração das políticas empresariais.

O desempenho por estar ligeiramente ligada a produtividade, para Ballard (2000), o desempenho do sistema de planejamento deve ser medido durante a execução do plano, no qual através de indicadores de desempenho é possível medir até que ponto foi cumprido com o que estava planejado no plano mestre.

Ou seja, os indicadores de desempenho são ferramentas aliadas do planejamento, pois estas tornam possível avaliar o êxito das tarefas que foram planejadas. Logo, são índices que contribuem para a análise de forma quantitativa a produção realizada.

3.4.1 Percentual de Planos Concluídos

A eficácia do processo de planejamento é avaliada pelo indicador percentual de pacotes concluídos (PPC). Para Ballard e Howell (1997), o indicador PPC também mede a confiabilidade, de acordo com tarefas confiáveis que são incluídas nos planos de curto prazo, que desta forma, atende, a requisitos de qualidade, com probabilidades de serem concluídas.

Quanto ao nível de confiabilidade do PPC, Figueiredo (2014, p. 24) afirma o seguinte:

“O percentual de planos completos (PPC) é o número de atividades planejadas 100% concluídas divididas pelo número total de atividades planejadas, expresso em porcentagem (...) uma porcentagem alta do valor de PPC representa uma execução apropriada das atividades do plano semanal, indicando um planejamento condizente com a capacidade produtiva das equipes, assim como um sistema de produção eficiente.”

“Sendo assim, o PPC torna-se uma poderosa ferramenta de avaliação e distinção dos problemas do planejamento e processo construtivo, podendo também, através da análise quantitativa dos dados, gerar uma matriz dos serviços com problemas mais recorrentes”(FIGUEIREDO, 2014).

Dessa forma, espera-se que de uma semana para a outra não se repitam os mesmos erros, de forma a aumentar a produtividade das equipes, uma vez que se evita reincidência de alguns problemas. Assim, espera-se que com o aumento da produtividade das equipes se alcance melhores resultados no desempenho dos empreendimentos.

Além do PPC, pode-se obter no controle de curto prazo uma relação de causas de não realização dos pacotes de trabalho, através do rastreamento das causas raiz, as quais retroalimentam o processo de planejamento para que haja uma melhoria contínua do mesmo (KOSKELA, 1999). Podendo fazer a identificação rápida de problemas, a diminuição da necessidade de estimativas de longo prazo e a introdução de medidas corretivas de forma mais rápida.

O Percentual de Planos Concluídos (PPC), que é calculado através da seguinte expressão:

$$PPC(\%) = \frac{n^{\circ} \text{ de Processos } 100\% \text{ concluídos}}{n^{\circ} \text{ de Processos Planejados}} \times 100$$

Fonte: Figueiredo, 2014.

Apesar da ampla disseminação do Last Planner, o indicador de PPC muitas vezes não é aplicado corretamente, devido a distorções que podem causar na análise dos resultados dos indicadores, pois afere somente o número de processos 100% concluídos. Logo, de acordo com este pensamento, se em um plano semanal que possui 10 atividades, todas forem 90% concluídas, o indicador PPC será zero.

Este raciocínio pode levar a uma interpretação errônea do andamento da obra e do seu planejamento, pois o PPC indica que este está em desacordo com o que foi executado, mas a obra ainda pôde ter um avanço significativo.

3.4.2 Percentual de Êxito do Planejamento Operacional

E como complemento ao PPC para termos uma análise das atividades mais assertivas podemos utilizar o indicador Proposto por Rafael Schadeck (2004), o percentual de êxito do planejamento operacional (PEPO) funciona de forma semelhante ao PPC. Porém, este indicador também leva em consideração as atividades contidas no planejamento operacional que não foram completamente concluídas. Deste modo ele pondera o percentual executado destas tarefas.

O cálculo do PEPO é feito a partir das datas e da duração prevista para a execução das atividades no planejamento de médio prazo, baseado na determinação de pesos a estas atividades, relacionado com as suas respectivas durações programadas (SCHADECK; 2004).

O indicador PEPO funciona de forma semelhante ao PPC. Porém, neste cálculo, levam-se em consideração os percentuais das atividades concluídas e, também, das atividades não concluídas. “Quanto maior a divergência entre os dois valores, maior o número de atividades que foram iniciadas, porém não concluídas, o que pode indicar uma dispersão dos recursos empregados na produção das atividades” (FIGUEIREDO, 2014).

Para tanto, faz-se necessário elaborar o mapa estratégico da empresa, definir os indicadores a serem mensurados, identificar a situação atual da instituição para definição de metas, e propor um conjunto de iniciativas para aperfeiçoar o desempenho da organização.

3.5 Diagrama de Pareto

“O Diagrama de Pareto é uma ferramenta de qualidade que permite aos seus usuários identificar e classificar problemas de maior importância, podendo ser utilizado em vários processos de produção dentro de uma empresa.” (SILVA *et al.*, 2019)

Joseph Juran, sendo um renomado pioneiro na área da gestão da qualidade, realizou estudos com base nos trabalhos de Vilfredo Pareto, um economista italiano que observou que a distribuição da riqueza em uma sociedade era desigual, sendo 20% do povo detinha 80% da riqueza. Partindo deste princípio, Juran formulou com base nesta linha de pensamento, que na gestão da qualidade, a pequena quantidade de defeitos era responsável pela maior parte dos problemas existentes nas empresas. (SILVA *et al.*, 2019)

Portanto, Joseph Juran estabeleceu a relação 20/80, comparado ao de Pareto, no qual 20% dos defeitos eram responsáveis por 80% dos problemas. Sendo assim, criou-se o termo “Diagrama de Pareto”.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, será descrito a classificação da pesquisa, bem como os procedimentos e o método adotado para coleta de dados, aplicação dos indicadores de desempenho e análise dos resultados.

4.1 Descrição da Pesquisa

A definição metodológica de uma pesquisa pode ser classificada em relação ao objetivo da pesquisa, quanto a sua natureza, objeto de estudo e técnica de coleta de dados, além da técnica de análise de dados. (OLIVEIRA, p.19, 2011)

A natureza do estudo se caracteriza por ser uma pesquisa aplicada, na qual é baseada na utilização e consequências da prática dos conhecimentos, ou seja, está voltada para a aplicação de uma teoria em uma realidade (GIL, 2008)

A abordagem do estudo classifica-se como pesquisa qualitativa, de acordo com Oliveira (p.24, 2011), este se denomina como sendo o interesse do pesquisador em explorar certo problema e analisar de que forma são desenvolvidas as atividades, procedimentos e as interações.

O procedimento técnico aplicado na pesquisa foi o estudo de caso, sendo este uma espécie de trabalho de caráter empírico, no qual investiga certo fenômeno inserido em um contexto real, através de análises aprofundadas, podendo ser de um ou mais objetos de estudo. (MIGUEL, 2012).

4.2 Procedimentos e coleta de dados

A coleta de dados realizou-se em duas etapas: a primeira sendo a pesquisa bibliográfica, no qual se reuniu arcabouço teórico para enfatizar a literatura acerca do PCP em obras; Last Planner como técnica de gerenciamento de planos de curto prazo e planejamentos na construção civil.

A segunda etapa da coleta de dados, foi o estudo de caso, que contou com o acompanhamento das atividades programadas de dois pacotes de trabalho, no qual utilizou-se o método do Last Planner para planejar as atividades das nove semanas, na obra X. Desta forma, calcularam-se os indicadores (PPC e PEPO) e por fim, fez a análise dos resultados obtidos em relação aos indicadores, e mapearam-se as causas que afetaram no desempenho dos pacotes de trabalho ao longo das semanas.

Primeiramente fez a coleta de dados documental, sendo analisado o planejamento de longo prazo que já havia sido realizado pelo engenheiro responsável da obra. Tal documento é elaborado a partir da alimentação de dados numa plataforma online de assistência gerencial de projetos para construtoras, o *Orçafascio*. A partir do planejamento de longo prazo, os pacotes de trabalho escolhidos para realizar-se o acompanhamento foram à alvenaria e piso.

4.3 Etapas da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no período de sete meses, entre abril e novembro de 2022. As etapas cumpridas, para o desenvolvimento do estudo de caso, foram:

- a) Pesquisa bibliográfica, realizada de acordo com as palavras-chave definidas a partir do tema proposto: planejamento e controle de obras (PCO). Last Planner System. Percentual de Planos Concluídos. Percentual de Êxito do Planejamento Operacional. Diagrama de Pareto.
- b) Pesquisa documental relacionada ao planejamento de longo prazo.
- c) Estudo de caso: acompanhou-se durante nove semanas, juntamente com a equipe de planejamento, as atividades programadas da obra X, no qual desenvolveu-se planejamento de curto prazo, com base do Last Planner, com auxílio da ferramenta Microsoft Excel, calculou-se os índices dos indicadores de PPC e PEPO.
- d) Foram analisados e discutidos os resultados apurados a partir do plano de curto prazo elaborado, referente aos PPCs e PEPO semanais. Assim como, foram mapeadas as causas que influenciaram no desenvolvimento das atividades, através do diagrama de Pareto.

4.4. Estudo de caso

4.4.1 Planejamento Operacional

Com base no planejamento de longo prazo elaborado pelo engenheiro, foram definidos os dois pacotes de trabalho, no qual foram elaborados os planejamentos de curto prazo. Sendo o período de tempo da programação das atividades, corresponde a uma semana. No planejamento de longo prazo, as atividades já possuem início e fim pré-estabelecidos, no qual estas podem ser modificadas conforme o desempenho da obra.

A empresa já utilizava a plataforma online *Orçafascio* como ferramenta para gerenciar o planejamento de longo e curto prazo. Desta forma, a partir das informações alimentadas neste sistema, foi elaborado o plano de curto prazo com o software *Microsoft Excel*, ferramenta fundamental para auxiliar no planejamento e controlar de obras. A planilha seguirá o modelo formulado através do sistema Last Planner, contendo as informações:

- a) Pacotes de trabalho (Tarefas delimitadas);
- b) Dias da semana (Período de execução);
- c) Percentual concluído;
- d) Percentual previsto;
- e) Causas que afetaram as atividades;

4.4.2 Acompanhamento das atividades

Foi analisado o desenvolvimento dos pacotes de trabalho elaborados para a semana proposta, com o objetivo de se obter o desempenho da obra através dos indicadores. Desta forma, com o auxílio da planilha de controle da produção da obra, foi possível averiguar os percentuais do que foi concluído e o que estava previsto para execução. Apresentou-se no quadro de controle (programação semanal), a razão pela qual a suposta atividade não fora desempenhada com total sucesso.

Ao final de cada semana foram elaborados os planejamentos de curto prazo da próxima semana, com base nos resultados da semana antecessora. Portanto, as atividades programadas para a próxima semana, foram as atividades que ficaram em pendência de conclusão da semana anterior e as que deveriam começar a ser executadas.

4.4.3 Aplicação dos Indicadores de Desempenho

A medição dos indicadores era realizada sempre após a conclusão do período de uma semana, para que fosse expresso em percentual a produtividade e êxito das tarefas que foram realizadas na semana antecessora.

4.4.4 Cálculo do PPC

Para aferir o valor de PPC, utilizou-se, a fórmula a seguir, adaptado de Figueiredo (2014). Fez-se o cálculo sempre ao final de cada semana, portanto, o PPC variava ao final de cada semana.

$$PPC(\%) = \frac{n^{\circ} \text{ de Processos } 100\% \text{ concluídos}}{n^{\circ} \text{ de Processos Planejados}} \times 100 \quad (1)$$

4.4.5 Cálculo do PEPO

Para o cálculo do PEPO, a principal diferença é que neste é usado o percentual das atividades não concluídas, junto ao percentual das atividades que foram concluídas. Segue abaixo a fórmula n° 2:

$$PEPO(\%) = \frac{\Sigma \% \text{ Processos concluídos}}{\Sigma n^{\circ} \text{ Processos Planejados}} \times 100 \quad (2)$$

No cálculo do PEPO, geralmente por ser somado também os percentuais de atividades que não foram completamente realizadas, geralmente o valor do PEPO deve ser maior que o valor do PPC. De acordo com Figueiredo (2014), o valor do PEPO nunca deve ser inferior ao valor do PPC.

4.4.6 Reuniões Semanais

Para a elaboração do planejamento de curto prazo das semanas, e discussão sobre os principais problemas que afetaram o desenvolvimento das atividades, foi realizado as reuniões aos finais de semana, com todos os integrantes do setor técnico, composto pelos engenheiros, técnicos e encarregados das obras, com o objetivo de propor melhorias e adequações para a melhor performance do gerenciamento do PCP.

O principal objetivo das realizações das reuniões era fazer o alinhamento dos pacotes de serviço que seriam executados, bem como para mitigar os efeitos de atrasos e desvios do planejamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta sessão, será explanado inicialmente acerca das características da construtora e particularidades da obra estudada, bem como a análise dos resultados aferidos da coleta de dados, referente ao planejamento semanal e discussão dos valores resultantes dos indicadores PPC e PEPO, assim como, as principais causas detectadas com auxílio do diagrama de Pareto.

5.1 Construtora Estudada

A construtora localiza-se no município de Belém-PA, realiza em média onze obras por mês, dentre elas, revitalização de fachadas, reformas, construções habitacionais, serviços em estruturas metálicas e hidro sanitárias.

Trata-se de uma construtora de pequeno porte, que possui sete anos de mercado e conta com uma equipe de dois engenheiros civis - ambos diretores; um arquiteto; três encarregados; um orçamentista, duas assistentes administrativas e trinta funcionários operacionais, dentre pedreiros, serventes, pintores e eletricista.

5.2 Características da Obra Acompanhada

A obra acompanhada para este estudo de caso localiza-se no município de Belém, capital do estado do Pará, Brasil. O empreendimento da obra é uma franquia de casa de carnes e churrascaria que está presente em seis estados brasileiros, sendo a primeira franquia na cidade de Belém.

O contrato caracteriza-se como empreitada global, no qual o orçamento é realizado com base na mão de obra estipulada e materiais. As atividades previstas em contrato que foram executadas são divididas em civis, de instalação elétrica e hidrossanitários.

As atividades previstas em contrato realizadas foram:

- Serviços Preliminares;
- Demolições e retiradas;
- Paredes e painéis;
- Piso;
- Revestimento de parede;
- Forro;
- Pintura;
- Instalações hidrossanitário;
- Instalações elétrica;
- Instalações de portas;
- Cobertura metálica;
- Rodapés e soleiras;
- Assentamento de bancadas;
- Impermeabilização;
- Projeto de instalações elétricas;
- Limpeza geral de obra;

O prazo estipulado para executar a obra foi de 135 dias, sendo iniciada na metade no mês de julho de 2022 e com término ao final do mês de novembro de 2022.

5.3 Planejamento e Controle da Produção no Estudo de Caso

A gestão do PCP nas obras da empresa não apresenta nenhum sistema de controle efetivo. Portanto, durante as semanas acompanhadas da obra em estudo foram elaborados os planejamentos de curto prazo, seguindo a metodologia do Last Planner, no qual se calculou os PPCs e de cada pacote de trabalho e suas atividades englobadas, bem como o cálculo do PEPO geral de cada semana planejada.

O planejamento de longo prazo foi elaborado pelo diretor/gestor geral da obra. Esta etapa está intimamente ligada às informações contidas no orçamento da obra, que a partir destas informações é elaborado o cronograma, com especificações mais detalhadas das

atividades a serem executadas de cada pacote de trabalho, e delimitar tempo de execução para cada tarefa, estabelecendo datas de início e fim para cada etapa da obra.

Para a realização do cronograma geral, o gestor utilizou o Software *Orçafascio*, no qual com o auxílio desta ferramenta é elaborado também os orçamentos. No cronograma é descrito cada etapa a ser desenvolvida na obra, as equipes e quantidade de mão de obra para cada tarefa. Desta forma, é possível aferir a mensuração do tempo de execução das atividades, além do mais, é possível visualizar através do gráfico de Gantt gerado, de acordo com o tempo das atividades predecessoras e sucessoras.

Quanto ao planejamento de médio e curto prazo, a construtora não apresenta um modelo de controle para tais etapas do PCP nas obras. No entanto, a ferramenta que utilizam para gerenciar o andamento das atividades é o aplicativo *Diário de Obra*, atualizado diariamente pelos estagiários do setor técnico. Neste, é inserido diariamente as atividades realizadas e iniciadas, porém não concluídas; as ocorrências que impediram a realização completa de alguma tarefa; a quantidade de mão de obra num determinado dia, equipamentos e as condições climáticas.

5.4 Acompanhamento do Percentual de Planos Completos e Percentual de Êxito do Planejamento Operacional

Foram acompanhadas duas atividades durante um período de nove semanas, entre final de julho e final de setembro de 2022. Optou-se por acompanhar as atividades de alvenaria (*paredes e painéis*) e *piso*, pois nestes pacotes de trabalho, a maior parte das atividades foi realizada por operários da própria construtora, sendo as demais atividades realizadas por mão de obra terceirizada.

De acordo com o cronograma realizado, a Tabela 1 define os pacotes de trabalho e suas respectivas tarefas:

Tabela 1 - Pacotes de trabalho de alvenaria e piso

3. PAREDES E PAINÉIS
3.1 Alvenaria de barro e cutelo
3.2 Amarração da alvenaria
3.3 Muro Lateral
3.4 Chapisco e cimento
3.5 Reboco com argamassa 1:6
3.6 Drywall
3.7 Drywall suspenso
4. PISO
4.1 Nivelamento do piso
4.2 Aplicação da Manta asfáltica
4.3 Contrapiso
4.4 Assentamento de Porcelanato
4.5 Assentamento de piso cerâmico

Fonte: Autora, 2022

A equipe de mão de obra inicial responsável por executar as atividades de alvenaria e piso é constituída por dois pedreiros e dois serventes de obra; um encarregado para coordenar a obra e um estagiário para acompanhar e auxiliar nos processos de gestão da obra. Para os serviços de Drywall, a mão de obra é terceirizada, sendo composta por um gesso e um ajudante.

Para o acompanhamento e planejamento de curto prazo, das ordens de serviço da obra estudada, desenvolveu-se o planejamento semanal das atividades com base no modelo do Last Planner, por um período de nove semanas (APÊNDICE A). Foi elaborada com auxílio do software *Microsoft Office Excel*, no qual, por meio deste, foi possível aferir os valores dos indicadores (PPC e PEPO); além de constatar as causas que afetaram o não cumprimento total ou parcial dos serviços estipulados para cada uma das semanas.

A cada planejamento semanal, não houve intervenções quanto às sugestões de melhoria durante o processo, ou seja, buscou-se analisar os dados conforme fosse ocorrendo normalmente à gestão da obra, sem intervir nas decisões dos gestores quanto ao que seria planejado, e observado de acordo com os dados dos indicadores no decorrer das semanas. Pois desta forma, seria melhor para avaliar as causas que mais impactam no desempenho dos indicadores de PPC e PEPO.

5.5 Análise da coleta de dados

Formulou-se com base no modelo de Mattos (2010), uma planilha para o controle e elaboração das atividades planejadas para cada semana acompanhada, no qual segue o padrão de modelo do Last Planner. Foi exemplificado com uma das planilhas preenchidas da sexta semana (Figura 1). As principais informações que devem constar neste documento são os pacotes de trabalho e respectivas subtarefas; dias da semana; equipe programada; PPC por tarefa; PPC geral da semana; PEPO; quadro de causas.

Na planilha de controle (Figura 1) foi especificado a cada subtarefa dos pacotes de trabalho, as respectivas quantidades de dias planejados - dentro do prazo - para que fossem executadas as atividades; ao longo da semana foi planejado os dias que seriam realizadas as atividades, sendo representado pela letra 'P' o que foi planejado, de acordo com o quadro azul escuro, e 'R' o que foi realizado, representado pelo quadro em azul claro.

No PPC calculou-se a razão entre a quantidade de atividades concluídas pela quantidade de atividades planejadas. O resultado do PPC da semana foi indicado na planilha no quadro em amarelo. Da mesma forma foi especificado em amarelo o valor do PEPO, calculado a partir da razão entre os percentuais de todas as atividades concluídas e não concluídas, pela quantidade de atividades planejadas.

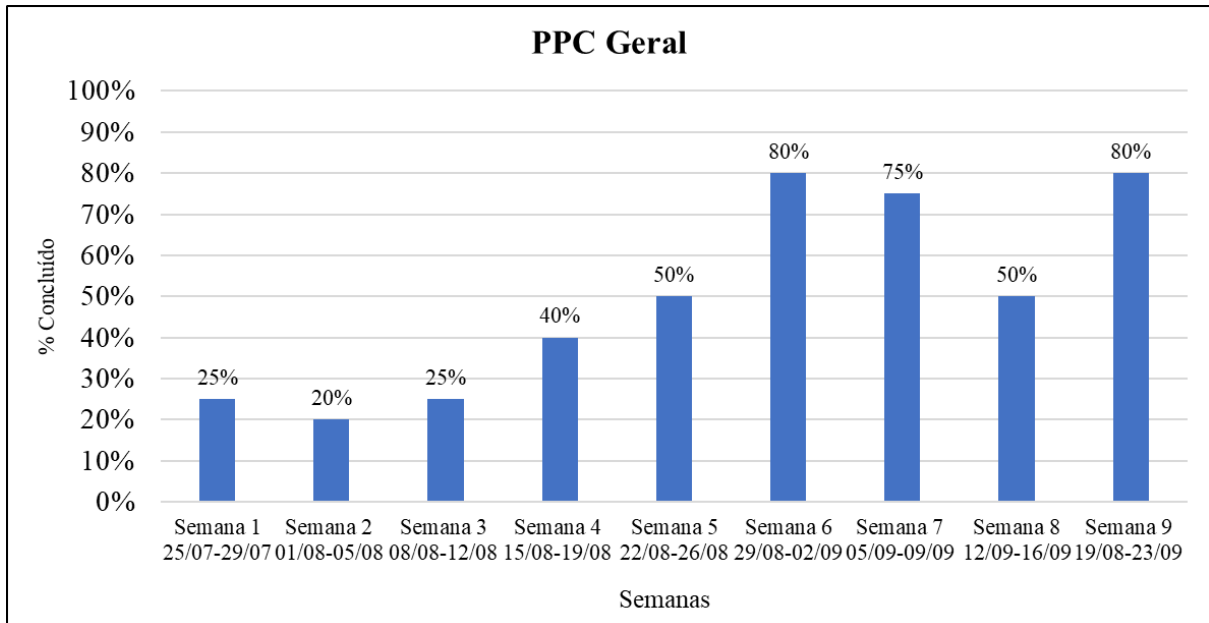
Figura 1 - Exemplo de planilha para a elaboração do planejamento de curto prazo (semanal)

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X											Obra: 006	PPC SEMANAL	80%
PACOTE DE TRABALHO	Dias	SEMANA: 29/08/22 a 02/09/2022								Engenheiro:	PEPO	93%	
		29	30	31	1	2	3	4	%	EQUIPE			CAUSAS
3. PAREDES E PAINÉIS													
3.1 Alvenaria de barro e cutelo	2	P	R	R	R	R				100%	2P+1S		
3.2 Amarração da alvenaria	2	P	R	R	R	R				100%	1P+1S		
3.4 Chapisco de cimento	3	P	R	R	R	R	R			100%	1P+1S		
3.5 Reboco com argamassa 1:6	1	P	R	R	R	R	R			67%	1P+1S	Programação incorreta de materiais	
3.6 Drywall	2	P	R	R	R	R	R			50%	1P+1S		
3.7 Drywall suspenso	3	P	R	R	R	R	R				1P+1S		
4. PISO													
4.2 Nivelamento	7	P	R	R	R	R	R			100%	1P+1S		
4.3 Contrapiso	5	P	R	R	R	R	R			-	-		
4.4 Assentamento de Porcelanato	5	P	R	R	R	R	R			-	-		
4.5 Assentamento de piso Cerâmico	5	P	R	R	R	R	R			-	-		

Fonte: Autora, 2022

5.5.1 Análise do Percentual de Planos Completos Geral

Gráfico 1 - PPC Geral de cada semana



Fonte: Autora, 2022

Ao longo das nove semanas, foram calculados os PPCs com base no percentual das atividades concluídas totalmente, para cada semana planejada, levando-se em consideração que foram analisados a execução de dois pacotes de trabalho (alvenaria e assentamento de piso). A média do PPC das semanas acompanhadas é de aproximadamente 50%, um PPC é considerado insatisfatório quanto ao desempenho das atividades, quando este não se aproxima do valor de 100%.

Alguns fatores principais que impulsionaram a falta de produtividade das semanas de 1 a 3:

- a) A falta ou inadequada programação de materiais civis utilizados na alvenaria, como tijolo, cimento, ferro e etc;
- b) Material entregue fora do tempo estimado para a execução da tarefa planejada;
- c) Adversidades no planejamento, como alterações no projeto já durante a execução do mesmo.
- d) Retrabalho em algumas atividades devido às alterações realizadas no projeto.

Na 3ª semana, um fator que estimulou a mudança no quadro da equipe, foi o dimensionamento insuficiente de mão de obra, tendo em vista que para o pacote de trabalho

de alvenaria possuía seis subtarefas, e para a semana 3, foi planejado executar quatro tarefas com apenas dois pedreiros e um servente.

A partir da Semana 4^a e 5^a, aumentou-se a equipe para que fosse alinhada com a quantidade de tarefas que estava sendo executada. Logo, foi acrescido mais um pedreiro e um servente à equipe. Sendo assim, observou-se um crescimento de produtividade na execução das tarefas, aumentando em 20% os PPCs das respectivas semanas. (Gráfico 1)

Entre os melhores resultados de desempenho, foram das Semanas 6, 7 e 9. Com PPCs considerados a um nível muito bom. Nas respectivas semanas, os dois pacotes de trabalho (alvenaria e piso) estavam sendo executados simultaneamente, ou seja, aumentou-se a quantidade de tarefas programadas e concluídas. Vale ressaltar que, algumas atividades como aplicação de manta asfáltica e contrapiso, da 9^a semana, tinha um curto tempo de duração em relação a outras que demandaram um tempo maior.

No entanto, os PPCs não chegaram ao nível máximo de desempenho, pois fatores como a falta de material e programação dos mesmos ainda afetou o desenvolver de algumas atividades, principalmente as de alvenaria. Na 8^a semana, houve uma redução do PPC para 50%, devido a ocorrência de um acidente de trabalho com um dos pedreiros da obra. Tal fator influenciou diretamente na eficiência da atividade de contrapiso.

Os níveis de produção são representados através de barras e suas respectivas semanas, com o PPC indicado em percentual. Em uma análise geral, constatou-se que a maioria dos níveis de PPC dos pacotes de trabalho analisados, são considerados baixos¹, com exceção dos níveis de PPC da 6^a, 7^a e 9^a semana, com percentuais de 80%, 75% e 80%, respectivamente. (Gráfico 1)

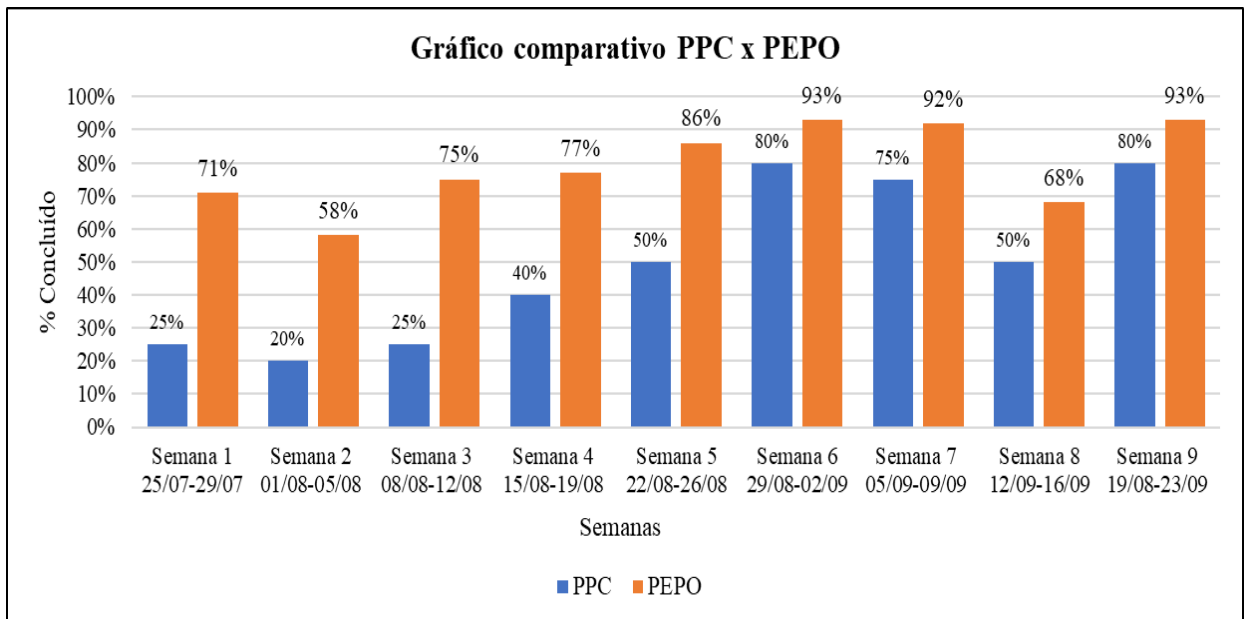
5.5.2 Análise comparativa entre os indicadores Percentual de Planos Completos e Percentual de Êxito do Planejamento Operacional

Foi realizada a comparação entre os indicadores PPC e PEPO onde, foi possível, através de seus índices aferir o nível de desempenho da programação da obra, durante o período de nove semanas. No gráfico comparativo entre os índices, o PPC, foi representado pela cor em azul, e os índices do PEPO, representado pela cor laranja. (Gráfico 2)

¹ Com a implantação do sistema Last Planner na construção, a medição da confiabilidade do fluxo de trabalho, resultou em melhorias, com PPC medindo a níveis entre 65-70%. (Ballard, 2000)

Observar-se que há uma variação expressiva entre os índices percentuais do PEPO para os do PPC. Tal fato se explica devido ao cálculo do PEPO, levar em consideração no cálculo o percentual das atividades que não foram executadas por completo, ou seja, que não concluíram 100% a atividade. Porém, nem sempre o desempenho da obra deve se levar mais em consideração um indicador do que o outro, pois ambos terão interpretações diferentes. (Gráfico 2)

Gráfico 2 - Comparativo do PPC X PEPO



Fonte: Autora, 2022

De acordo com Figueiredo (2014), o PEPO não possui uma média estipulada como satisfatória ou insatisfatória, porém, neste estudo, a média do PEPO das atividades das semanas analisadas foi de aproximadamente 80%. Este percentual demonstra que, independentemente das atividades programadas que não foram completamente concluídas, a obra teve um considerável andamento ao longo das semanas, apesar dos impasses.

Por exemplo, na sexta semana (29/09/22 a 02/09/22), a atividade de reboco teve um atraso de 33%, logo, nesta semana, o PPC realizado foi de 67% da atividade planejada. Porém, mesmo assim, o percentual que foi executado mesmo não sendo concluído, foi considerado no cálculo do PEPO. (Figura 2)

Figura 2 – Planejamento de curto prazo (6ª semana)

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X											Obra: 006	PPC SEMANAL	80%
PACOTE DE TRABALHO	Dias	SEMANA: 29/08/22 a 02/09/2022							Engenheiro	%	EQUIPE	CAUSAS	
		29	30	31	1	2	3	4	Mestre:				
3. PAREDES E PAINÉIS													
3.1 Alvenaria de barro e cutelo	2	P								100%	2P+1S		
		R											
3.2 Amarração da alvenaria	2	P								100%	1P+1S		
		R											
3.4 Chapisco de cimento	3	P								100%	1P+1S		
		R											
3.5 Reboco com argamassa 1:6	1	P								67%	1P+1S	Programação incorreta de materiais	
		R											
4. PISO													
4.2 Nivelamento	7	P								100%	1P+1S		
		R											
										PPC= 80%			

Fonte: Autora, 2022

5.6 Causas do Descumprimento das tarefas

No sistema Last Planner, analisar as causas que implicaram na eficiência dos pacotes de trabalho, faz parte do processo de planejamento, pois, no decorrer da elaboração do plano de curto prazo, estes devem ser reparados e mitigados, de modo a não causarem mais problemas para as próximas semanas.

As causas devem ser discutidas durante o processo de programação das semanas, pois a partir deste levantamento, se esclarece em qual área precisa de uma intervenção estratégica. São dispostas em áreas gerais, e em detalhamento as causas que são acometidas em cada campo. O Quadro de causas da não conclusão das tarefas foi adaptado de Mattos (2010), no qual este estabelece que as causas do descumprimento possam ser por diversas razões. (Quadro 1)

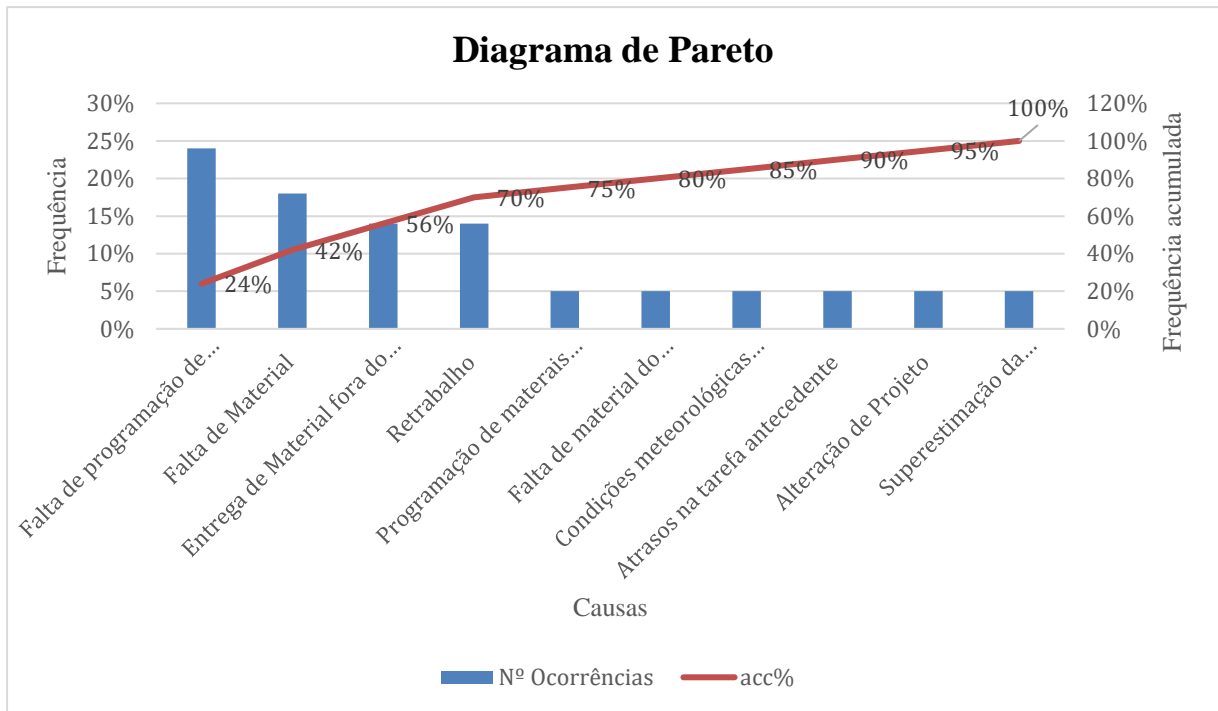
Dentre as causas descritas por Mattos (2010), as principais coletadas no estudo, foram: falta de programação de material; falta de material; entrega de material fora do prazo; retrabalho; programação incorreta de materiais; falta de material do empreiteiro; condições meteorológicas adversas; atrasos na tarefa antecedente; alteração do projeto; superestimação da mão de obra. (Quadro 1)

Quadro 1 - Causas da não conclusão das tarefas.

CAUSAS DA NÃO CONCLUSÃO DAS TAREFAS	
Planejamento	Atrasos na tarefa antecedente
	Alteração dos planos
	Erro de planejamento
Projeto	Ausência de Projeto
	Alteração de projeto
	Baixa qualidade do projeto
Mão de Obra	Falta de programação da equipe
	Falta de pessoal do empreiteiro
	Falta no trabalho
	Superestimação da produtividade
	Baixa produtividade
	Retrabalho
	Acidente de Trabalho
	Modificação da equipe
Material	Falta de programação de materiais
	Programação de materiais incorreta
	Entrega de material fora do prazo
	Falta de materiais por perdas superior à prevista
	Falta de material do empreiteiro
	Falta de Material
Equipamento	Falta de programação de equipamento
	Falta de equipamento
	Falta de operador
	Manutenção
Ambiente de Trabalho	Condições meteorológicas adversas
	Falta de frente de serviço
	Falta de energia

Fonte: Adaptado, Mattos (2010, p.319)

A partir dos gráficos de desempenho dos indicadores (PPC e PEPO) da obra, realizou-se a classificação das causas de descumprimento dos pacotes de trabalho analisados. Através do Diagrama de Pareto, foi possível determinar a frequência da distribuição das principais causas que ocorreram no período das nove semanas. (Gráfico 3)

Gráfico 3 - Diagrama de Pareto - Causas do Descumprimento em Detalhes

Fonte: Autora, 2022

Observou-se que no decorrer da frequência das ocorrências (Eixo Vertical – Frequências) as que tiveram maiores índices de reincidência, foram as causas:

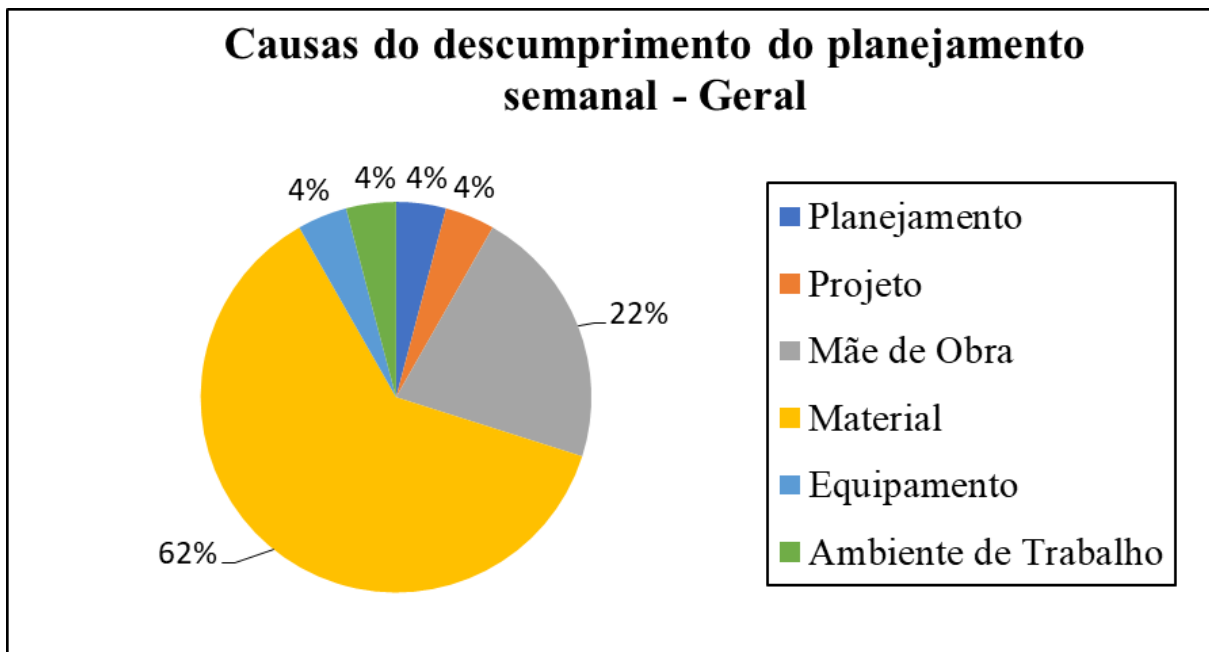
- a) Falta de programação de materiais, com 24%;
- b) Falta de material, com 18%;
- c) Entrega de material fora do prazo, com 14%;
- d) Retrabalho, com 14%;

A frequência acumulada dos fatores reincidentes citados, foi de aproximadamente 70%, constata-se com isso, que a maioria das causas que afetaram o cumprimento das tarefas planejadas está relacionada à gestão e programação de materiais durante a execução dos pacotes de trabalho.

O quantitativo das áreas em geral, expresso em percentual, nas quais cada uma teve sua parcela de influência no desempenho dos pacotes de trabalho, observou-se que a partir dos percentuais, que cerca de 62% das causas mais frequentes, durante o acompanhamento dos dois pacotes de trabalho (alvenaria e piso), são advindos da área de material. (Figura 3)

Em seguida, com 22% de frequência, a área de Mão de obra, na gestão da equipe. Em terceiro lugar, 16% das causas, distribuídas entre as áreas de planejamento, projeto, equipamento e ambiente de trabalho. (Figura 3)

Figura 3 - Causas do descumprimento dos pacotes de trabalho da obra X - geral



Fonte: Autora, 2022

Quanto aos percentuais das causas em detalhamento, para que se possa particularizar cada situação na qual levou ao descumprimento do que fora planejado, a área de materiais foi a que fomentou a maioria das ocorrências durante o processo de execução. Percebe-se que a falta de programação dos materiais, correspondeu a 24% do total das causas, contribuindo quanto às ocorrências de falta de material na obra, que apresentou 18% do total das causas detalhadas. (Figura 4)

Os atrasos nas entregas de materiais, representaram cerca de 14%, identificou-se que a principal razão por tal fato é o tempo de compra e entrega do material na obra. No que tange às demais causas, a falta de material do empreiteiro, juntamente com a programação incorreta de material, representou cerca de 8% dos problemas, sendo um dos fatores motivados por problemas com serviços terceirizados. (Figura 4)

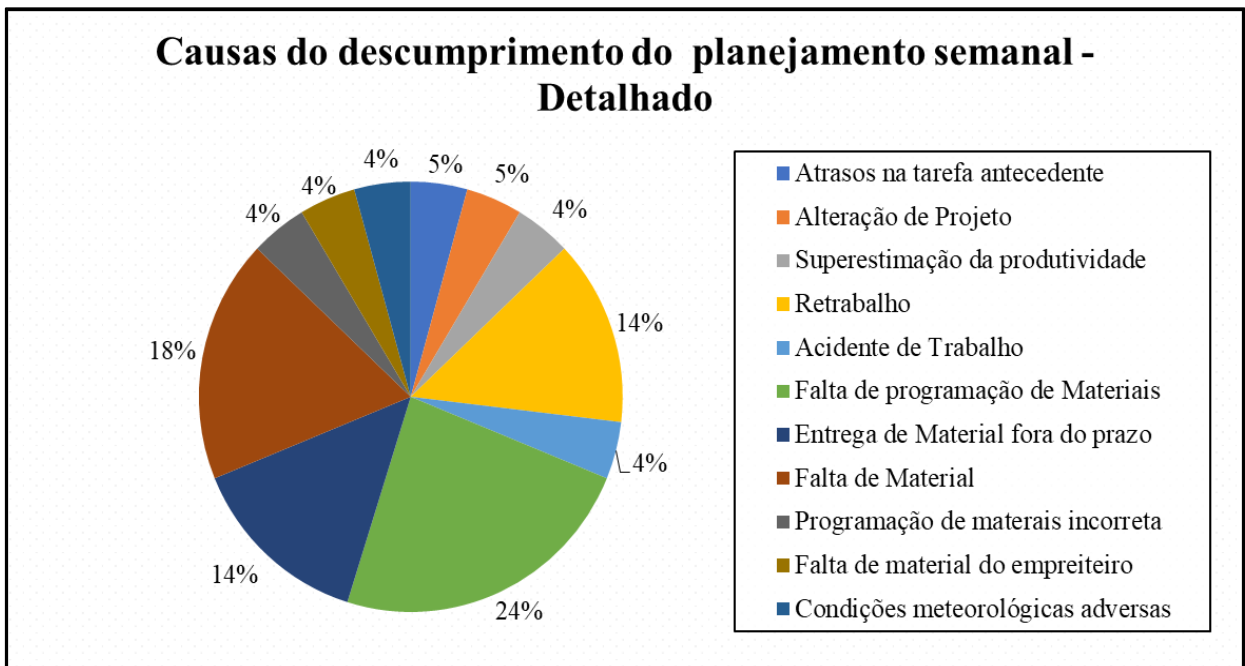
Em relação à mão de obra, temos que 14% do total de causas, corresponde ao retrabalho que a equipe teve, devido a modificações ocorridas no projeto durante a execução da alvenaria, por exemplo. Vale ressaltar, que ainda no contexto de mão de obra, houve um acidente de trabalho durante a operação da sub atividade de contrapiso, na oitava semana (12 a 16/09/2022), no qual o pedreiro que executava a atividade acidentou-se durante o processo,

desta forma, a atividade que havia sido planejada para esta semana ser realizada durante 3 dias, realizou-se apenas 2 dias, e o percentual realizado da atividade foi de 67%.

Logo, o acidente de trabalho ocorrido, juntamente com a superestimação da produtividade da equipe, estas representaram em relação ao todo, cerca de 8% das causas que afetaram o LPS nas 9 semanas.

Em relação ao dimensionamento de mão de obra, correspondendo a 4% percebeu-se através da programação Last Planner, que havia a necessidade de recrutamento de mão de obra para que pudesse ser cumprido o que havia sido planejado para as semanas, com o intuito de aumentar a produtividade, pois, não estava sendo proporcional a quantidade de pessoas, com a quantidade de atividades que precisavam ser operadas nas semanas que se sucederam.

Figura 4 - Causas do descumprimento dos pacotes de trabalho da obra X - detalhado



Fonte: Autora, 2022

5.7 Melhorias no Processo de Gestão de Materiais e Pessoas

De acordo com a análise dos dados aferidos do PPC e PEPO de dois pacotes de trabalho, no período de 9 semanas, constatou-se que por não haver um planejamento baseado corretamente no LPS, a média do PPC, foi abaixo do nível satisfatório. Com o mapeamento das causas, observou-se que um dos principais problemas com a eficiência da execução das atividades estava ligada a programação e falta de materiais na obra.

A programação de materiais tem seu início no planejamento a médio prazo, onde é feito o pedido mínimo de materiais necessários para cada atividade, sempre mantendo a quantidade de insumos necessários para os processos, para que não haja interrupções.

Porém, é no planejamento a curto prazo onde o maior fluxo de materiais ocorre, desenvolvendo-se atividades com maior dependência das suas antecessoras para poder ocorrer, assim como, demandam maior variedade de materiais de acordo com cada subatividade, logo qualquer pequeno insumo que faltar já implica na paralisação das atividades sucessoras.

Portanto, o gargalo na execução dos projetos em suma, está na gestão de materiais ao longo da programação da semana; sendo necessário que haja um controle e acompanhamento dos pontos de pedidos de materiais civis, a partir do encarregado, que deve repassar para o gestor de compras, durante as reuniões de encontro para realizar o LPS. Devem ocorrer em um prazo antes do começo da ordem de serviço planejado para a semana, levando em conta todas as variáveis envolvidas como tempo de pedido, entrega e armazenamento dos materiais.

Vale ressaltar, que a gestão de fatores externos como mão de obra terceirizada e gestão de fornecedores, não foram aprofundadas no estudo de caso, devido ao objetivo maior ser na identificação e análise dos resultados obtidos dos indicadores e as causas atreladas às não conformidades das atividades. Porém, estes fatores devem ser levados em consideração quando se tratar do planejamento de médio prazo, pois uma gestão organizada da mão de obra terceirizada gera resultados mais satisfatórios, assim como a gestão dos fornecedores torna uma parceria benéfica, principalmente o acompanhando do tempo de pedido de materiais da própria empresa, e auxilia também nos prazos de entrega de materiais nas obras.

Aplicar o sistema Last Planner para gerenciar o PCP da obra, é um recurso gerencial que beneficia na gestão de áreas como a de programação de materiais, planejamento e gestão de mão de obra. No processo de aplicação do Last Planner, a etapa de realização do plano de médio prazo (Lookahead), caracteriza-se, por Ballard (1997), como um plano que realiza ajustes para a harmonização entre recursos (materiais, equipamentos e mão de obra), produtividade das equipes e ao mesmo tempo cumprir o previsto dos prazos e manter equilibrado os custos.

O planejamento de médio prazo é fundamental para o bom desempenho do plano de curto prazo, portanto, esta cumplicidade entre ambos os planejamentos favorece a redução de

custos e auxilia na otimização das durações das atividades, em relação aos prazos (Ballard, 1997).

Logo, para Ballard (2000) integralizar os planos de médio prazo com de curto prazo, contribuem para a implementação do sistema de controle Last Planner, sendo este sistema constituído de procedimentos que visam otimizar o processo de PCP, com auxílio de medidas que amparam com incertezas no planejamento.

No estudo acompanhado, não houve a interferência direta durante a formulação do planejamento de curto prazo, e a aplicação do LPS foi parcial, pois se aplicou somente o planejamento de curto prazo. Foi suficiente para aferir dados: os indicadores de desempenho (PPC e PEPO) e as não conformidades, os quais se demonstraram condizentes com a realidade de um empreendimento que não planeja e controla suas atividades e procedimentos no campo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo de caso destinou-se em analisar as causas de não conformidade e os impasses que afetaram o desempenho das atividades acompanhadas durante um período de nove semanas, em uma obra de reforma comercial localizada em Belém-PA, aplicando-se os princípios do sistema Last Planner, principalmente a medição do desempenho do planejamento, através dos indicadores de PPC e PEPO.

Observou-se que, durante o processo de acompanhamento das atividades e elaboração do plano de curto prazo das semanas, a construtora não possuía um padrão de gestão do fluxo de atividades que deveriam ser executadas e não tinham a noção da quantificação dos índices de eficiência do que estava sendo executado na obra.

Através dos resultados obtidos da pesquisa, verificou-se que, os resultados satisfatórios ou não dos PPCs de cada semana, dos pacotes de trabalho, estavam ligados principalmente com as variáveis que circundam durante a execução das atividades, fatores como capacidade de mão de obra, materiais, equipamentos, projeto e etc, influenciam diretamente no desempenho da conclusão das atividades programadas.

Portanto, com a aplicação do sistema Last Planner na obra X, pode-se mapear as principais causas que contribuíram para a não conclusão de algumas atividades programadas para o período analisado. Sendo assim, de acordo com os dados aferidos, constatou-se que o maior gargalo estava na programação e entrega de materiais nas obras, e falta de um planejamento de médio prazo ocasionando gestão desordenada de materiais, e atrasos nas entregas dos mesmos nas obras, teve o maior percentual de causas que motivaram o atraso na execução de algumas atividades dos pacotes de trabalho de alvenaria e piso.

A pesquisa contribuiu para evidenciar a importância de se manter um controle das unidades de produção (Obras), bem como gerenciar e planejar o fluxo de trabalho das obras, através da aplicação do sistema Last Planner, que além de mensurar o percentual do desempenho nas atividades planejadas, é possível averiguar as causas de problemas que podem afetar o processo produtivo nos canteiros de obra.

Sendo assim, com a programação de cada ordem de serviço por semana, e controle das causas, há a possibilidade de melhoria contínua a cada planejamento, e conseqüentemente contribui para a qualidade dos serviços prestados, bem como, a redução de custos com perdas de material, tempo e produtividade no campo.

Portanto, executar o planejamento e controle nas obras, aplicando o LPS com constância, é garantir confiabilidade do processo, sendo avaliada a eficiência da programação de curto prazo da produção, através do índice do PPC. Além de definir bem as tarefas e sequência de atividades, é possível analisar as causas de não conformidades durante o processo, e então, propor melhorias, que promovam o desenvolvimento do PCP nas obras.

Espera-se que a construtora possa continuar e implementar a metodologia Last Planner juntamente com o PPC, no seu processo de planejamento e controle nas obras. Desta forma, contribuindo para que a empresa possa evoluir no seu sistema de gestão nos canteiros de obra, e assim, promover maior confiabilidade e qualidade nos serviços de construção civil, além de diminuir os riscos de não cumprimento de prazos e variabilidade de causas que afetam o projeto como um todo.

No decorrer do estudo, percebeu-se a necessidade de resposta aprofundadas à algumas questões relacionadas à gestão de materiais, dimensionamento de mão de obra e a relação destes com os índices de PPC. Como continuidade de pesquisas futuras, sugere-se:

- Aplicar a metodologia Last Planner para auxiliar na gestão e programação de materiais juntamente nas ordens de serviços em obras.
- Gerenciar a produtividade e dimensionar o ritmo de trabalho dos funcionários nas obras, em conjunto com a metodologia Last Planner.

REFERÊNCIAL

- ANGELIM, V. L.; ALVES, T. da C. L.; LIMA, M. M. X. de; BARROS NETO, J. de P. **Planejamento de médio prazo: panorama de sua aplicação na construção civil.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 87-104, jan./mar. 2020.
- ANGELIM, V. L.; ALVES, T. C. L.; LIMA, M. M.X.; NETO, J.P.B. **Planejamento de médio prazo: panorama de sua aplicação na construção civil.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 87-104, Jan./ma. 2020.
- Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (ABRAINC). **PIB da Construção Civil cresce 9,7% em 2021. 4 de março de 2022.** Disponível em: <https://www.abrainc.org.br/construcao-civil/2022/03/04/pib-da-construcao-civil-cresce-97-em-2021/#:~:text=O%20Instituto%20Brasileiro%20de%20Geografia,anual%20do%20setor%20desde%202010.> > Acesso em: 20 de maio de 2022.
- BALLARD, G. **The Last Planner. In Spring conference of the Northern California Construction Institute,** 1994, Monterey, CA, LCI, 1994.
- BALLARD, H. G. **The Last Planner System of Production Control.** 192f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.
- BIRREL, G. S. **Construction planning - beyond the critical path.** Journal of the Construction Division, New York, v.106, n.3, p.389-407, set. 1980.
- BORGES, A. P. A. A.; COELHO, G. N.; PETRI, S. M. **Construção de um Modelo de Avaliação de Desempenho: Estudo de Caso em uma Empresa de Pequeno Porte da Construção Civil.** Revista de Gestão e Secretariado, v.9, n. 3, p. 21-45. 2018.
- CASTRO, T. R.; OLIVEIRA, C. C.; MORAIS, M. F.; COELHO, T. M.; MORO, A. R. P. **Estruturação de um Departamento de Planejamento, Programação e Controle da Produção em uma Indústria de Alimentos.** Revista Espacios, Caracas, v. 35, n. 13, p. 20, 2014.
- CORDEIRO, D. R.; VILETTI, R.; JUNKES, V. H.; PEDROSO, M. M.; ROCHA, R. P. **Diagnóstico do planejamento, programação e controle da produção em uma empresa manufatureira do setor de biotecnologia.** Revista Produção Industrial & Serviços, Maringá, v. 3, n. 2, p. 1-13, 2017.
- COSTA, D. B. **Diretrizes para Concepção, Implementação, e Uso de Sistemas de Indicadores de Desempenho para Empresas de Construção Civil.** 174 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2003.
- SILVA, J. D.; LEÔNCIO, O.; BORGES, J.; ALVES, C. **Roteiro para elaboração do planejamento da produção de empreendimentos da indústria da construção civil, segundo os princípios da construção enxuta.** 2010.

SILVA, S. B.; ARAUJO, P. V. G.; SANTOS, P. F. T.; BARRETO, L. C. C.; CARNEIRO NETO, J. A. **Diagrama de Pareto: verificação da ferramenta de qualidade por patentes.** Anais do XI Simpósio de Engenharia de Produção, Sergipe, 2019.

FAVARETTO, F. **Melhoria da qualidade da informação no controle da produção: estudo exploratório utilizando Data Warehouse.** Revista Produção, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 343-353, 2007.

FIALHO, K. E. R.; COSTA, H. N.; LIMA, S. H. O.; BARROS NETO, J. P. **Aspectos Econômicos da Construção Civil no Brasil.** XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), Maceió, AL. Nov. 2014.

FIGUEIREDO, G. **Análise de Indicadores de Desempenho no Planejamento e Controle de Obras de Edificação: Estudo de Caso em Obras no Distrito Federal.** Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FACTS. 01, dez. 2014.

GAZZANI, A. H.; SILVA, K. L. As tendências da Gestão de Projetos e seus Impactos na Melhoria da Entrega dos Produtos e Serviços. Intercursos, Ituiutaba, v.17, n 2, Julh-Dez. 2018. Disponível em: <<https://revista.uemg.br/index.php/intercursosrevistacientifica/article/view/3721/2095>> Acesso em: 20 de julho de 2022.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUERRINI, F. M.; AZZOLINI, W. Jr.; BELHOT, R. V.. **Planejamento e controle da Produção: projeto e operação de sistemas.** 1ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

HENRIQUE, J.; CATARINO, J. **Motivating towards energy efficiency in small and medium enterprises.** Journal of Cleaner Production, v. 139, p. 42-50, 2016.

HIRSCHMAN, A. O. **Estratégia do desenvolvimento econômico.** Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Em abril, Índice Nacional da Construção Civil foi de 1,21%. 11 de maio de 2022.** Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/33671-em-abril-indice-nacional-da-construcao-civil-foi-de-1-21>> Acesso em: 20 de maio de 2022.

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

LIKER J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Trad. Ribeiro L. B. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MACHADO, R. L. **O planejamento de Antecipações uma Proposta de Melhoria do Planejamento da Produção de Sistemas Produtivos da Construção Civil.** 2003. 275. P.

Tese (doutorado em engenharia de produção programa de pós-graduação em engenharia de produção) universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.

MAGLHÃES, R. M.; MELLO, L. C. B. B.; BANDEIRA, R. A. M. **Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro**. Gest. Prod., São Carlos, v. 25, n. 1, p. 44-55, 2018.

MATTOS, A.D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MOURA, C. B. **Avaliação do Impacto do Sistema Last Planner no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil**. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MOURA, C. B.; FOMOSO, C.T. **Análise quantitativa de indicadores de planejamento e controle da produção: Impactos do Sistema Last Planner e fatores que afetam sua eficácia**. Porto Alegre, jul./set. 2009.

MIGUEL, P. A. C. (organizador). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia Científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração**. Manual (pós-graduação) – Catalão: UFG, 2011.

RESTREPO, M. F. H.; BOTERO, L. F. B. **Implementación del sistema del último planificador em el sector constructor colombiano: Caso de estudio**. Revista chilena de ingeniería, vol. 29 N° 4, pp. 601-621, 2021.

ROEHRS, R. T. **Planejamento e controle de produção: Aplicação do Sistema Last Planner**. TCC Graduação Engenharia Civil, Ijuí 2012.

ROMANEL, F. B. **Avaliação do processo de planejamento e controle da produção em obra de construção civil**. Revista eletrônica: Gest. Tecnol. Inov. Vol. 01 N° 1, Jan – Abr. 2017.

ROXAS, B. **Environmental sustainability engagement of firms: The roles of social capital, resources, and managerial entrepreneurial orientation of small and medium enterprises in Vietnam**. Business Strategy and Environment, p. 1-15, 2021.

SCHEFFER, R. C.; ROCHA, R. P.; BELINE, E. L. **Aplicação do método DMAIC para acompanhamento e controle de atraso na entrega de pedidos de clientes em uma empresa**. Revista Técnico-Científica do Crea-PR, Paraná, Edição Especial - Setembro, p. 1-33, 2017

STAKE, R. E. Case studies. In: DENZIN, N.; LINCOLN, Y. (Ed.). **Handbook of qualitative research**. 2. ed. Thousand Oaks: Sage, 2000.

TUPY, O.; YAMAGUCHI, L. C. T. **Eficiência e Produtividade**. Revista Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 39-51, 1998

VIEIRA, H. F. **Logística aplicada à construção civil :como melhorar o fluxo de produção nas obras.** São Paulo: Editora Pini, 2006.

APÊNDICE A – LAST PLANNER APLICADO POR 9 SEMANAS

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X										Obra: 006	PPC SEMANAL	25%		
PACOTE DE TRABALHO	Dias	SEMANA: 25/07/22 a 29/07/2022							%	EQUIPE	CAUSA	Engenheiro :	PEPO	71%
		S	T	Q	Q	S	S	D				Mestre:		
3. PAREDES E PAINÉIS														
3.1 Alvenaria de barro e cutelo	16	P	■	■	■				67%	2P+ 1S	Falta de programação de materiais			
		R	■	■										
3.2 Amarração da alvenaria	10	P	■						50%	2P+ 1S	Retrabalho			
		R	■											
3.3 Muro Lateral	15	P		■	■	■			67%	2P+ 1S	Alteração de projeto			
		R		■	■	■								
3.4 Chapisco de cimento	10	P				■			100%	1P+1S				
		R				■								
									PPC=	25%				

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X										Obra: 006	PPC SEMANAL	20%		
PACOTE DE TRABALHO	Dias	SEMANA: 01/08/22 a 05/08/2022							%	EQUIPE	CAUSA	Engenheiro :	PEPO	58%
		1	2	3	4	5	6	7				Mestre:		
3. PAREDES E PAINÉIS														
3.1 Alvenaria de barro e cutelo	14	P	■	■	■	■			75%	2P+1S	Falta de programação de materiais			
		R	■	■	■	■								
3.2 Amarração da alvenaria	9	P		■	■	■			67%	1P+1S	Condições Meteorológicas adversas			
		R		■	■	■								
3.3 Muro Lateral	13	P	■	■	■	■			50%	2P+1S	Material entregue fora do prazo			
		R	■	■	■	■								
3.4 Chapisco de cimento	9	P		■	■	■			100%	2P+1S				
		R		■	■	■								
3.5 Reboco com argamassa 1:6 Interno	9	P			■	■			0%	2P+1S	Falta de equipamento			
		R			■	■								
									PPC=	20%				

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X										Obra: 006	PPC SEMANAL	25%		
PACOTE DE TRABALHO	Dias	SEMANA: 08/08/22 a 12/08/2022							%	EQUIPE	CAUSA	Engenheiro :	PEPO	75%
		8	9	10	11	12	13	14				Mestre:		
3. PAREDES E PAINÉIS														
3.1 Alvenaria de barro e cutelo	11	P		■	■	■	■		100%	1P+1S				
		R		■	■	■	■							
3.3 Muro Lateral	11	P	■	■	■				67%	1P	Superestimação da produtividade			
		R	■	■	■									
3.4 Chapisco de cimento	6	P	■	■		■			67%	1P+1S	Atrasos na tarefa antecedente			
		R	■	■		■								
3.5 Reboco com argamassa 1:6	9	P		■	■	■	■		67%	2P+1S	Material entregue fora do prazo			
		R		■	■	■	■							
									PPC=	25%				

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X										Obra: 006	PPC SEMANAL	40%
PACOTE DE TRABALHO	Dias	SEMANA: 15/08/22 a 19/08/2022							Engenheiro	%	EQUIPE	CAUSA
		15	16	17	18	19	20	21	Mestre:			
3. PAREDES E PAINÉIS	Dias	S	T	Q	Q	S	S	D				
3.1 Alvenaria de barro e cutelo	8	P							100%	3P+1S		
		R										
3.2 Amarração da alvenaria	8	P							100%	2P		
		R										
3.3 Muro Lateral	4	P							60%	2P+1S	Retrabalho	
		R									Falta de material	
3.4 Chapisco de cimento	4	P							50%	1P+1S	Falta de material	
		R										
3.5 Reboco com argamassa 1:6	7	P							75%	2P	Falta de programação de materiais	
		R										
									PPC=	40%		

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X										Obra: 006	PPC SEMANAL	80%
PACOTE DE TRABALHO	Dias	SEMANA: 29/08/22 a 02/09/2022							Engenheiro	%	EQUIPE	CAUSAS
		29	30	31	1	2	3	4	Mestre:			
3. PAREDES E PAINÉIS	Dias	S	T	Q	Q	S	S	D				
3.1 Alvenaria de barro e cutelo	2	P							100%	2P+1S		
		R										
3.2 Amarração da alvenaria	2	P							100%	1P+1S		
		R										
3.4 Chapisco de cimento	3	P							100%	1P+1S		
		R										
3.5 Reboco com argamassa 1:6	1	P							67%	1P+1S	Programação incorreta de materiais	
		R										
4. PISO	Dias											
4.2 Nivelamento	7	P							100%	1P+1S		
		R										
									PPC=	80%		

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X										Obra: 006	PPC SEMANAL	50%
PACOTE DE TRABALHO	Dias	SEMANA: 22/08/22 a 26/08/2022							Engenheiro	%	EQUIPE	CAUSAS
		22	23	24	25	26	27	28	Mestre:			
3. PAREDES E PAINÉIS	Dias	S	T	Q	Q	S	S	D				
3.1 Alvenaria de barro e cutelo	5	P							75%	2P+1S	Falta de material	
		R										
3.2 Amarração da alvenaria	5	P							67%	1P+1S	Retrabalho	
		R										
3.3 Muro Lateral	2	P							100%	2P+1S		
		R										
3.4 Chapisco de cimento	5	P							100%	1S		
		R										
3.5 Reboco com argamassa 1:6	4	P							75%	1P+2S	Material entregue fora do prazo	
		R										
4. PISO	Dias											
4.1 Rasgo do piso	5	P							100%	1P+1S		
		R										
									PPC=	50%		

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X											Obra: 006	PPC SEMANAL	75%
PACOTE DE TRABALHO		SEMANA: 05/09/22 a 09/09/2022									Engenheiro	PEPO	67%
											Mestre:		
3. PAREDES E PAINÉIS	Dias	5	6	7	8	9	10	11	%	EQUIPE	CAUSAS		
		S	T	Q	Q	S	S	D					
3.1 Alvenaria de barro e cutelo	3	P							100%	2P+1S			
		R											
3.2 Amarração da alvenaria	2	P							100%	1P+1S			
		R											
3.4 Chapisco de cimento	3	P							100%	1P+1S			
		R											
4. PISO	Dias												
4.1 Nivelamento	5	P							67%	2P+1S	Falta de Material		
		R											
4.2 Aplicação da Manta	5	P							100%	2P-1S			
		R											
									PPC=	75%			

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X											Obra: 006	PPC SEMANAL	50%
PACOTE DE TRABALHO		SEMANA: 12/09/22 a 16/09/2022									Engenheiro	PEPO	68%
											Mestre:		
3. PAREDES E PAINÉIS	Dias	12	13	14	15	16	17	18	%	EQUIPE	CAUSAS		
		S	T	Q	Q	S	S	D					
3.1 Alvenaria de barro e cutelo	1	P							100%	2P+1S			
		R											
3.5 Reboco com argamassa 1:6	2	P							100%	1P+1S			
		R											
4. PISO	Dias												
4.2 Nivelamento	3	P							75%	2P+1S	Falta de programação de materiais		
		R											
4.3 Contrapiso	3	P							67%	1P-1S	Acidente de Trabalho		
		R											
									PPC=	50%			

PROGRAMAÇÃO SEMANAL - OBRA X											Obra: 006	PPC SEMANAL	83%
PACOTE DE TRABALHO		SEMANA: 19/09/22 a 23/09/2022									Engenheiro	PEPO	93%
											Mestre:		
3. PAREDES E PAINÉIS	Dias	19	20	21	22	23	24	25	%	EQUIPE	CAUSAS		
		S	T	Q	Q	S	S	D					
3.6 Drywall	2	P							100%	Terceirizado			
		R											
3.7 Drywall suspenso	3	P							67%	Terceirizado	Falta de Material do Empreiteiro		
		R											
4. PISO	Dias												
4.1 Nivelamento	3	P							75%	2P+1S	Falta de programação de materiais		
		R											
4.2 Aplicação da Manta asfáltica	3	P							100%	Terceirizado			
		R											
4.3 Contrapiso	3	P							100%	1P-2S			
		R											
4.4 Assentamento de Porcelanato	5	P							100%	2P-1S			
		R											
4.5 Assentamento de piso Cerâmico	5	P							100%	2P-1S			
		R											
									PPC=	83%			