



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS RUSSAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

MARCOS HENRIQUE DE MELO

APLICAÇÃO DO *LAST PLANNER SYSTEM*
EM UMA OBRA DE PAVIMENTAÇÃO: ESTUDO DE CASO

RUSSAS

2023

MARCOS HENRIQUE DE MELO

APLICAÇÃO DO *LAST PLANNER SYSTEM*
EM UMA OBRA DE PAVIMENTAÇÃO: ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Campus de Russas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Profa. Dra. Mylene de Melo Vieira.

RUSSAS

2023

M486a Melo, Marcos Henrique de.
Aplicação do last planner system em uma obra de pavimentação : estudo de caso / Marcos Henrique de Melo. – 2023.
82 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia Civil, Russas, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Mylene de Melo Vieira..

1. Planejamento e controle da produção. 2. Construção enxuta. 3. Linha de balanço. 4. Lean Construction. 5. Last Planner Sytem. I. Título.

CDD 620

MARCOS HENRIQUE DE MELO

APLICAÇÃO DO *LAST PLANNER SYSTEM*
EM UMA OBRA DE PAVIMENTAÇÃO: ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Campus de Russas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 22/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Mylene de Melo Vieira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ms. Mateus do Nascimento Lira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ms. Luiz Carlos Magalhães Olímpio
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Gorete e Dialis.

A minha esposa, Eliana,

A meu filho, Gustavo,

Aos meus professores e professoras.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me fortalecer, por ajudar a enfrentar todas as dificuldades encontradas e por estar presente na minha vida.

A minha família, minha esposa Eliana e meu filho Gustavo, aos meus pais (in memoriam), Maria Gorete e Francisco Xavier, meus irmãos e irmãs, por terem me apoiado e me incentivado durante todo o período, desta difícil jornada em busca do meu sonho de ser um engenheiro civil. Aos meus pais adotivos, Tio Roque (in memoriam) e Tia Creuza, por cuidarem de mim, no momento que mais precisei.

À professora Mylene de Melo Vieira (UFC), por ter aceitado ser minha orientadora, por ter tirado minhas dúvidas e pela paciência, carinho e contribuição para a concretização deste trabalho.

Aos meus amigos mais próximos que fiz na graduação, Paulo Henrique, Marcelo Douglas, Renan Rocha, Germano Guedes, Arthur Alves, Felipe Falcão, Hyago Marques, Dyckson Matheus, Juarez Cordeiro, Domingos Sávio, Rômulo de Lima, Ronildo Farias e Marcelo Freires, por toda a ajuda, amizade e companheirismo durante a nossa jornada acadêmica.

Aos professores Prof. Ms. Mateus do Nascimento Lira (UFC) e Ms. Luiz Carlos Magalhães Olímpio (UFC), por terem aceitado participar da banca examinadora, pelo tempo investido e pelas sugestões realizadas.

Aos meus colegas de curso, por terem participado e auxiliado na minha formação.

Aos professores e professoras do meu curso, pela capacidade de entregar o conhecimento de forma clara e objetiva e proporcionar o meu crescimento como pessoa.

Aos todos os funcionários e demais colaboradores da UFC - Campus Russas - CE, pelos momentos de conversas, reflexões, críticas e sugestões.

“O que não pode ser medido, não pode ser gerenciado.” (professor norte-americano WILLIAM EDWARDS DEMING, estudioso dos processos produtivos)

RESUMO

O setor de construção civil frequentemente enfrenta desafios relacionados à eficiência, produtividade e cumprimento de prazos em projetos de infraestrutura. Nesse contexto, metodologias de gestão e planejamento têm se mostrado cruciais para otimizar processos e garantir a entrega bem-sucedida de empreendimentos. O *Last Planner System* (LPS) é uma abordagem que visa aprimorar a colaboração e a eficiência no planejamento e execução de projetos de construção e para coordenar a alocação de recursos e o fluxo de trabalho de maneira mais eficaz. O objetivo deste trabalho é aplicar o *Last Planner System* a um estudo de caso de uma obra de pavimentação que teve atrasos na sua execução, visando avaliar os impactos dessa abordagem na eficiência do planejamento e controle da execução do projeto. Foi feito um planejamento inicial da obra de forma que o prazo fosse cumprido com a equipes mínimas e equipamentos mínimos, logo depois, usado as mesmas equipes e mesmos equipamentos, foi realizado o planejamento com LPS e linhas de balanço, junto com a análise dos motivos dos atrasos. É esperado que o *Last Planner System* resulte em uma melhoria na eficiência da execução do projeto de pavimentação, com redução de atrasos, melhor coordenação entre equipes, otimização dos recursos e maior previsibilidade do fluxo de trabalho. Os resultados obtidos foram que houve uma redução no prazo da obra em torno de 45% em comparação com o prazo original, otimização dos processos evitando desperdícios e equipes ociosas no canteiro de obra e com a aplicação do planejamento de médio prazo (eliminar as restrições) e curto prazo (comunicar os problemas imediatamente) contribuindo para a implementação de uma produção protegida.

Palavras-chave: planejamento e controle da produção; construção enxuta; linha de balanço; Lean Construction; Last Planner Sytem; pull planning; lookahead; produção protegida.

ABSTRACT

The construction sector often faces challenges related to efficiency, productivity and meeting deadlines in infrastructure projects. In this context, management and planning methodologies have proven to be crucial for optimizing processes and ensuring the successful delivery of projects. The Last Planner System (LPS) is an approach that aims to improve collaboration and efficiency in the planning and execution of construction projects and to coordinate resource allocation and workflow more effectively. The objective of this work is to apply the Last Planner System to a case study of a paving project that had delays in its execution, aiming to evaluate the impacts of this approach on the efficiency of planning and control of project execution. An initial planning of the work was carried out so that the deadline was met with minimum teams and minimum equipment, soon after, using the same teams and same equipment, planning was carried out with LPS and balance lines, together with the analysis of the reasons of delays. The Last Planner System is expected to result in an improvement in the efficiency of paving project execution, with reduced delays, better coordination between teams, optimization of resources and greater predictability of the workflow. The results obtained were that there was a reduction in the construction deadline of around 45% compared to the original deadline, optimization of processes, avoiding waste and idle teams on the construction site and with the application of medium-term planning (eliminating restrictions) and short term (communicating problems immediately) contributing to the implementation of protected production.

Keywords: production planning and control; lean construction; balance line; Lean Construction; Last Planner System; pull planning; lookahead; protected production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formação de atribuições no processo de planejamento do "último planejador	26
Figura 2 - Níveis de planejamento.....	28
Figura 3 - Exemplo de modelo de planejamento lookahead (médio prazo).....	32
Figura 4 – Exemplo de planejamento de curto prazo	36
Figura 5 - Estágios do planejamento no Last Planner System	37
Figura 6 - Fluxograma das etapas de pesquisa	39
Figura 7 - Visão Geral do Local da Obra.....	40
Figura 8 - Vista da obra em andamento	41
Figura 9 - Planejamento Lookahead (Médio Prazo).....	50
Figura 10 - Planejamento Curto Prazo	51
Figura 11 - Código de cada restrição	52
Figura 12 - Planejamento Inicial	54
Figura 13 - Planejamento inicial com o uso LPS – Linha de Balanço Inicial.....	54
Figura 14 - Linha de Balanço Otimizada.....	55
Figura 15 - Planejamento Lookahead (Médio Prazo).....	56
Figura 16 - Planejamento Curto Prazo	56
Figura 17 - Código de cada restrição.....	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo das durações – LPS x Planejamento inicial x Obra Real	58
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais Atividades	43
Tabela 2- Dados para cálculo de duração de atividades	45
Tabela 3 – Quadro Inicial de Duração das Atividades, Equipe e Recursos.....	53
Tabela 4 - Duração e Equipe adotada na obra	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCP	Planejamento e Controle da Produção
STP	Sistema Toyota de Produção
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
JIT	Just In Time
TQC	Total Quality Control
LPS	Last Planner System
6M	Mão de obra, Material, Método, Máquina, Meio Ambiente e Medida
3WLA	Three Week Lookahead
KPI	Key Performance Indicators
PPC	Porcentagem Programada Concluída

LISTA DE SÍMBOLOS

\$	Dólar
%	Porcentagem
£	Libra
¥	Iene
€	Euro
§	Seção
©	Copyright
®	Marca Registrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Contextualização.....	17
1.2	Objetivos.....	19
1.2.1	Objetivo Geral.....	19
1.2.2	Objetivos Específicos.....	19
1.3	Justificativa	20
1.4	Estrutura do trabalho	21
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	Conceitos referente a obras públicas	21
2.3	Conceitos e elementos de obras de pavimentação.....	22
2.3	Como é feita a composição de custos nas tabelas da SEINFRA.....	23
2.2	Planejamento e controle da produção - Last Planner System.....	24
2.2.1	Planejamento inicial	28
2.2.2	Aplicação de técnicas pull - phase scheduling – plano puxado.....	28
2.2.3	Planejamento lookahead (médio prazo).....	31
2.2.4	Planejamento de comprometimento	33
2.2.5	Linhas de balanço	38
3.	METODOLOGIA	38
3.1	Etapas da pesquisa.....	38
3.2	Estudo de caso - obra de infraestrutura escolhida	40
3.3	Coleta de dados	42
3.4	Organização dos dados para desenvolvimento do planejamento inicial e LPS.....	42
3.5	Planejamento inicial da obra.....	47
3.5.1	Informações referentes ao andamento real da obra.....	48
3.6	Planejamento inicial com o uso do LPS (longo prazo).....	50
3.6.1	Planejamento <i>look ahead</i> (médio prazo).....	50
3.6.2	Programação e gerenciamento semanal (curto prazo).....	51
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
4.1	Equipe básica, duração da obra e equipe adotada na obra.....	53
4.2	Comparativo entre planejamento inicial, planejamento lps e obra real	54

4.3	Informações obtidas sobre os motivos de atraso da obra e soluções lps.....	58
4.4	Discussão sobre a importância do lps na obra de pavimentação	59
5.	CONCLUSÃO.....	60
5.1	Sugestões para pesquisas futuras	60
	REFERÊNCIAS.....	62
	ANEXOS.....	65
	ANEXO A – DOCUMENTO COMPOSIÇÃO DE PREÇOS	65
	ANEXO B – MEMÓRIA DE CÁLCULO	71
	ANEXO C – MEMORIAL DESCRITIVO	80

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Conforme Limmer (1997), no âmbito nacional, muitas obras ainda são realizadas de forma artesanal, carecendo de um planejamento formal e sem garantias quanto ao cumprimento dos prazos e orçamentos preestabelecidos. Diante desse cenário, a falta de preparo profissional e a ausência de planejamento têm impulsionado o setor da construção civil a buscar abordagens administrativas, como a introdução da industrialização nos canteiros de obras e a utilização da informática como ferramenta na elaboração de planilhas para a gestão da qualidade.

De acordo com Mattos (2010, p. 22), a formulação do planejamento impõe ao profissional a análise dos projetos, a avaliação do método construtivo, a identificação das produtividades contempladas no orçamento e a definição dos períodos de trabalho para cada frente ou tipo de serviço. Dessa maneira, o planejamento é reconhecido como o ponto central para a administração eficaz de uma obra, possibilitando que a equipe técnica acompanhe todas as fases em execução.

Os atrasos em obras frequentemente se revelam como consequências diretas da ausência efetiva de planejamento e controle. Em um cenário onde o sucesso de um projeto está intrinsecamente ligado à sua execução dentro dos prazos estipulados, a falta de uma estratégia robusta pode resultar em efeitos adversos consideráveis.

O planejamento eficaz é o alicerce fundamental para qualquer empreendimento. No contexto das obras, isso implica não apenas na elaboração de um cronograma inicial, mas também na antecipação de desafios, na consideração de fatores imprevistos e na implementação de estratégias flexíveis para lidar com variações inevitáveis.

O investimento em planejamento e controle adequados não é apenas uma estratégia proativa, mas uma medida crucial para assegurar o sucesso e a eficiência de projetos de construção. Ao adotar metodologias como o *Last Planner System* (LPS), é possível promover uma abordagem mais colaborativa, identificar potenciais riscos antecipadamente e facilitar a adaptação a mudanças inevitáveis, minimizando assim os atrasos e garantindo a entrega oportuna de projetos de infraestrutura essenciais para a comunidade. Em suma, a antecipação, o controle cuidadoso e a comunicação eficiente formam a tríade

essencial para mitigar os atrasos nas obras e garantir o sucesso desses empreendimentos cruciais para o desenvolvimento socioeconômico. Então teremos as seguintes questões:

1. Bem-Estar da População: As obras públicas desempenham um papel vital na melhoria da qualidade de vida da população. Isso inclui a construção e manutenção de escolas, hospitais, estradas, sistemas de água e saneamento, entre outros. Atrasos nesses projetos afetam diretamente a capacidade de entrega de serviços essenciais à comunidade, prejudicando a educação, a saúde, a mobilidade e o acesso a água potável.

2. Custos Adicionais: A ocorrência de atrasos inevitavelmente resulta em custos adicionais para os projetos. Os preços de materiais, mão de obra e equipamentos podem aumentar com o tempo, e os contratos muitas vezes incluem penalidades financeiras para os empreiteiros que não cumprem os prazos. Esses custos adicionais representam uma carga financeira para o governo e, por extensão, para os contribuintes.

3. Desperdício de Recursos Públicos: A demora na conclusão das obras frequentemente leva ao desperdício de recursos públicos. Equipamentos, materiais e equipes podem ficar ociosos, gerando custos sem produzir resultados. Além disso, a má utilização de recursos financeiros em projetos mal geridos representa uma ineficiência na alocação de recursos.

4. Perda de Confiança Pública: A persistência de atrasos em obras públicas prejudica a confiança da população nas instituições governamentais. A falta de entrega dentro dos prazos estabelecidos gera descontentamento e descrença no sistema, o que pode se traduzir em descontentamento social e até em instabilidade política.

5. Impactos Econômicos e Sociais a Longo Prazo: O atraso em obras de infraestrutura, como estradas e sistemas de transporte, pode comprometer o desenvolvimento econômico a longo prazo. Isso afeta a competitividade das regiões, dificulta o acesso a mercados e serviços e prejudica a atividade econômica e o emprego.

6. Complexidade dos Projetos de Infraestrutura: Muitas obras públicas envolvem projetos de infraestrutura complexos, com várias partes interessadas e etapas interconectadas. A gestão inadequada desses projetos pode resultar em atrasos devido à falta de coordenação, planejamento inadequado e ineficiência na execução.

7. Problemas de Gestão e Fiscalização: Em muitos casos, o problema dos atrasos em obras públicas está ligado à falta de gestão e fiscalização efetivas por parte dos órgãos responsáveis. A ausência de acompanhamento adequado e a fiscalização de contratos podem permitir que os contratados não cumpram os prazos estabelecidos.

A contextualização da importância de evitar atrasos em obras públicas revela a complexidade e a amplitude das implicações desse problema. Ela destaca que a questão vai além do cumprimento de prazos e orçamentos, afetando profundamente a qualidade de vida da população, a saúde financeira do governo e a confiança nas instituições públicas. Portanto, a prevenção de atrasos em obras é uma prioridade crítica que requer uma abordagem abrangente e eficaz para garantir a entrega oportuna de serviços de qualidade à sociedade.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal desse trabalho é aplicar o *Last Planner System* (LPS) em uma obra de pavimentação de modo a evitar atrasos no prazo previsto de conclusão.

1.2.2 Objetivos específicos

1. **Elaborar e Analisar a Estrutura do Planejamento Inicial:** Elaborar e avaliar a estrutura do planejamento inicial da obra de pavimentação, identificando pontos fortes e limitações que podem ser abordados pelo LPS.

2. **Implementar o *Last Planner System*:** Aplicar os princípios do *Last Planner System* na obra, promovendo a definição de metas realistas e o planejamento puxado das atividades, a fim de melhorar a eficiência operacional.

3. **Analisar Resultados Operacionais:** Coletar dados operacionais ao longo do período de aplicação do LPS, monitorando o andamento das atividades, identificando possíveis desvios e analisando os resultados obtidos em comparação com o planejado.

4. **Avaliar Impactos na Produtividade e Eficiência:** Medir os impactos da aplicação do LPS na produtividade das equipes, eficiência na execução das atividades e na redução de atrasos, comparando esses resultados com projetos anteriores ou similares.

5. **Identificar Desafios e Oportunidades de Melhoria:** Identificar desafios encontrados durante a aplicação do LPS e propor oportunidades de melhoria contínua, considerando aspectos e condições específicas da obra de pavimentação.

Ao alcançar esses objetivos, a pesquisa busca contribuir para o entendimento da aplicação prática do *Last Planner System* em obras de pavimentação, fornecendo *insights* valiosos para a melhoria dos processos de gestão na construção civil.

1.3 Justificativa

A execução bem-sucedida de obras públicas ou privadas é de fundamental importância para o desenvolvimento e o bem-estar de uma sociedade. Projetos de infraestrutura, como estradas, pontes, escolas, hospitais e sistemas de transporte, desempenham um papel crucial na melhoria da qualidade de vida e no crescimento econômico de uma nação. No entanto, a gestão inadequada desses projetos frequentemente resulta em atrasos significativos e custos adicionais devido a aditivos contratuais, impactando negativamente o orçamento público e a entrega de serviços essenciais.

De acordo com Mattos (2019), a elaboração de um planejamento e controle proporciona uma visão concreta da obra, estabelecendo uma base confiável para as decisões gerenciais. Isso contribui para a construção de um modelo de planejamento que seja capaz de acompanhar integralmente o progresso do empreendimento e de incorporar eventuais modificações necessárias ao longo desse processo. A falta de planejamento adequado e de controle eficaz não apenas resulta em atrasos e aditivos, mas também afeta a confiabilidade e a credibilidade do setor público. Além disso, a alocação de recursos públicos limitados de maneira ineficiente tem sérias implicações econômicas e sociais. Este TCC busca fornecer uma análise aprofundada da importância do planejamento e controle na mitigação de aditivos e atrasos em obras, apresentando exemplos práticos e diretrizes que podem ser implementadas para melhorar a gestão de projetos de infraestrutura.

Concordando com Matos (2019), é evidente que o planejamento desempenha um papel crucial na organização da obra, uma vez que abrange diversas atividades que requerem estudo e análise devido ao seu impacto significativo no desenvolvimento do empreendimento. Compreender quando, como, onde, por quem e com quais recursos as tarefas planejadas devem ser executadas tem implicações diretas no resultado final da obra. Isso ressalta a importância de reconhecer que a ausência de um planejamento adequado pode desencadear uma série de problemas no processo de execução, tais como despesas imprevistas, questões estruturais, perda de materiais, execução inadequada de serviços e atrasos no cronograma.

O planejamento e o controle eficazes são elementos-chave para evitar a ocorrência de aditivos e atrasos em obras. Este trabalho tem como objetivo explorar a relevância desses dois aspectos na gestão de projetos de infraestrutura. Abordaremos a importância de planejar detalhadamente cada etapa do projeto, desde a concepção até a conclusão, e de implementar mecanismos de controle rigorosos para monitorar o progresso da execução das atividades e antecipar possíveis desvios no cumprimento dos prazos previstos em cronograma.

1.4 Estrutura do trabalho

Esse trabalho encontra-se dividido em 6 capítulos, são eles: Introdução, Referencial Teórico, Metodologia, Resultados e Análises, Conclusão e, por fim, as Referências.

O Capítulo 1 trata-se da introdução, onde o tema é abordado de forma sucinta. Além disso, apresenta-se as justificativas desse trabalho, o objetivo geral e objetivos específicos a serem alcançados.

No Capítulo 2 é apresentado o conhecimento teórico necessário para a realização desse trabalho.

O Capítulo 3 expõe a metodologia utilizada no trabalho, abordando as etapas da pesquisa e os procedimentos utilizados para obtenção dos resultados.

No Capítulo 4 é exposto um comparativo do planejamento e controle ideais e o que ocorre na obra real, além disso, neste mesmo capítulo é feita a discussão acerca de alguns aspectos encontrados nos dados e resultados.

O Capítulo 5 apresenta os resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia no estudo de caso e algumas sugestões para futuras pesquisas.

Por fim, referências bibliográficas apresenta todas as referências usadas neste trabalho.

2. Referencial Teórico

2.1 Conceitos referente a Obras Públicas

O conceito de obra pública conforme estabelecido pela Lei nº 8.666/93, que normatiza as licitações e contratações públicas, define como aquela que engloba toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de um bem público. O conceito de bem público se refere a todos os bens que pertencem às pessoas jurídicas de direito público, como a administração direta, autarquias e fundações. Esses bens são destinados ao uso e gozo do povo, ou seja, são de interesse coletivo e podem ser utilizados por qualquer cidadão, sem que isso impeça o uso por outras pessoas. Essas atividades são realizadas no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, incluindo-se também nos órgãos da Administração Direta e Indireta.

As obras públicas desempenham um papel crucial no desenvolvimento de uma sociedade, fornecendo serviços essenciais e promovendo o crescimento econômico. Elas são financiadas pelo governo por meio de recursos públicos, como impostos, taxas e empréstimos,

e geralmente são conduzidas de acordo com regulamentações e processos específicos que visam garantir transparência, responsabilidade e eficiência na aplicação dos recursos públicos.

2.3 Conceitos e Elementos de Obras de Pavimentação

Segundo o Manual de pavimentação. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006 – DNIT - Versão corrigida: 13.05.2022, o conceito de obra de pavimentação é um tipo específico de projeto de construção que se concentra na instalação ou melhoria de pavimentos em estradas, vias urbanas, estacionamentos, calçadas ou outras superfícies para permitir o tráfego de veículos ou o deslocamento de pedestres. O objetivo principal das obras de pavimentação é criar superfícies resistentes e duráveis que facilitem o tráfego e a mobilidade de maneira segura e eficiente. O termo é frequentemente associado à construção e manutenção de estradas e ruas, mas também pode se referir a outras superfícies pavimentadas, como áreas de estacionamento, pistas de aeroportos e calçadas.

Os elementos-chave de uma obra de pavimentação, segundo o Manual de pavimentação. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006 – DNIT - Versão corrigida: 13.05.2022, incluem:

1. **Material de Pavimentação:** Isso envolve a seleção do material apropriado para a pavimentação, que pode ser asfalto, concreto, blocos intertravados, pedras, cascalho, entre outros, dependendo da finalidade e do tráfego esperado na área.

2. **Preparação da Superfície:** Antes de aplicar o material de pavimentação, a superfície existente, se houver, deve ser preparada de maneira adequada. Isso pode envolver a remoção de camadas antigas, nivelamento, compactação do solo e a criação de uma base sólida para a nova pavimentação.

3. **Aplicação do Material de Pavimentação:** O material selecionado é aplicado na superfície preparada de acordo com as especificações do projeto. Isso pode incluir a compactação do asfalto ou concreto, a instalação de blocos intertravados, entre outros processos.

4. **Drenagem:** O sistema de drenagem é importante para evitar acúmulo de água, o que pode danificar a pavimentação. Isso pode envolver a instalação de sistemas de drenagem, como bueiros, sarjetas e canais.

5. **Marcação e Sinalização:** Estradas e vias urbanas pavimentadas geralmente requerem sinalização de trânsito, faixas de pedestres, linhas de divisão de pistas e outros elementos para orientar o tráfego com segurança.

As obras de pavimentação são fundamentais para garantir a conectividade e a acessibilidade nas áreas urbanas e rurais. Elas melhoram a infraestrutura de transporte,

reduzem o desgaste de veículos, aumentam a segurança no tráfego e contribuem para a qualidade de vida da população. Além disso, a manutenção adequada das pavimentações é essencial para prolongar sua vida útil e evitar custos de reparo significativos no futuro.

2.3 Como é feita a Composição de Custos nas tabelas da SEINFRA

A Secretaria de Estado de Infraestrutura (SEINFRA) é um órgão integrante da administração direta do Poder Executivo do Governo do Estado do Ceará. A composição de custos na área de infraestrutura, especialmente na Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA) ou órgãos semelhantes, é uma tarefa crucial para o planejamento, orçamento e execução de projetos de construção e manutenção de infraestrutura. Essa composição de custos geralmente envolve vários processos e considerações. Embora os procedimentos exatos possam variar dependendo do país, região ou órgão específico, os passos gerais para a composição de custos na SEINFRA (Informações disponíveis no site da SEINFRA - <https://www.seinfra.ce.gov.br/>), estão descritos abaixo:

1. **Levantamento de Dados e Documentação:** Coleta de todos os documentos relacionados ao projeto, incluindo desenhos, especificações, contratos, licenças e aprovações.

2. **Orçamento Base:** Desenvolvimento de um orçamento base que serve como referência para o projeto. Isso inclui a lista de itens a serem orçados, com descrições detalhadas e quantidades estimadas.

3. **Cotações e Preços Unitários:** Obtém-se cotações de fornecedores e empreiteiros para determinar os preços unitários dos materiais, mão de obra e equipamentos que serão usados no projeto.

4. **Estimativas de Mão de Obra e Equipamentos:** Calcula-se o custo da mão de obra, incluindo salários, encargos sociais, custos de treinamento, etc. Além disso, os custos dos equipamentos, como aluguel e manutenção, também são estimados.

5. **Materiais e Suprimentos:** Calcula-se o custo dos materiais e suprimentos necessários para o projeto. Isso inclui a aquisição de materiais, transporte, armazenamento e, em alguns casos, custos de importação.

6. **Despesas Gerais e Administração:** Estimativa de despesas gerais e administrativas, que incluem custos de gerenciamento do projeto, licenças, seguros, taxas e despesas legais.

7. **Contingências e Reservas:** A inclusão de contingências e reservas para acomodar riscos imprevistos e mudanças no projeto.

8. **Revisão e Aprovação:** O orçamento e a composição de custos são revisados e aprovados por autoridades relevantes, o que pode incluir engenheiros, gerentes de projeto e autoridades governamentais.

9. **Atualizações e Acompanhamento:** Durante a execução do projeto, os custos são acompanhados e atualizados conforme necessário. Qualquer desvio em relação ao orçamento inicial é documentado e justificado.

10. **Relatórios Financeiros:** Os custos reais são registrados e relatados regularmente para garantir o controle financeiro do projeto.

Segundo informações da SEINFRA, a composição de custos visa garantir a alocação adequada de recursos financeiros para a execução bem-sucedida de projetos de infraestrutura. Ela desempenha um papel fundamental no gerenciamento eficiente de projetos, no controle de custos e na prestação de contas à sociedade e às partes interessadas envolvidas. A transparência e a precisão na composição de custos são essenciais para o sucesso de projetos de infraestrutura governamentais. E têm como objetivo fornecer uma estrutura sólida para a elaboração de orçamentos, a gestão de custos e a prestação de contas em projetos de infraestrutura. A sua aplicação varia conforme a complexidade e o escopo dos projetos e de acordo com as políticas e regulamentos específicos da SEINFRA ou do órgão governamental responsável. É importante observar que esses critérios podem evoluir ao longo do tempo para refletir as melhores práticas e as mudanças nas condições econômicas e de mercado.

2.2 Planejamento e controle da produção - Last Planner System

O *Last Planner System* (LPS) foi criado no ano 1992 através do *Lean Construction Institute* (LCI) dos Engenheiros Glenn Ballard e Gregory Howell, que constataram que no modelo de gestão convencional não havia lugar para "controle de produção".

“Concerne de acordo as concepções dos idealizadores do projeto que o exercício do planejamento e controle da produção, aplicados de direcionada e com objetivos claros traz grande impacto no desempenho dos empreendimentos de construção. Portanto, nesse interim é necessário somar esforços para que a indústria da construção desenvolva estratégias eficientes para melhorar o seu desempenho

dentro do processo de implementação do *Sistema Last Planner* de Controle da Produção “(BALLARD e HOWELL, 2003).

Segundo os autores, esta citação da teoria, portanto, esclarece o conceito de "controle" e sua relação com o planejamento como definição de objetivos (cronogramas e orçamentos), possibilitando cumprimento das entregas e metas planejadas. O LPS é uma metodologia clara que se apresenta através da *Lean Construction*, e o seu pleno desenvolvimento está na aplicabilidade dos projetos altamente dinâmicos, inovadores, complexos e de ritmo acelerado, que traz qualidade e redução do tempo dos serviços (BALLARD e HOWELL, 2003).

Para Ballard (2000), planejamento e controle devem ser feitos na construção civil por diferentes pessoas em diferentes posições na hierarquia da empresa ao longo do tempo de todo o projeto. Finalmente, algum responsável direto define as tarefas que comanda a produção física e esta pessoa ou grupo é chamado de "*Last Planner*" ou "último planejador" (BALLARD e HOWELL, 1994).

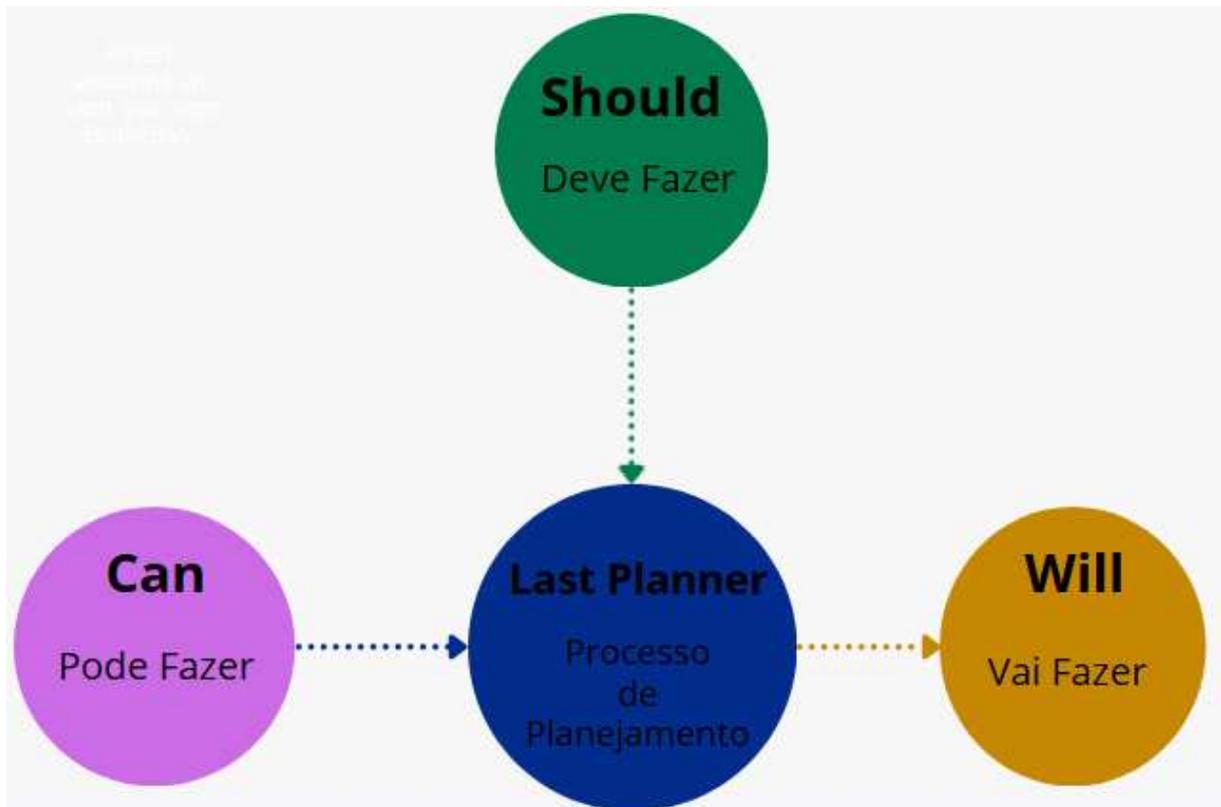
Segundo os pressupostos teóricos evidenciados por Ballard (2003); tanto o planejamento e controle devem estar em consonância com desempenho e eficiência na construção civil, tendo em vistas que a execução do processo ocorre por diferentes agentes em posições de hierarquização dentro dos padrões da empresa ao longo do tempo todo o projeto. As tarefas dentro do processo devem ocorrer de forma responsável aos padrões da qualidade e confiabilidade do produto final, e atuação do profissional responsável deve conduzir a lisura de todo processo de planejamento da produção.

Conforme mostrado na Figura 01, o último planejador procede de acordo com o seguinte procedimento: definição de tarefas (DEVE FAZER), combine atividades que serão feitas com aquelas que (PODE FAZER) ser feito apenas de acordo com o plano anterior caso em que (VAI FAZER) ser produzidos sem qualquer restrição para sua implementação:

“Dentro do ordenamento e estruturação da construção civil como um todo, é imprescindível o desenvolvimento de um trabalho diferenciado, com metas e ações claras aos objetivos que se visam atingir dentro da instituição. O essencial são as mudanças de objetivos e do foco que ligam os trabalhadores para o fluxo de trabalho que os liga entre si. [.....]. Os trabalhadores necessitam ter conhecimentos básicos para se inserirem no *Last Planner System* de controle da

produção é uma filosofia, regras e procedimentos, oriundas de um conjunto de instrumentos que facilitem a implementação desses procedimentos.” (BALLARD, 2003)

Figura 1 - Formação de atribuições no processo de planejamento do "último planejador"



Fonte: (BALLARD, 2000)

Nesse sentido, o autor ressalta a importância de selecionar a melhor sequência de execução para o trabalho a ser realizado (BALLARD, 2003). Torna-se essencial, que as produtividades utilizadas pelo *Last Planner* devem estar alinhadas com as composições unitárias do orçamento e ser capazes de atingir a meta estabelecida, assegurando que o trabalho seja viável e executável. Através da Figura 1 acima podemos perceber a importância do planejamento aplicado.

O autor destaca que do campo da construção civil é vital a interligação entre os setores e que esse sistema é fundamentado em dois pilares: o controle da unidade de produção e o controle dos fluxos de trabalho, portanto, as ações e as metas traçadas devem atender de fato as perspectivas dos seus idealizadores para o desenvolvimento de um bom trabalho:

“A organização associada ao Controle da Unidade de Produção coordena a execução de trabalhos dentro de unidades de produção, nesse trilhar é fundamental o entrosamento entre os trabalhadores e das equipes de construção e de projeto. O Controle do Fluxo de Trabalho coordena o fluxo de concepção, fornecimento e instalação através de unidades de produção. Cada vez mais o mercado torna-se competitivo, para se acentuar de fato dentro do mercado as empresas necessitam ter qualidade e confiabilidade nos seus bens e serviços, portanto uma empresa preparada sai na frente, pois de fato atende as necessidades dos clientes e consumidores.” (BALLARD, 2003).

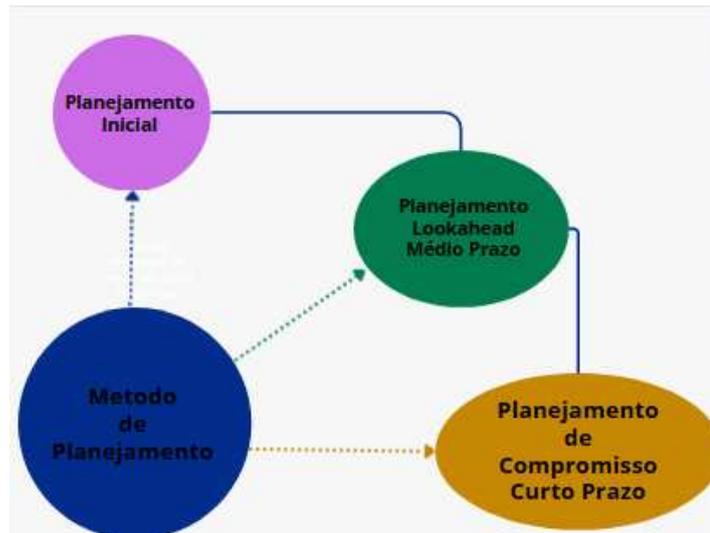
Além disso, o autor destaca que esse sistema é fundamentado em dois pilares: o controle da unidade de produção e o controle dos fluxos de trabalho:

“O Controle da Unidade de Produção coordena a execução de trabalhos dentro de unidades de produção, tais como equipes de construção e de projeto. O Controle do Fluxo de Trabalho coordena o fluxo de concepção, fornecimento e instalação através de unidades de produção.” (BALLARD, 2000)

Conforme as concepções dos autores Ballard e Howell (1998), o sistema de planejamento pode ser dividido em três níveis, que serão explorados de forma detalhadamente no decorrer desta seção. Conforme ilustrado na Figura 2, logo a seguir:

1. Planejamento Inicial (“*Initial Planning*”);
2. Planejamento *Lookahead* (“*Lookahead Planning*”);
3. Planejamento de Comprometimento (“*Commitment Planning*”).

Figura 2 - Níveis de planejamento



Fonte: (BALLARD e HOWELL, 1998)

O planejamento dentro de qualquer instituição ou empresa é vital para que o andamento das ações e metas a serem conquistadas de fato dentro da empresa. Fazendo uma análise da figura 2 podemos perceber que os estágios do planejamento são interligados, ou seja, o que acontece em um planejamento, tem efeito nos demais. Além dessas etapas, é importante mencionar o *Phase Scheduling*, uma etapa de planejamento de médio prazo que ocorre entre o planejamento inicial e o *lookahead*. Essa etapa também será explicada mais adiante.

2.2.1 PLANEJAMENTO INICIAL

O planejamento inicial, também conhecido como planejamento *master*, é uma etapa de longo prazo que estabelece os objetivos globais do projeto. Nessa fase, são definidos o orçamento, o cronograma, os marcos contratuais e a data de conclusão do projeto em questão, com um nível de detalhamento muito pequeno (BALLARD e HOWELL, 1998). Com o planejamento inicial já feito, Ballard e Howell (2003) propõem o conceito de *phase scheduling*, ou seja, a programação de fases, que será explicado no tópico seguinte.

2.2.2 Aplicação de Técnicas Pull - Phase Scheduling – Plano Puxado

A programação de fases, conhecida como *phase scheduling*, envolve o desenvolvimento de um plano de trabalho detalhado, estabelecendo sequências executivas e produtividades viáveis. Esse processo é realizado de forma colaborativa, envolvendo todas as equipes e setores que farão parte do projeto. É um processo social que visa garantir que todos

tenham conhecimento das metodologias adotadas para a execução das atividades (SEPPÄNEN e PESONEN, 2010).

Adicionalmente, são definidas entregas intermediárias que atendam às datas estabelecidas no planejamento inicial. Essas entregas se tornam novas metas para o projeto, com o objetivo de antecipar os marcos contratuais estabelecidos anteriormente (BALLARD e HOWELL, 2003).

Segundo o pensamento dos autores, o *Lean Construction Institute* recomenda a utilização de técnicas de *pull planning* ou planejamento puxado. Essa abordagem consiste em planejar a partir de uma data de conclusão estabelecida, trabalhando de trás para frente, a fim de definir atividades, sequenciamento e durações necessárias para alcançar as entregas desejadas. No decorrer das transformações ocorridas dentro da construção civil esse processo, também são identificados potenciais variabilidades e incertezas nas etapas (BALLARD e HOWELL, 2003).

O *Pull Planning* é realizado considerando um horizonte de três meses e é revisado a cada 45 dias, proporcionando um feedback para o Cronograma Gerencial. Essa abordagem visa aumentar a precisão do planejamento de médio prazo, permitindo ajustes e adaptações necessárias ao longo do tempo. Para o autor Costa (2017): um planejamento eficiente reque uma administração especializada que realize mudanças e estejam preparadas para os desafios vindouros que ocorrem dentro das oscilações de mercado:

“Planejar de forma eficiente, é um caminho mais seguro para que as empresas se firmem no contexto da construção civil; isso dentro dessa conjuntura significa organizar ferramentas que venham de fato contribuir para o bom desempenho de todos os setores da empresa. O trabalho para ser executado deve contar a participação de todos, um fator que não pode ser deixado de lado é a satisfação dos trabalhadores ao executar as suas atividades de forma tranquila dentro do processo de produção” (COSTA, 2017, p-23).

O planejamento na construção civil torna-se uma mola propulsora de avanços, e se configura como peça essencial para o sucesso de qualquer empreendimento dentro dessas premissas, planejar tem suas vantagens dentro do panorama empresarial, por isso assegura os passos essenciais para uma realização da obra dentro dos parâmetros desejados.

É importante destacar que o trabalho puxado, como parte das práticas *Lean*, tem como objetivo eliminar o desperdício sobre a produção. Para Ballard e Howell, (2003); é necessário adotar uma postura eficaz, quando o quesito é a construção civil através de um planejamento sistematizado dentro dos parâmetros das normas das obras. Ao adotar o trabalho puxado, evita-se produzir em excesso e foca-se na produção de acordo com a demanda real, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência do processo.

“Uma regra de ‘puxar’ é só fazer trabalhos que liberem outros trabalhos - solicitado por alguém. Seguindo essa regra reduz o desperdício sobre produção, um fator de grande preocupação dentro da construção civil é o combate direto ao desperdício de materiais dentro do canteiro de obras. Um dos sete tipos de desperdícios de Ohno. Trabalhar de trás para a frente a partir de uma data alvo de conclusão elimina o trabalho que normalmente é feito, mas que não acrescenta valor. Portanto, toda empresa que busca se firmar de forma dinâmica dentro do mercado deve zerar o desperdício, como forma de agregar novos valores a construção civil dos materiais” (BALLARD e HOWELL, 2003)

Após a conclusão do planejamento das fases e a realização do *pull planning* em colaboração com toda a equipe, as atividades programadas são inseridas no processo de *lookahead* (BALLARD e HOWELL, 2003). O *lookahead* consiste em um horizonte de tempo mais curto, geralmente de duas a quatro semanas, no qual as equipes se concentram em detalhar e planejar as atividades de curto prazo de forma mais precisa, sendo primordial uma estratégia para garantir a concretização dos planos estabelecidos no planejamento de longo prazo no nível operacional de empreendimentos de construção (SEPPÄNEN e PESONEN, 2010).

Portanto, é de fundamental importância compreender as estruturas de funcionamento na construção civil. Nessa perspectiva deve ocorrer a organização, que objetiva analisar o trabalho realizado do plano semanal por meio da avaliação de indicadores e da investigação da causa raiz para a não execução das atividades no prazo. Os dados são utilizados para realizar ações que evitem o desperdício de materiais e a recorrência de erros no sistema de produção.

2.2.3 Planejamento LookAhead (Médio Prazo)

O processo de *lookahead* refere-se a um planejamento de médio prazo que desempenha um papel crucial e diferenciador no controle do fluxo de trabalho. Ele utiliza um calendário que abrange uma janela de tempo de 3 a 12 semanas, permitindo visualizar e organizar as atividades de forma mais detalhada e necessita de toda uma fundamentação tanto prática e teórica dentro do processo (BALLARD, 2000). A seguir, apresenta-se um exemplo ilustrativo do plano *lookahead* proposto pelo autor, e na Figura 3, um exemplo de modelo em formato de planilha:

Exemplo de Plano Lookahead

Semana 1:

- Atividade A: Preparação do terreno
- Atividade B: Fundações
- Atividade C: Levantamento de paredes

Semana 2:

- Atividade C: Levantamento de paredes (continuação)
- Atividade D: Instalação de sistemas elétricos
- Atividade E: Instalação de sistemas hidráulicos

Semana 3:

- Atividade F: Acabamentos internos
- Atividade G: Pintura
- Atividade H: Instalação de pisos

Semana 4:

- Atividade F: Acabamentos internos (continuação)
- Atividade I: Inspeção de qualidade
- Atividade J: Limpeza final

Figura 3 - Exemplo de modelo de planejamento *lookahead* (médio prazo)

PLANEJAMENTO MÉDIO PRAZO			Obra: 005 - URBANOS Empreendimentos Engenheiro/Técnico(a): Fulano de tal				Elaborado em: 02/03/2020 Revisado em: REVISÃO: 01				MÉS REFERENCIA MARÇO															
			Mestre: Beltrano				Alterado por: Fulano de tal																			
VISTO	Equipe	Pacote de Trabalho	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	28	29	30	LISTA DE NECESSIDADES
			S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	
		Locação da Obra	P					P					P					P					P			CONFIRMAR EQUIPE E EQUIPAMENTOS
		Pavimentação	P					P					P					P					P			VERIFICAR FORNECEDOR DOS MATERIAIS
		Compactação	P					P					P					P					P			PROGRAMAR COMPACTADOR
		Banqueta	P					P					P					P					P			PROGRAMAR EQUIPE, MATERIAIS E FORMAS
		Reconformação	P					P					P					P					P			CONFIRMAR ALUGUEL MOTONIVELADORA
		Escavação Manual	P					P					P					P					P			VERIFICAR REVISÃO PROJETO
		Concreto não estrutural	P					P					P					P					P			CHECAR MATERIAIS E EQUIPE
		Limpeza do piso	P					P					P					P					P			CONFIRMAR EQUIPE DE LIMPEZA
			P					P					P					P					P			
			P					P					P					P					P			
			P					P					P					P					P			

Fonte: (TOSTA, 2013) adaptado de (BALLARD, 2000)

É imprescindível ressaltar de forma clara que o exemplo acima é apenas ilustrativo e as atividades e suas respectivas durações podem variar de acordo com a natureza e complexidade do projeto em questão. O plano *lookahead* serve como uma ferramenta valiosa para antecipar e coordenar as atividades de curto prazo, garantindo um fluxo contínuo e eficiente no canteiro de obras.

Para Ballard (2000), o processo de *lookahead* desempenha várias funções essenciais. Ele consiste em decompor as atividades estabelecidas no *pull planning* em pacotes de trabalho e operações, em um nível de detalhe adequado para atribuir programações semanais. Além disso, o processo envolve configurar a sequência de trabalho, combinar a carga de trabalho com a capacidade atual, atualizar, revisar e reprogramar o calendário de atividades.

“A análise de restrições é um fator fundamental, sendo um pré-requisito para obtenção da efetividade do processo de planejamento, especialmente em casos onde a sequência de atividades faz parte do caminho crítico do processo [.....]. Deixar de analisar restrições é se expor a falhas, atrasos e retrabalhos que inevitavelmente surgirão caso essa etapa não ocorra no processo de planejamento.” (BALLARD, 2000).

Durante o processo de *lookahead*, também é analisada a existência de restrições associadas a cada atividade. É necessário garantir que as atividades disponíveis para execução estejam em conformidade com a sequência de trabalho estabelecida, além de serem viáveis e livres de restrições. Portanto, após a remoção de todas as restrições, as atividades estão bem organizadas e o montante das unidades de produção podem ser liberadas (BALLARD, 2000).

O objetivo principal do processo de *lookahead* é assegurar que o trabalho seja planejado de forma precisa, considerando todas as restrições e exigências relacionadas. Ao

implementar esse processo, é possível manter um fluxo contínuo de atividades, garantindo a eficiência e a eficácia das operações no canteiro de obras.

Moreira & Bernardes (2001) destacam funções adicionais do planejamento *lookahead*, que inclui a capacidade de agrupar trabalhos interdependentes, permitindo que o método de trabalho seja planejado de maneira colaborativa. Além disso, o planejamento *lookahead* auxilia na identificação de operações que podem ser realizadas de maneira conjunta entre as diversas equipes de produção.

Corroborando com as discussões o autor Carlos (2010), diz que após a decomposição das atividades do *pull planning* em pacotes de trabalho, o processo de *lookahead* possibilita a emissão de uma programação semanal por meio de um planejamento de comprometimento. Essa etapa consiste em estabelecer compromissos específicos para cada semana, levando em consideração os pacotes de trabalho e as operações previamente definidos. A programação semanal detalhada permite que a equipe tenha clareza sobre as atividades a serem realizadas em um determinado período.

O planejamento de comprometimento envolve a atribuição de recursos, alocação de equipe, definição de prazos e revisão de restrições específicas para cada semana. Essa abordagem orienta as ações e esforços diários da equipe, promovendo uma melhor coordenação e execução das atividades.

Ao emitir uma programação semanal por meio do planejamento de comprometimento, é possível manter um alinhamento constante entre as metas do projeto, as necessidades da equipe e as restrições identificadas. Isso contribui para um fluxo de trabalho mais eficiente e ajuda a evitar a ocorrência de atrasos ou problemas de coordenação durante a execução do projeto.

2.2.4 Planejamento de Comprometimento

Conforme mencionado por Tosta (2013), o planejamento de comprometimento é uma estratégia de curto prazo focada no nível operacional, fornecendo detalhes e orientações para a execução das atividades de cada equipe. Nessa fase, os pacotes de trabalho estabelecidos no processo de *lookahead* são distribuídos para as equipes operacionais, e para que esse planejamento seja efetivo, é fundamental o conceito de "comprometimento":

“[...] para sua eficiência é necessário o efetivo comprometimento de todos os envolvidos nesse processo, principalmente os membros das

equipes operacionais, para execução das metas semanais estabelecidas conjuntamente entre os responsáveis das equipes.” (TOSTA, 2013)

O comprometimento refere-se ao engajamento e responsabilidade das equipes na execução das atividades conforme planejadas. Significa que as equipes assumem a responsabilidade de cumprir suas tarefas dentro dos prazos estabelecidos, com qualidade e eficiência. Esse compromisso é essencial para garantir a coordenação adequada entre as equipes, a sincronização das atividades e a otimização do fluxo de trabalho.

Ao adotar o planejamento de comprometimento, as equipes têm clareza sobre suas atribuições e responsabilidades, evitando atrasos, retrabalhos e conflitos durante a execução das tarefas. Além disso, o comprometimento promove um ambiente de colaboração e cooperação entre as equipes, favorecendo a comunicação efetiva e a resolução de problemas de forma ágil.

Dessa forma, o planejamento de comprometimento é uma etapa fundamental para o sucesso do projeto, permitindo a tradução dos planos de médio prazo em ações concretas no nível operacional. Ao estimular o comprometimento das equipes, cria-se uma base sólida para o cumprimento dos prazos, a melhoria da produtividade e a obtenção de resultados satisfatórios no projeto como um todo.

Durante o processo de planejamento de curto prazo, é atribuído um papel crucial ao "último planejador", que é responsável por emitir as programações semanais. Essas programações detalham as atividades que serão executadas diariamente, levando em consideração uma análise cuidadosa do *lookahead*.

O último planejador realiza uma comparação entre as atividades que deveriam ser executadas e as que podem ser executadas. Essa análise envolve verificar as restrições, disponibilidade de recursos, condições de trabalho e outras variáveis relevantes. Com base nessa avaliação, o último planejador determina quais atividades podem ser efetivamente realizadas dentro do período semanal.

Ao confrontar as atividades planejadas com as atividades viáveis e factíveis de serem executadas, o último planejador garante que o cronograma de curto prazo seja realista e alinhado com as condições e restrições reais do projeto. Esse processo ajuda a evitar sobrecargas de trabalho, otimizar a utilização de recursos e promover a eficiência nas operações diárias.

A atuação do último planejador é essencial para manter a sincronização entre as equipes e garantir que o fluxo de trabalho ocorra de forma suave e coordenada. Ao emitir as

programações semanais com base na análise do *lookahead*, o último planejador desempenha um papel fundamental na concretização das metas de produção estabelecidas, contribuindo para o sucesso do projeto como um todo.

Portanto, o último planejador desempenha uma função estratégica no processo de planejamento de curto prazo, assegurando que as atividades planejadas sejam alinhadas às possibilidades reais de execução, resultando em uma programação eficiente e viável para as equipes operacionais.

Em certo sentido, o planejamento de comprometimento desempenha um papel protetor para a produção, pois tem como objetivo selecionar apenas as tarefas que podem ser concluídas com sucesso. Esse processo envolve a garantia de que todos os materiais necessários estejam disponíveis e que todo o trabalho prévio tenha sido concluído adequadamente.

Ao adotar esse enfoque, o planejamento de comprometimento busca evitar a ocorrência de interrupções ou atrasos desnecessários durante a execução das atividades. A ênfase é colocada na escolha de tarefas que possam ser realizadas de forma eficiente e sem obstáculos, minimizando os riscos de retrabalho ou falta de recursos.

Para atingir esse objetivo, o planejamento de comprometimento considera cuidadosamente os requisitos de cada tarefa, levando em conta as informações fornecidas pelo planejamento de curto prazo e a disponibilidade dos recursos necessários. Somente quando todos os elementos estão alinhados, as tarefas são selecionadas e programadas para execução.

A abordagem do planejamento de comprometimento, proposta por Ballard, busca fornecer um exemplo concreto de como essas programações de curto prazo podem ser estruturadas. Esse planejamento detalhado permite uma visualização clara das tarefas a serem realizadas em cada dia, fornecendo orientação direta para as equipes operacionais.

O objetivo final do planejamento de comprometimento é criar um ambiente de trabalho eficiente, no qual as tarefas sejam realizadas de maneira contínua e sem interrupções desnecessárias. Dessa forma, o escudo da produção é fortalecido, proporcionando um fluxo de trabalho suave e contribuindo para o cumprimento das metas estabelecidas.

Assim, o planejamento de comprometimento desempenha um papel vital na organização e no controle das atividades diárias, garantindo que somente as tarefas viáveis e prontas para execução sejam selecionadas, promovendo uma produção eficiente e eficaz. Abaixo na Figura 4 temos um exemplo:

Figura 4 – Exemplo de planejamento de curto prazo

PLANEJAMENTO CURTO PRAZO		Obra: 005 -Urbanos Empreendimentos					PPC SEMANAL	67%	MÊS REFERENCIA:	MARÇO
		Engenheiro/Técnico(a): Fulano de Tal					Semana:		1	
		Mestre: Beltrano								
Equipe	Pacote de Trabalho	1	2	3	4	5	6	%	PROBLEMAS	
		S	T	Q	Q	S				
3P+2S+1C	Locação da obra no Trecho 1	P						100%		
		E								
3P+2S+1C	Locação da obra no Trecho 2	P						100%		
		E								
3P+2S+1C	Locação da obra no Trecho 3	P						0%		23. Condições Adversas do Tempo
		E								
		P								
		E								
		P								
		E								
		P								
		E								

Fonte: (TOSTA, 2013) adaptado de (BALLARD, 2000)

O supervisor imediato de cada frente de serviço tem a responsabilidade de realizar verificações regulares das atividades diárias em relação às programações semanais estabelecidas (BALLARD e HOWELL, 2003). Além disso, ao final da semana, é feita uma avaliação do cumprimento das atividades utilizando o indicador-chave de desempenho (KPI) de Porcentagem Programada Concluída (PPC):

“Porcentagem Programada Concluída (PPC) é o número de atividades planejadas completadas dividido pelo número total de atividades planejadas, expresso como uma porcentagem. O PPC torna-se padrão que exerce controle da unidade de produção, derivado de um conjunto extremamente complexo de diretivas: calendários de projetos, estratégias de execução, composições unitárias de custo, em relação ao produto etc “(BALLARD, 2000).

Portanto, o PPC é um indicador que mede o comprometimento das equipes de trabalho com as atividades propostas, conforme destacado por Ballard (2000). No entanto, é importante ressaltar que o PPC não mede a eficiência da execução das atividades em si, porém mostra com mais precisão dos resultados.

“Em outras palavras, um PPC de 100% não indica alta produtividade do serviço. Em vez disso, o PPC é uma medida da eficácia do planejamento e fiabilidade do fluxo de trabalho, ou seja, o PPC é uma medida de confiabilidade do sistema de planejamento da produção e desempenho. Um bom projeto perpassa por planejamento sistematizado, com vistas a

qualidade e a interação dos envolvidos de forma direta dentro da proposta do empreendimento.” (ABDELHAMID e SALEM, 2005)

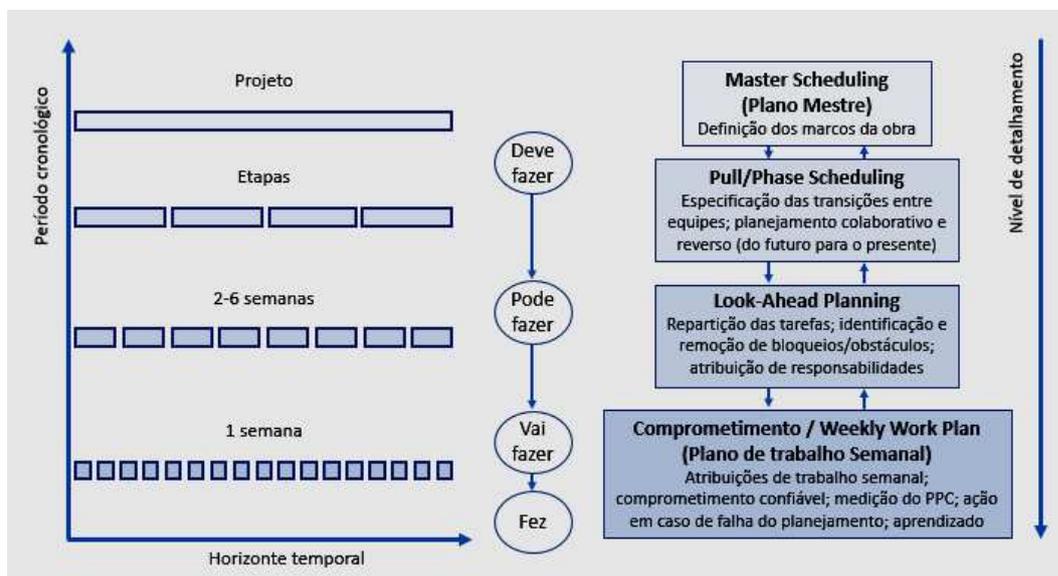
Segundo Ballard (2000), é importante identificar as razões pelas quais as atividades não foram cumpridas, porém é vital compreender a realização das atividades deviam trazer resultados a curto prazo de tempo, portanto era vital fazer um acompanhamento sistematizado da realização do projeto de planejamento independentemente do motivo:

- a) Ausência de informações fornecidas ao *Last Planner*;
- b) Erro na concepção inicial da atividade, incluindo a definição da atividade, sequência executiva e quantidade a ser executada;
- c) Problemas na coordenação dos recursos compartilhados;
- d) Mudança na prioridade de uma atividade durante a execução;
- e) Identificação de erros de projeto ou fornecimento durante a execução.

Por conseguinte, cabe aqui citar que, a análise dessas causas fornece dados iniciais para a implementação de medidas corretivas, visando evitar sua ocorrência futura, aprimorando assim o planejamento, e sua execução são essenciais para seu pleno desenvolvimento, conseqüentemente, o desempenho geral do projeto (BALLARD, 2000). Isso reflete a busca contínua pela melhoria dos processos.

Por fim é apresentado na Figura 5 abaixo, os estágios de planejamento, bem como as ações, contidos no *Last Planner System*:

Figura 5 - Estágios do planejamento no Last Planner System



Fonte: Traduzido e adaptado de Ballard, 2000.

De modo abrangente, ao introduzir o *Last Planner System* (LPS), Ballard desafia o paradigma do processo convencional de planejamento. Este último muitas vezes falha em distinguir entre o que é idealizado para ser executado no canteiro de obras, conforme os objetivos do projeto, e o que efetivamente pode ser realizado, considerando análises de restrições, carga de trabalho e capacidade produtiva disponível. O sistema proposto por Ballard representa, assim, uma aprimorada abordagem ao processo de planejamento, resultando em melhorias nos resultados operacionais por meio da geração de planos mais confiáveis, conforme observado por Machado (2003).

2.2.5 Linhas de Balanço

A técnica da linha de balanço é aconselhada para projetos que envolvem atividades repetitivas. Essa abordagem envolve o delineamento de linhas em um plano cartesiano, cada uma representando uma atividade e seu correspondente período de tempo. O eixo horizontal representa a escala de tempo, enquanto o eixo vertical indica os valores acumulados do progresso planejado para cada unidade específica do conjunto, conforme discutido por Limmer (1997).

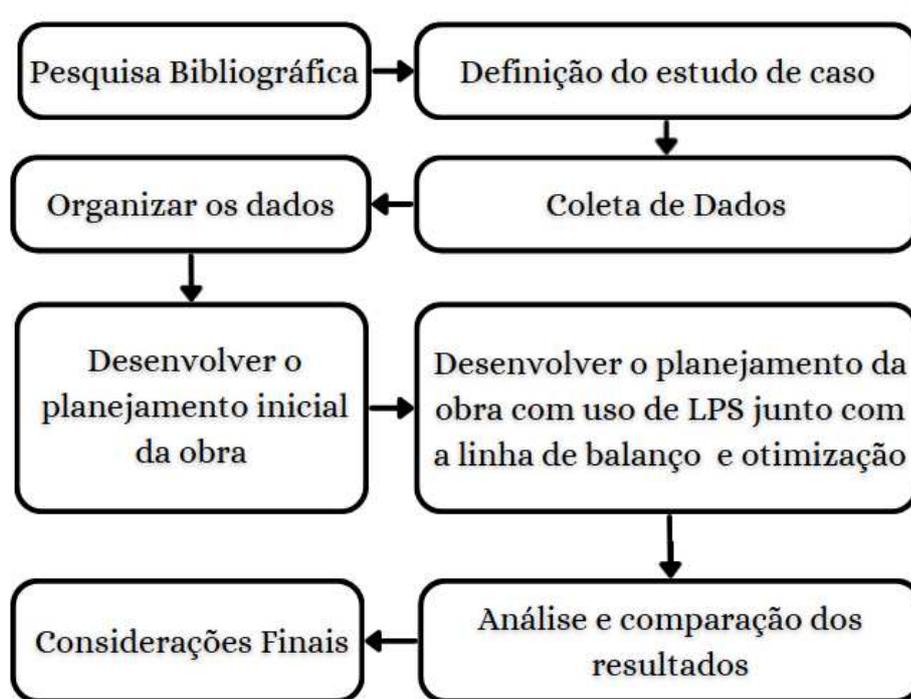
Para implementar essa técnica, é essencial ter conhecimento sobre a quantidade de serviços a serem realizados e a produtividade das equipes. Essas informações são fundamentais para a adequada dimensionamento das equipes executoras. Ao simular as linhas de produção de todo o processo, torna-se possível analisar as possíveis interferências entre as atividades e realizar um balanceamento eficiente, garantindo a execução contínua de todas as tarefas, conforme discutido por Mendes (1999).

3. Metodologia

3.1 Etapas da pesquisa

A metodologia pode ser compreendida como a seleção de um percurso a ser seguido para atingir um objetivo específico. Em outras palavras, refere-se à escolha das técnicas, métodos, instrumentos e abordagens que serão empregados na consecução desse objetivo (MORESI, 2003). As etapas adotadas neste trabalho estão delineadas na Figura 6 e serão descritas detalhadamente a seguir:

Figura 6 - Fluxograma das etapas de pesquisa



Fonte: Próprio Autor

Como ilustra a Figura 6, a primeira etapa do trabalho foi a pesquisa bibliográfica. Essa etapa visa o estudo e aprofundamento sobre o tema por meio do levantamento e análise de informações em normas técnicas, manuais, dissertações e publicações na área da pesquisa em questão.

Na segunda etapa, foi elaborado um estudo de caso visando à comparação de dois tipos de planejamento, planejamento inicial e planejamento LPS, aplicado a uma obra que sofreu diversos atrasos e assim avaliar qual seria o impacto do LPS nesta obra.

Em seguida, foram feitas as coletas de dados, dados que foram cedidos pela Secretaria de Infraestrutura de Russas – CE por meio da Coordenadoria de Projetos.

Na quarta etapa, foram organizando os variados dados recebidos e foram escolhidos, quais se encaixam no nosso estudo de caso, e assim começar a entender a dinâmica (prazos, mão de obra e serviços) e processos que estavam envolvidos no estudo de caso.

Na quinta etapa, foi feito o planejamento inicial da obra real, levando em conta os prazos e pré-requisitos do contratante, para determinar quais os recursos mínimos necessários para a obra terminar no prazo sendo utilizado os métodos e procedimentos que ocorreram na obra real e análise do andamento da obra e seus atrasos para levantar informações sobre a duração e restrições que causaram atrasos.

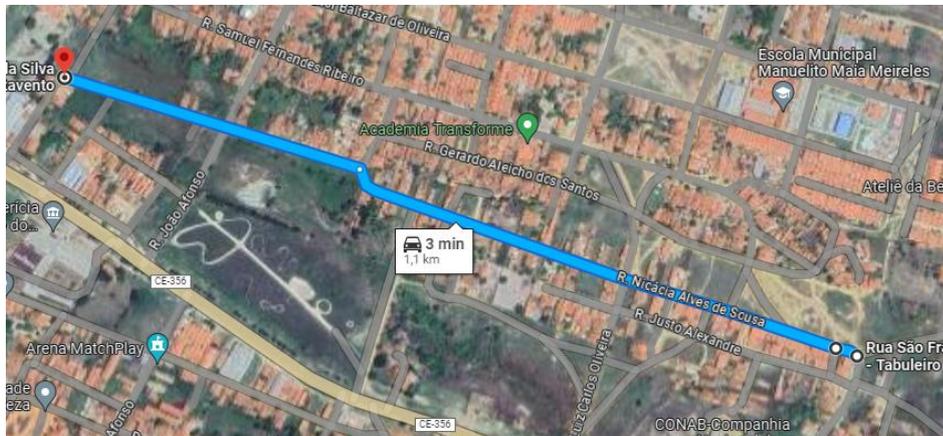
Na sexta etapa, foi feito o planejamento com uso de LPS e auxiliado por linha de balanço, foram utilizados os recursos que foram obtidos na etapa anterior, a fim de perceber quais os impactos na obra, que foi chamado de planejamento LPS inicial, passando por uma otimização na linha de balanço.

Logo após foi feita a análise dos resultados, considerando o comparativo entre os dois tipos de pilares. Por fim, serão apresentadas as considerações finais sobre o trabalho.

3.2 Estudo de caso - Obra de infraestrutura escolhida

A obra escolhida foi uma pavimentação em paralelepípedo com rejuntamento (agregado adquirido), meio fio de concreto moldado no local (banqueta) e drenagem (sarjeta) no ponto mais baixo as águas pluviais vão para uma lagoa próxima chamada de lagoa do toco, está localizada na zona urbana no Bairro da Lagoa do Toco, na cidade de Russas-CE. Na Figura 7 e Figura 8, temos visão geral e serviços sendo executados na obra, logo abaixo:

Figura 7 - Visão Geral do Local da Obra



Fonte: Google Maps

Dados da Obra de Infraestrutura – Pavimentação em paralelepípedo com Sarjeta e Drenagem

Área: 5.912,87 m²

Duração da obra: 180 dias

Medição: 6 medições (uma cada 30 dias)

Divisão: 6 trechos de pavimentação

Figura 8 - Vista da obra em andamento



Fonte: SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS URBANOS
COORDENADORIA DE PROJETOS – Russas - CE

Está obra foi escolhida por apresentar processos repetitivos na sua execução e por ter sido concluída com atrasos, sendo ideal para aplicação dos processos e métodos de construção enxuta (produção puxada), ou seja, possibilita apresentar no estudo a colaboração do LPS no cumprimento dos prazos previstos em uma obra. E por apresentar várias restrições que causaram atrasos que alterou o cronograma (de 6 meses para 10 meses), assim sugerir métodos e processos de controle da produção.

3.3 Coleta de dados

Por se tratar de uma obra pública, todos dados foram cedidos pela Secretaria de Infraestrutura e Serviços Urbanos de Russas – CE por meio da Setor de Engenharia - Coordenadoria de Projetos, ao todo foram 34 arquivos, contendo:

1 - Planilhas Eletrônicas (16 itens):

- Administração Geral, Cronograma de Prazo, Cubação, Declaração de BDI, Encargos Sociais, Medições e Orçamento.

2 – Relatórios e Memoriais de Cálculos (15 itens):

- Relatório Fotográfico, Relatório Fotográfico das Medições, Memorial de Cálculo e Memorial Descritivo, Sumário e Composição de Preços.

3 – Arquivo PDF (2 itens):

- Anotação de Responsabilidade Técnica - ART.

5 - Arquivo CAD (1 item):

- Projeto Completo de Pavimentação e Drenagem – exibindo cotas, medidas e detalhes de estruturas e escavação.

3.4 Organização dos dados para desenvolvimento do planejamento inicial e LPS inicial

De posse dos arquivos e dados coletados, então, começou o processo de entender como eram os processos construtivos envolvidos nessa obra, em qual ordem eram executados os serviços, quanto tempo cada etapa demorava, quais serviços poderiam ser executados simultaneamente e quais serviços tinham atividades repetitivas. Então, visando a aplicação do Método *Last Planner Sytem* desde a fase inicial (fazer um Plano Mestre, um planejamento de longo prazo, montar a linha de balanço inicial e planejamento de curto prazo), tudo de acordo com os dados recebidos e um planejamento LPS de prazo médio e curto de modo a demonstrar que com esse planejamento as atividades que têm maior planejamento e controle, tendem a serem concluídas no prazo previsto. Para realizar esta tarefa, adotei o seguinte passo a passo:

1º - Determinar as unidades repetitivas – Está informação estava contida no Documento Composição de Preços (Anexo A) da obra que detalha todos os recursos (mão de obra, maquinário e insumos) junto como todos os coeficientes de consumo dos materiais e tempo de execução dos serviços (em horas) para cada unidade de medida (1m, 1m², 1m³, etc.).

E no Documento do Cronograma da obra está composto de 6 trechos e foi definido para o trabalho de acordo com as medições obtidas na documentação cedida pela Secretaria

de Infraestrutura e Serviços Urbanos de Russas-CE para o estudo, deste documento extraímos as informações abaixo:

1ª medição – 30 dias corridos – Trecho 1 – 20% da obra total – Área: 1182,574 m²;

2ª medição – 60 dias corridos – Trecho 2 – 20% da obra total – Área: 1182,574 m²;

3ª medição – 90 dias corridos – Trecho 3 – 15% da obra total – Área: 886,93 m²;

4ª medição – 120 dias corridos – Trecho 4 – 15% da obra total – Área: 886,93 m²;

5ª medição – 150 dias corridos – Trecho 5 – 15% da obra total – Área: 886,93 m²;

6ª medição – 180 dias corridos – Trecho 5 – 15% da obra total – Área: 886,93 m²;

Estes trechos, também foram denominados lotes da linha de balanço, serão nossas unidades de repetição, onde serão executados pacotes de serviços, que também irão se repetir. Estes trechos serão as metas ou marcos a serem alcançado, pois, a cada 30 dias é entregue um trecho com todos os pacotes de serviços completos para vistoria e fiscalização pela Secretaria de Infraestrutura e Serviços Urbanos de Russas-CE e caso todos os serviços tenham sido executados dentro dos parâmetros e especificações do projeto, é feita a liberação do pagamento daquele trecho da obra.

2º - Definir as atividades contínuas (quantitativos) – No mesmo Documento Composição de Preços (Anexo A), temos 9 principais atividades, que podemos facilmente transformar nas principais atividades ou pacotes de serviços da linha de balanço. Na Tabela 1, temos as principais atividades, quantas vezes se repete na obra e como está nomeada nos pacotes de serviços, como mostrado abaixo:

Tabela 1 - Principais Atividades

Código SEINFRA	Principais Atividades	Repetições	Pacotes de Trabalho
C1937	PLACAS PADRÃO DE OBRA	1 vez	Placa da obra
C2873	LOCAÇÃO DA OBRA COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO (ÁREA ATÉ 5000 M2)	6 vezes	Locação da obra
C2893	PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO C/ REJUNTAMENTO (AGREGADO ADQUIRIDO)	6 vezes	Pavimentação
C0365	BANQUETA/ MEIO FIO DE	6 vezes	Banqueta/Sarjeta

	CONCRETO MOLDADO NO LOCAL		
C3232	RECONFORMAÇÃO/PATROLAGEM DA PLATAFORMA	6 vezes	Reconformação/Patrolagem
C1256	ESCAVAÇÃO MANUAL CAMPO ABERTO EM TERRA ATÉ 2M	6 vezes	Escavação manual
C0836	CONCRETO NÃO ESTRUTURAL PREPARO MANUAL	6 vezes	Concreto não estrutural
C3447	LIMPEZA DE PISO EM ÁREA URBANIZADA	6 vezes	Limpeza

Fonte: Próprio Autor

3º - Fazer o levantamento da mão de obra – No Documento Composição de Preços (Anexo A) temos as informações sobre a mão de obra necessária para executar as principais atividades e tempo que levar para fazê-las (os coeficientes de produtividade). Abaixo segue os pacotes de serviços com sua mão de obra e coeficientes de produtividade:

- Placa da obra: Servente - 2 h/m²
- Locação da obra: Topógrafo - 0,002 h/m², Nivelador – 0,002 h/m² e Ajudante – 0,004 h/m².
- Pavimentação: Calceteiro – 0,15002 h/m² e Servente – 0,40 002 h/m².
- Compactação: Compactador - 0,01 h/m².
- Banqueta: Pedreiro – 0,15 h/m² e Servente – 0,25 h/m².
- Reconformação: Moto Niveladora – 0,0003 h/m² e Servente – 0,0006 h/m².
- Escavação manual: Servente – 2,93 h/m³.
- Concreto não estrutural: Servente – 10 h/m³.
- Limpeza: Servente – 0,075 h/m².

4º - Determinar as durações das atividades – Ainda no Documento Composição de Preços (Anexo A) e Planilha de Medição foram coletados os dados da Tabela 2 que segue abaixo:

Tabela 2 - Dados para cálculo de duração de atividades

ATIVIDADE	UNID.	QTDE	MÃO DE OBRA que Comanda o Ritmo	PRODUTIVIDADE Coeficiente da SEINFRA
Placa da obra	m ²	12,00	Servente	2 h/m ²
Locação da Obra	m ²	5.912,87	Topografo	0,002 h/m ²
Pavimentação	m ²	5.347,69	Calceteiro	0,15 h/m ²
Compactação	m ²	5.347,69	Compactador	0,01 h/m ²
Banqueta	m	1.692,37	Pedreiro	0,15 h/m ²
Reconformação	m ²	5.912,87	Moto Niveladora	0,0006 h/m ²
Escavação Manual	m ³	58,09	Servente	2,93 h/m ³
Concreto não estrutural	m ³	58,09	Servente	10 h/m ³
Limpeza do piso	m ²	5.912,87	Servente	0,075 h/m ²

Fonte: Próprio Autor

Quando a composição tem dois ou mais coeficientes, dividiremos a quantidade de serviço pelo coeficiente do profissional ou equipamento que puxar a produção (pedreiro, calceteiro, amador, maquinário, etc.).

Para o cálculo do tempo de duração das atividades segue a fórmula geral:

$$T = \text{Quantidade de serviço} \div [1/\text{Produtividade (coeficiente)}] \rightarrow D = T / \text{Jornada diária}$$

Onde T é tempo em horas e D é tempo em dias.

Cálculos da duração da atividade (dias), a jornada diária na obra é de 8 h/dia:

- **Placa da obra:** $T = 12 \text{ m}^2 / (1/2 \text{ h/m}^2) = 24 \text{ horas} \rightarrow D = 24 \text{ h} / 8 \text{ h/dia} = \mathbf{3 \text{ dias}}$.
- **Locação da obra:** $T = 5.912,87 / (1/0,002 \text{ h/m}^2) = 11,84 \text{ horas} \rightarrow D = 11,84 \text{ h} / 8 \text{ h/dia} = 1,48 \text{ dias}$. Arredondando para cima, **D = 2 dias**.
- **Pavimentação:** $T = 5.347,69 / (1/0,15 \text{ h/m}^2) = 802,15 \text{ horas} \rightarrow D = 802,15 \text{ h} / 8 \text{ h/dia} = 100,26 \text{ dias}$. Arredondando para cima, **D = 101 dias**.
- **Compactação:** $T = 5.347,69 / (1/0,01 \text{ h/m}^2) = 53,48 \text{ horas} \rightarrow D = 53,48 \text{ h} / 8 \text{ h/dia} = 6,68 \text{ dias}$. Arredondando para cima, **D = 7 dias**.
- **Banqueta/Sarjeta:** $T = 1.692,37 / (1/0,15 \text{ h/m}^2) = 253,35 \text{ horas} \rightarrow D = 253,35 \text{ h} / 8 \text{ h/dia} = 31,67 \text{ dias}$, arredondando para cima, **D = 32 dias**.
- **Reconformação/Patrolagem:** $T = 5.912,87 / (1/0,0006 \text{ h/m}^2) = 0,44 \text{ horas} \rightarrow D = 0,44 \text{ h} / 8 \text{ h/dia} = 0,055 \text{ dias}$, arredondando para cima, **D = 1 dia**.

- **Escavação manual:** $T = 58,09 / (1/2,93 \text{ h/m}^3) = 170,2 \text{ horas} \rightarrow D = 170,2 \text{ h} / 8 \text{ h/dia} =$ arredondando para cima, **D = 22 dias.**
- **Concreto não estrutural:** $T = 58,09 / (1/10 \text{ h/m}^3) = 580,9 \text{ horas} \rightarrow D = 580,9 \text{ h} / 8 \text{ h/dia} = 72,61 \text{ dias,}$ arredondando para cima, **D = 73 dias.**
- **Limpeza:** $T = 5.912,87 / (1/0,075 \text{ h/m}^2) = 443,46 \text{ horas} \rightarrow D = 443,46 \text{ h} / 8 \text{ h/dia} = 55,43 \text{ dias,}$ arredondando para cima, **D = 56 dias.**

5° - Montagem do sequenciamento das atividades – Os serviços que foram medidos e fiscalizados a cada 30 dias, estão contidos na Planilha eletrônica Cronograma da obra, dessa forma, podemos sequenciar o andamento com base na lista contida na planilha. Estas sequências vêm do estudo do processo construtivo que são típicos da obra de pavimentação com paralelepípedo, são elas: Placa da obra, Locação da obra, Reconformação/Patrolagem, Pavimentação, Banqueta/Meio-fio, Compactação e Limpeza. Nesta mesma obra acontecerá uma obra de drenagem, como a seguinte sequência: Escavação manual, Concreto não estrutural/Sarjeta e Limpeza. As duas sequências podem acontecer simultaneamente, pois, uma não interfere na execução da outra, sendo o pacote de Limpeza igual para as duas (mesma equipe e mesmo equipamento).

6° - Definição do ritmo de execução - Os serviços que foram medidos e fiscalizados a cada 30 dias, estão contidos na Planilha eletrônica Cronograma da obra, essas medições servirão de ritmo da obra, portanto, ritmo de execução, teremos uma entrega de um trecho com todos os pacotes de serviços completos no final de 30 dias, então os pacotes com a sua duração serão distribuídos nesse período.

7° - Determinar números de equipes – É determinado pela quantidade de serviços em cada pacotes, levando em conta os coeficientes de produtividade da SEINFRA, jornada de trabalho (8h/dia), chegamos no resultado da equipe básica de cada pacote de atividades. A formação da equipe básica segue o seguinte processo, o coeficiente da mão de obra que o puxar o ritmo do serviço vai dividir o coeficiente das demais mão de obras ou maquinários, o resultado é quantidade necessária daquele recurso, assim, a formação da equipe básica daquele pacote de serviço. O processo de formação da Equipe Básica de cada pacote de serviços é mostrado abaixo:

- Placa da obra: Servente - 2 h/m^2
Equipe básica: **1 Servente**

- Locação da obra: Topografo - 0,002 h/m², Nivelador – 0,002 h/m² e Ajudante – 0,004 h/m².
Equipe básica: **1 Topografo** – 0,002/0,002 = **1 Nivelador** – 0,004/0,002 = **2 Ajudantes**
- Pavimentação: Calceteiro – 0,15 h/m² e Servente – 0,40 h/m².
Equipe básica: **1 Calceteiro** – 0,40/0,15 = 2,66, arredondar para cima, **3 Serventes**
- Compactação: Compactador - 0,01 h/m².
Equipe básica: **1 Compactador**
- Banqueta: Pedreiro – 0,15 h/m² e Servente – 0,25 h/m².
Equipe básica: **1 Pedreiro** – 0,25/0,15 = 1,67, arredondar para cima, **2 Serventes**
- Reconformação: Moto Niveladora – 0,0003 h/m² e Servente – 0,0006 h/m².
Equipe básica: **1 Moto Niveladora** – 0,0006/0,0003 = **2 Serventes**
- Escavação manual: Servente – 2,93 h/m³.
Equipe básica: **1 Servente**
- Concreto não estrutural: Servente – 10 h/m³.
Equipe básica: **1 Servente**
- Limpeza: Servente – 0,075 h/m².
Equipe básica: **1 Servente**

Assim pode ser ajustar a equipe básica a realidade dos prazos, aumentando ou diminuindo os números de equipes necessários.

8º - Determinar a estratégia de execução – Levado em conta o prazo de 180 dias, a meta de entrega uma porcentagem (trechos) em cada medição, fluxo constante de material e mão de obra, podemos decidir a estratégia de execução, e assim prever restrições e prevenir atrasos.

3.5 Planejamento Inicial da Obra

Depois de organizar os dados, agora será feito o planejamento inicial da obra. Para esse primeiro planejamento foram considerados a duração total da obra (180 dias), as medições (a cada 30 dias) com a aplicação completa de cada pacote de serviços em cada trecho e mão de obra necessária para manter o ritmo de entrega de um trecho completo a cada 30 dias, ou seja, este planejamento é por entrega de trechos como mandar o contratante. Este planejamento inicial simulará o andamento real da obra com uso de equipe mínima e equipamentos mínimos para obra finalizar no prazo.

3.5.1 Informações referentes ao andamento real da obra

Aqui apresento um compilado de informações que foram retiradas de vários documentos e planilhas de medição que compõem o acervo da obra, catalogando as causas dos atrasos, os dados estão organizados por período a cada 30 dias, por meta (porcentagem concluída da obra), por período (dias corridos), mês vigente e listando as atividades em atraso e as causas, que foram informadas pela Secretaria de Infraestrutura e Serviços Urbanos de Russas-CE. Com o intuito de entender a dinâmica e ritmo dessa obra, e o que causou as restrições para a obra não finalizar no prazo.

Informações referentes ao andamento da obra e atrasos

Período: 30 dias – outubro/2022 – Início da obra

1ª Medição (30 dias) – Meta: 20%

Atividade Atrasadas:

- 1 – Banqueta – 18% - Atrasos na Entrega de Materiais: Formas e insumos
- 2 – Escavação Manual – 18% - Condições Climáticas Adversas: Calor
- 3 – Concreto não estrutural – 18% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos

Período: 60 dias – novembro/2022

2ª Medição (60 dias) – Meta: 40%

Todas as atividades atrasadas:

- 1 – Locação da obra – 36% - Condições Climáticas Adversas: Chuva;
- 2 – Reconformação – 36% - Equipamento com defeito: Demora no conserto;
- 3 – Pavimentação – 36% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos;
- 4 – Banqueta – 36% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos;
- 5 – Compactação – 36% - Condições Climáticas Adversas: Calor e chuva;
- 6 – Escavação Manual – 36% - Condições Climáticas Adversas: Calor e chuva;
- 7 – Concreto não estrutural – 36% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos;
- 8 – Limpeza – 36% - Condições Climáticas Adversas: Calor e chuva.

Dezembro/2022: Obra parada - 22 dias – chuvas - que causaram retrabalho, ou seja, fazendo a obra retroceder.

Período: 90 dias + Obra parada: 22 dias = 112 dias – janeiro/2023

3ª Medição (90 dias) – Meta: 55%

Todas as atividades atrasadas:

- 1 – Locação da obra – 51% - Falha na comunicação: agendamento da visita do topografo;
- 2 – Reconformação – 51% - Falha na comunicação: agendamento de maquinário;
- 3 – Pavimentação – 51% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos;
- 4 – Banqueta – 51% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos;
- 5 – Compactação – 51% - Questões de Segurança: Uso de EPI
- 6 – Escavação Manual – 52% - Condições Climáticas Adversas: Calor e chuva;
- 7 – Concreto não estrutural – 52% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos;
- 8 – Limpeza – 51% - Condições Climáticas Adversas: Calor e chuva.

Período: 142 dias - fevereiro/2023

4ª Medição (120 dias) – Meta: 70%

Atividades atrasadas:

- 3 – Banqueta – 69% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos;
- 4 – Compactação – 69% - Equipamento com defeito: demora no conserto;
- 5 – Escavação Manual – 69% - Condições Climáticas Adversas: Calor;
- 6 – Concreto não estrutural – 69% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos.

Período: 172 dias - março/2023

5ª Medição (150 dias) – Meta: 85%

Atividades atrasadas:

- 1 – Limpeza – 79% - Sem informação.

Depois de 8 dias obra foi paralisada. Motivos: ART vencida e Licença Ambiental vencida, ficando parada por 65 dias.

Período: 245 dias – junho/2023

6ª Medição (180 dias) – Meta: 100%

Todas as atividades atrasadas:

- 1 – Locação da obra – 98% - Absenteísmo;
- 2 – Reconformação – 98% - Sem informação;
- 3 – Pavimentação – 98% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos;
- 4 – Banqueta – 97% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos;
- 5 – Compactação – 98% - Sem informação;

- 6 – Escavação Manual – 95% - Sem informação;
- 7 – Concreto não estrutural – 95% - Atrasos na Entrega de Materiais: Insumos;
- 8 – Limpeza – 91% - Sem informação.

Período: 275 dias: julho/2023
 7ª Medição (210 dias) – 100 % - Obra finalizada.
 Duração total da obra: 275 dias.

3.6 Planejamento Inicial com o uso do LPS (Longo Prazo)

Esse planejamento inicial como o uso do LPS, foi feito usando os mesmos recursos, mesmas equipes e mesmos equipamentos do planejamento inicial e com as mesmas durações dos pacotes de serviços que foi usado anteriormente, dessa forma, logo nas primeiras aplicações do sistema, foi observado e avaliado os efeitos do planejamento com uso de LPS. Intuito aqui é reduzir o prazo de entrega da obra sem aumentar os custos com a mão de obra e equipamentos.

3.6.1 Planejamento Look Ahead (Médio Prazo)

Nesta fase serão estabelecidas reuniões semanais que contaram com a participação de todos os setores envolvidos na obra, com o objetivo de identificar e registrar quaisquer restrições que pudessem afetar o progresso da obra, com um horizonte de planejamento de quatro semanas à frente (4WLA). Para a obra desse estudo de caso, foi feita uma simulação, mostrado abaixo na figura 9:

Figura 9 - Planejamento Lookahead (Médio Prazo)

PLANEJAMENTO MÉDIO PRAZO			Obra: 005 - URBANOS Empreendimentos												Elaborado em: 02/03/2020		MÊS REFERENCIAL																	
			Engenheiro/Técnico(a): Fulano de tal												Revisado em:		Outubro																	
			Mestre: Beltrano												Alterado por: Fulano de tal																			
VISTO	Equipe	Pacote de Trabalho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	LISTA DE NECESSIDADES	
			S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q				
	1	Locação da Obra	P																															CONFIRMAR EQUIPE E EQUIPAMENTOS
	2	Reconformação	P																															VERIFICAR FORNECEDOR DOS MATERIAIS
	3	Pavimentação	P																															PROGRAMAR COMPACTADOR
	4	Banqueta	P																															PROGRAMAR EQUIPE, MATERIAIS E FORMAS
	5	Compactação	P																															CONFIRMAR ALUGUEL MOTONIVELADORA
	6	Escavação Manual	P																															VERIFICAR REVISÃO PROJETO
	4	Concreto não estrutural	P																															CHECAR MATERIAIS E EQUIPES
	8	Limpeza do piso	P																															CONFIRMAR EQUIPE DE LIMPEZA
			P																															
			P																															
			P																															
			P																															

Fonte: Próprio Autor

Neste planejamento de médio prazo temos um horizonte de planejamento mensal (4 semanas) que será igual para todos os meses, pois os pacotes de serviços são repetidos, onde

deve ser eliminado as incertezas, e é feito o planejamento de recursos, assim com as remoções de restrições. O foco será em cada pacote de trabalho, para verificar:

- 1 - Se tem equipamento?
- 2 - Se tem necessidade de material?
- 3 - Se tem projeto?
- 4 - Se tem recursos de mão de obra?

Portanto, verificar e programar toda parte de remoção de restrição e alocação de recursos para cada pacote de serviço, antes que aconteça, para garantir o tratamento de restrições e execução dos serviços na obra.

Para garantir que essas restrições fossem identificadas com tempo suficiente para serem resolvidas, um sistema de acompanhamento deve ser adotado, no qual a programação da quarta semana será examinada para identificar novas restrições, enquanto a programação da primeira semana será revisada para garantir que todas as atividades tivessem suas restrições resolvidas, permitindo a programação conforme o planejado.

3.6.2 Programação e Gerenciamento Semanal (Curto Prazo)

Nesta fase pode ser introduzido um sistema de "Folhas de Tarefas" que serão atribuídas aos encarregados, contendo metas diárias de produção específicas. Cada dia começava com sessões de "Check-In" conduzidas pelos encarregados, cujo propósito será de comunicar às suas equipes a programação do dia e as metas de produção que terão que alcançar. Para a programação e gerenciamento semanal, na figura 10, temos a simulação da programação e gerenciamento semanal:

Figura 10 - Planejamento Curto Prazo

PLANEJAMENTO CURTO PRAZO		Obra: 005 -Urbanos Empreendimentos						PPC	50%	MÊS	OCTUBRO
		Engenheiro/Técnico(a): Fulano de Tal						SEMANAL		REFERENCIA:	
		Mestre: Beltrano						Semana:			1
Equipe	Pacote de Trabalho	1	2	3	4	5	6	%	PROBLEMAS		
		S	T	Q	Q	S					
1T+1N+2A	Locação da obra no Trecho 1	P	E					100%			
1M+2S	Reconformação no Trecho 1	P	E					100%			
1C+4S	Pavimentação da obra no Trecho 1	P	E					0%	23. Condições Adversas do Tempo		
1S	Escavação da obra no Trecho 1	P	E					33%	23. Condições Adversas do Tempo		
		P	E								
		P	E								
		P	E								
		P	E								
DATA ELABORAÇÃO											
DATA REVISÃO											
							VISTO				

Fonte: Próprio Autor

No planejamento curto prazo, o horizonte é o acompanhamento semanal, onde acontecem reuniões semanais, para a identificação de causas e problemas, aqui o processo é sempre o mesmo no início de cada semana. O foco é identificar problemas e suas causas em

zonas de trabalho e locais onde estão as equipes daquele plano semanal, nesta fase as restrições foram removidas no planejamento anterior. Dados serão coletados e verificados para a divulgação nas reuniões semanais. Se foi ou não cumprido as atividades da semana anterior, atribuído um valor 0 até 100%, gerando um indicador muito importante PPC (controle da produção - Um dos principais indicadores de desempenho na construção civil é o Percentual de Planos Concluídos - PPC). Nas reuniões, expor os motivos que ocorrem para que a atividade não foi concluída. Assim gerar um banco de dados com os motivos da causa de atrasos.

Na figura 11, logo abaixo, temos os códigos de cada restrição:

Figura 11 - Código de cada restrição

LISTA DE PROBLEMAS USUAIS	
Mão-de-Obra	20. Modificações dos Planos
1. Absenteísmo	21. Má especificação da Tarefa
2. Baixa Produtividade (mesma equipe)	22. Atraso da Tarefa Antecedente
3. Modificação da Equipe (decisão gerencial)	23. Condições Adversas do Tempo
4. Afastamento por Acidente	
5. Falta de Programação de Mão-de-Obra	Interferência por parte do Cliente
6. Superestimação da produtividade	24. Solicitação de modificação do Serviço que já está sendo executado
7. Funcionário ou equipe foi deslocado para outra obra	25. Solicitação de inclusão de Pacote de Trabalho no Plano Diário ou Semanal
8. Funcionário ou equipe foi deslocado para outro serviço dentro da obra	26. Solicitação de Paralisação dos Serviços
	27. Indefinição por Parte do Cliente (Projeto e/ou Execução)
	28. Liberação de Serviços Extras
Materiais	
9. Falta de Programação de Materiais	29. Pré-requisito do Plano não foi Cumprido
10. Atraso na Entrega	30. Falha na Solicitação do Recurso
11. Falta por perda acima Prevista	31. Problema não Previsto na Execução
12. Falta de Materiais do empreiteiro	32. Fornecedor
	33. Falta de Comprometimento do Empreiteiro
Equipamentos	
13. Falta de Programação de Equipamento	
14. Manutenção	
15. Mau dimensionamento	
Projeto	
16. Falta de Projeto	
17. Má qualidade do Projeto	
18. Incompatibilidade entre Projeto	
19. Alteração de Projeto	

Fonte: Próprio Autor

Acima são listados 33 motivos, não é uma lista definitiva, que pode muito bem ser adaptada, se necessário poderá ser acrescentado mais outros que não foram citados nela ou retirar itens que acha que não seja relevante.

4. Resultados e Discussões

A seguir serão apresentados principais resultados obtidos na pesquisa. Inicialmente é mostrado quadros com a duração para equipe básica e outro para equipe mantém a obra no

prazo contratado, logo em seguida é apresentado um comparativo entre as durações do planejamento, em seguida motivos dos atrasos e como corrigir com o planejamento de médio e curto prazo e por último análise.

4.1 Equipe Básica, Duração da Obra e Equipe Adotada na Obra

Estes resultados foram produzidos da análise dos dados que foram coletados, analisados e processados podem ser vistos na Tabela 3 e Tabela 4, mostrada abaixo:

Tabela 3 – Quadro Inicial de Duração das Atividades, Equipe e Recursos

QUADRO DE DURAÇÃO DAS ATIVIDADES E RECURSOS - Pavimentação em Paralelepípedo																												
ATIVIDADE	UNID.	QTDE	EQUIPE BÁSICA							ÍNDICE DA EQUIPE		JORNADA (h/dia)	DIAS DA EQUIPE BÁSICA	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QTDE DE EQUIPES	RECURSOS												
			Topografo	Calçeteiro	Compactado	Pedreiro	Moto Nivelador	Nivelador	Ajudante							Servente	Topografo	Calçeteiro	Compactado	Pedreiro	Moto Nivelador	Nivelador	Ajudante	Servente				
Locação da Obra	m ²	5.912,87	1,00					1,00	2,00		0,002	h/m ²	8	2	2	1	1											
Pavimentação	m ²	5.347,69		1,00						2,67	0,15	h/m ²	8	101	101	1	1											3
Compactação	m ²	5.347,69			1,00						0,01	h/m ²	8	7	7	1		1										
Banqueta	m	1.692,37				1,00				1,67	0,15	h/m	8	32	32	1			1									2
Reconformação	m ²	5.912,87					2,00			1,00	0,0006	h/m ²	8	1	1	1							2				1	
Escavação Manual	m ³	58,09								1,00	2,93	h/m ³	8	22	22	1												1
Concreto não estrutural	m ³	58,09								1,00	10	h/m ³	8	73	73	1												1
Limpeza do piso	m ²	5.912,87								1,00	0,075	h/m ²	8	56	56	1												1
Placa da obra	m ²	12,00								1,00	2	h/m ²	8	3	3	1												1

Fonte: Próprio Autor

É importante ressaltar que está equipe e equipamentos não mantém a obra no prazo contratado, serve de base para a montar a equipe e equipamentos que cumprem com o prazo estipulado. Considerando o prazo de execução da obra, usado o processo de tentativa e erro, resultou nos dados mostrado na Tabela 4, logo abaixo:

Tabela 4 - Duração e Equipe adotada na obra

QUADRO DE DURAÇÃO DAS ATIVIDADES E RECURSOS - Pavimentação em Paralelepípedo																												
ATIVIDADE	UNID.	QTDE	EQUIPE BÁSICA							ÍNDICE DA EQUIPE		JORNADA (h/dia)	DIAS DA EQUIPE BÁSICA	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QTDE DE EQUIPES	RECURSOS												
			Topografo	Calçeteiro	Compactado	Pedreiro	Moto Nivelador	Nivelador	Ajudante							Servente	Topografo	Calçeteiro	Compactado	Pedreiro	Moto Nivelador	Nivelador	Ajudante	Servente				
Locação da Obra	m ²	5.912,87	1,00					1,00	2,00		0,002	h/m ²	8	2	2	1	1											
Pavimentação	m ²	5.347,69		1,00						2,67	0,15	h/m ²	8	101	60	2	2		2									4
Compactação	m ²	5.347,69			1,00						0,01	h/m ²	8	7	6	1		1										
Banqueta	m	1.692,37				1,00				1,67	0,15	h/m	8	32	30	1			1									2
Reconformação	m ²	5.912,87					1,00			2,00	0,0006	h/m ²	8	1	1	1						1					2	
Escavação Manual	m ³	58,09								1,00	2,93	h/m ³	8	22	22	1												1
Concreto não estrutural	m ³	58,09								1,00	10	h/m ³	8	73	30	2												2
Limpeza do piso	m ²	5.912,87								1,00	0,075	h/m ²	8	56	6	9												9
Placa da obra	m ²	12,00								1,00	2	h/m ²	8	3	2	2												2

Fonte: Próprio Autor

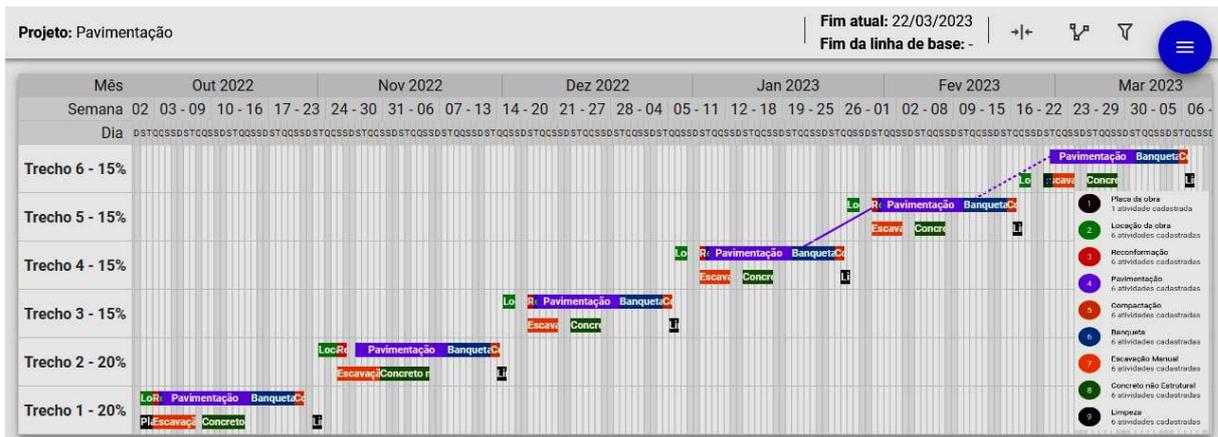
A tabela mostrar todos os resultados até agora, mas há uma mudança na coluna duração adotada (dias), essa duração é referente a obra como um todo, portanto, a duração adotada é dividida pelos números de trechos da obra que resulta na duração (dias) de cada pacote de serviços em cada trecho e assim alterou a quantidade de recursos, menos nos

pacotes de Locação de Obra, Reconformação e Escavação manual, estes ficando com sua equipe básica inalterada.

4.2 Comparativo entre planejamento inicial, planejamento LPS e Obra Real

Depois que determinou a equipe adotada para obra (Tabela 4) e duração de cada pacote de serviços, foram feitos planejamento inicial (Figura 12), planejamento inicial com LPS e linha de balanço inicial (Figura 13) e linha de balanço otimizada (Figura 14), mostrado logo a seguir:

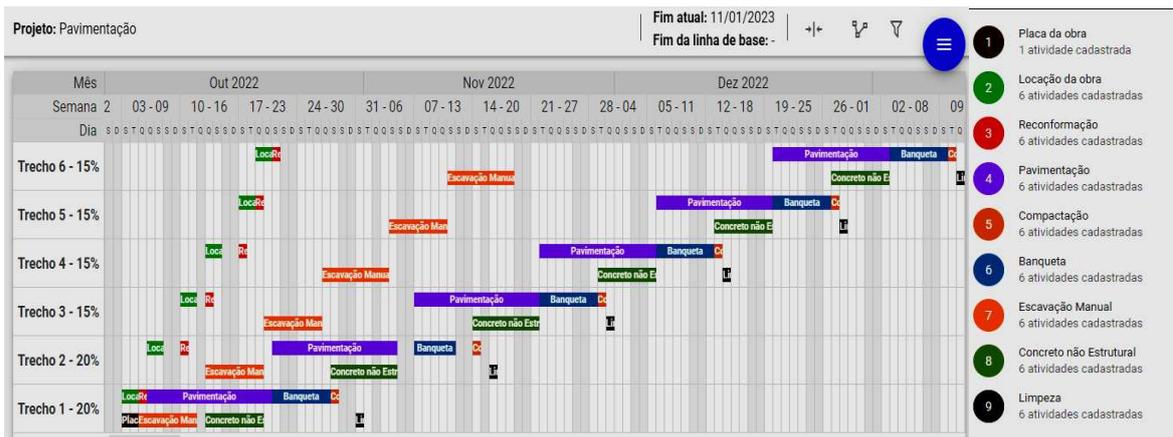
Figura 12 - Planejamento Inicial



Fonte: Próprio Autor

Nesta configuração que simular como dever ser o cronograma da obra real, temos que a obra tem início no dia 03/10/2022 e término no dia 22/03/2023, como a duração de 173 dias (contando sábados, domingos e feriados), portanto, sobrando 7 dias para a data da entrega, assim, perceber que a obra admite poucos atrasos ou praticamente nenhuma restrição em suas atividades.

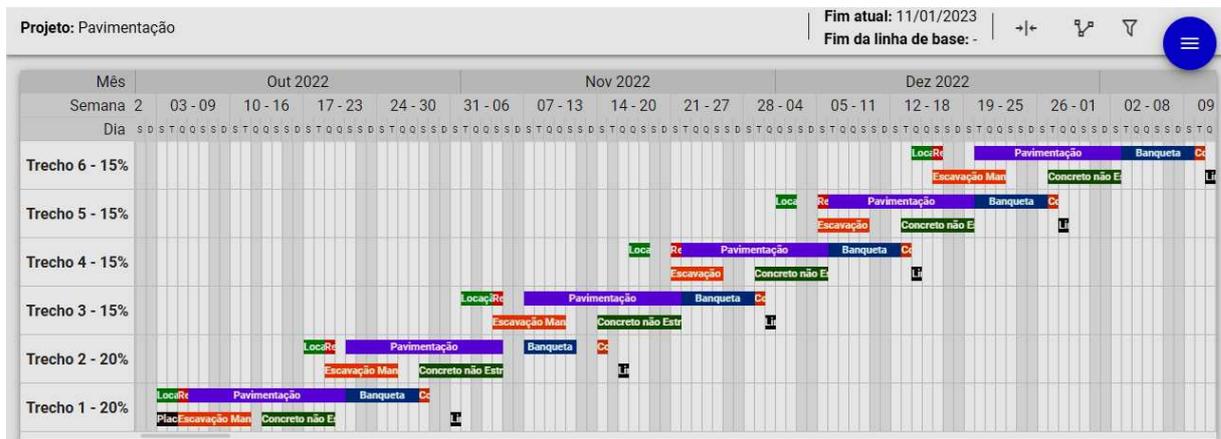
Figura 13 - Planejamento inicial com o uso LPS – Linha de Balanço Inicial



Fonte: Próprio Autor

Nesta configuração que recebe o nome de linha de balanço inicial, o início da obra é 03/10/2022 e término no dia 11/01/2023, temos que a duração da obra é de 100 dias, portanto, sobrando 80 dias para a data da entrega, aqui os recursos são os mesmos do planejamento real. Esta sobra (pulmão ou *buffer*) é importante pois poderá ser usada no caso de restrições (atrasos). Vemos que parte de cima o fluxo de atividades tente a se afastar, a linha de balanço terá que ser otimizada, fazendo com que fluxo de materiais e mão de obra, seja contínuo e não variável, assim, tornando a obra mais previsível. Isso pode ser feito como o seguinte ajuste, todas as atividades devem ter a mesma inclinação porque o ideal é que os topos esteja mais próximo possível, como mostrado na Figura 14, logo abaixo:

Figura 14 - Linha de Balanço Otimizada



Fonte: Próprio Autor

Observando a linha de balanço otimizada (Figura 14), podemos perceber que todos os pacotes de serviço têm inclinação iguais, portanto, ritmos iguais, assim tornando o consumo de recursos e materiais constante durante a duração da obra, evitando que mão de obra e recursos fique ociosos. portanto melhorando a gestão da obra.

Até aqui, vimos uma organização inicial do LPS que é formado por um estudo do pré-requisitos e um planejamento inicial da obra, que no *Last Planner* é conhecido como *Master Scheduling* (Plano Mestre), que é uma preparação inicial que vai servir de guia para as fases seguintes (planejamento Médio Prazo e Curto Prazo) e códigos de restrições, abordado na Figura 15, Figura 16 e Figura 17, abaixo:

Figura 15 - Planejamento Lookahead (Médio Prazo)

PLANEJAMENTO MÉDIO PRAZO			Obra: 005 - URBANOS Empreendimentos Engenheiro/Técnico(a): Fulano de tal												Elaborado em: 02/03/2020 Revisado em: REVISÃO: 01												MÊS REFERENCIAL Outubro					LISTA DE NECESSIDADES																	
VISTO	Equipe	Pacote de Trabalho	Mestre: Beltrano												Alterado por: Fulano de tal												Outubro																						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	S		T	Q	S	S	T	Q	S	S	T	Q	S						
	1	Locação da Obra	P																												P																	CONFIRMAR EQUIPE E EQUIPAMENTOS	
	2	Reconformação	P																												P																	VERIFICAR FORNECEDOR DOS MATERIAIS	
	3	Pavimentação	P																												P																	PROGRAMAR COMPACTADOR	
	4	Banqueta	P																												P																	PROGRAMAR EQUIPE, MATERIAIS E FORMAS	
	5	Compactação	P																												P																	CONFIRMAR ALUGUEL MOTONIVELADORA	
	6	Escavação Manual	P																												P																	VERIFICAR REVISÃO PROJETO	
	4	Concreto não estrutural	P																												P																	CHECAR MATERIAIS E EQUIPES	
	8	Limpeza do piso	P																												P																	CONFIRMAR EQUIPE DE LIMPEZA	
			P																												P																		
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																													P																	
			P																																														

desempenho na construção civil. Nessas sessões, são apresentados os motivos pelos quais uma atividade pode não ter sido concluída, alimentando assim um banco de dados com informações detalhadas sobre as causas de atrasos. Este processo proporciona uma compreensão aprofundada dos desafios enfrentados, possibilitando a implementação de estratégias proativas para otimizar o desempenho nas próximas etapas do projeto.

Na figura 17, logo abaixo, temos os códigos de cada restrição:

Figura 17 - Código de cada restrição

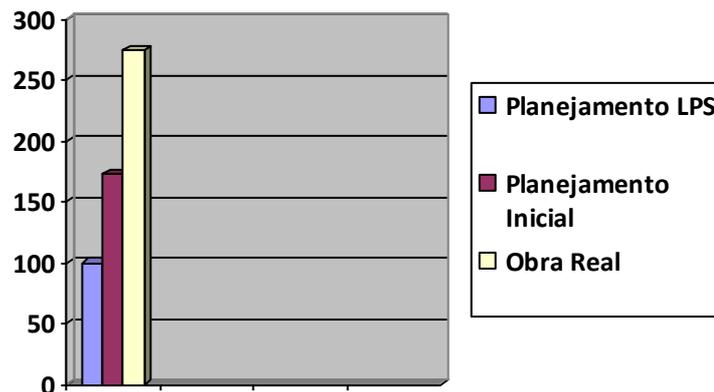
LISTA DE PROBLEMAS USUAIS	
Mão-de-Obra	20. Modificações dos Planos
1. Absenteísmo	21. Má especificação da Tarefa
2. Baixa Produtividade (mesma equipe)	22. Atraso da Tarefa Antecedente
3. Modificação da Equipe (decisão gerencial)	23. Condições Adversas do Tempo
4. Afastamento por Acidente	
5. Falta de Programação de Mão-de-Obra	Interferência por parte do Cliente
6. Superestimação da produtividade	24. Solicitação de modificação do Serviço que já está sendo executado
7. Funcionário ou equipe foi deslocado para outra obra	25. Solicitação de inclusão de Pacote de Trabalho no Plano Diário ou Semanal
8. Funcionário ou equipe foi deslocado para outro serviço dentro da obra	26. Solicitação de Paralisação dos Serviços
	27. Indefinição por Parte do Cliente (Projeto e/ou Execução)
	28. Liberação de Serviços Extras
Materiais	
9. Falta de Programação de Materiais	29. Pré-requisito do Plano não foi Cumprido
10. Atraso na Entrega	30. Falha na Solicitação do Recurso
11. Falta por perda acima Prevista	31. Problema não Previsto na Execução
12. Falta de Materiais do empreiteiro	32. Fornecedor
	33. Falta de Comprometimento do Empreiteiro
Equipamentos	
13. Falta de Programação de Equipamento	
14. Manutenção	
15. Mau dimensionamento	
Projeto	
16. Falta de Projeto	
17. Má qualidade do Projeto	
18. Incompatibilidade entre Projeto	
19. Alteração de Projeto	

Fonte: Próprio Autor

São apresentados acima 33 motivos, os quais, cabe ressaltar, não constituem uma lista definitiva. Essa relação pode ser adaptada conforme necessário, permitindo a inclusão de outros motivos relevantes que não foram mencionados ou a exclusão de itens considerados menos pertinentes.

Abaixo temos o Gráfico 1, que mostrar a diferença entre as durações dos planejamentos em relação com a duração real da obra.

Gráfico 1 - Comparativo das durações – LPS x Planejamento inicial x Obra Real



Fonte: Próprio Autor

Do Gráfico 1, pode perceber que o planejamento LPS (100 dias), levar vantagem em relação ao planejamento inicial (180 dias), na teoria a obra levar metade do tempo para ser finalizada (redução 45,55% do tempo) e se comparada com a obra real (275 dias), chegar a ser 3 vezes mais curta (isso sem aumentar os recursos (mão de obra e maquinários). Mas, na realidade o tempo de 80 dias no planejamento LPS é consumido nos atrasos e restrições da obra real, ou seja, adotar o plano mestre de 100 dias e junto com o planejamento de médio (eliminação de restrições) e curto prazo (controle da produção), aumentaria as chances de manter o prazo da obra.

4.3 Informações obtidas sobre os motivos de atraso da obra e soluções LPS

Vale ressaltar que segundo os profissionais da Secretaria de Infraestruturas e Serviços Urbanos de Russas-CE, que lidam com esse tipo de obra fazendo as medições e acompanhando o andamento, há vários motivos que causaram atrasos nesta obra, vai uma descrição deles e quais ações para recuperar o ritmo normal com a metodologia de LPS:

1 - **Escassez de Mão de Obra:** Enfrentamos dificuldades em encontrar mão de obra qualificada para executar tarefas críticas da obra. A falta de trabalhadores experientes atrasou consideravelmente o progresso e impactou a qualidade do trabalho.

Solução LPS: Desenvolver um plano de contingência para atividades que exigem trabalhadores experientes. Estabelecer parcerias com escolas técnicas e universidades para formar trabalhadores qualificados. Oferecer treinamento e desenvolvimento para trabalhadores sem experiência. Contratar trabalhadores temporários ou terceirizados.

2 - **Condições Climáticas Adversas:** Durante o período da obra, enfrentamos condições climáticas extremas, incluindo chuvas intensas, ventos fortes e temperaturas extremas, que

afetaram negativamente a produtividade da equipe e a capacidade de realizar o trabalho ao ar livre de maneira segura.

Solução LPS: Planejar atividades que podem ser realizadas em horários mais frescos, como pela manhã ou à noite. Adotar medidas de segurança para proteger os trabalhadores, como fornecer água e sombra. Monitorar as condições climáticas e ajustar os planos de trabalho conforme necessário.

3 - Atrasos na Entrega de Materiais: Experimentamos atrasos significativos na entrega de materiais essenciais para a obra, o que impossibilitou a continuidade do trabalho em várias etapas do projeto.

Solução LPS: Planejar atividades que não exigem materiais específicos primeiro. Isso ajudará a liberar recursos para atividades que exigem materiais específicos. Priorizar atividades que são críticas para o cronograma e o orçamento da obra. Isso ajudará a garantir que a obra seja concluída no prazo e no orçamento. Colabore com subcontratantes e fornecedores qualificados. Isso pode ajudar a garantir que os materiais necessários estejam disponíveis.

4 - Descobertas Inesperadas: Durante a execução da obra, surgiram problemas imprevistos, como a identificação de infraestruturas subterrâneas não mapeadas anteriormente, exigindo ajustes substanciais no projeto e no cronograma.

Solução LPS: Planejamento e execução flexíveis: O LPS permite que a equipe planeje e execute o trabalho de forma flexível, de acordo com as descobertas inesperadas. Por exemplo, a equipe pode desenvolver planos alternativos para atividades que são afetadas pelas descobertas inesperadas.

5 - Questões de Segurança: A segurança dos trabalhadores e da comunidade é uma prioridade máxima. Incidentes de segurança inesperados ocorreram, o que exigiu pausas temporárias na obra para garantir a segurança de todos os envolvidos.

Solução LPS: Planejamento e execução centrados na segurança: O LPS permite que a equipe incorpore a segurança em todas as etapas do processo de planejamento e execução. Isso é importante para garantir que as questões de segurança sejam consideradas desde o início.

4.4 Discussão sobre a importância do LPS na obra de pavimentação

A obra como um todo apresentou desde do início atrasos, como foi mostrado no capítulo 3, vemos mais bem detalhado no subtítulo 3.4.1 deste capítulo. Muito desses atrasos poderia ter sido mapeado no planejamento inicial, como mostrado no capítulo 3, nas Figura 9 e 10, as restrições que poderia surgir, seria tratada no planejamento de médio prazo (*lookhead*), onde é checada se as atividades teriam todas as condições de ocorrer, então já

fazer as devidas ações para eliminar restrições e teria garantido a sua execução com o planejamento de curto prazo, onde atuaria os colaboradores (último planejador) fazendo o controle da produção e relatando problemas assim que acontece, fazendo diminuir o tempo de espera, ou seja, menos tempo a obra ficaria parada. Assim entrando na dinâmica do *Last Planner*, se atrasar no curto prazo, irá atrasar no médio prazo e no longo prazo e, portanto, sempre no replanejamento mantendo o longo prazo sempre alinhado, atrasou já sabe o motivo do atraso e corrigir com medidas preventivas ou corretivas. Partindo do fracionamento de entregas em ciclos menores, podemos com isso, que eventuais problemas possam ser corrigidos mais rapidamente e os planejamentos serem revistos, então, evitar ou recuperar prazos atrasados, fazendo uma produção protegida.

5. Conclusão

Neste estudo de caso foi abordado a análise de uma obra de pavimentação que apresentou vários atrasos na sua execução. A simulação da aplicação do *Last Planner* nesta obra, conduzida com os dados em mão, teve os seguintes resultados:

1 – Redução nos prazos - o prazo inicial foi de 173 dias (cerca de 6 meses) no planejamento inicial, reduziu para 100 dias (em torno de 3 meses e 10 dias) com as mesmas equipes e mesmos equipamentos, dando 80 dias para ser usado com atrasos, imprevistos e possíveis retrabalhos.

2 – Otimização dos processos construtivos – os resultados obtidos por meio da programação da obra em longo prazo na linha de balanço, vimos que ainda poderíamos melhorar o processo com a otimização da linha, colocando todos os pacotes de serviços com a mesma inclinação, tirando assim o tempo ocioso de todos os recursos.

3 – Produção Protegida – com aplicação do planejamento de médio e curto prazos, formar-se uma proteção que possibilitar corrigir rapidamente os atrasos e diminui o tempo de obra parada.

Com este trabalho vimos a importância de cada fases do *Last Planner* e com elas se interligam para criar um fluxo contínuo de trabalho, assim como também protege a produção, antecipando a solução de restrições ou evitando ou recuperando atrasos.

5.1 Sugestões para pesquisas futuras

Considerando os estudos realizados nesta pesquisa, aqui estão sugestões podem orientar pesquisas futuras, visando aprimorar a compreensão e a aplicação efetiva do *Last Planner System* na gestão de projetos na construção civil:

- **Estudos de Caso Abordando Diferentes Setores:** Investigar a aplicação do LPS em uma variedade de setores da construção civil, como infraestrutura, residencial e comercial, para entender melhor a adaptabilidade da metodologia.
- **Desenvolvimento de Ferramentas Tecnológicas:** Investigar o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas específicas que possam facilitar a implementação e a gestão do LPS, integrando-se a outros sistemas de informação.
- **Avaliação de Impacto Econômico:** Realizar estudos que quantifiquem o impacto econômico da implementação do LPS, considerando custos, benefícios e retorno sobre o investimento.

REFERÊNCIAS

_____. Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.

Site da Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará (SEINFRA)
<https://www.seinfra.ce.gov.br>

ABDELHAMID, T.; SALEM, S. **Lean Construction: A New Paradigm For Managing Constructuion Projects. International Workshop On Innovations In Materials And Design Of Civil Infrastructure.** Cairo, Egito: [s.n.]. 2005.

ARANTES, P. C. F. G. **LEAN CONSTRUCTION – FILOSOFIA E METODOLOGIAS.** Dissertação Mestrado, Porto, 2008. 108.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: An Essential Step in Production Control. Journal of Construction Engineering and Management,** Janeiro 1998.

BALLARD, G.; HOWELL, G. A. **Implementing Lean Construction: Stabilizing Wrok Flow. Proceedings of the 2nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction,** Santiago, Chile, outubro 1994.

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

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

BALLARD, H. G. **The Last Planner System of Production Control.** Dissertation for the degree of Doctor Philosophy at the Faculty of Engineering of The University of Birmingham, Birmingham, May 2000.

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

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

COSTA, B. F. **Estudo Sobre Os Ganhos Obtidos Com A Adoção Do Last Planner System Aplicado Ao Planejamento E Controle Na Construção De Uma 54 Usina Hidrelétrica De Grande Porte.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 85. 2017.

FILHO, J. I. P.; ROCHA, R. A. D.; SILVA, L. M. D. **Planejamento E Controle Da Produção Na Construção Civil Para Gerenciamento De Custos.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, SC: [s.n.]. 2004. p. 8.

- FORMOSO, C. T. **A Knowledge based framework for planning house building projects.** Tese de Doutorado. [S.l.]: University of Salford. 1991. p. 341.
- HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean.** Cardiff: Lean Enterprise Research Centre, 2000.
- KOSAKA, D. Kata: **Criando A Cultura Da Melhoria Contínua.** Lean Institute Brasil, 2013.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Center for Integrated Facility Engineering, Finlandia, p. 81, agosto 1992.
- LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Is Construction Project Planning Really Doing Its Job? A Critical Examination Of Focus, Role And Process.** *Construction Management And Economics.* [S.l.]: [s.n.]. 1987. p. 243-266.
- LIMMER, C. V. **Planejamento Orçamentação e Controle de Projetos e Obras.** Rio de Janeiro: LTC, 1997.
- MACHADO, R. L. **A Sistematização de Antecipações Gerenciais no Planejamento da Produção de Sistemas da Construção Civil.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, p. 282, 2003.
- MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras.** São Paulo: Pini, 2010. OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. [S.l.]: Bookman, 1997.
- MENDES, R., JR. (1999). **Programação Da Produção Na Construção De Edifícios De Múltiplos Pavimentos** (Tese de doutorado). Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MOREIRA, M., & BERNARDES, S. (2001). **Desenvolvimento De Um Modelo De Planejamento E Controle Da Produção Para Micro E Pequenas Empresas De Construção** (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em engenharia civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MORESI, Eduardo et al. **Metodologia Da Pesquisa. Brasília.** Universidade Católica de Brasília, v. 108, p. 24, 2003.
- SACOMANO, J. B.; JÚNIOR, W. A. **Uma Análise Da Evolução Histórica Da Estrutura Funcional Do Planejamento E Controle Da Produção.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. [S.l.]: [s.n.]. 2001. p. 8.
- SHINGO, S. **A Study Of The Toyota Production System From An Industrial Engineering Viewpoint.** Cambridge: Productivity Press, 1989. SILVA, L. Checklistfacil Blog, 2021.
- TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. D. **A Construção Civil Como Instrumento Do Desenvolvimento Da Economia Brasileira.** Revista Paranaense de Desenvolvimento, n. 109, p. 9-26, 2005.
- TOSTA, J. P. **Restrições De Processos Construtivos De Edifícios: Uma Abordagem A Partir De Engenheiros De Obras.** Dissertação de Mestrado, Vitória, 2013. 163. VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. Revista SoCERJ, Rio de Janeiro, p. 383-386, 2007.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.** Free Press, Simon & Schuster, Inc. , New York, n. 2, p. 9, Abril 2003.

ANEXOS

Anexo A – Documento Composição de Preços

OBRA: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO

LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA, RUA DIVA BARBOSA MEIRELES e RUA "A"

BAIRRO: LAGOA DO TOCO

CIDADE: RUSSAS / CE

TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA

DATA: ABRIL DE 2021

COMPOSIÇÃO DE PREÇOS

C1937 - PLACAS PADRÃO DE OBRA					
Preço Adotado: 151,4700					Unid: M2
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MAO DE OBRA					
I2543	SERVENTE	H	2,0000	15,5500	31,1000
TOTAL MAO DE OBRA					31,1000
MATERIAIS					
I1691	PONTALETE / BARROTE DE 3"x3"	M	4,5000	12,6100	56,7450
I1100	ESMALTE SINTETICO	L	1,0000	24,9900	24,9900
I1725	PREGO 15X15 (1.1/4" x 13) (APROXIMADAMENTE 672UN/KG)	KG	0,1500	15,5400	2,3310
I0537	CHAPA DE AÇO GALVANIZADA ESP. 0.3MM	M2	1,0200	35,5900	36,3018
TOTAL MATERIAIS					120,3678
Total Simples					151,47
Encargos					INCLUSOS
BDI					0,00
TOTAL GERAL					151,47

OBRA: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO
LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA, RUA DIVA BARBOSA MEIRELES e RUA "A"
BAIRRO: LAGOA DO TOCO
CIDADE: RUSSAS / CE
TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA
DATA: ABRIL DE 2021

COMPOSIÇÃO DE PREÇOS

C2873 - LOCAÇÃO DA OBRA COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO (ÁREA ATÉ 5000 M2)					
Preço Adotado: 0,2600					Unid: M2
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MAO DE OBRA					
I2445	TOPOGRAFO	H	0,0020	30,3400	0,0607
I2382	NIVELADOR	H	0,0020	24,8600	0,0497
I0037	AJUDANTE	H	0,0040	16,7700	0,0671
TOTAL MAO DE OBRA					0,1775
EQUIPAMENTOS (CHORARIO)					
I0775	TEODOLITO (CHP)	H	0,0020	1,3612	0,0027
I0758	NÍVEL (CHP)	H	0,0020	0,6895	0,0014
I0700	CAMINHONETE SAVEIRO (CHP)	H	0,0010	75,0454	0,0750
TOTAL EQUIPAMENTOS (CHORARIO)					0,0791
Total Simples					0,26
Encargos					<i>INCLUSOS</i>
BDI					0,00
TOTAL GERAL					0,26

OBRA: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO
LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA, RUA DIVA BARBOSA MEIRELES e RUA "A"
BAIRRO: LAGOA DO TOCO
CIDADE: RUSSAS / CE
TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA
DATA: ABRIL DE 2021

COMPOSIÇÃO DE PREÇOS

C2893 - PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO C/ REJUNTAMENTO (AGREGADO ADQUIRIDO)					
Preço Adotado: 64,6300					Unid: M2
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MAO DE OBRA					
I2543	SERVENTE	H	0,4000	15,5500	6,2200
I0445	CALCETEIRO	H	0,1500	20,7700	3,1155
TOTAL MAO DE OBRA					9,3355
SERVIÇOS					
C0171	ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA S/PEN. TRAÇO 1:4	M3	0,0200	441,9800	8,8396
TOTAL SERVIÇOS					8,8396
EQUIPAMENTOS (CHORARIO)					
I0726	COMPACTADOR LISO TANDEM AUTOPROPELIDO (CHP)	H	0,0100	83,9284	0,8393
TOTAL EQUIPAMENTOS (CHORARIO)					0,8393
MATERIAIS					
I2527	PARALELEPIPEDO (11 X 18 CM)	UN	32,0000	1,1400	36,4800
I0111	AREIA VERMELHA	M3	0,1500	60,8800	9,1320
TOTAL MATERIAIS					45,6120
Total Simples					64,63
Encargos					INCLUSOS
BDI					0,00
TOTAL GERAL					64,63

OBRA: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO
LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA, RUA DIVA BARBOSA MEIRELES e RUA "A"
BAIRRO: LAGOA DO TOCO
CIDADE: RUSSAS / CE
TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA
DATA: ABRIL DE 2021

COMPOSIÇÃO DE PREÇOS

C0365 - BANQUETA/ MEIO FIO DE CONCRETO MOLDADO NO LOCAL					
Preço Adotado: 23,8000					Unid: M
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MAO DE OBRA					
I2543	SERVENTE	H	0,2500	15,5500	3,8875
I2391	PEDREIRO	H	0,1500	20,7700	3,1155
TOTAL MAO DE OBRA					7,0030
SERVIÇOS					
C3211	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL DE JAZIDA	M3	0,0370	4,1417	0,1532
C3268	CONCRETO P/VIBR., FCK=10MPa COM AGREGADO PRODUZIDO (S/TRANSP.)	M3	0,0340	337,0759	11,4606
C0588	CAIACÃO EM DUAS DEMÃOS COM SUPERCAL	M2	0,2500	4,4990	1,1248
C2784	ESCAVAÇÃO MANUAL SOLO DE 1A.CAT. PROF. ATÉ 1.50m	M3	0,0150	41,2075	0,6181
TOTAL SERVIÇOS					13,3567
MATERIAIS					
I2544	FORMA METÁLICA P/BANQUETAS (ALUGUEL)	M	1,0000	3,4400	3,4400
TOTAL MATERIAIS					3,4400
Total Simples					23,80
Encargos					<i>INCLUSOS</i>
BDI					0,00
TOTAL GERAL					23,80

OBRA: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO
LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA, RUA DIVA BARBOSA MEIRELES e RUA "A"
BAIRRO: LAGOA DO TOCO
CIDADE: RUSSAS / CE
TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA
DATA: ABRIL DE 2021

COMPOSIÇÃO DE PREÇOS

C3232 - RECONFORMAÇÃO/PATROLAGEM DA PLATAFORMA					
Preço Adotado: 0,0700					Unid: M2
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
EQUIPAMENTOS (CHORARIO)					
I0642	MOTO NIVELADORA (CHI)	H	0,0000	76,5747	0,0000
I0756	MOTO NIVELADORA (CHP)	H	0,0003	218,3516	0,0607
TOTAL EQUIPAMENTOS (CHORARIO)					0,0607
MAO DE OBRA					
I2543	SERVENTE	H	0,0006	15,5500	0,0086
TOTAL MAO DE OBRA					0,0086
Total Simples					0,07
Encargos					INCLUSOS
BDI					0,00
TOTAL GERAL					0,07

C1256 - ESCAVAÇÃO MANUAL CAMPO ABERTO EM TERRA ATÉ 2M					
Preço Adotado: 45,5600					Unid: M3
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MAO DE OBRA					
I2543	SERVENTE	H	2,9300	15,5500	45,5615
TOTAL MAO DE OBRA					45,5615
Total Simples					45,56
Encargos					INCLUSOS
BDI					0,00
TOTAL GERAL					45,56

OBRA: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO
LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA, RUA DIVA BARBOSA MEIRELES e RUA "A"
BAIRRO: LAGOA DO TOCO
CIDADE: RUSSAS / CE
TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA
DATA: ABRIL DE 2021

COMPOSIÇÃO DE PREÇOS

C0836 - CONCRETO NÃO ESTRUTURAL PREPARO MANUAL					
Preço Adotado: 404,8000					Unid: M3
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MAO DE OBRA					
I2543	SERVENTE	H	10,0000	15,5500	155,5000
TOTAL MAO DE OBRA					155,5000
MATERIAIS					
I0109	AREIA MEDIA	M3	0,7780	67,5000	52,5150
I0280	BRITA	M3	0,9658	76,1900	73,5843
I0805	CIMENTO PORTLAND	KG	220,0000	0,5600	123,2000
TOTAL MATERIAIS					249,2993
Total Simples					404,80
Encargos					INCLUSOS
BDI					0,00
TOTAL GERAL					404,80

C3447 - LIMPEZA DE PISO EM ÁREA URBANIZADA					
Preço Adotado: 1,1700					Unid: M2
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total
MAO DE OBRA					
I2543	SERVENTE	H	0,0750	15,5500	1,1662
TOTAL MAO DE OBRA					1,1662
Total Simples					1,17
Encargos					INCLUSOS
BDI					0,00
TOTAL GERAL					1,17

Anexo B – Memória de Cálculo

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍEDO

LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA

BAIRRO: LAGOA DO TOCO

CIDADE: RUSSAS/CE

TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA

DATA: ABRIL DE 2021

- **SERVIÇOS PRELIMINARES:**

PLACA PADRÃO DA OBRA

4,00m x 3,00m = 12,00m²

LOCAÇÃO DA OBRA COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO (ÁREA ATÉ 5000 M2) - PAVIMENTAÇÃO

TRECHO 01 (E-0 À E-2+5,00m):

Largura: $(7,38m+5,00m)/2 = 6,19m$

Extensão: 45,00m

ÁREA: 45,00m X 6,19m = 278,55m²

TRECHO 02 (E-2+5,00m À E-3+10,00m):

Largura: 5,00m

Extensão: 25,00m

ÁREA: 25,00m X 5,00m = 125,00m²

TRECHO 03 (E-3+10,00m À E-5+12,00m):

Largura: $(5,00m+7,00m)/2 = 6,00m$

Extensão: 42,00m

ÁREA: 42,00m X 6,00m = 252,00m²

TRECHO 04 (E-5+12,00m À E-7+13,00m):

Largura: $(7,00m+8,00m)/2 = 7,50m$

Extensão: 41,00m

ÁREA: 41,00m X 7,50m = 307,50m²

TRECHO 05 (E-7+13,00m À E-12):

Largura: 8,00m

Extensão: 87,00m

ÁREA: 87,00m X 8,00m = 696,00m²

ÁREA TOTAL DE PAVIMENTAÇÃO: 1.659,05m²

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍEDO

LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA

BAIRRO: LAGOA DO TOCO

CIDADE: RUSSAS/CE

TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA

DATA: ABRIL DE 2021

- **PAVIMENTAÇÃO:**

PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍEDO C/ REJUNTAMENTO (AGREGADO ADQUIRIDO) - CALÇAMENTO

TRECHO 01 (E-0 À E-2+5,00m):

Largura: $(7,38m+4,30m)/2 = 5,84m$

Extensão: 45,00m

ÁREA: 45,00m X 5,84m = 262,80m²

TRECHO 02 (E-2+5,00m À E-3+10,00m):

Largura: 4,30m

Extensão: 25,00m

ÁREA: 25,00m X 4,30m= 107,50m²**TRECHO 03 (E-3+10,00m À E-5+12,00m):**Largura: $(4,30m+6,30m)/2= 5,30m$

Extensão: 42,00m

ÁREA: 42,00m X 5,30m= 222,60m²**TRECHO 04 (E-5+12,00m À E-7+13,00m):**Largura: $(6,30m+7,30m)/2= 6,80m$

Extensão: 41,00m

ÁREA: 41,00m X 6,80m= 278,80m²**TRECHO 05 (E-7+13,00m À E-12):**

Largura: 7,30m

Extensão: 87,00m

ÁREA: 87,00m X 7,30m= 635,10m²**ÁREA TOTAL DE CALÇAMENTO: 1.506,80m²****5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO****SERVIÇOS:** PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO**LOCAL:** RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA**BAIRRO:** LAGOA DO TOCO**CIDADE:** RUSSAS/CE**TABELA:** SEINFRA 027.1 DESONERADA**DATA:** ABRIL DE 2021**BANQUETA/MEIO FIO DE CONCRETO MOLDADO NO LOCAL DIMENSÃO= (0,10x0,35x1,00)m****TRECHOS 01 AO 05 (E-0 À E-12):**

Testada Inicial: 8,55m

Lado Direito: 240,00m

Lado Esquerdo: 240,00m

Testada Final: 8,00m

EXTENSÃO TOTAL DE MEI FIO: 496,55m**RECONFORMAÇÃO/PATROLAGEM DA PLATAFORMA****TRECHO 01 (E-0 À E-2+5,00m):**Largura: $(7,38m+5,00m)/2= 6,19m$

Extensão: 45,00m

ÁREA: 45,00m X 6,19m= 278,55m²**TRECHO 02 (E-2+5,00m À E-3+10,00m):**

Largura: 5,00m

Extensão: 25,00m

ÁREA: 25,00m X 5,00m= 125,00m²**TRECHO 03 (E-3+10,00m À E-5+12,00m):**Largura: $(5,00m+7,00m)/2= 6,00m$

Extensão: 42,00m

ÁREA: 42,00m X 6,00m= 252,00m²**TRECHO 04 (E-5+12,00m À E-7+13,00m):**Largura: $(7,00m+8,00m)/2= 7,50m$

Extensão: 41,00m

ÁREA: 41,00m X 7,50m= 307,50m²**TRECHO 05 (E-7+13,00m À E-12):**

Largura: 8,00m

Extensão: 87,00m

ÁREA: 87,00m X 8,00m= 696,00m²**ÁREA TOTAL DE RECONFORMAÇÃO: 1.659,05m²**

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO

LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA

BAIRRO: LAGOA DO TOCO

CIDADE: RUSSAS/CE

TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA

DATA: ABRIL DE 2021

- **DRENAGEM (SARJETA):**
ESCAVAÇÃO MANUAL CAMPO ABERTO EM TERRA ATÉ 2M
TRECHOS 01 AO 05 (E-0 À E-12):

Lado Direito: 240,00m

Lado Esquerdo: 240,00m

VOLUME: 480,00m X 0,35m x 0,10m= 16,80m³

CONCRETO NÃO ESTRUTURAL PREPARO MANUAL

Lado Direito: 240,00m

Lado Esquerdo: 240,00m

VOLUME: 480,00m X 0,35m x 0,10m= 16,80m³

- **DIVERSOS:**
LIMPEZA DE PISO EM ÁREA URBANIZADA

TRECHO 01 (E-0 À E-2+5,00m):

Largura: $(7,38m+5,00m)/2= 6,19m$

Extensão: 45,00m

ÁREA: $45,00m \times 6,19m= 278,55m^2$

TRECHO 02 (E-2+5,00m À E-3+10,00m):

Largura: 5,00m

Extensão: 25,00m

ÁREA: $25,00m \times 5,00m= 125,00m^2$

TRECHO 03 (E-3+10,00m À E-5+12,00m):

Largura: $(5,00m+7,00m)/2= 6,00m$

Extensão: 42,00m

ÁREA: $42,00m \times 6,00m= 252,00m^2$

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO

LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA

BAIRRO: LAGOA DO TOCO

CIDADE: RUSSAS/CE

TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA

DATA: ABRIL DE 2021

TRECHO 04 (E-5+12,00m À E-7+13,00m):

Largura: $(7,00m+8,00m)/2= 7,50m$

Extensão: 41,00m

ÁREA: $41,00m \times 7,50m= 307,50m^2$

TRECHO 05 (E-7+13,00m À E-12):

Largura: 8,00m

Extensão: 87,00m

ÁREA: $87,00m \times 8,00m= 696,00m^2$

ÁREA TOTAL DE LIMPEZA: 1.659,05m²

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO
LOCAL: RUA DIVA BARBOSA MEIRELES
BAIRRO: LAGOA DO TOCO
CIDADE: RUSSAS/CE
TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA
DATA: ABRIL DE 2021

- **SERVIÇOS PRELIMINARES:**

PLACA PADRÃO DA OBRA

LOCAÇÃO DA OBRA COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO (ÁREA ATÉ 5000 M2) - PAVIMENTAÇÃO

TRECHO 01 (E-0 À E-3+15,50m):

Largura: 8,00m

Extensão: 75,50m

ÁREA: 75,50m X 8,00m= 604,00m²

TRECHO 02 (E-3+15,50m À E-6+9,50m):

Largura: (8,00m+6,00m)/2= 7,00m

Extensão: 54,00m

ÁREA: 54,00m X 7,00m= 378,00m²

TRECHO 03 (E-6+9,50m À E-10):

Largura: 6,00m

Extensão: 70,50m

ÁREA: 70,50m X 6,00m= 423,00m²

TRECHO 04 (E-10 À E-12+16,00m):

Largura: (6,00m+7,00m)/2= 6,50m

Extensão: 56,00m

ÁREA: 56,00m X 6,50m= 364,00m²

TRECHO 05 (E-12+16,00m À E-19+2,46m):

Largura: 7,00m

Extensão: 126,46m

ÁREA: 126,46m X 7,00m= 885,22m²

ÁREA TOTAL DE PAVIMENTAÇÃO: 2.654,22m²

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO
LOCAL: RUA DIVA BARBOSA MEIRELES
BAIRRO: LAGOA DO TOCO
CIDADE: RUSSAS/CE
TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA
DATA: ABRIL DE 2021

- **PAVIMENTAÇÃO:**

PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO C/ REJUNTAMENTO (AGREGADO ADQUIRIDO) - CALÇAMENTO

TRECHO 01 (E-0 À E-3+15,50m):

Largura: 7,30m

Extensão: 75,50m

ÁREA: 75,50m X 7,30m= 551,15m²

TRECHO 02 (E-3+15,50m À E-6+9,50m):

Largura: (7,30m+5,30m)/2= 6,30m

Extensão: 54,00m

ÁREA: 54,00m X 6,30m= 340,20m²

TRECHO 03 (E-6+9,50m À E-10):

Largura: 5,30m

Extensão: 70,50m

ÁREA: 70,50m X 5,30m= 373,65m²TRECHO 04 (E-10 À E-12+16,00m):

Largura: (5,30m+6,30m)/2= 5,80m

Extensão: 56,00m

ÁREA: 56,00m X 5,80m= 324,80m²TRECHO 05 (E-12+16,00m À E-19+2,46m):

Largura: 6,30m

Extensão: 126,46m

ÁREA: 126,46m X 6,30m= 796,70m²**ÁREA TOTAL DE CALÇAMENTO: 2.386,50m²****5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO****SERVIÇOS:** PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO**LOCAL:** RUA DIVA BARBOSA MEIRELES**BAIRRO:** LAGOA DO TOCO**CIDADE:** RUSSAS/CE**TABELA:** SEINFRA 027.1 DESONERADA**DATA:** ABRIL DE 2021**BANQUETA/MEIO FIO DE CONCRETO MOLDADO NO LOCAL DIMENSÃO= (0,10x0,35x1,00)m**TRECHOS 01 AO 05 (E-0 À E-12):TRECHOS 01 AO 05 (E-0 À E-19+2,46m):

Testada Inicial: 8,00m

Lado Direito: 382,46m

Lado Esquerdo: 382,46m

EXTENSÃO TOTAL DE MEI FIO: 772,92m**RECONFORMAÇÃO/PATROLAGEM DA PLATAFORMA**TRECHO 01 (E-0 À E-3+15,50m):

Largura: 8,00m

Extensão: 75,50m

ÁREA: 75,50m X 8,00m= 604,00m²TRECHO 02 (E-3+15,50m À E-6+9,50m):

Largura: (8,00m+6,00m)/2= 7,00m

Extensão: 54,00m

ÁREA: 54,00m X 7,00m= 378,00m²TRECHO 03 (E-6+9,50m À E-10):

Largura: 6,00m

Extensão: 70,50m

ÁREA: 70,50m X 6,00m= 423,00m²TRECHO 04 (E-10 À E-12+16,00m):

Largura: (6,00m+7,00m)/2= 6,50m

Extensão: 56,00m

ÁREA: 56,00m X 6,50m= 364,00m²TRECHO 05 (E-12+16,00m À E-19+2,46m):

Largura: 7,00m

Extensão: 126,46m

ÁREA: 126,46m X 7,00m= 885,22m²**ÁREA TOTAL DE RECONFORMAÇÃO: 2.654,22m²**

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO
LOCAL: RUA DIVA BARBOSA MEIRELES
BAIRRO: LAGOA DO TOCO
CIDADE: RUSSAS/CE
TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA
DATA: ABRIL DE 2021

- **DRENAGEM (SARJETA):**
ESCAVAÇÃO MANUAL CAMPO ABERTO EM TERRA ATÉ 2M
TRECHOS 01 AO 05 (E-0 À E-19+2,46m):

Lado Direito: 382,46m
 Lado Esquerdo: 382,46m

VOLUME: (764,92 X 0,35 x 0,10)m = 26,77m³

CONCRETO NÃO ESTRUTURAL PREPARO MANUAL

Lado Direito: 382,46m
 Lado Esquerdo: 382,46m

VOLUME:(764,92 X 0,35 x 0,10)m = 26,77m³

- **DIVERSOS:**
LIMPEZA DE PISO EM ÁREA URBANIZADA
TRECHO 01 (E-0 À E-3+15,50m):

Largura: 8,00m
 Extensão: 75,50m
 ÁREA: 75,50m X 8,00m= 604,00m²

TRECHO 02 (E-3+15,50m À E-6+9,50m):
 Largura: (8,00m+6,00m)/2= 7,00m
 Extensão: 54,00m
 ÁREA: 54,00m X 7,00m= 378,00m²

TRECHO 03 (E-6+9,50m À E-10):
 Largura: 6,00m
 Extensão: 70,50m
 ÁREA: 70,50m X 6,00m= 423,00m²

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO
LOCAL: RUA DIVA BARBOSA MEIRELES
BAIRRO: LAGOA DO TOCO
CIDADE: RUSSAS/CE
TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA
DATA: ABRIL DE 2021

TRECHO 04 (E-10 À E-12+16,00m):
 Largura: (6,00m+7,00m)/2= 6,50m
 Extensão: 56,00m
 ÁREA: 56,00m X 6,50m= 364,00m²

TRECHO 05 (E-12+16,00m À E-19+2,46m):
 Largura: 7,00m
 Extensão: 126,46m
 ÁREA: 126,46m X 7,00m= 885,22m²

ÁREA TOTAL DE PAVIMENTAÇÃO: 2.654,22m²

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍEDO

LOCAL: RUA "A"

BAIRRO: LAGOA DO TOCO

CIDADE: RUSSAS/CE

TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA

DATA: ABRIL DE 2021

- **SERVIÇOS PRELIMINARES:**

PLACA PADRÃO DA OBRA

LOCAÇÃO DA OBRA COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO (ÁREA ATÉ 5000 M2) - PAVIMENTAÇÃO

TRECHO 01 (E-0 À E-1+1,00m):

Largura: $(8,00m+5,00m)/2 = 6,50m$

Extensão: 21,00m

ÁREA: $21,00m \times 6,50m = 136,50m^2$

TRECHO 02 (E-1+1,00m À E-2):

Largura: $(8,00m+5,00m)/2 = 6,50m$

Extensão: 19,00m

ÁREA: $19,00m \times 6,50m = 123,50m^2$

TRECHO 03 (E-2 À E-10+7,45m):

Largura: 8,00m

Extensão: 167,45m

ÁREA: $167,45m \times 8,00m = 1.339,60m^2$

ÁREA TOTAL DE PAVIMENTAÇÃO: 1.599,60m²

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍEDO

LOCAL: RUA "A"

BAIRRO: LAGOA DO TOCO

CIDADE: RUSSAS/CE

TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA

DATA: ABRIL DE 2021

- **PAVIMENTAÇÃO:**

PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍEDO C/ REJUNTAMENTO (AGREGADO ADQUIRIDO) - CALÇAMENTO

TRECHO 01 (E-0 À E-1+1,00m):

Largura: $(7,30m+4,30m)/2 = 5,80m$

Extensão: 21,00m

ÁREA: $21,00m \times 5,80m = 121,80m^2$

TRECHO 02 (E-1+1,00m À E-2):

Largura: $(7,30m+4,30m)/2 = 5,80m$

Extensão: 19,00m

ÁREA: $19,00m \times 5,80m = 110,20m^2$

TRECHO 03 (E-2 À E-10+7,45m):

Largura: 7,30m

Extensão: 167,45m

ÁREA: $167,45m \times 7,30m = 1.222,39m^2$

ÁREA TOTAL DE CALÇAMENTO: 1.454,39m²

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO

LOCAL: RUA "A"

BAIRRO: LAGOA DO TOCO

CIDADE: RUSSAS/CE

TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA

DATA: ABRIL DE 2021

BANQUETA/MEIO FIO DE CONCRETO MOLDADO NO LOCAL DIMENSÃO= (0,10x0,35x1,00)m
TRECHOS 01 AO 03 (E-0 À E-10+7,45m):

Testada Inicial: 8,00m

Lado Direito: 207,45m

Lado Esquerdo: 207,45m

EXTENSÃO TOTAL DE MEI FIO: 422,90m

RECONFORMAÇÃO/PATROLAGEM DA PLATAFORMA

TRECHO 01 (E-0 À E-1+1,00m):

Largura: $(8,00m+5,00m)/2= 6,50m$

Extensão: 21,00m

ÁREA: $21,00m \times 6,50m= 136,50m^2$

TRECHO 02 (E-1+1,00m À E-2):

Largura: $(8,00m+5,00m)/2= 6,50m$

Extensão: 19,00m

ÁREA: $19,00m \times 6,50m= 123,50m^2$

TRECHO 03 (E-2 À E-10+7,45m):

Largura: 8,00m

Extensão: 167,45m

ÁREA: $167,45m \times 8,00m= 1.339,60m^2$

ÁREA TOTAL DE RECONFORMAÇÃO: 1.599,60m²

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO E CUBAÇÃO

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO

LOCAL: RUA "A"

BAIRRO: LAGOA DO TOCO

CIDADE: RUSSAS/CE

TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA

DATA: ABRIL DE 2021

- **DRENAGEM (SARJETA):**
ESCAVAÇÃO MANUAL CAMPO ABERTO EM TERRA ATÉ 2M
TRECHOS 01 AO 03 (E-0 À E-10+7,45m):

Lado Direito: 207,45m

Lado Esquerdo: 207,40m

VOLUME : $414,85 \times 0,35m \times 0,10m= 14,52m^3$

CONCRETO NÃO ESTRUTURAL PREPARO MANUAL

TRECHOS 01 AO 03 (E-0 À E-10+7,45m):

Lado Direito: 207,45m

Lado Esquerdo: 207,40m

VOLUME : $414,85 \times 0,35m \times 0,10m= 14,52m^3$

- **DIVERSOS:**
LIMPEZA DE PISO EM ÁREA URBANIZADA
TRECHO 01 (E-0 À E-1+1,00m):
Largura: $(8,00m+5,00m)/2= 6,50m$
Extensão: 21,00m
ÁREA: $21,00m \times 6,50m= 136,50m^2$
TRECHO 02 (E-1+1,00m À E-2):
Largura: $(8,00m+5,00m)/2= 6,50m$
Extensão: 19,00m
ÁREA: $19,00m \times 6,50m= 123,50m^2$
TRECHO 03 (E-2 À E-10+7,45m):
Largura: 8,00m
Extensão: 167,45m
ÁREA: $167,45m \times 8,00m= 1.339,60m^2$
ÁREA TOTAL DE LIMPEZA: 1.599,60m²

Anexo C – Memorial Descritivo

8. MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES

SERVIÇOS: PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO

LOCAL: RUA NICÁCIA ALVES DE SOUSA, RUA DIVA BARBOSA MEIRELES e RUA "A"

BAIRRO: LAGOA DO TOCO

CIDADE: RUSSAS/CE

TABELA: SEINFRA 027.1 DESONERADA

DATA: ABRIL DE 2021

1.0 GENERALIDADE

- O presente Memorial Descritivo referi-se a execução completa por empreitada global da PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO

2.0 NORMAS GERAIS

- A CONTRATADA será a única responsável pelo fornecimento de materiais, mão-de-obra com leis e encargos sociais, equipamentos, aparelhos, ferramentas, impostos, licenças e taxas, assim como todas as despesas necessárias à completa execução da obra.
- As obras contratadas serão executadas rigorosamente de acordo com as presentes especificações e projeto, todos devidamente aprovados e fornecidos pela PREFEITURA.
- Todos os materiais e mão de obra a empregar deverão ser comprovadamente de 1ª qualidade, acabamento esmerado e satisfazer rigorosamente às presentes especificações.
- Em caso de dúvidas ao projeto será solicitado a fiscalização
- Todos os matérias e trabalhos, que assim e requeiram, deverão ser totalmente protegidos contra danos de qualquer natureza, durante o período de construção.
- Todo o material a ser aplicado deverá ter prévia aprovação da fiscalização.
- Serão sempre impugnados pela FISCALIZAÇÃO todos os trabalhos que não satisfaçam às condições contratuais, ficando a CONTRATADA obrigada a demolir e refazer os trabalhos rejeitados sem prejuízo dos custos e prazos contratuais.
- A CONTRATADA tomará responsável perante a PREFEITURA pela execução de serviços a que venha sub-empregar com terceiros.
- A CONTRATADA Tomará as precauções necessárias para a segurança aplicável por leis Federais, Estaduais e Municipais. A CONTRATADA é a única responsável pelos serviços a serem executados, ficando a PREFEITURA isenta de qualquer responsabilidade civil em virtude de danos corporais e/ou matérias causados a terceiros, decorrentes da execução das obras aqui contratadas.
- A PREFEITURA nomeará um engenheiro fiscal que a representará na direção da obra. Suas decisões, instruções, interpretações serão imperativas como se fossem emitidas pela própria PREFEITURA.
- A CNTRATADA manterá na obra um diário, a qual fará anotações de todas as ocorrências, instruções da FISCALIZAÇÃO e as condições atmosféricas. A PREFEITURA receberá a 1ª via destas anotações.

- A aprovação dos projetos nos órgãos competentes caberá à CONTRATADA que assumir a responsabilidade pela obra, obtendo-se daí a licença de construção. Todas as demais licenças necessárias para execução e término da obra até sua entrega, serão providenciadas pela CONTRATADA e incluídas no custo da obra.
- Eventuais modificações nos projetos e especificações só serão admitidas quando aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.
- A firma licitada deverá vistoriar o local da obra, pois será considerada como conhecedora do mesmo, bem como das dificuldades que oferece o terreno
- Serão adotadas as normas técnicas vigentes, assim como todos os princípios da boa técnica de execução e de acabamentos, sendo os casos omissos solucionados pela FISCALIZAÇÃO.
- Ficam fazendo parte integrante das presentes especificações no que forem aplicáveis, às normas Brasileiras pela ABNT.

CONCLUSÃO

CONHECIMENTO DAS OBRAS

- A contratada deve estar informada de tudo o que se relaciona com a natureza e localização das obras
- A contratada deve estar plenamente informada de tudo que se relaciona com os tipos, qualidades e quantidades dos materiais.
- A contratada deve estar informada de todo tipo dos serviços de mão de obra que será executada de 1ª qualidade.

CANTEIRO DE OBRA

- Toda instalação e manutenção do canteiro serão de responsabilidade da contratada.
- Todos os equipamentos e materiais de proteção serão de responsabilidade da contratada.
- Toda segurança da obra terá que ser protegida e conservada, com sinalização diária em cavalete de madeira e noturna com pontos de luz.

3.0- METODOLOGIA

3.1- SERVIÇOS PRELIMINARES

3.1.1 – PLACA DA OBRA

Será padronizada de acordo com as normas do Governo

3.1.2 - LOCAÇÃO DA OBRA COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO

Serão definidos os alinhamentos das margens e demarcações e nivelamentos.

3.2- PAVIMENTAÇÃO

3.2.1- PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDO COM REJUNTAMENTO / CIMENTO E AREIA GROSSA (TRAÇO 1:4)

Todas pedras graníticas a serem utilizadas na obra, serão de pedreira indicada pela fiscalização, deverão ser geométrica hexaedro cujas faces opostas não paralelas e congruentes fragmentos de pedra tal que o lado menor não pode ser

inferior 12cm, e o lado maior não pode ser inferior a 22cm.

O assentamento das rochas deverá ser feito com justaposição, de modo a não existirem juntas que comprometam a estabilidade de pavimento, após o que se fará à compactação, por meios mecânicos, desde que se atendam as condições técnicas exigidas pela Fiscalização, que, para tal, poderá submeter o pavimento a testes de carga estática, dinâmica e rejunte cimento e areia traço de acordo com as normas da ABNT.

Sobre o leito regularizado da via, espalhar-se uma camada uniforme de areia, com espessura de 20cm, isenta de toda e qualquer matéria orgânica, sobre a qual se executará o calçamento de pedra em paralelepípedo.

OBS: Haja visto que, seu custo já está incluído no calçamento (conforme tabela seinfra 027.1 DESONERADA)

3.2.2- BANQUETA/ MEIO FIO DE CONCRETO P/ VIAS URBANAS (1,00mx0,35mx0,10m)

Serão em pedra pré moldada e terão as seguintes dimensões:

O rejuntamento far-se-á com argamassa de cimento e areia no traço 1:4, devendo-se preencher totalmente os espaços entre as peças.

OBS: Todo o meio fio receberá uma caiação em duas demãos ou hidracor.

3.2.3 - RECONFORMAÇÃO/PATROLAGEM DA PLATAFORMA

Será feito todo patrolamento definindo os bordos e nivelamento das linhas d' água.

3.3 – DRENAGEM (SARJETA)

3.3.1- ESCAVAÇÃO MANUAL CAMPO ABERTO EM TERRA ATÉ 2M

Todas as escavações serão definidas de acordo com as medidas. (0,35m X 0,10m)

3.3.1- CONCRETO NÃO ESTRUTURAL PREPARO MANUAL

Todas as sarjetas serão de concreto (0,35m X 0,10m) definindo as linhas d' águas.

3.4- DIVERSOS

3.4.1- LIMPEZA DE PISO EM ÁREA URBANIZADA

Depois de concluir toda a pavimentação será feito uma limpeza geral.