

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Caroline Contini

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO COM A  
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA LAST PLANNER SYSTEM NA OBRA  
DE UM VIADUTO EM SANTA MARIA - RS**

Santa Maria, RS  
2019

**Caroline Contini**

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO COM A  
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA LAST PLANNER SYSTEM NA OBRA DE UM  
VIADUTO EM SANTA MARIA - RS**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia Civil  
do Centro de Tecnologia, Universidade  
Federal de Santa Maria, como parte dos  
requisitos necessários à obtenção do título de  
Engenheira Civil.**

Orientadora: Prof<sup>a</sup>.Dra.Tatiana Cervo

Santa Maria, RS  
2019

**Caroline Contini**

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO COM A  
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA LAST PLANNER SYSTEM NA OBRA DE UM  
VIADUTO EM SANTA MARIA - RS**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia Civil do  
Centro de Tecnologia, Universidade Federal de  
Santa Maria, como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do título de Engenheira  
Civil.**

**Aprovado em 12 de dezembro de 2019:**

---

**Tatiana Cervo, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**  
Orientadora

---

**Mirela Schramm Tonetto (UFSM)**

---

**Fernando Marcuzzo Dotto (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2019

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a minha família por sempre incentivar meu estudo e me apoiar em todos os momentos. Minha mãe, Ana Maria, minha inspiração de força e caráter, meu irmão André, que sempre me incentivou a ser uma pessoa melhor e a minha irmã Juliane, que é a minha segunda referência de mulher, que sempre me instiga a dar o meu melhor.

Agradeço também meu namorado Thalles, por todo amor, por trazer alegria e leveza para os meus dias. Aos meus amigos, Marília, Kelly, Willian e Igor, por sempre estarem ao meu lado.

Muito obrigada UFSM, por proporcionar tanto aprendizado, e pela oportunidade de participar da Base Júnior. Muito obrigada pelos excelentes professores que me ensinaram a exercer a profissão com ética e humanidade. Em especial a professora Tatiana Cervo que aceitou ser minha orientadora e fazer parte desta última entrega na minha graduação.

## RESUMO

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenharia Civil.

### ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO COM A APLICAÇÃO DA FERRAMENTA LAST PLANNER SYSTEM NA OBRA DE UM VIADUTO EM SANTA MARIA - RS

AUTORA: CAROLINE CONTINI

ORIENTADORA: TATIANA CERVO

A utilização de ferramentas de planejamento na construção civil permite que as empresas consigam ter um crescimento produtivo e impactem positivamente sobre seus *stakeholders*. A realização do estudo de caso sobre o Planejamento e Controle de Produção (PCP) e a utilização do Last Planner System (LPS) permite avaliar os pontos positivos e negativos da metodologia. Neste trabalho, buscou-se entender o que a bibliografia traz sobre o método de planejamento PCP e analisar uma empresa de médio porte que o utiliza em suas obras. Essa análise desenvolveu-se em um acompanhamento semanal utilizando o indicador de Porcentagem de Pacotes Concluídos (PPC), que permite traçar e controlar as tarefas a serem realizadas diariamente, assim como, encontrar os problemas para o não cumprimento das mesmas. Durante um período de seis meses pode-se observar o desenvolver do planejamento de médio prazo “*lookahead*” e o planejamento de curto prazo, além de entender as necessidades de replanejamento na presença de restrições de execução.

**Palavras-chave:** Planejamento; Porcentagem de Pacotes Concluídos; *Last Planner System*.

## **ABSTRACT**

Abstract of Undergraduate Project presented to UFSM as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

### **ANALYSIS OF PLANNING AND PRODUCTION CONTROL WITH THE LAST PLANNER SYSTEM TOOL APPLICATION IN ROAD WORKS IN SANTA MARIA - RS**

**AUTHOR: CAROLINE CONTINI**

**ADVISOR: TATIANA CERVO**

The application of planning tools in the construction industry allows companies to achieve productive growth and positively impact their stakeholders. The execution of a case study on the Planning System, and the use of the Last Planner System (LPS) allow to verify the positive and negative points of the methodology. In this present work, the goal is to understand what the literature review brings about the planning method and to analyze a regional company that uses it. This analysis was developed in a weekly follow-up using the Percent Plan Complete (PPC) indicator, which allows to plan and control the tasks to be performed daily, and also, to find the reasons why planned work is not done. Over a six-month period, the research development of medium-term “lookahead” planning and short-term planning, to understand replanning needs in the presence of execution constraints.

**Keywords:** Planning, Percent Plan Complete, Last Planner System.

# SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b>	4
<b>RESUMO</b>	5
<b>ABSTRACT</b>	6
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2. OBJETIVOS	14
<b>1.2.1 Objetivo geral</b>	14
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b>	14
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	15
2.1 PLANEJAMENTO	15
<b>2.1.1 Planejamento e Controle de Produção (PCP)</b>	16
<b>2.1.2 Lean Construction</b>	17
<b>2.1.3 Last Planner System</b>	18
<i>2.1.3.1 Planejamento de longo prazo</i>	19
<i>2.1.3.2 Planejamento de médio prazo</i>	20
<i>2.1.3.3 Planejamento de curto prazo</i>	21
<b>2.1.4 Percentual de Pacotes Concluídos - PPC</b>	22
<b>3. METODOLOGIA</b>	25
3.1 CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA E OBRA EM ESTUDO	25
3.2 PROCESSOS CONSTRUTIVOS	27
<b>4. RESULTADOS E ANÁLISE</b>	32
4.1 APLICAÇÃO DO LAST PLANNER	32
<b>4.1.1 Restrições</b>	33
<b>4.1.2 Causas de não cumprimento dos pacotes</b>	34
<b>4.1.3 Análise da aplicação do PPC semanal:</b>	36
<b>1ª semana de análise - de 11 a 17 de fevereiro:</b>	37
<b>2ª semana de análise - de 18 a 24 de fevereiro:</b>	37
<b>3ª semana de análise - de 25 de fevereiro à 03 de março:</b>	38
<b>4ª semana de análise - de 04 a 10 de março:</b>	39
<i>4.1.3.1 Análise do mês de fevereiro:</i>	40
<i>4.1.3.2 Análise do mês de março:</i>	41

<i>4.1.3.3 Análise do mês de abril:</i>	42
<i>4.1.3.4 Análise do mês de maio:</i>	43
<i>4.1.3.5 Análise do mês de junho</i>	44
<i>4.1.3.6 Análise do mês de julho:</i>	45
<b>4.1.4 Gráfico do Registro de Problemas:</b>	46
<b>4.1.5 Resultado do PPC semestral</b>	47
<b>4.1.6 Análise dos Resultados</b>	48
<b>5. CONCLUSÕES</b>	51
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	53
<b>ANEXO A – IMAGEM 3D DO VIADUTO</b>	56



## Lista de Figuras

Figura 1 - Métodos de Planejamento.....	19
Figura 2 - Gráfico de Gantt .....	20
Figura 3 - Processo de Planejamento Last Planner .....	21
Figura 4 - Porcentagem de Pacotes Concluídos.....	23
Figura 5 - Ramos do Viaduto .....	25
Figura 6 - Modelo Pórtico .....	28
Figura 7 - Tubulão.....	29
Figura 8 - Travessa de Ligação.....	29
Figura 9 – Pilares e travessas.....	30
Figura 10 - Lajes .....	31
Figura 11 - Planilha do PPC.....	33
Figura 12 - Planilha de Restrições .....	34
Figura 13 - PPC de fevereiro .....	41
Figura 14 - PPC de março .....	42
Figura 15 - PPC de abril .....	43
Figura 16 - PPC de maio.....	44
Figura 17 - PPC de junho.....	45
Figura 18 - PPC de julho.....	46
Figura 19 - Gráfico de Problemas .....	47
Figura 20 - PPC semestral.....	48

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Lista de Problemas .....	35
Tabela 2 - PPC 18 .....	37
Tabela 3 - PPC 19 .....	38
Tabela 4 - PPC 20 .....	39
Tabela 5 - PPC 21 .....	40

## **Lista de Siglas**

**PPC – PERCENTUAL DE PACOTES CONCLUÍDOS**

**LPS – LAST PLANNER SYSTEM**

**PCP – PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO**

**IRR – ÍNDICE DE REMOÇÃO DE RESTRIÇÕES**

**CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES**

**PBQP-H - PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT.**

**SIAC – SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE EMPRESAS DE SERVIÇOS E OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

## 1. INTRODUÇÃO

A importância do transporte rodoviário no país cresce a cada ano. Segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT), 60% do transporte de cargas e mais de 90% dos deslocamentos de passageiros do Brasil são feitos por rodovias. Por isso, é de suma importância a realização de fortes investimentos em infraestrutura de transporte, para oferecer segurança a motoristas, passageiros e pedestres e também para favorecer o desenvolvimento do setor e o crescimento econômico.

Para Albano (2016),

“A construção de uma via de transporte, de qualquer que seja a modalidade, movimenta a economia e promove o desenvolvimento regional. As diferentes esferas do governo também têm interesse (social, econômico e político) na implementação de infraestrutura viária, pois vias de transportes são agentes de integração e de desenvolvimento global.”

Frente a isso, existem empresas que tentam se ajustar em licitações e que precisam executar os projetos rodoviários da forma mais eficiente possível para garantir sua sustentabilidade.

Segundo Abram (2001),

“...na economia moderna não pode o empresário correr riscos na execução de obras, principalmente as rodoviárias. Ênfase especial deve ser dada ao planejamento como forma de orientar os gerentes envolvidos. Isso não só facilitará a execução, como permitirá um perfeito domínio das quantidades e custos envolvidos.”

Roehrs (2012) afirma que para um empreendimento ser bem-sucedido é fundamental a existência do planejamento, principalmente quando há pouca disponibilidade de recursos, instabilidade no mercado e demais adversidades. Utiliza-se do planejamento para canalizar as informações e conhecimentos necessários para estruturar a execução.

Mattos (2010) lista alguns dos principais benefícios de se realizar um planejamento, sendo alguns deles: o conhecimento pleno da obra, a detecção de situações desfavoráveis, agilidade de decisões, relação com o orçamento, otimização da alocação de recursos, padronização, criação de dados históricos, entre outros. Mattos (2010) afirma “Planejar é pensar, aplicar, controlar e corrigir a tempo. O planejamento envolve várias etapas que não podem ser descartadas por falta de tempo ou por excesso de confiança na própria experiência.”

Segundo Krainer (2013) as empresas da construção civil estão em busca por ferramentas que auxiliem na gestão empresarial desde 1990. A utilização de metodologias de planejamento permite o controle de produção e a tomada de decisão de forma ágil.

A aplicação do Planejamento e Controle de Produção (PCP) auxilia na gestão da mão-de-obra e dos insumos, através da decomposição das metas mensais em atividades semanais, além do controle de prazos.

Para Formoso (2001), o fato de uma empresa possuir um processo bem estruturado de Planejamento e Controle de Produção (PCP) é fundamental devido ao mesmo influenciar diretamente no desempenho do setor da produção, obtendo aumento na produtividade, diminuição de perdas na produção e agregando qualidade aos produtos.

No estudo de caso aplicado na obra do viaduto, a análise da aplicação do PCP, permitirá avaliar o planejamento e a execução baseado no sistema Last Planner System, utilizando o indicador de Porcentagens de Pacotes Concluídos (PPC) para o controle do planejamento de curto prazo.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O interesse neste tema surgiu devido ao estágio não obrigatório que a autora realizava na empresa, onde ela foi apresentada a metodologia do Last Planner System. Com isso, surgiu a motivação de se aprofundar no assunto e a oportunidade de realizar um estudo de caso para analisar os resultados desta ferramenta em uma das obras da empresa.

Pesquisas realizadas anualmente pelo PMI – Project Management Institute, trazem que a gestão de projetos, independente do cenário econômico que a encontra, sofre problemas de aplicação. Há mais de 10 anos, os estudos apontam para problemas na definição do escopo, ou escopo mal detalhado, impactando em todas as áreas do gerenciamento de projetos. Outro estudo no ano de 2014 demonstrou que mais de 50% das empresas pesquisadas apresentam variações nos custos. Em outras linhas, o projeto foi planejado com um custo inicial e no final de seu desenvolvimento deparou-se com outros custos maiores (CONSTRUMANAGER, 2015).

Para que as empresas comecem a ver as vantagens no planejamento é importante que as universidades realizem estudos de caso e tragam resultados da aplicação dos mesmos.

Segundo Costa (2017),

“A introdução de um rigoroso processo de planejamento através do Last Planner System ajuda a assegurar que as atividades sejam entregues conforme o prazo, custo e qualidade. Isso ocorre através da criação de fluxo contínuo e do conceito de proteção da produção que exerce papel fundamental mitigando a expressiva variabilidade encontrada na construção civil.”.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Realizar um estudo de caso em um viaduto da duplicação do trecho rodoviário de Santa Maria- RS, com o objetivo de acompanhar a metodologia de Planejamento e Controle de Produção (PCP) com foco na ferramenta Last planner System (LPS). E através deste, analisar a aplicação do planejamento de médio prazo e curto prazo e por fim, caracterizar os prós e contras do indicador PPC.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Descrever etapas construtivas de um viaduto
  
- Realizar o acompanhamento do planejamento de médio prazo e do planejamento de curto prazo de um período de seis meses.
  
- Identificar os problemas para o não cumprimento dos pacotes.
  
- Avaliar a aplicação do PPC durante seis meses.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PLANEJAMENTO

Para Mattos (2010) “O planejamento da obra é um dos principais aspectos do gerenciamento, conjunto de amplo espectro, que envolve também orçamento, compras, gestão de pessoas, comunicações, etc.” Mattos (2010) também traz que, ao planejar, o gerente consegue entender o andamento da obra e assim priorizar as ações, além de acompanhar e comparar o estágio da obra com a linha de base referencial e assim tomar providências em tempo hábil na presença de algum desvio.

Segundo Araújo e Meira (1997) é necessário um planejamento racional, através da harmonia entre os recursos físicos e financeiros para que se alcancem os objetivos da empresa de forma eficiente. Eles salientam que “deficiências na administração da produção podem ocasionar falta ou excesso de mão-de-obra e materiais, atrasos e interrupções na produção.”

Limmer (2015 apud COSTA, 2017), enfatiza que para se avaliar a qualidade do que foi planejado e programado é importante a realização do controle. O planejamento e controle se complementam, onde o planejamento busca antecipar as decisões e o controle verifica os desvios que aconteçam além do planejado.

Sanvicente (2000, apud STROHAECKER, 2017), traz o conceito de que planejar é estabelecer previamente as atividades e recursos para um período de tempo para que se previna possíveis causas de atrasos nas atividades que necessitam ser executadas.

Mattos (2010) traz um roteiro para a realização de um planejamento, onde primeiro se identificam as atividades, que compõem o cronograma da obra; em seguida definição das durações, que seria a determinação do tempo de execução de cada atividade; a definição da precedência, que analisa a dependência entre as atividades; montagem do diagrama de rede, que nada mais é do que a representação gráfica das atividades interligadas, identificação do caminho crítico, onde se verifica no diagrama de redes quais são as sequências de atividades que podem levar mais tempo, e a essas atividades nomeiam-se “atividades críticas” e finaliza-se com a criação do cronograma e cálculo de folgas.

Abram (2001) afirma que:

“A deficiência do planejamento pode trazer consequências desastrosas para uma obra e, por extensão, para a empresa que a executa. Um descuido em uma atividade pode acarretar atrasos e escalada de custos, assim como colocar em risco o sucesso do empreendimento.”

E segundo Resende (2013) atrasos são um problema grave e que pode prejudicar todos os envolvidos no projeto. Além de afetar o contrato da obra pode afetar no controle de custos, pois provoca a extensão dos trabalhos ou a aceleração utilizando mais meios. Devido a isso a qualidade do produto final, nessa busca por reparar os danos, acaba sendo prejudicada.

### **2.1.1 Planejamento e Controle de Produção (PCP)**

Araújo e Meira (1997) trazem que:

“Planejamento e controle são atividades essenciais em qualquer ramo de atividade industrial. No contexto da construção civil, a execução de qualquer empreendimento exige uma combinação de recursos (materiais, mão-de-obra, equipamentos e capital), os quais estão sujeitos a limites e restrições. A alocação de recursos no devido tempo e o fornecimento de dados e fatos para o controle somente são possíveis através de um eficiente sistema de planejamento e programação.”

Segundo Angelim (2009) “O planejamento e controle da produção (PCP) se caracteriza por um conjunto de estratégias e ferramentas que sendo adequadamente usadas por uma organização influenciam positivamente a eficiência do seu sistema produtivo.”

Para Araújo e Meira (1997) o que influi na ação gerencial é o controle através do acompanhamento. Ter o controle é identificar e quantificar os desvios e assim adotar medidas corretivas para retomar ao planejamento ideal. Araújo e Meira (1997) afirmam que “O controle gerencial nada mais é que a comparação sistemática entre o previsto e o realizado, tendo como objetivo fornecer subsídios para as análises físicas, econômicas e financeiras e estabelecer os critérios lógicos para a tomada de decisões.”

O PCP tem sido incorporado na construção civil brasileira graças ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que é um dos instrumentos utilizados pelo governo federal, para atingir o acordo firmado na Carta de Istambul em 1996, com o objetivo de organizar o setor da Construção Civil (CASADO, 2014). O PBQP-H busca certificar empresas que



seguem os requisitos do Sistema de Análise da Conformidade de Serviços e Obras (SIAC), ou seja, implementam normas que visam a qualidade e a produtividade. E em todos níveis de certificação exige-se o planejamento de obra, que abrange tanto o Planejamento de Qualidade da Obra, como o Planejamento da Execução da Obra, que utiliza a planilha de Porcentagem de Pacotes Concluídos (PPC).

### **2.1.2 Lean Construction**

Pádua (2014), cita a história da Produção Enxuta, que surgiu em 1950, com a montadora japonesa Toyota para alcançar empresas mundiais que lideravam o mercado automobilístico. O método utilizado buscava especificar os processos envolvidos na produção do produto ou serviço, buscando controlar os desperdícios e reduzir o tempo de produção. Esse sistema ficou conhecido como Lean Manufacturing, trazendo uma nova filosofia produtiva não somente para a indústria automobilística, mas impactando em todas as áreas que permitiam um gerenciamento de processos.

Koskela (1992) analisa a aplicação dessa nova filosofia de produção na construção civil através de um novo conceito, o Lean Construction, que permite uma nova análise dos processos produtivos na construção civil. Koskela salienta a importância do planejamento e do controle, uma vez que, medições possibilitam a identificação de potenciais melhorias e auxiliam o monitoramento dos processos alcançados.

O Lean Construction busca apresentar um novo sistema organizacional no intuito de aumentar a produtividades e ter menos atrasos. Seu objetivo é diminuir o desperdício de materiais, qualificando a mão de obra e ajustando as falhas de planejamento e gerenciamento. (ROCHA, 2009 apud STROHAECKER, 2017).

Pádua (2014) traz os princípios do Lean Construction baseados no trabalho de Koskela (1992), sendo o primeiro princípio proposto o de reduzir atividades que não agregam valor ao produto final. Um exemplo que ele traz para esse tipo de ação é a eliminação de processos de transporte de materiais em uma cadeia produtiva. Contudo, ressalta que “esse princípio não deve ser aplicado sem critérios, já que muitos processos de fluxo são necessários para a produção, como inspeções de qualidade, treinamentos de equipes, entre outros”.

O segundo ponto é aumentar o valor do produto considerando as necessidades do cliente. Essas necessidades já devem ser consideradas na concepção do produto e também na gestão da cadeia produtiva.

Reduzir a variabilidade dos processos, garantindo uma uniformidade produtiva. O que resulta em produtos de maior qualidade e maior satisfação do cliente. Outro princípio seria a redução do tempo de ciclos dos processos, da filosofia Just in Time, que seria a soma dos tempos de todas as etapas envolvidas na produção.

A redução no número de etapas do processo, busca otimizar os processos, o que permite garantir menores perdas de valor ao produto e também redução no tempo de produção. Outro fator importante é aumentar a flexibilidade de saída dos produtos finais, o que permite que o cliente tenha mais opções de escolha sem aumento do valor do produto na produção. E por fim, o aumento da transparência dos processos, o que facilita na identificação de possíveis melhorias.

Segundo Bernardes (2003, apud DIEHL, 2017), a melhor maneira de utilizar a metodologia Lean em empresas construtoras é através de técnicas e ferramentas de planejamento e controle da produção (PCP). Isto gerou um avanço importante nos estudos sobre PCP em empresas de construção civil, principalmente quanto à aplicação do método Last Planner System (LPS) para o controle da produção.

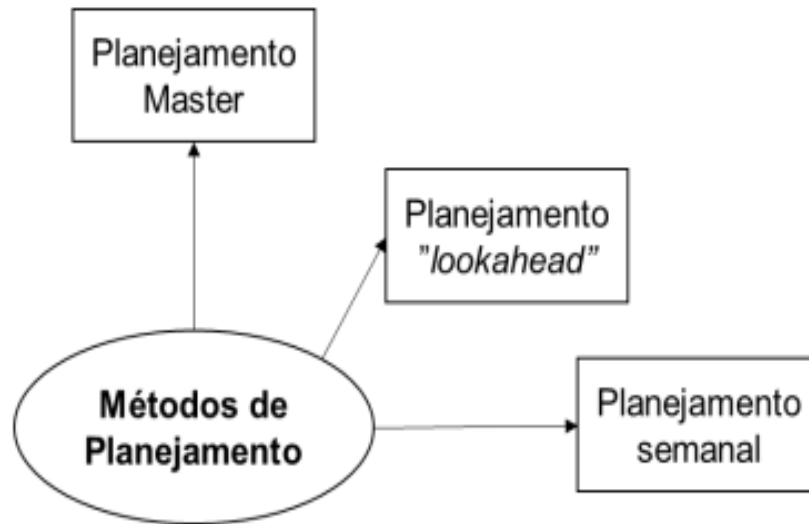
### **2.1.3 Last Planner System**

A construção civil, assim como uma indústria, possui diversas etapas para a execução do seu serviço ou produto até a entrega final. O planejamento e gerenciamento de uma obra deve abranger todo esse processo, do global ao local. Ballard (1994) traz que a construção exige planejamento até para as atividades mais simples, e que o planejamento da obra deve ser feito por diversas pessoas em diferentes momentos da vida do projeto.

Para organizar a criação do planejamento, Ballard (1994) ordena-o em três âmbitos, seguindo uma hierarquia (Figura 1), o planejamento a longo prazo (Planejamento Master), que foca nos objetivos globais e restrições, o planejamento a médio prazo (Planejamento lookahead), que especifica meios de atingir tais objetivos, e o planejamento de curto prazo (Planejamento semanal),

que especifica atividades que serão feitas a cada dia. Esse último processo de planejamento, que tem total foco em garantir a execução, é denominado por Ballard de “Last Planner”.

Figura 1 - Métodos de Planejamento



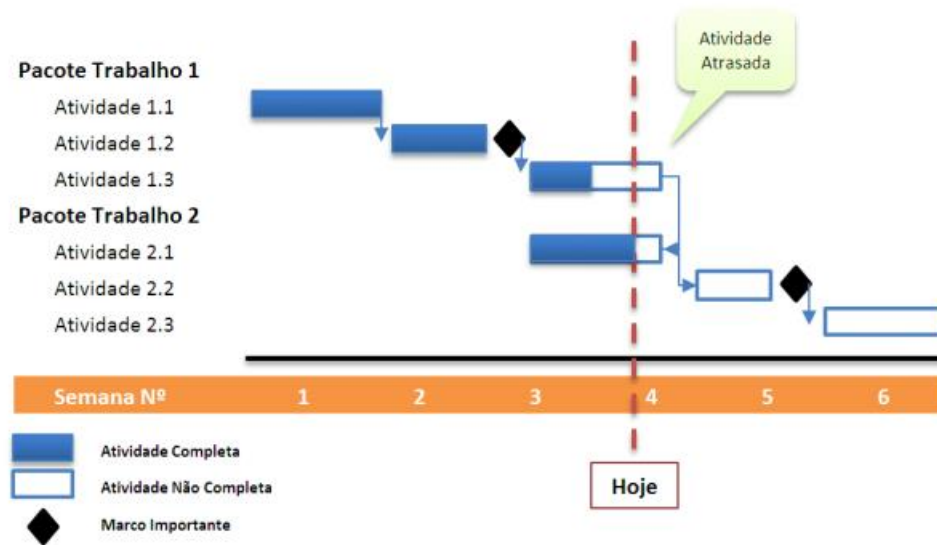
Fonte: Ballard e Howell 1998

### 2.1.3.1 Planejamento de longo prazo

O planejamento de longo prazo estabelece os objetivos mais gerais e possui um baixo nível de detalhes, define o ritmo do andamento dos processos de produção através de técnicas como a linha de balanço e diagrama de Gantt (BERNARDES, 2003). Na Figura 2 é possível observar como funciona o diagrama de Gantt, que é uma ferramenta de planejamento que permite visualizar todas as atividades da obra na linha de tempo.

O Plano Mestre permite definir marcos no cronograma e especificar a duração das diversas fases do projeto (BALLARD; HOWELL, 2003 apud TEMP, 2018). Esse nível de planejamento contém datas importantes para a execução do projeto, como o início e fim da obra.

Figura 2 - Gráfico de Gantt



Fonte: PM2ALL

### 2.1.3.2 Planejamento de médio prazo

Lookahead Planning, ou planejamento de médio prazo, busca interligar o planejamento global com o planejamento de curto prazo, local. Neste nível identificam-se as restrições para a execução dos serviços e definem-se ações para removê-las (BERNARDES, 2001).

Segundo Ballard, 2000 apud Magalhães e Mello, 2015, o planejamento lookahead desempenha múltiplas funções, tais como, a formatação da sequência e do ritmo do fluxo de trabalho; a harmonização entre fluxo de trabalho e capacidade de produção; a decomposição das atividades do programa mestre em pacotes de trabalho e operações; o desenvolvimento de métodos detalhados para a execução do trabalho e a manutenção de estoques de serviços disponíveis para execução.

O planejamento de médio prazo é importante, pois conecta o planejamento de longo prazo com o planejamento de curto prazo (BERNARDES, 2003). O planejamento é supervisionado pelo gestor da obra que deve considerar as restrições que existem para a execução das atividades e traçar prazos para a remoção das mesmas.

### 2.1.3.3 Planejamento de curto prazo

Pádua (2014) traz que,

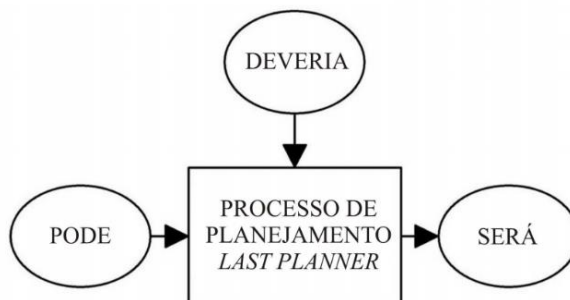
O planejamento de Curto Prazo “tem um grau de detalhamento avançado, porque é feito próximo do início das atividades. É ideal para identificar as causas pelas quais as tarefas e metas semanais atrasaram ou não foram cumpridas conforme planejado. É a melhor ferramenta para monitoramento da obra e proporciona um relatório de progresso das frentes de serviço continuamente.”

Segundo Bernardes (2001) o planejamento de curto prazo deve ser esquematizado em uma tabela de atividades semanais, um modelo proposto por Ballard e Howell (1997), nela são descritos os pacotes de trabalho executáveis para a semana seguintes, o número de funcionários envolvidos em cada pacote, os respectivos dias de trabalho, o registro da realização dos trabalhos e a identificação do problema caso a tarefa não seja completada.

Os responsáveis pela elaboração do planejamento de curto prazo devem estar comprometidos em criá-lo de forma eficaz. Selecionando os pacotes de trabalho que possam ser executados, Ballard e Howell (1997, apud PÁDUA, 2014).

Segundo Ballard (2000) a estrutura do processo de planejamento Last Planner traz que o último planejador, que pode ser o mestre de obras, determina o que será executado. O planejador deve considerar que as atividades listadas devem atender o que DEVERIA ser executado, buscando adaptar às restrições para o que “PODE” ser executado (Figura 3).

Figura 3 - Processo de Planejamento Last Planner



Fonte: adaptação de BALLARD, 2000

A melhor forma de verificar a qualidade do planejamento é observar a execução, a qualidade produzida pelo “Last Planner”, as principais características da qualidade de um planejamento semanal são: a definição correta da sequência de trabalho, uma boa quantidade de trabalho e de fácil execução, no sentido de todos os recursos para o mesmo estarem disponíveis (BALLARD, 1994).

#### **2.1.4 Percentual de Pacotes Concluídos - PPC**

O Percentual de Pacotes Concluídos ou Percentual de Programação Concluída é um indicador que fornece a eficácia do planejamento e a precisão da programação a curto prazo (MATTOS, 2010). Seu cálculo é realizado com o quociente das tarefas realizadas no período pela quantidade total de tarefas que foram planejadas. Se todas as tarefas foram executadas completamente o PPC será de 100%, conforme a equação (1).

$$PPC = \frac{QUANTIDADE\ DE\ TAREFAS\ CUMPRIDAS\ NO\ PERÍODO}{QUANTIDADE\ TOTAL\ DE\ TAREFAS\ PROGRAMADAS} \quad (1)$$

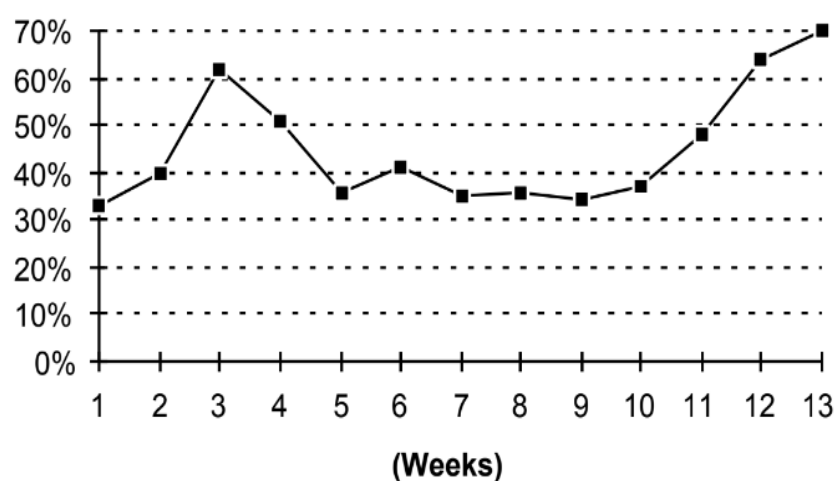
Segundo Pádua (2014)

“Antes de se iniciar os trabalhos do período, as equipes devem ter o planejamento em mão, e devem cumpri-lo à risca. Ao fim do período, os planejadores e encarregados pela produção se reúnem para aferir e analisar o PPC e as causas que levaram aos desvios observados. As reuniões semanais com a equipe de obra para aferição das metas propostas no planejamento de curto prazo são importantes para reforçar a confiança dos membros no planejamento de obra e para elencar as causas de descumprimento da programação, que provavelmente seriam esquecidas se essas reuniões não fossem rotina na obra.”

Mattos (2010) afirma que um patamar aceitável para os resultados do PPC seria na faixa de 75% - 85%, pois considera que as metas devem ser desafiadoras a fim de instigar o aumento da produção. Valores baixos do PPC, segundo Mattos (2010) podem ser ocasionados devido a produtividades muito apertadas, otimismo exagerado quanto a produtividade e grande frequência de imprevistos.

Para um melhor controle semanal podem ser criados gráficos de evolução do PPC (Figura 4), para que o gerente de obras tenha o controle do impacto do planejamento semanal no global. Os gráficos podem ser separados por equipes para facilitar a análise de desempenho individual (PÁDUA, 2014).

Figura 4 - Porcentagem de Pacotes Concluídos



Fonte: BALLARD, 1994

Se os resultados do PPC não estiverem satisfatórios, Ballard (1994) traz que o primeiro passo é a identificação das razões porque o planejado não foi realizado, essa análise deve ser feita preferencialmente por quem era responsável pela execução. E assim como Mattos (2010), Ballard (1994) lista motivos por baixos resultados, os quais podem derivar de informações mal repassadas, falta de materiais, planejamento superestimado, falta de equipamentos, ou até mesmo erros de projeto e erros de fornecedores.

Segundo Sanvicente (2000 apud STROHAECKER, 2017), é necessário ter o controle e o acompanhamento da execução; a verificação das atividades executadas em comparação com o planejamento prévio permite identificar os desvios e traçar ações corretivas.

Jasper (2016) criou um padrão para o preenchimento da planilha do PPC, dessa forma os resultados obtidos podem ser mais coerentes com a produção final.

Para Jasper (2016), então:

“Primeiramente, os envolvidos na elaboração do planejamento, fazem a avaliação do PPC da presente semana, onde se verifica o status atual dos pacotes de trabalho propostos, classificando-os em: 0%, quando não foram realizados; 20% quando foram iniciados, mas não concluídos; e 100%, quando foram concluídos. Nos pacotes de trabalho classificados em 0% e 20% são preenchidos, na coluna das causas, o motivo pelo não cumprimento destes.”

Segundo Ballard e Howell (1998) para realizar a proteção da produção no final de cada semana deve-se seguir os seguintes passos:

- a** – Identificação das tarefas sólidas e a suas prioridades, utilizando informações fornecidas pelo supervisor ou pelo conhecimento próprio do encarregado sobre as condições da obra e prováveis ocorrências na semana seguinte;
- b** – Determinação da mão-de-obra que estará disponível na próxima semana, levando em conta férias e ausências;
- c** – Alocação de tarefas sólidas para as equipes, ordenadas por prioridade, até todos os membros da equipe possuírem tarefas para toda a semana ou até o encarregado ficar sem tarefas sólidas;
- d** – Se sobrarem tarefas e todas as equipes estiverem saturadas, o encarregado listará essas atividades como um estoque de tarefas viáveis;
- e** – Se sobrar mão-de-obra, o encarregado notifica seu supervisor e solicita instruções;
- f** – Ao finalizar o plano semanal, o encarregado solicita a avaliação por parte do supervisor. Com o plano aprovado, a responsabilidade do encarregado é completar as tarefas planejadas com qualidade e segurança;
- g** – O status do plano deve ser verificado diariamente, marcando se as tarefas foram concluídas conforme o planejado e fornecendo uma razão em caso de não cumprimento. Essas razões serão discutidas com o supervisor a fim de se aproximar das reais causas, logo as ações corretivas podem ser tomadas;
- h** – O supervisor deve analisar o PPC semanal e as causas de não cumprimento das tarefas, pois o objetivo é aumentar continuamente o PPC até 100% através da eliminação de restrições.



### 3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho será um estudo de caso aplicado em uma obra da travessia urbana de Santa Maria - RS. Primeiramente será apresentado o empreendimento estudado, a estrutura organizacional da empresa, assim como os processos construtivos envolvidos. Em sequência apresentar-se-ão as ferramentas utilizadas.

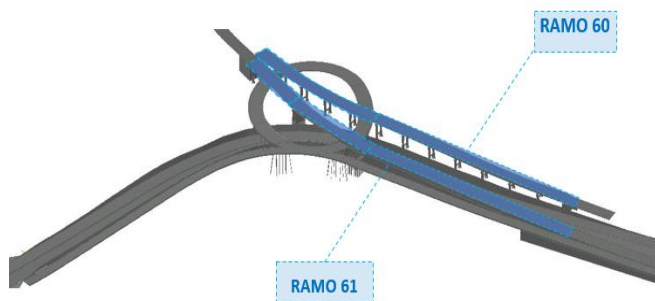
#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA E OBRA EM ESTUDO

O estudo de caso será aplicado em uma Obra de Arte Especial, sendo o mesmo, um viaduto correspondente ao Projeto de Duplicação e Restauração da Rodovia BR-158/RS, o qual localiza-se na interseção com a BR-392/RS.

A empresa na qual será aplicado o estudo de caso, conta com uma equipe média, alocada em Santa Maria, composta por um engenheiro, um mestre de obras, um encarregado pela ferragem, um encarregado pela carpintaria, quatro serventes, oito ferreiros, quatorze carpinteiros, dois operadores de munck, uma técnica de segurança e uma estagiária de engenharia civil. Mensalmente o Diretor de Operações que permanece na sede em Porto Alegre – RS analisa os resultados de todas as obras que estão em andamento e auxilia na criação do planejamento.

Os trechos da obra que serão analisados neste estudo de caso são referentes aos dois sentidos do viaduto, os Ramos 60 e 61 (Figura 5), ambos os trechos serão apresentados em seguida conforme relatado no memorial descritivo.

Figura 5 - Ramos do Viaduto



Fonte: Empresa

**Ramo 60:**

O viaduto do Ramo 60 terá sua extensão de 356,35m. A largura total do estrado é de 11,60 m, assim subdividido: dois guarda-rodas de 0,40m, dois acostamentos, o interno com 1,05m e o externo com 2,55m e duas faixas de tráfego de 3,60m.

A superestrutura do viaduto é composta por doze vãos de aproximadamente 26,00 m, com quatro vigas pré-moldadas protendidas em cada vão. As vigas serão solidarizadas na obra através de concretagem “in-loco” da laje do tabuleiro. As transversinas serão pré-moldadas.

Cada viga, tipo I, tem altura constante de 1,65m. Para a execução das lajes, usar-se-ão pré-lajes apoiadas sobre as vigas e posteriormente concretadas “in loco”. As lajes terão espessura total de 0,22m. As pistas terão inclinação transversal variável de acordo com a superelevação necessária na curva horizontal. Nas bordas das pistas de rolamento, adotou-se guarda-rodas moldados no local. Para drenagem serão utilizados drenos de PVC com diâmetro de 100mm.

A mesoestrutura, responsável pela transmissão das cargas da super para a infraestrutura, é constituída por pilares em concreto armado de seção retangular. A altura dos pilares foi determinada conforme perfil do terreno e greide de pavimentação.

A vinculação da super e mesoestrutura será feita por meio de aparelhos de apoio de neoprene fretado. Devido às características do terreno, execução e viabilidade econômica, optou-se pela utilização de tubulões com bases alargadas assentados em argilite, para a infraestrutura.

**Ramo 61:**

A extensão total do viaduto do Ramo 61 é de 361,95m. A largura total do estrado é de 11,60m, assim subdividido: dois guarda-rodas de 0,40m, dois acostamentos – o interno com 1,05m e o externo com 2,55m - e duas faixas de tráfego de 3,60m.

A superestrutura do viaduto é composta por onze vãos variando de aproximadamente 26,00m até 43,00m, com quatro vigas pré-moldadas protendidas em cada vão além de dois cavaletes com apoios gerbers. As vigas serão solidarizadas na obra através de concretagem “in-loco” da laje do tabuleiro. As transversinas serão pré-moldadas e moldadas no local (no caso das vigas com dente gerber). Cada viga, tipo I, tem altura constante média de 1,65m nos vãos menores e de 2,035m no vão maior. Para a execução das lajes, usar-se-ão pré-lajes apoiadas sobre as vigas e posteriormente concretadas “in loco”. As lajes terão espessura total de 0,25m sobre o cavalete e 0,22m no restante da obra. As pistas terão inclinação transversal variável de acordo com a

superelevação necessária na curva horizontal. Nas bordas das pistas de rolamento, adotou-se guarda-rodas moldados no local. Para drenagem serão utilizados drenos de PVC com diâmetro de 100mm.

A mesoestrutura, responsável pela transmissão das cargas da super para a infraestrutura, é constituída por pilares em concreto armado de seção retangular. A altura dos pilares foi determinada conforme perfil do terreno e greide de pavimentação. A vinculação da super e mesoestrutura será feita por meio de aparelhos de apoio de neoprene fretado.

Devido às características do terreno, execução e viabilidade econômica, optou-se pela utilização de tubulões com bases alargadas assentados em argilito, para a infraestrutura nos pórticos padrões e bloco com estacas nos cavaletes.

### 3.2 PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Para a compreensão do planejamento é importante entender como são realizados os processos construtivos dentro da empresa. Pois existem serviços fornecidos por empresas terceirizadas e a utilização de mão-de-obra de empreiteiros.

O processo construtivo será explicado de forma conjunta, para os dois ramos, por serem trechos similares e que estiveram em mesma fase construtiva durante os meses de estudo.

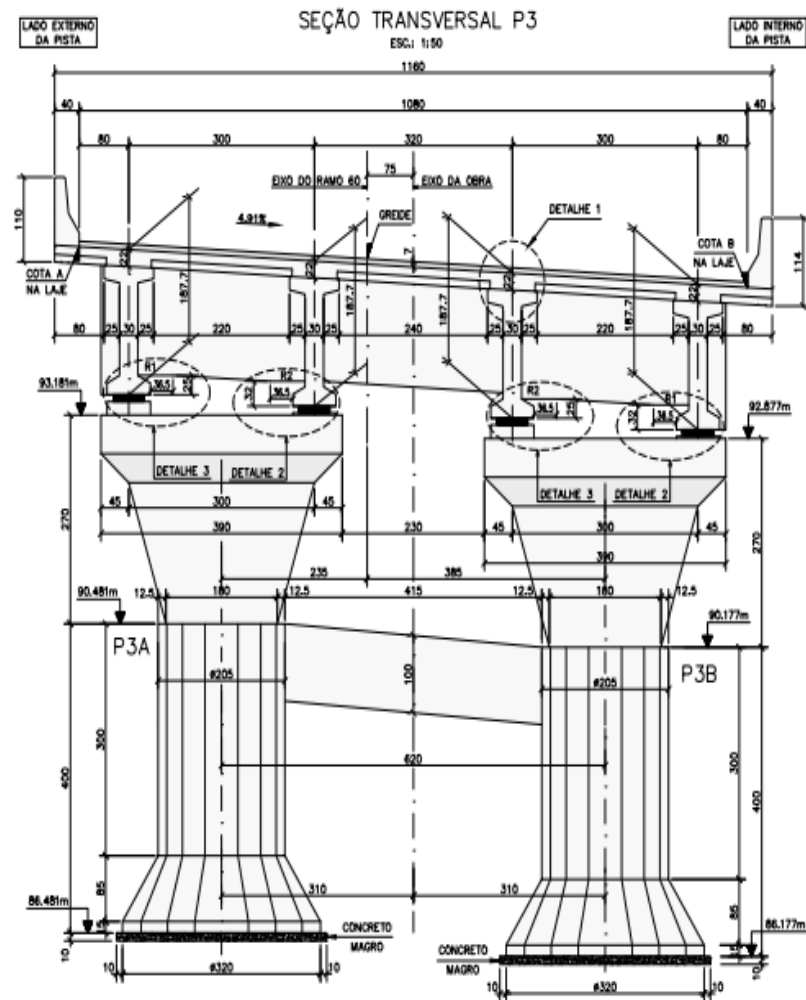
#### **Pórticos:**

O viaduto tem sua estrutura em modelo de pórticos de concreto armado, que sustentam o tabuleiro. Para realizar a execução dos pórticos são necessários tanto ferreiros como carpinteiros, que são funcionários da empresa e executam as fôrmas e a montagem de armaduras no canteiro de obras.

No planejamento, as etapas do pórtico serão identificadas com a letra A, quando ficarem à esquerda e com a letra B quando ficarem à direita, no sentido Candelária-São Pedro. Por exemplo, para citar o Pilar direito do Pórtico 3, será descrito como “Pilar do P3B”.

Um modelo de pórtico pode ser observado na imagem abaixo (Figura 6):

Figura 6 - Modelo Pórtico



Fonte: Empresa

### Fundação:

As fundações dos pórticos dos viadutos são, em sua maioria, projetadas em tubulões (Figura 7). Os tubulões são executados em três etapas, sendo que o mesmo precisa do solo escavado e nivelado para ser executado. A primeira etapa é uma base de concreto magro, a segunda etapa é a base alargada do tubulão que é executada com fôrmas metálicas e a terceira etapa é o fuste do tubulão que sofre variação de altura conforme as dimensões do pórtico.

Figura 7 - Tubulão



Fonte: Autora

**Travessa entre tubulões ou travessa de ligação:**

As travessas de ligação dos tubulões (Figura 8), são estruturas com formato retangular, que interligam os dois fustes dos tubulões. São executadas com fôrmas de madeira, que são montadas in loco, assim como a colocação do aço.

Figura 8 - Travessa de Ligação



Fonte: Autora

**Pilares:**

Os pilares dos pórticos são estruturas de formato trapezoidal, executados em sequência ao final do fuste do tubulão em conjunto com a travessa de ligação. A conexão é feita por esperas de aço que são amarradas na armadura dos pórticos, que é previamente armada no canteiro de obras. Na obra utilizam-se fôrmas metálicas e fôrmas de madeira.

**Travessas:**

As travessas superiores são estruturas que ficam na extremidade dos pilares formando uma base alargada para receber as vigas pré-moldadas. Elas possuem quatro ressaltos que variam sua altura conforme o caimento que terá o tabuleiro. As travessas são executadas com formas metálicas, e como a empresa possui apenas uma fôrma, não é possível executar as duas travessas no mesmo dia. A armadura é montada no canteiro de obras e içada na cabeça dos pilares. Segue abaixo uma imagem da estrutura dos pilares e travessas superiores (Figura 9).

Figura 9 – Pilares e travessas



Fonte: Autora

**Vigas:**

A maioria das vigas do viaduto são pré-moldadas por uma empresa terceirizada. A empresa responsável recebe o aço de armadura frouxa e o aço de protensão para executar as mesmas e depois envia as vigas através de uma transportadora.

**Pré Lajes:**

As pré lajes do viaduto são pequenas lajes pré-moldadas, executadas no canteiro de obras. Para realizar a montagem da armadura a empresa contrata uma empreiteira especializada. A empreiteira recebe o alinhamento sobre o planejamento e executa no tempo determinado as unidades solicitadas. A concretagem das pré lajes não é responsabilidade da empreiteira e é executada pelos próprios funcionários da empresa. Depois de prontas são estocadas e içadas.

**Transversinas:**

As transversinas são estruturas que solidarizam as vigas apoiadas no pórtico com a laje. Elas são estruturas que possuem uma parte pré-moldada e esperas de aço para serem posteriormente conectada com as vigas e concretadas in loco.

**Laje:**

A laje do viaduto fica sobre as pré lajes. Sua medição no planejamento é em vãos, que são os trechos entre os pórticos. A armadura é montada por empreiteiros e a concretagem executada por funcionários da empresa. Na figura 10 é possível observar os vãos de lajes já concretados.

Figura 10 - Lajes



Fonte: Autora

## 4. RESULTADOS E ANÁLISE

O estudo de caso analisará os dados obtidos durante um período de 24 semanas entre fevereiro e julho de 2019, as planilhas de PPC utilizadas foram do PPC 18 até o PPC 41, durante esse período foram realizadas seis reuniões de médio prazo, para analisar os resultados obtidos. Essa escolha de período foi com o intuito de abranger diversas fases da obra e contemplar todas as frentes de serviço da execução de um viaduto.

### 4.1 APLICAÇÃO DO LAST PLANNER

O planejamento de médio prazo é criado em reuniões mensais com o engenheiro, o diretor de operações e a estagiária de engenharia civil, nessa reunião determina-se a produção mensal e também a produção trimestral e todo o planejamento é registrado em atas de controle.

A responsabilidade pela produtividade mensal é do engenheiro da obra que coordena o mestre de obras e a estagiária para que a produção seja realizada dentro do mês.

A criação e a aplicação do planejamento semanal é responsabilidade da estagiária de engenharia civil e do mestre de obras. Todo início de semana, o mestre de obras orienta a equipe sobre as atividades que devem ser realizadas, e a estagiária preenche a planilha de controle do PPC (Figura 11), uma planilha com as datas de início e término de cada tarefa, e controla o planejado e o executado. As tarefas elencadas nessa planilha seguem o planejamento de médio prazo.

A Figura 11, utilizada para realizar o planejamento semanal tem foco na lista de tarefas, onde possui duas linhas em cada tarefa, para que se preencha o Planejado e o Executado, também há uma coluna com a porcentagem de execução, onde se preencherá no final de cada semana. Ao lado dos dias planejados, uma coluna com os problemas para o não cumprimento dos pacotes, que será preenchido seguindo a Lista de Problemas (Tabela 1) e ao lado o preenchimento da data real de Início e a data real de Término da tarefa. Por último, o preenchimento da duração em dias das tarefas executadas.



Figura 11 - Planilha do PPC

Planejamento Semanal										Equipe:	Elaborado em:	Código:	PPC	1	
										Coordenador:	Alterado em:	Revisão Nº:			
										Mestre:	Alterado por:				
										Supervisor:	Período:	Terminalidade:			
										1-jan	a	7-jan	PPC:	0%	
Equipe	Tarefas	Data Prevista para Início da Tarefa	Data Prevista para Conclusão	PPC							Execução %	Problemas	Início Real do Pacote de Trabalho	Fim Real do Pacote de Trabalho	Duração
				S	T	Q	Q	S	S	D					
				01	02	03	04	05	06	07					
1				P											
				E											
2				P											
				E											
3				P											
				E											
4				P											
				E											
5				P											
				E											
6				P											
				E											
7				P											
				E											

Fonte: Empresa do estudo de caso

Podem-se trazer também “Tarefas Complementares” que são tarefas indiretas, que não são contabilizadas nas medições mensais, contudo precisam ser executadas e necessitam de equipes alocadas. Exemplos de atividades complementares são tarefas de sinalização e segurança da obra.

No final de cada semana, somam-se as porcentagens executadas em cada tarefa e divide-se a quantidade de tarefas cumpridas no período pela quantidade de tarefas programadas. Esse valor aparecerá na célula em verde. Deve-se analisar o indicador do PPC mensalmente nas reuniões de médio prazo. O acompanhamento da execução das tarefas deve ser realizado diariamente e é essencial que todos os colaboradores estejam alinhados do planejamento.

#### 4.1.1 Restrições

Junto com o planejamento de médio prazo é preciso analisar as restrições que possam impedir a realização das atividades. Segundo Ballard (2000, apud COSTA, 2017) “A análise de restrições é um fator fundamental, sendo um pré-requisito para obtenção da efetividade do processo de planejamento”. Se o gestor desconsiderar as restrições todo planejamento de longo prazo pode ser afetado.

Ronen (2012, apud TEMP, 2018) trouxe a eliminação das restrições como princípio do Last Planner. E as tarefas planejadas no PPC só devem iniciar após a verificação de que todas as restrições foram removidas.

Na empresa em estudo as restrições são registradas em uma planilha, conforme Figura 12, nela são designados os responsáveis, as datas planejadas para a remoção e a data real de remoção. Quando uma restrição não for removida provavelmente haverá alterações no planejamento trimestral.

Figura 12 - Planilha de Restrições

PLANILHA DE RESTRIÇÕES							
Obra: S100							
Obra	Tipo	Restrição	Responsável	Envolvidos	Data planejada	ID Exclusivo	Data da remoção
Ramo 61	Projeto	Aprovação projeto Ramo 61			21/2/2019		-
Ramo 61	Obra	Locação P1 - P2			15/02/19		-
Ramo 60	Obra	Desvio de tubulação pluvial junto ao P10			15/02/19		11/02/19

Fonte: Empresa do estudo de caso

Nas reuniões de planejamento de médio prazo são realizados o controle do Indicador de Remoção de Restrições (IRR), que é a porcentagem de restrições removidas no mês.

#### 4.1.2 Causas de não cumprimento dos pacotes

Para identificar e controlar os motivos do PPC não atingir o resultado máximo, 100% semanais, a empresa utiliza uma adaptação da lista fornecida pelo Sistema de Indicadores de Benchmarking na Construção Civil (SISIND-NET).

Segundo o Manual de Utilização do SISIND-NET, o indicador de Causas de Não Cumprimento dos Pacotes possibilita, através da análise das causas, a realização de medidas corretivas para evitar a recorrência das mesmas.

Durante a pesquisa os problemas encontrados serão trazidos nas planilhas com seus respectivos identificadores (tipos).

Tabela 1 - Lista de Problemas

<b>Tipo</b>	<b>Descrição dos Problemas:</b>
<b>1</b>	<b>MÃO DE OBRA</b>
1.1	Falta no trabalho (absenteísmo)
1.2	Baixa produtividade (mesma equipe)
1.3	Modificação da equipe (decisão gerencial)
1.4	Problema na gerência do serviço (encarregado ou mestre)
1.5	Falta de programação de mão-de-obra
1.6	Superestimação da produtividade
<b>2</b>	<b>MATERIAIS</b>
2.1	Falta de programação de materiais
2.2	Atraso na entrega
2.3	Falta por perda acima da prevista
2.4	Falta de materiais do empreiteiro
<b>3</b>	<b>EQUIPAMENTOS</b>
3.1	Falta de programação de equipamentos
3.2	Manutenção (próprio ou terceirizado)
3.3	Mau dimensionamento
<b>4</b>	<b>PROJETO</b>
4.1	Falta de projeto
4.2	Má qualidade do projeto
4.3	Incompatibilidade entre projetos
4.4	Alteração de projeto
<b>5</b>	<b>PLANEJAMENTO</b>
5.1	Modificação dos planos
5.2	Má especificação das tarefas
5.3	Atraso da tarefa antecedente
5.4	Pré-requisito do plano não foi cumprido
5.5	Falha na solicitação do recurso (materiais, MO, equipamentos)
5.6	Interferência entre equipes de trabalho
<b>6</b>	<b>INTERFERÊNCIA CLIENTE</b>
6.1	Solicitação de modificação do serviço
6.2	Solicitação de inclusão de pacote de trabalho
6.3	Solicitação de paralisação dos serviços
6.4	Falta de liberação da área
<b>7</b>	<b>SEGURANÇA TRABALHO</b>
7.1	Solicitação de paralisação por falta de proteção coletiva
7.2	Solicitação de paralisação por falta de EPI
7.3	Paralisação por acidente de trabalho
<b>8</b>	<b>OUTROS</b>
8.1	Falha na Inspeção dos serviços
8.2	Condições adversas do tempo (chuvas, cheias)
8.3	Causas externas ( furto, falta de luz e água, condições do terreno)

Fonte: SISIND-NET

#### **4.1.3 Análise da aplicação do PPC semanal:**

Para introduzir a análise do planejamento semanal na obra, o primeiro mês será mostrado de forma singular, com o objetivo de entender como as tarefas são divididas e para exemplificar como é feito o preenchimento das planilhas. Nos meses seguintes os resultados semanais serão analisados de forma global através de gráficos, assim como os problemas para o não cumprimento dos pacotes.

O planejamento é revisado na primeira semana de cada mês, através de uma reunião com o engenheiro de execução, o diretor de operações e a estagiária de engenharia civil, onde determinam-se as atividades do mês, criam-se as restrições que devem ser sanadas e determinam-se os quantitativos a serem executados.

O primeiro mês de análise para o estudo de caso será fevereiro de 2019. Apesar da obra já estar em andamento, abrange um período com diversas atividades e também o início da participação da estagiária nas reuniões de planejamento, o que permite o entendimento dos acontecimentos na obra. A primeira reunião de médio prazo que foi analisada ocorreu no dia 06 de fevereiro, e determinou-se que neste mês seriam feitas as seguintes atividades do Ramo 60:

- 8 vigas pré-moldadas
- 117 pré-lajes
- Pilares do P7
- Travessas Superiores do P7
- Pórtico 10

Nesta mesma reunião também se planejou para o mês de março a execução dos pórticos 08 e 09, dez vigas e 117 pré lajes. E para o mês de abril, os pórticos 11 e 12, dez vigas pré-moldadas e o içamento de 24 vigas.

Como restrições de fevereiro foram traçadas, a aprovação de projeto do Ramo 61, a Locação dos Pórticos 01 e 02 e o desvio de tubulação pluvial do pórtico 10.

## 1ª semana de análise - de 11 a 17 de fevereiro:

A primeira análise iniciou na segunda semana de fevereiro (Tabela 2 - PPC18). Nesta semana foram traçadas dez atividades e mais duas atividades complementares que estavam pendentes. Dos problemas que ocasionaram o não cumprimento dos pacotes, ocorreram falhas na solicitação de aço para a execução das 39 pré lajes (5.5 – Tabela 1) e também atraso na entrega de 3 vigas pré-moldadas da empresa terceirizada (2.2 – Tabela 1), resultando em um PPC de 80%.

Tabela 2 - PPC 18

Planejamento Semanal				Equipe:			Elaborado em: 13/02/2019		Código: PPC 18						
S100 : Duplicação BR 158, - RS - Santa Maria - RAMO 60 UGLIONE				Período: 11-fev a 17-fev			Elaborado por: Cassio/Caroline		Revisão Nº:						
							Alterado por:		Terminalidade: PPC: 80%						
Tarefas	Data Prevista para Início da Tarefa	Data Prevista para Conclusão	PPC							Execução %	Problemas	Início Real do Pacote de Trabalho	Término Real do Pacote de Trabalho	Duração	
			S	T	Q	Q	S	S	D						
			11	12	13	14	15	16	17						
1	ESCAVAÇÃO DO P10A	12/2	12/2	P	█						100%		12/2	12/2	1
2	CONCRETO MAGRO DO P10A	12/2	12/2	E	█						100%		12/2	12/2	1
3	BASE ALARGADA DO P10A	13/2	13/2	P		█					100%		13/2	13/2	1
4	CONCRETAGEM DO FUSTE DO P10A	14/2	14/2	E			█				100%		14/2	14/2	1
5	ESCAVAÇÃO DO P10B	13/2	13/2	P		█					100%		13/2	13/2	1
6	CONCRETAGEM DO MAGRO DO P10B	13/2	14/2	E		█					100%		13/2	13/2	1
7	BASE ALARGADA DO P10B	15/2	15/2	P			█				100%		14/2	14/2	1
8	FORMAS DOS PILARES DO P7 (20%)	13/2	13/2	E		█					100%		13/2	14/2	2
9	39X PRÉ LAJES	11/2	15/2	P				█			0%	5.5			
10	3 VIGAS	11/2	15/2	E				█			0%	2.2			
Tarefas complementares															
11	FERRAGEM E FORMAS TRAVESSA DE LIGAÇÃO DO P7	11/2	12/2	P	█						100%		11/2	12/12	2
12	CONCRETAGEM DA TRAVESSA DE LIGAÇÃO DO P7	13/2	13/2	E		█					100%		13/2	13/2	1

Fonte: Autora

## 2ª semana de análise - de 18 a 24 de fevereiro:

Na terceira semana de fevereiro (Tabela 3 - PPC 19), foram traçadas 12 metas para a semana. Houveram alterações no planejamento e foram adicionados a execução da fundação do pórtico 11 e da fundação do pórtico 12 que possuíam área livre. Isso compensaria o atraso na entrega das vigas, e também ajustaria o planejamento do mês de março, que permitiria finalizar os

pórticos 11 e 12. Essas mudanças ocorreram, pois, os pórticos 08 e 09 ainda não poderiam ser executados, devido a localização dos mesmos passar sobre a rótula, o que exige um desvio de pista. Nesta semana o PPC foi de 100% que é considerado acima do que a referência bibliográfica de Mattos (2010) traz como ideal.

Tabela 3 - PPC 19

Planejamento Semanal			Equipe:		Elaborado em: 18/02/2019		Código: PPC 19							
S100 : Duplicação BR 158, - RS - Santa Maria - RAMO 60 UGLIONE			Elaborado por: Cassio/Caroline		Alterado em:		Revisão Nº:							
			Alterado por:		Terminalidade: PPC: 100%									
			Período: 18-fev a 24-fev											
Tarefas	Data Prevista para Início da Tarefa	Data Prevista para Conclusão	PPC							Execução %	Problemas	Início Real do Pacote de Trabalho	Término Real do Pacote de Trabalho	Duração
			S	T	Q	Q	S	S	D					
			18	19	20	21	22	23	24					
1	DESFORMA DO FUSTE DO P10A	18/2	18/2	█						100%		18/2	18/2	1
2	FORMA DO FUSTE DO B10B	18/2	18/2	█						100%		18/2	18/2	1
3	CONCRETAGEM DO FUSTE DO P10B	18/2	18/2	█						100%		18/2	18/2	1
4	FORMAS DOS PILARES DO P7	18/2	22/2	█	█	█	█	█		100%		18/2	21/2	4
5	CONCRETAGEM DOS PILARES DO P7	23/2	23/2			█				100%		21/2	21/2	1
6	ESCAVAÇÃO DO P11A	19/2	19/2		█					100%		19/2	19/2	1
7	CONCRETO MAGRO P11A	18/2	19/2	█	█					100%		18/2	18/2	1
8	BASE ALARGADA P11A	19/2	20/2		█					100%		19/2	19/2	1
9	CONCRETAGEM DO FUSTE P11A	20/2	20/2			█				100%		20/2	20/2	1
10	ESCAVAÇÃO DO P11B	20/2	20/2			█				100%		20/2	20/2	1
11	CONCRETO MAGRO P11B	20/2	21/2			█	█			100%		21/2	21/2	1
12	BASE ALARGADA P11B	21/2	22/2				█	█		100%		23/2	23/2	1

Fonte: Autora

### 3ª semana de análise - de 25 de fevereiro à 03 de março:

Na quarta e última semana do mês de fevereiro, O PPC 20 (Tabela 4) contém 13 tarefas para serem executadas.

Dos problemas encontrados ocorreram a falta de programação de materiais (2.1 – Tabela 1) e superestimação da produtividade (1.6 – Tabela 1). Nesta semana o PPC foi de 90%, um resultado acima do considerado satisfatório pela bibliografia de Mattos (2010).

Tabela 4 - PPC 20

Planejamento Semanal				Equipe:			Elaborado em:		Código: <b>PPC 20</b>								
S100 : Duplicação BR 158, - RS - Santa Maria - RAMO 60 UGLIONE				Período: 25-fev a 3-mar			Elaborado por: Cassio/Caroline		Revisão Nº:								
							Alterado em:		Terminalidade:								
							PPC:		90%								
Tarefas	Data Prevista para Início da Tarefa	Data Prevista para Conclusão	PPC							Execução %	Problemas	Início Real do Pacote de Trabalho	Término Real do Pacote de Trabalho	Duração			
			S 25	T 26	Q 27	Q 28	S 01	S 02	D 03								
1	FORMA E CONCRETO P11B	25/2	26/2	P									100%		25/2	26/2	2
2	Tv SUPERIOR P7A	27/2	27/2	P									100%		1/3	1/3	1
3	ESCAVAÇÃO P12B	26/2	27/2	P									100%		26/2	27/2	2
4	CONCRETO PRÉ LAJES (40x)	26/2	26/2	P									100%		26/2	26/2	1
5	Tv DE LIGAÇÃO P10	26/2	27/2	P									100%		26/2	27/2	2
6	CONCRETO MAGRO P12B	27/2	27/2	P									100%		26/2	26/2	1
7	BASE ALARGADA P12B	28/2	28/2	P									100%		27/2	27/2	1
8	FUSTE P12B	1/3	1/3	P									100%		1/3	1/3	1
9	DESFORMA PRÉ LAJES	28/2	28/2	P									100%		28/2	28/2	1
10	CONCRETO PRÉ LAJES (39X)	2/3	2/3	P									90%	2.1	1/3	1/3	1
11	ANDAIME E TORRE DO P10	28/2	1/3	P									50%	1.6	28/2	1/3	2
12	FORMA DOS PILARES DO P10	1/3	1/3	P									80%	1.6	2/3	2/3	1
13	6 VIGAS	28/2	1/3	P									50%	2.2	28/2	1/3	2

Fonte: Autora

#### 4ª semana de análise - de 04 a 10 de março:

A primeira semana de março foi a finalização do planejamento de fevereiro e início do planejamento de março. O PPC 21 (Tabela 5) teve dez tarefas planejadas e apenas uma que não foi finalizada. Os problemas encontrados foram devido a problemas na manutenção de equipamentos (3.2 – Tabela 1) e falha na solicitação de recursos (5.5 – Tabela 1). Nesta semana o PPC resultou em 97%, considerado satisfatório.

A empresa em estudo é responsável pela compra do aço de armadura frouxa e do aço de protensão das vigas pré-moldadas e os envia para a empresa terceirizada que realiza a produção.

Esse processo pode ocasionar falhas no planejamento. Como por exemplo, se ocorrer falhas nas especificações do aço na hora de realizar o pedido, todo planejamento para o mês relacionado as vigas pode ficar comprometido.

Tabela 5 - PPC 21

Planejamento Semanal		Equipe:		Elaborado em:	Cassio/Caroline	Código:	PPC	21										
S100 : Duplicação BR 158, - RS - Santa Maria - RAMO 60 UGLIONE		Período:		Alterado em:		Revisão N°:												
		4-mar a 10-mar		Alterado por:		Terminalidade:	97%											
		PPC:																
Tarefas	Data Prevista para Início da Tarefa	Data Prevista para Conclusão	PPC							Execução %	Problemas	Início Real do Pacote de Trabalho	Término Real do Pacote de Trabalho	Duração				
			S 04	T 05	Q 06	Q 07	S 08	S 09	D 10									
1	FORMA DO P10	4/3	6/3	P										100%		4/3	6/3	3
2	CONCRETAGEM DOS PILARES DO P10	6/3	7/3	P										100%	3.2	7/3	8/3	2
3	CONCRETAGEM DAS PRÉ LAJES (39X)	6/3	6/3	P										100%		6/3	8/3	2
4	FORMA TV SUPERIOR DO P7B	7/3	7/3	P										100%		6/3	6/3	1
5	CONCRETO DA TV SUPERIOR DO P7B	8/3	8/3	P										100%		6/3	6/3	1
6	CONCRETO MAGRO DO P12A	5/3	5/3	P										100%		4/3	4/3	1
7	BASE ALARGADA P12A	6/3	6/3	P										100%		6/3	6/3	1
8	CONCRETAGEM DO FUSTE P12A	7/3	7/3	P										100%		7/3	7/3	1
9	3 VIGAS	6/3	8/3	P										67%	5.5	7/3	7/3	1
10	FUSTE DO P12A	7/3	7/3	P										100%		7/3	7/3	1

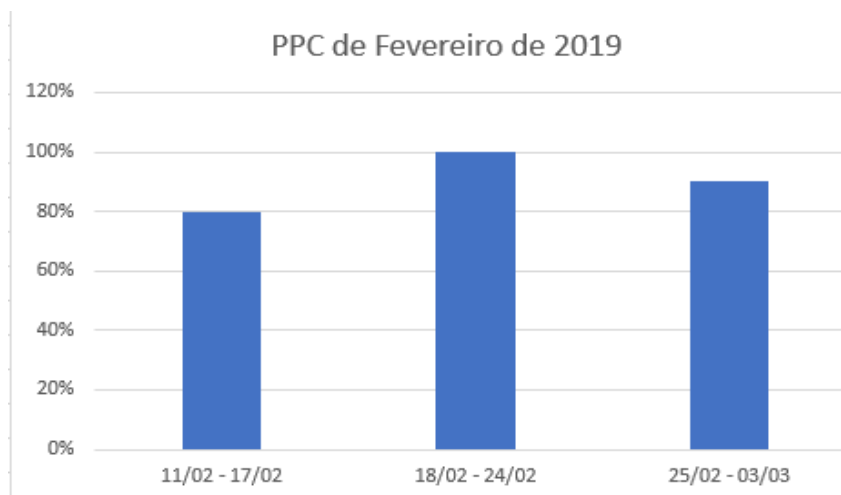
Fonte: Autora

#### 4.1.3.1 Análise do mês de fevereiro:

Para analisar os resultados do mês de fevereiro, faz-se a média dos PPC semanais, que resultaram em um PPC mensal de 90% (Figura 13), acima dos 80% desejáveis pela empresa e acima do intervalo de 75%-85% trazidos na bibliografia de Mattos (2010) como um patamar aceitável.



Figura 13 - PPC de fevereiro



Fonte: Autora

#### 4.1.3.2 Análise do mês de março:

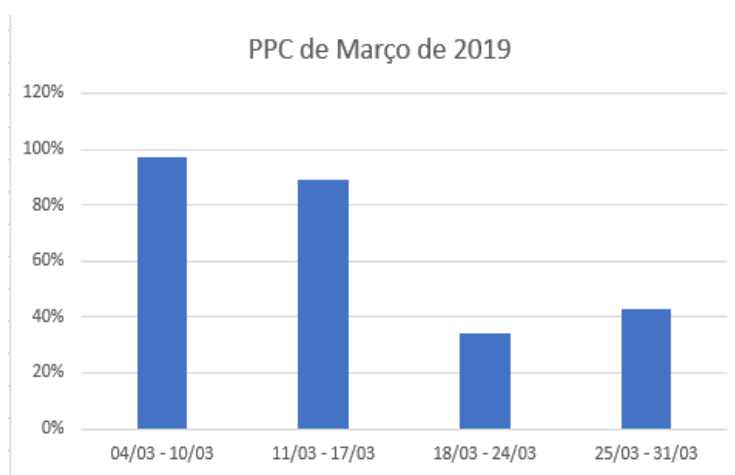
No dia 06 de março de 2019 ocorreu uma nova reunião de planejamento para definir as metas para a próxima produção trimestral. Para o mês de março no Ramo 60 seriam finalizados os pilares e travessas superiores do Pórtico 11 e do pórtico 12, dez vigas pré-moldadas e 117 pré-lajes. E, para o Ramo 61, mês de início desse trecho da obra, a execução do pórtico 01 e 78 pré-lajes.

Para o Ramo 60, em abril, planejou-se a execução dos Pórticos 08 e 09, 10 vigas e o içamento de 24 vigas. E para o mês de maio, no Ramo 60, planejou-se a encomenda de duas vigas pré-moldadas, o içamento de mais 24 vigas, o içamento de 50% das pré-lajes e a execução de dois vãos de laje. E para o Ramo 61, a execução completa dos pórticos P2 e P3, oito vigas pré-moldadas e 117 pré-lajes.

O PPC do mês de março (Figura 14) foi de 66%, e isso deve-se ao acúmulo de atividades complementares que foram traçadas neste mês. Das atividades do Ramo 60, das dez vigas planejadas chegaram apenas nove, e as demais atividades traçadas foram todas executadas. Mas do Ramo 61, nenhuma atividade planejada foi executada neste mês, pois a aprovação do projeto aconteceu somente no dia 27 de março. Isso mostra como as restrições necessitam de atenção, se

uma restrição não é removida acaba impedindo o andar da obra e também exige alterações do planejamento.

Figura 14 - PPC de março



Fonte: Autora

#### 4.1.3.3 Análise do mês de abril:

No mês anterior tinha se planejado para o mês de abril: a execução do Pórticos 08 e 09, 10 vigas e o içamento de 24 vigas. Como, a restrição do desvio de pista não foi removida, ocorreram mudanças de planos na reunião mensal, as novas metas para o mês ficaram a execução de doze vigas pré-moldadas, o içamento de 50% das vigas sobre os pórticos do ramo 60. No Ramo 61 foram planejados a execução dos pórticos 01, 02, 03 e 04 completos e 78 pré-lajes.

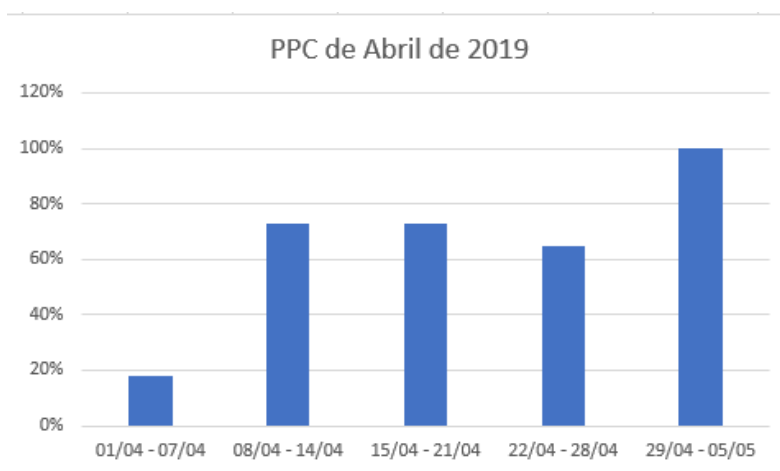
E como resultado de execução, das 78 pré-lajes planejadas foram executadas 117 unidades. Foram completados os pórticos 01 e 02, o pórtico 03 foi executado até os pilares e o pórtico 04 apenas sua fundação, todas as vigas foram içadas e chegaram as doze vigas na obra.

No mês de abril o PPC mensal resultou em 66%. Isso deve-se ao fato de um início de mês com condições adversas de tempo, problema (8.2 – Tabela 1). A chuva impediu o início das escavações para a realização das fundações dos pórticos. O que gera outro problema, o atraso da tarefa antecedente (5.3 – Tabela 1) que prejudica as demais.

Um ponto de atenção com esse resultado é o fato de que mesmo se o planejamento mensal for executado dentro do prazo, os resultados do PPC não serão bons, porque o planejamento

semanal não seguiu o prazo. A realização de muitas atividades em poucas semanas gera sobrecarga de atividades e desestabiliza a equipe. O que mostra que um resultado abaixo do PPC não é somente baixa produção, mas pode significar outros problemas. Abaixo segue a figura do PPC de abril (Figura 15).

Figura 15 - PPC de abril



Fonte: Autora

#### 4.1.3.4 Análise do mês de maio:

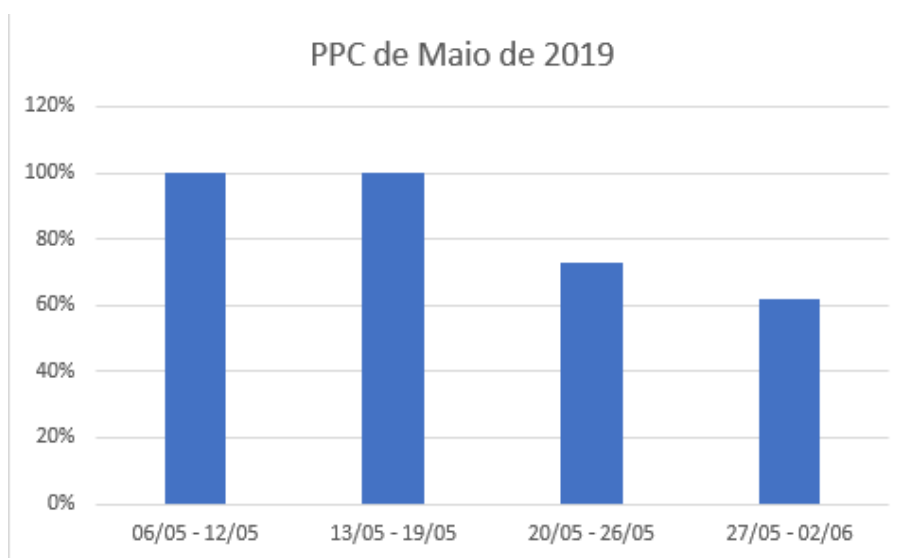
O resultado do PPC mensal do mês de maio foi de 84%, o problema encontrado nas duas últimas semanas foram condições adversas do tempo (8.2 – Tabela 1), o que impede a realização de atividades. Nesse mês a produção conseguiu manter-se bem distribuída o que permitiu que o PPC fosse aceitável mesmo com resultados baixos nas duas últimas semanas, como pode ser visto no gráfico da Figura 16.

Das atividades planejadas, para o Ramo 60 eram: o pórtico 08, que não foi executado, mas adicionou-se ao planejamento a fundação do pórtico 09; das duas transversinas planejadas apenas uma foi executada; e do lançamento de 50% das pré lajes, completou-se apenas 40%.

Para o Ramo 61, o planejamento era de: nove vigas pré-moldadas, e chegaram apenas oito; 117 pré lajes e foram executadas 195 unidades; o pórtico 05 completo, mas executou-se até os pilares e a finalização dos pórticos 03 e 04 que foram executados 100%.

Neste mês além das atividades planejadas foi adicionado nas restrições a execução do desvio para que se consiga dar início ao Pórtico 08. Segue abaixo os resultados do mês de maio (Figura16).

Figura 16 - PPC de maio



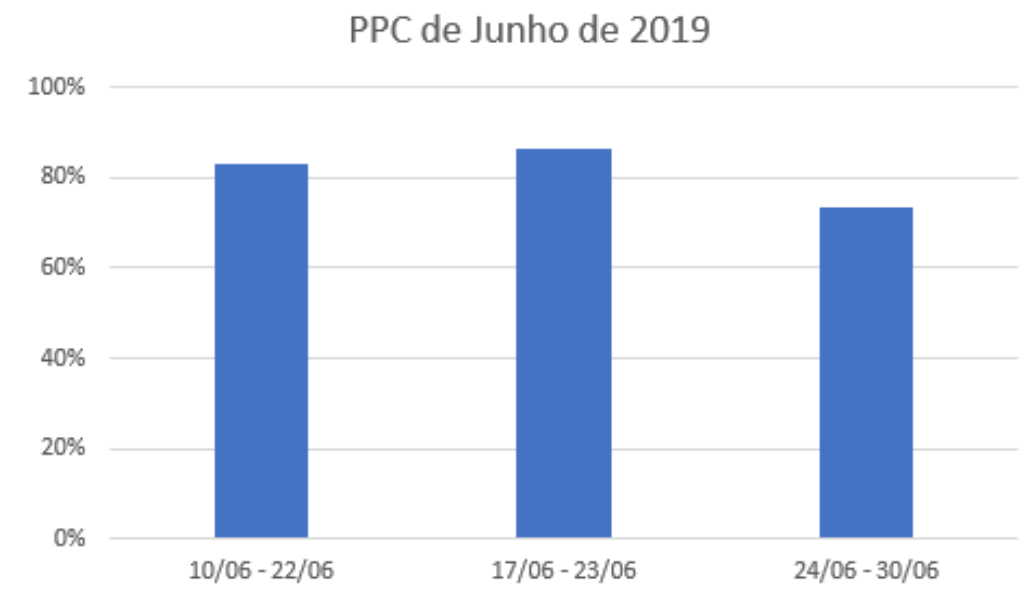
Fonte: Autora

#### 4.1.3.5 Análise do mês de junho

No mês de junho planejou-se para o Ramo 60, todo o pórtico P9, três transversinas e dois vãos de lajes; e para o Ramo 61, a produção de 117 pré lajes e dez vigas pré-moldadas. Na execução tivemos para o Ramo 60 a finalização do pórtico P9, duas transversinas e houve mudanças de planejamento, onde se produziu tubulões do P13 e lançamento de 39 pré lajes. Para o Ramo 61, produziu-se todo o planejado e mais as travessas superiores do pórtico P5 e tubulões e pilares do P6.

Nesse mês um dos principais problemas foi a adaptação para a mudança de fornecedores de aço, o que acabou influenciando a mudança de planos, devido a problemas de pedidos (5.5 – Tabela 1). O Resultado mensal (Figura 17) foi de um PPC de 81%, o que nos traz um resultado acima do esperado, visto que tiveram diversas modificações de planejamento.

Figura 17 - PPC de junho



Fonte: Autora

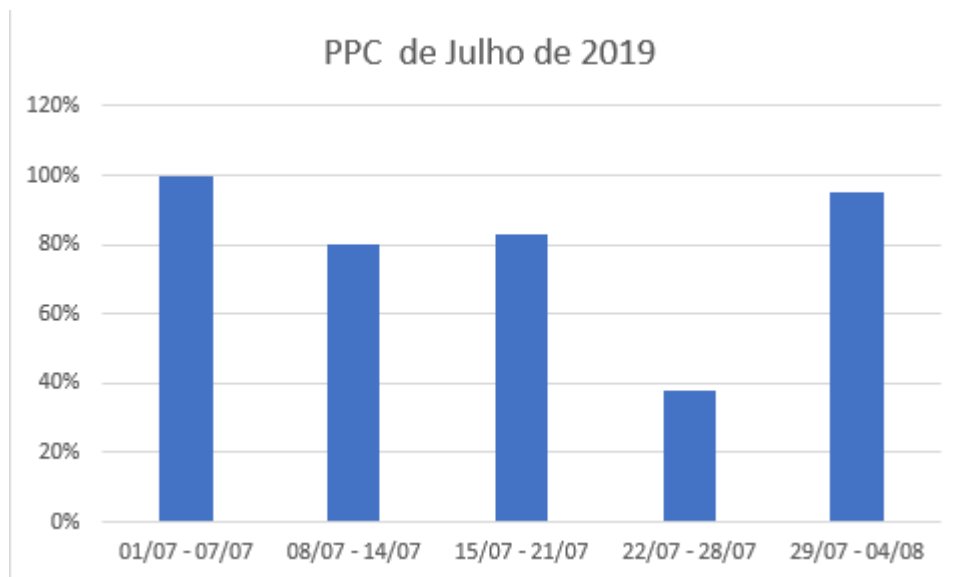
#### 4.1.3.6 Análise do mês de julho:

Para o mês de julho o planejamento era, para o Ramo 60, finalizar o pórtico P8 e o pórtico P13, quatro vãos de lajes e para o Ramo 61, executar a travessa superior do pórtico P6, executar o pórtico P11 completo e receber dez vigas pré-moldadas.

Foram produzidos, no Ramo 60, a finalização do Pórtico P13, os tubulões do pórtico P8, os quatro vãos de laje e duas transversinas. No Ramo 61, os tubulões dos pórticos P11 e P12, dez vigas pré-moldadas, 23 pré-lajes e a travessa superior do Pórtico P6.

Nesse mês novamente ocorreram modificações no planejamento, mas o resultado do PPC resultou em 79% (Figura 18). Isso mostra que mesmo com alterações, devido a maioria das atividades terem sido executadas, os resultados foram bons.

Figura 18 - PPC de julho



Fonte: Autora

#### 4.1.4 Gráfico do Registro de Problemas:

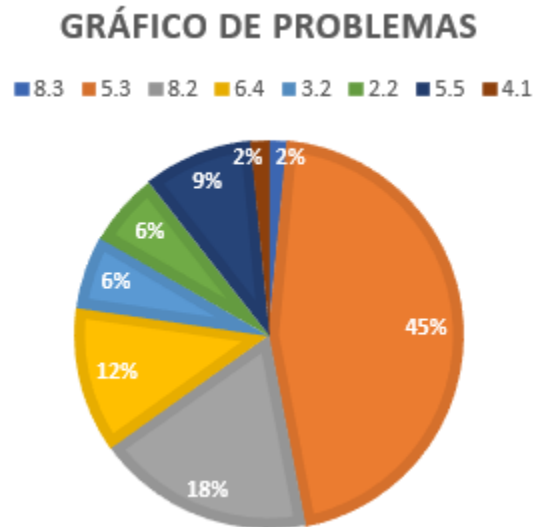
Durante os seis meses de estudo de caso registou-se os problemas para o não cumprimento dos pacotes. Observa-se, no gráfico da Figura 19, a frequência de ocorrência dos problemas durante o período de seis meses de análise. Percebe-se o destaque de 45% correspondente ao problema 5.3 -Atraso da tarefa antecedente. Esse problema pode acontecer por diversos motivos, por exemplo, atividades antecedentes estavam com superestimação de produção, problemas relacionados a agentes externos, etc. Contudo, traz a importância de o planejamento ser reestruturado para que se adapte novamente aos prazos da obra.

Os problemas que ocorreram durante os seis meses foram:

- (5.3) Atraso na tarefa antecedente
- (8.2) Condições adversas do tempo
- (6.4) Falta de liberação de área
- (5.5) Falha na solicitação de recursos
- (3.2) Manutenção

- (2.2) Atraso na entrega de materiais
- (8.3) Causas externas (furtos, falta de luz, etc.)
- (4.1) Falta de Projeto

Figura 19 - Gráfico de Problemas

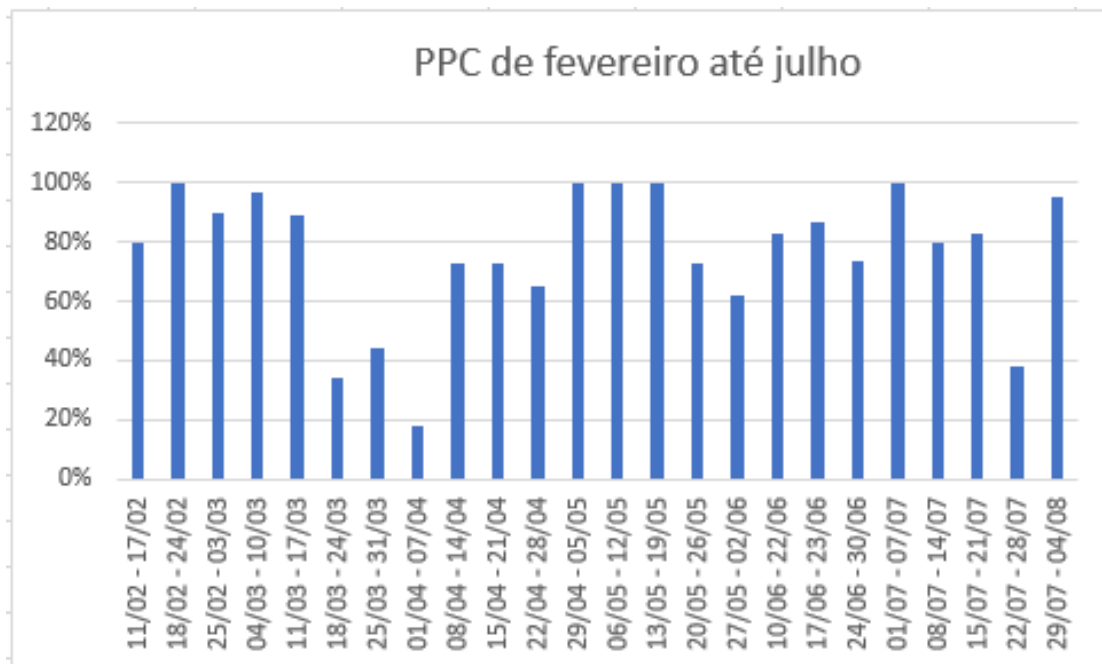


Fonte: Autora

#### 4.1.5 Resultado do PPC semestral

Durante as 24 semanas de análise foi possível coletar o resultado dos PPC semanais e com isso gerar um gráfico que traz os percentuais cronologicamente, conforme representado na Figura 20. Com isso, gera-se uma média semestral, o que resulta um PPC de 77%. No mês de março os resultados dos percentuais de pacotes concluídos não foram satisfatórios, deve-se a problemas de condições adversas do tempo (8.2 – Tabela 1). E nas semanas que se observa resultados de 100% deve-se a diversos fatores, um deles é a falta de padrão no preenchimento da planilha, pois caso a mesma parte construtiva do viaduto fosse planejada com uma quantidade de atividades diferente nas planilhas de PPC, logo resulta em porcentagens diferentes de execução. Os resultados semestrais seguem abaixo na Figura 20.

Figura 20 - PPC semestral



Fonte: Autora

#### 4.1.6 Análise dos Resultados

Obras de Artes Especiais muitas vezes são popularmente taxadas como obras que demoram anos para serem concluídas no Brasil. Contudo, muito pouco se conhece sobre os processos que envolvem a execução dessas obras. Em diversos casos a remoção de restrições, que impedem a execução, demoram meses ou anos para acontecer, não dependendo apenas das empresas contratadas.

No entanto, sabe-se, que a utilização de um planejamento pode auxiliar que essas empresas prevejam possíveis impedimentos e atuem para saná-los antes que os mesmos se tornem reais barreiras. Isso permite que a empresa tenha um maior conhecimento sobre o andamento da obra, tenha agilidade na tomada de decisão, padronize os processos e aloque de forma eficiente as equipes de trabalho.



Durante os seis meses de análise é possível notar que a aplicação da metodologia Last Planner System na empresa ainda necessita de mais atenção. Apesar da maioria dos resultados dos Percentuais de Pacotes Concluídos serem acima do esperado pela bibliografia, não significa que o planejamento está sendo executado da melhor forma.

As principais deficiências na aplicação da ferramenta, deveram-se a diversos fatores:

- a) Falta de padrão na descrição das atividades;
- b) Falta de padrão no controle das atividades;
- c) Superestimação do desempenho das equipes;
- d) Falta de atenção nas restrições;
- e) Inexperiência do responsável pela elaboração;

A falta de padrão na descrição das atividades influencia no planejamento, pois quanto mais atividades o PPC semanal tem, menores serão os impactos nos resultados caso a atividade não seja completamente executada. Por isso, é necessário que a empresa crie um padrão sobre as etapas que serão descritas. A falta de padrão no controle das atividades deve-se ao fato do preenchimento da planilha não possuir porcentagens padronizadas, o que resulta em valores de PPC discordantes da produção real. Um exemplo de padronização seria, porcentagem de 0%, quando não realizou-se nada da atividade; 20% quando a atividade foi iniciada, mas não concluída; e 100%, quando concluída, conforme JASPER (2016).

A empresa para ter um controle efetivo e promover alterações nos processos pode criar padrões que sigam a metodologia de planejamento e em cada reunião de análise dos resultados descrever na ata as melhorias que devem ser aplicadas para sanar os problemas encontrados.

Superestimação do desempenho das equipes gera o problema de atraso nas tarefas antecedentes (5.3 – Tabela 1), que predominou nas ocorrências. Quando uma atividade planejada atrasa, ou a equipe fica sobrecarregada para reajustar os prazos, ou os resultados não serão obtidos conforme o esperado.

Outro fator que influencia no planejamento são as restrições, ao existir uma restrição que atinge diretamente na produção ela necessita de atenção, pois atrasos produtivos além de impactarem na produção, refletem no planejamento financeiro da empresa. Um exemplo, foi a restrição da execução de um desvio, para que fosse possível a produção dos Pórticos 08 e 09. A

demora para a remoção desta restrição implicou no atraso da utilização do aço comprado, o que gera desequilíbrio financeiro.

A inexperiência do responsável pela elaboração é o que ocasiona as deficiências enfrentadas. Além disso, é essencial que o responsável sempre esteja atento sobre as previsões de entregas de materiais e exija um controle sobre a conferência dos mesmos. Um cuidado especial é também prever as tarefas complementares, que são as tarefas que não entram nas medições, mas que necessitam de alocação de mão de obra e precisam ser executadas.

## 5. CONCLUSÕES

Neste estudo de caso aplicado em uma obra da travessia urbana de Santa Maria, primeiramente, para o entendimento do planejamento e execução do viaduto realizou-se a descrição das etapas construtivas da obra, visto que, obras de arte especiais possuem métodos construtivos menos usuais. Com a descrição é possível entender como funciona a execução da obra e a mão-de-obra necessária.

A obra do viaduto estudado começou a ser executada em outubro de 2018, mas a geração de dados para análise iniciou em fevereiro e encerrou em julho de 2019. Através de reuniões mensais, criou-se o planejamento de médio prazo, que era registrado em atas, onde realizou-se previsões de produção trimestrais, e o controle dos resultados na produção dos meses anteriores.

Com o planejamento de médio prazo estruturado foi possível destrinchar as atividades em semanas e acompanhar a execução das mesmas através da planilha de PPC. Nos resultados obtidos, percebemos uma produção satisfatória, e bons resultados percentuais. Bons resultados não significam um bom planejamento, percebeu-se as falhas na utilização da ferramenta por falta de conhecimento e padrões. Como por exemplo, os resultados semanais com valores de 100%, mostram que as metas não estão eram desafiadoras.

Em cada planilha de PPC pode-se coletar os problemas para o não cumprimento das atividades e gerar um gráfico que possibilita verificar a porcentagem de recorrência dos problemas durante os seis meses de análise. Essa informação permite que se façam alterações do método produtivo e busque-se por melhorias nos processos. No estudo de caso os problemas mais recorrentes foram atrasos nas tarefas antecedentes e condições adversas do tempo.

A utilização da metodologia Last Planner System e do Percentual de Pacotes Concluídos permitiu entender como funciona o controle sobre a produção na empresa. A aplicação do indicador PPC na empresa durante os seis meses mostrou que são traçadas metas coerentes, mas nem sempre desafiadoras. O planejamento atualmente é repassado para a estagiária e para o mestre de obras, mas o ideal seria um alinhamento também com os encarregados e até mesmo com a técnica de segurança, para que a mão de obra seja distribuída de forma planejada. O controle sobre o planejamento poderia ter reuniões semanais ou quinzenais para que todos os problemas estivessem sendo controlados e também relatados.

Para trabalhos futuros indico um estudo que envolve o planejamento de produção com o planejamento financeiro, para que se possa observar os impactos que ocorrem com as mudanças de planos e também a aplicação da metodologia em uma empresa de obra de artes especiais que ainda não utilize ferramentas de planejamento para que se possa avaliar o impacto do mesmo antes e depois.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAM, I. **Planejamento de Obras Rodoviárias**. Aneor, 2001.

ALBANO, J. F. **Vias de Transporte**. Bookman, 2016.

ARAÚJO, N. M, C de.; MEIRA, G. R. **O Papel do Planejamento, interligado a um Controle Gerencial, nas Pequenas Empresas de Construção Civil**. [201-] 7p. João Pessoa – PB. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1997\\_t3103.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1997_t3103.pdf)> Acesso em 12. Nov 2019.

ANGELIM, V. L. **Planejamento e Controle da Produção de Obras baseado nos Princípios da Construção Enxuta**. 2009. 70p. TCC Graduação Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2009.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production**: an essential step in production control. *Journal of Construction Engineering in Management*. v. 124, n.1, p. 1824, 1998.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e Controle da Produção para empresas da construção civil**. Rio de Janeiro, LTC. 2003, 190p.

CONSTRUMANAGER: **Gestão de projetos em tempos de crise**. Disponível em <[http://www.aecweb.com.br/cont/m/cm/gestao-de-projetos-em-tempos-de-crise\\_11653](http://www.aecweb.com.br/cont/m/cm/gestao-de-projetos-em-tempos-de-crise_11653)> Acesso em 16 dez. 2019.

CASADO, B. P. **Implantação dos requisitos do processo de execução de obras do regimento SIAC - construtoras do PBQP-H em uma construtora da cidade de Cianorte-PR**. 2014. 144p. TCC Graduação Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2014.

COSTA, B. F. **Estudo sobre os ganhos com a adoção do Last Planner System aplicado ao planejamento e controle na construção de uma usina hidrelétrica de grande porte**. 2017. 85p.

TCC Graduação Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2017.

**DIEHL, C. H. Integração dos métodos Critical Path e Last Planner System para a gestão do projeto de edificações: um estudo de caso.** 2017. 75p. TCC Graduação Engenharia de Produção, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado - RS, 2017.

**FORMOSO, C. T. Planejamento e controle da produção em empresas de construção.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001, 50 p.

**JASPER, B. Avaliação do Método do Percentual de Planos Concluídos (PPC) no planejamento de curto prazo de obras: Estudo de caso em uma obra com mão de obra terceirizada.** 2016. 86p. TCC Graduação Engenharia Civil, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado - RS, 2016.

**KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report,** Finland: CIFE, 1992.

**KRAINER, C. W. M.; KRAINER, J. A.; IAROZINSKI NETO, A.; ROMANO, C. A. Análise do impacto da implantação de sistemas ERP nas características organizacionais das empresas de construção civil.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 117-135, jul./set. 2013.

**MATTOS, A. D. Planejamento e controle de obras.** Pini, 2010.

**PÁDUA, R. C de. Implementação de Práticas de Lean Construction em uma Obra Residencial em Goiânia – Estudo de Caso.** 2014. 61p. TCC Graduação Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, 2014.

**PM2ALL, PMBOK: Ferramentas e Técnicas – Diagrama Gantt.** Disponível em <<http://pm2all.blogspot.com/2011/10/pmbok-ferramentas-e-tecnicas-diagrama.html>>. Acesso em 28 novembro, 2019.

RESENDE, C. C. R de. **Atrasos de Obras devido a problemas no Gerenciamento**. 2013. 61p. TCC Graduação Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2013.

RODRIGUEZ, L. A. D. **Diretrizes para a Implementação do Last Planner System** - Uma conexão entre o planejamento de Longo Prazo e Curto Prazo. 2018. 160p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2018.

ROEHRHS, R. T. **Planejamento e Controle de Produção: Aplicação do Sistema Last Planner**. 2012. 67p. TCC Graduação Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí - RS, 2012.

**Sistema de indicadores para benchmarking na construção civil: manual de utilização** / Dayana Bastos Costa ... [et al.]. Porto Alegre : UFRGS/PPGEC/NORIE, 2005.

STROHAECKER, A. **Aplicação do planejamento de Obra**. Estudo de caso: Recuperação do Cronograma de Implantação de um Edifício Comercial no município de Teutônia/RS. 2017. 92p. TCC Graduação Engenharia Civil, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado - RS, 2017.

TEMP, M.S. **Impacto do uso do Sistema *Last Planner* no Planejamento e Controle da Produção de uma Obra de Construção Civil**. 2018. 67p. TCC Graduação Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2018.

TOSTA, J.P. **Restrições de Processos Construtivos de Edifícios: uma Abordagem a Partir das Percepções de Engenheiros de Obras**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

## ANEXO A – IMAGEM 3D DO VIADUTO

