

**Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e
Infraestrutura**

Eduarda da Silva Scott Hood

**Modelo para gestão das restrições no Sistema *Last Planner* com
apoio do *Advanced Work Packaging***

Porto Alegre
2021

Eduarda da Silva Scott Hood

**Modelo para gestão das restrições no Sistema *Last Planner* com
apoio do *Advanced Work Packaging***

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Engenharia**

Prof. Eduardo Luis Isatto
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande
do Sul, Brasil
Orientador

Porto Alegre
2021

CIP - Catalogação na Publicação

Scott Hood, Eduarda da Silva
Modelo para gestão das restrições no Sistema Last
Planner com apoio do Advanced Work Packaging Porto
Alegre 2021 / Eduarda da Silva Scott Hood. -- 2021.
152 f.
Orientador: Eduardo Luis Isatto.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e
Infraestrutura, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Restrições. 2. Sistema Last Planner. 3. Advanced
Work Packaging. I. Isatto, Eduardo Luis, orient. II.
Título.

Eduarda da Silva Scott Hood

Modelo para gestão das restrições no Sistema *Last Planner* com apoio do *Advanced Work Packaging*

Esta dissertação de mestrado foi julgada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL, área de pesquisa Gestão e Economia da Construção e aprovada em sua forma final pelo Professor Orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 2021.

Prof. Eduardo Luis Isatto

Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
Orientador

Prof. Ângela M.F. Danilevicz

Coordenador do PPGCI/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Elvira Maria Vieira Lantelme (IMED)

Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Prof. Carlos Torres Formoso (UFRGS)

Ph.D. pela Universidade de Salford, Grã Bretanha

Prof. Iamara Rossi Bulhões (UFRGS)

Doutora pela Universidade de Campinas, Brasil

Aos meus pais e irmãos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por todo o amor e apoio em todas as minhas escolhas e por proporcionarem ao longo da minha vida todas as oportunidades para eu estar hoje onde eu estou.

Ao meu irmão, Rogério, que sempre foi minha inspiração, que onde estiver, hoje eu seja motivo de orgulho, tanto quanto ele é para mim.

Ao meu irmão, André, por ser meu maior incentivador e apoiador, acreditando em mim em todos os momentos, quando nem eu mais acreditava. Meu alicerce e minha ponte para minhas raízes.

Aos professores do PPGCI especialmente ao meu orientador, Prof. Eduardo Luis Isatto, pela contribuição e disponibilidade nas inúmeras discussões durante horas de assessoramento, e ao Prof. Carlos Torres Formoso, pela oportunidade de fazer parte do grupo PPGCI inicialmente como aluna especial e pelas posteriores oportunidades de estudo deste trabalho e todas as contribuições ao longo do mestrado.

Aos colaboradores das empresas parceiras, colegas, professores e amigos que de alguma forma contribuíram para que trabalho pudesse ser realizado.

Aos meus maiores presentes do mestrado, amigos recentes que parecem de uma vida inteira: Mariana Abbeg, Manoela Conte, Jordana Bazzan, Guilherme Masuero e Bárbada Pedó, que foram fundamentais durante todo o processo. À Mari, Mano e Jor deixo um agradecimento especial. Todo o incentivo, ajuda e apoio emocional nesta reta final foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Finalmente, ao grupo Mutual, especialmente ao Alexandre Soares, pela oportunidade e confiança depositada, por todas as trocas de conhecimento e por tantos ensinamentos; à minha colega e amiga, Tatiane Scaramussa, pela oportunidade, confiança, apoio, desabafos, amizade e parceria; e ao meu gerente, Marco Aurélio, pelo incentivo, pelos ensinamentos e principalmente pelo apoio e flexibilidade nas últimas semanas que foram imprescindíveis.

“Nenhum saber é saber completo”

(Galileu Galilei)

RESUMO

SCOTT HOOD, Eduarda da Silva. **Modelo para gestão das restrições no Sistema *Last Planner* com apoio do *Advanced Work Packaging***. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

Estudos mencionando a análise e gerenciamento das restrições nas organizações e em empreendimentos da construção civil vêm sendo discutidos ao longo dos anos. No entanto, até hoje este tema mostra-se carente de soluções que promovam uma sistemática eficiente para tal fim. Ballard desenvolveu o Sistema *Last Planner*, método de planejamento baseado nos conceitos de *lean construction* e vincula a análise das restrições ao plano de médio prazo, sendo até hoje o nível de planejamento onde o método encontra a maior dificuldade de implementação. Motivado pelas tecnologias e metodologias emergentes baseadas nos conceitos *lean* e vinculadas a remoção das restrições, este estudo se propõe a explorar o uso do método de planejamento *Advanced Work Packaging (AWP)*, visando tirar proveito de suas características, aliando-as ao SLP no sentido de trazer melhorias na análise e gerenciamento das restrições em empreendimentos da construção. Oriundo de obras industriais e majoritariamente aplicado em megaprojetos do setor óleo e gás, o AWP baseia-se em pacotes de trabalho que percorrem todas as fases do projeto, desde a engenharia, passando pelos setores de suprimentos, construção e, finalmente, instalação, tendo por particularidade o conceito de “planejar com o fim em mente”. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é propor um modelo para análise das restrições no SLP na construção civil, com o apoio de práticas do AWP. Este objetivo foi percorrido a partir da estratégia de pesquisa *Design Science Research (DSR)*, primeiramente através da compreensão do tema por meio de revisão da literatura e estudo exploratório e, em seguida, com a realização de três estudos caso e análise dos resultados na fase de desenvolvimento do modelo. Por fim, ocorreu a avaliação do artefato proposto e explicitação das aprendizagens e conclusões. Esse trabalho oportuniza uma nova compreensão do AWP, a partir das suas complementariedades e diferenças com o SLP, e como estas características contribuem para uma análise objetiva e eficiente das restrições em todas as fases do projeto. Como resultado, este trabalho oferece um modelo conceitual para a realização deste processo, trazendo maior confiabilidade para o planejamento dos empreendimentos, através do mapeamento das restrições identificadas.

Palavras-chave: Restrições. Sistema *Last Planner*. *Advanced Work Packaging*.

ABSTRACT

SCOTT HOOD, Eduarda da Silva. **Model for constraint analysis in the Last Planner System supported by Advanced Work Packaging**. 2021. Dissertation (Master of Science in Civil Engineering) - Postgraduate Program in Civil Engineering: Construction and Infrastructure, Engineering School, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

Over the years, studies have discussed the analysis and management of constraints in organizations and construction projects. However, there is still a lack of effective solutions that promote an efficient system for this purpose. Ballard created the Last Planner System, a planning method based on lean construction concepts. The system links the analysis of constraints to the lookahead plan, which is the most challenging planning level to execute. Driven by the latest technologies and methodologies based on lean concepts, and associated with the removal of constraints, this study proposes to explore the planning method Advanced Work Packaging (AWP), taking advantage of its characteristics and combine them with SLP to bring improvements in the analysis and management of constraints in construction projects. The AWP is a project management methodology rooted in industrial works and is commonly used in large-scale projects in the oil and gas sector. It involves breaking down a project into work packages encompassing all phases, from engineering to supply, construction, and installation. One of the unique features of AWP is the concept of “planning with the end in mind,” which means that the entire project is planned with the outcome in sight. Considering the information presented above, the objective of this work is to propose a conceptual model for analyzing constraints by integrating SLP and AWP characteristics in construction projects. This objective was pursued through the Design Science Research (DSR) research strategy, initially by understanding the subject through a literature review and exploratory study, followed by the execution of three case studies and analysis of the results during the model development phase. Finally, there was an assessment of the proposed artifact, accompanied by the elucidation of the acquired knowledge and conclusions. This research offers a renewed perspective on AWP, emphasizing its complementarities and distinctions from SLP. It elucidates how these features contribute to an objective and effective analysis of constraints across project phases. Consequently, the study introduces a conceptual model for conducting this process, enhancing the reliability of project planning through the mapping of identified constraints.

Keywords: Constraints. Last Planner System. Advanced Work Packaging

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Planilha de levantamento de serviços - PLS | 29 |
| Figura 2 - Formação do processo de planejamento <i>Last Planner</i> | 31 |
| Figura 3 - O Sistema <i>Last Planner</i> | 33 |
| Figura 4 - Fluxograma do método AWP | 44 |
| Figura 5 - Delineamento da Pesquisa | 54 |
| Figura 6 - Cronologia das atividades - Etapa de diagnóstico..... | 59 |
| Figura 7 - Imagem 3D da implantação do empreendimento..... | 60 |
| Figura 8 - Imagem 3D da implantação do empreendimento..... | 61 |
| Figura 9 - Imagem 3D da implantação do empreendimento..... | 62 |
| Figura 10 - Fase 01- Cronologia das atividades - Etapas 01 e 02..... | 65 |
| Figura 11 - Imagem 3D da implantação do empreendimento..... | 68 |
| Figura 12 - Implantação do empreendimento e tipologia dos apartamentos | 69 |
| Figura 13 - Fase 02 – Cronologia das atividades..... | 70 |
| Figura 14 - Visualização 3D – Empreendimento Obra R..... | 72 |
| Figura 15 - Fase 03 – Cronologia das atividades..... | 73 |
| Figura 16 - Dados do empreendimento Loja | 74 |
| Figura 17 - Planta de implantação – Empreendimento Loja..... | 75 |
| Figura 18 - Fase 04 - Cronologia das atividades | 76 |
| Figura 19 - Cronograma de longo prazo – MSPProject – Obra 1 | 82 |
| Figura 20 - Linha de balanço – Obra 1 | 82 |
| Figura 21 - Ferramenta de médio prazo – Obra 2..... | 83 |
| Figura 22 - Ferramenta de curto prazo – Obra 1 | 84 |
| Figura 23 - PLS - Obra 1 | 86 |
| Figura 24 - Planilha de remoção das restrições adaptada | 92 |
| Figura 25 - Detalhe do campo de restrições | 93 |
| Figura 26 - Detalhe: Categorias das restrições | 94 |
| Figura 27 - De/Para - PLS e Plano de Longo Prazo | 96 |
| Figura 28 - Planilha de avanço geral – Inclusão de Percentuais de Avanço..... | 97 |
| Figura 29 - Curva de Avanço – Obra 1 | 98 |
| Figura 30 - Categorias das restrições adotada neste estudo | 101 |
| Figura 31 - Categorias de etapas propostas pelo AWP..... | 101 |
| Figura 32 - Macro Processos PLS - Pacotes de longo prazo | 103 |
| Figura 33 - Modelo Conceitual Inicial | 105 |
| Figura 34 - Banco de dados de pacotes genéricos | 106 |
| Figura 35 - Banco de dados de restrições - Preliminar | 108 |
| Figura 36 - Planilha de restrições - Primeira Versão..... | 109 |
| Figura 37 - Planilha de restrições - 2ª versão | 111 |
| Figura 38 - Banco de dados de restrições - Final..... | 113 |
| Figura 39 - Planilha de restrições - Final..... | 114 |
| Figura 40 - Quadro de programações semanais..... | 119 |
| Figura 41 - Planilha de programação semanal..... | 120 |
| Figura 42 - Evolução do PPC | 121 |
| Figura 43 - Principais causas por natureza | 121 |
| Figura 44 - Análise de causas - Últimas 4 semanas..... | 122 |
| Figura 45 - Rede de precedências – Desenvolvimento em post-it..... | 123 |
| Figura 46 - Linha de balanço – Obra R | 124 |
| Figura 47 - Processos Macro e Subprocessos - Adaptado para Empresa B..... | 125 |
| Figura 48 - Planilha de gestão das restrições - Obra R..... | 126 |
| Figura 49 - Pull Planning inicial - Longo prazo Loja | 129 |
| Figura 50 - Lista de restrições iniciais..... | 130 |
| Figura 51 - Restrições de projetos | 133 |
| Figura 52 - Restrições de suprimentos | 134 |
| Figura 53 - Procedimentos de planejamento | 135 |
| Figura 54 - Indicador de PPC e média..... | 136 |
| Figura 55 - Classificação das causas de não cumprimento dos planos..... | 136 |
| Figura 56 - Pull Planning final | 137 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| Figura 57 - Curva-S - Loja | 138 |
| Figura 58 - Modelo final..... | 140 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Relação de restrições - Estudo Exploratório - Fase 01 | 115 |
| Tabela 2 - Relação de restrições - Estudo Empírico 1 | 115 |
| Tabela 3 - Resumo - Relação de restrições - Comparativo EE1 e E2..... | 116 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Características AWP x SLP..... | 50 |
| Quadro 2 - Reuniões realizadas na Empresa A | 58 |
| Quadro 3 - Resumo de reuniões - Local e duração..... | 64 |
| Quadro 4 - Reuniões realizadas na Empresa A - Obra P..... | 66 |
| Quadro 5 - Resumo de reuniões - Local e duração..... | 70 |
| Quadro 6 - Longo Prazo - Análise geral nos empreendimentos | 79 |
| Quadro 7 - Médio Prazo - Análise geral nos empreendimentos | 80 |
| Quadro 8 - Curto Prazo - Análise geral nos empreendimentos | 80 |
| Quadro 9 - Resumo do diagnóstico da Empresa A..... | 87 |
| Quadro 10 - Relação Problema Observado x Potencial Melhoria – Empresa A | 89 |
| Quadro 11 - Restrições recorrentes “AÇÃO” + “RECURSO“ + “INSTANCIACÃO” | 100 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EE: Escola de Engenharia
NORIE: Núcleo Orientado para a Inovação da Construção
PPGCI: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura
UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
STP: Sistema Toyota de Produção
SLP: Sistema Last Planner
WFP: Workface Planning
COAA: Construction Owners Association of Alberta
AWP: Advanced Work Packaging
CII: Construction Industry Institute
TOC: Teoria das Restrições
EAP: Estrutura Analítica do Projeto
BIM: Building Information Modeling
PLS: Planilha de Levantamento de Serviço da CAIXA
PMCMV: Programa Minha Casa, Minha Vida
PCVA: Programa Casa Verde e Amarela
PCI: Proposta Construção Individual
IGLC: International Group for Lean Construction
PCP: Planejamento e Controle da Produção
RT 272 – Research Team 272
PTE: Pacotes de Trabalho de Engenharia
PTC: Pacotes de Trabalho de Construção
PTI: Pacotes de Trabalho de Instalação
DSR: Design Science Research
EE1: Estudo Exploratório 1
E1: Estudo Empírico 1
E2: Estudo Empírico 2
E3: Estudo Empírico 3
PPC: Percentual de Planos Concluídos
IRR: Índice de remoção de restrições

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1 | CONTEXTO E JUSTIFICATIVA | 17 |
| 1.2 | PROBLEMA DE PESQUISA E PROBLEMA REAL..... | 19 |
| 1.3 | PROPOSIÇÕES | 20 |
| 1.4 | QUESTÕES DE PESQUISA..... | 21 |
| 1.5 | OBJETIVOS DA PESQUISA | 21 |
| 1.6 | LIMITAÇÕES DA PESQUISA..... | 22 |
| 1.7 | ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 22 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 23 |
| 2.1 | GERENCIAMENTO DAS RESTRIÇÕES | 23 |
| 2.1.1 | Restrições nos pacotes de trabalho | 26 |
| 2.1.2 | Considerações | 27 |
| 2.2 | SISTEMA LAST PLANNER (SLP) | 30 |
| 2.2.1 | Planejamento de Longo Prazo | 33 |
| 2.2.2 | Planejamento de fases | 34 |
| 2.2.3 | Planejamento <i>Lookahead</i> – Médio Prazo | 36 |
| 2.2.4 | Planejamento de Curto Prazo | 37 |
| 2.2.5 | Análise Crítica SLP..... | 39 |
| 2.3 | ADVANCED WORK PACKAGING (AWP)..... | 40 |
| 2.3.1 | Estágio I – Planejamento/Projeto Preliminar..... | 44 |
| 2.3.2 | Estágio II – Engenharia Detalhada | 45 |
| 2.3.3 | Estágio III - Construção | 46 |
| 2.3.4 | Análise Crítica AWP..... | 46 |
| 2.4 | ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS | 47 |
| 3 | MÉTODO | 52 |
| 3.1 | ESTRATÉGIA DE PESQUISA..... | 52 |
| 3.2 | DELINEAMENTO | 53 |
| 3.3 | FASES DE DESENVOLVIMENTO..... | 56 |
| 3.3.1 | Fase 01 - Empresa A - Estudo Exploratório 1 (EE1) | 56 |
| 3.3.1.1 | Etapa 01 – Diagnóstico do sistema de PCP da Empresa A | 57 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 3.3.1.1.1 | <i>Contexto e descrição da Empresa A</i> | 59 |
| 3.3.1.1.2 | <i>Empreendimentos e escritório de projetos e suprimentos</i> | 59 |
| 3.3.1.2 | Etapa 02 – Empreendimento “Obra 1” – Rotinização do médio prazo | 63 |
| 3.3.1.3 | Conclusão do desenvolvimento da Fase 01 | 64 |
| 3.3.2 | Fase 02 – Empresa A - Estudo Empírico 1 (E1) – Obra P | 65 |
| 3.3.2.1 | Descrição do empreendimento estudado | 67 |
| 3.3.2.2 | Conclusão do desenvolvimento da Fase 02 | 69 |
| 3.3.3 | Fase 03 – Empresa B - Estudo Empírico 2 (E2) – Obra R | 70 |
| 3.3.3.1 | Descrição do empreendimento estudado | 72 |
| 3.3.3.2 | Conclusão do desenvolvimento da Fase 03 | 72 |
| 3.3.4 | Fase 04 – Empresa C - Estudo Empírico 3 (E3) – Empreendimento Loja | 73 |
| 3.3.4.1 | Descrição do empreendimento estudado | 74 |
| 3.3.4.2 | Conclusão do desenvolvimento da Fase 04 | 75 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 77 |
| 4.1 | COMPREENSÃO DO PROBLEMA | 77 |
| 4.1.1 | Lacuna do conhecimento | 77 |
| 4.1.2 | Problema real | 78 |
| 4.1.2.1 | Etapa 01 – Diagnóstico – Empresa A | 79 |
| 4.1.2.1.1 | <i>Empreendimentos em andamento na Empresa A – Rotinas de planejamento</i> | 79 |
| 4.1.2.1.2 | <i>Análise do setor de projetos e suprimentos</i> | 85 |
| 4.1.2.1.3 | <i>Análise da PLS da Caixa - Ferramenta de medição dos serviços com o cliente</i> | 85 |
| 4.1.2.1.4 | <i>Discussão – Etapa de Diagnóstico</i> | 87 |
| 4.1.2.2 | Etapa 02 – Implementação do médio prazo – Obra 1 | 90 |
| 4.1.2.2.1 | <i>Planilha de médio-prazo adaptada</i> | 90 |
| 4.1.2.2.2 | <i>Planilha de avanço geral</i> | 95 |
| 4.1.2.2.3 | <i>Análise de resultados</i> | 98 |
| 4.1.2.2.4 | <i>Discussão – Etapa de implementação do médio prazo</i> | 100 |
| 4.2 | DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO | 104 |
| 4.2.1 | Características desejáveis na solução inicial | 104 |
| 4.2.2 | Estudo empírico 1 (E1) – Empresa A – Obra Piloto | 105 |
| 4.2.2.1 | Desenvolvimento do artefato preliminar | 105 |
| 4.2.2.2 | Implementação do artefato..... | 110 |
| 4.2.2.3 | Análise de resultados | 115 |
| 4.2.2.4 | Conclusão do Estudo Empírico 1 | 117 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.3 Estudo empírico 2 (E2) – Empresa B – Obra Residencial..... | 117 |
| 4.2.3.1 Plano de curto prazo: | 118 |
| 4.2.3.2 Plano de longo prazo: | 123 |
| 4.2.3.3 Plano de médio prazo..... | 125 |
| 4.2.3.4 Conclusão do Estudo Empírico 2..... | 127 |
| 4.2.4 Estudo empírico 3 (E3) – Empresa C – Obra Industrial - Loja | 128 |
| 4.2.4.1 Cultura da empresa e implementação do <i>last planner</i> | 128 |
| 4.2.4.2 Rotinas de planejamento e controle da Loja..... | 129 |
| 4.2.4.3 Conclusão do Estudo Empírico 3..... | 138 |
| 5 MODELO CONCEITUAL PARA ANÁLISE DE RESTRIÇÕES.... | 140 |
| 5.1 MODELO CONCEITUAL E CONSTRUCTOS RELACIONADOS .. | 140 |
| 5.2 AVALIAÇÃO DO MODELO | 142 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 144 |
| 6.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS | 147 |
| REFERÊNCIAS | 148 |

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem por finalidade apresentar o contexto e a justificativa do tema proposto neste estudo, bem como os pressupostos da pesquisa; problema de pesquisa (lacuna de conhecimento); e, questões e objetivos da pesquisa.

1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

Melhorias nos empreendimentos de construção, geralmente buscam maior produtividade, menos retrabalhos e eliminação de atividades que não agregam valor. Neste sentido, surgem constantemente novos estudos nesta área e novas propostas de modelos de planejamento emergem para contribuir na determinação do que deve ser feito, sua forma de execução e sequenciamento, visando maior eficiência. (ALVES, 2000).

Laufer e Cohenca (1990) afirmam que “planejamento se refere à determinação do que tem que ser feito; à prescrição de como cada tarefa de trabalho deve ser desempenhada; à sequência e tempo de execução; à enumeração dos recursos necessários; e, aos custos dentro da organização do contratante antes do início da construção”. Além disso, segundo Laufer *et al.* (1994) o planejamento é mais do que um processo de tomada de decisão, permitindo que a execução da atividade seja realizada de forma mais eficiente possível se considerando aspectos técnicos.

Devido à crescente competição no setor, assim como o nível de exigência dos seus principais clientes e reivindicações por melhoria das condições de trabalho por parte da mão de obra, as empresas da indústria da construção civil têm passado por importantes mudanças ao longo dos últimos anos no sentido de trazer ao setor filosofias gerenciais mais atuais, algumas das quais originadas em outras indústrias (ISATTO *et al.*, 2000). A partir dos anos 90, um novo referencial teórico vem sendo desenvolvido fundamentado no Sistema Toyota de Produção (STP) em contraposição à produção em massa, envolvendo a adaptação dos princípios do pensamento enxuto no setor da construção civil e contribuindo para a modernização dos sistemas de gestão na construção, a construção enxuta (*Lean Construction*).

O pensamento enxuto, por sua vez, é o principal fundamento da construção enxuta, baseia-se em princípios que guiam os processos do sistema, sendo eles: a definição e especificação do

valor; eliminação de desperdícios; manutenção do fluxo contínuo; melhoria contínua; e o sistema puxado de produção (WOMACK; JONES, 2004).

Segundo Wang *et al.* (2016), três métodos de planejamento são utilizados para introduzir o conceito de produção puxada na indústria da construção: o Sistema *Last Planner* (SLP), desenvolvido por Glenn Ballard e Greg Howell; o *Workface Planning* (WFP), desenvolvido pela *Construction Owners Association of Alberta* (COAA); e o *Advanced Work Packaging* (AWP), desenvolvido por uma equipe de pesquisa em parceria com o *Construction Industry Institute* (CII) e o COAA. Em que pese a relevância desses métodos para a indústria da construção, são raros os estudos que buscam compreender as razões que levam a preferência por um ou outro método em contextos distintos, ou mesmo o potencial de complementariedade entre ambos no sentido de superar suas eventuais limitações. O estudo de Wang *et al.* (2016) — que trata especificamente na gestão de restrições — é um dos poucos a avaliar as complementariedades entre tais métodos.

No que diz respeito ao SLP, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos no decorrer dos últimos 20 anos, de modo a buscar solucionar os problemas na sua implementação. Mesmo após tanto tempo decorrido desde sua origem, um dos problemas que ainda precisa ser solucionado encontra-se no levantamento, análise e gestão das restrições, que é ainda uma das maiores dificuldades, principalmente devido ao longo tempo despendido para que todas sejam lembradas e analisadas da devida forma (ANGELIN, 2019). Além disso, visto que no SLP esta análise só é considerada durante a execução do plano de médio prazo, as restrições que possuem *lead time* maior que a janela de visibilidade estão além da possibilidade de ser identificadas e removidas a tempo da sua janela de execução (HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2008)

Tais dificuldades se refletem diretamente na produtividade, na falta de cumprimento dos planos e em retrabalhos, que conseqüentemente repercutem em custo, prazo, qualidade e segurança, e embora empreendimentos habitacionais tenham por característica atividades repetitivas, não há uma cultura de reaprender com o passado, como, por exemplo, a criação de um banco de dados de restrições recorrentes por pacotes de trabalho.

Em contrapartida, o AWP enfatiza justamente o conceito de “pacotes de trabalho avançado” já no início e em cada estágio de sua implementação, onde seu conteúdo possui todas as restrições e requisitos necessários para cada etapa, direcionando aos responsáveis suas

responsabilidades de maneira mais diligente e possibilitando tempo hábil para suas devidas remoções, tornando as atividades livres para execução, desde os primeiros processos (desenvolvimento de projetos), até as atividades de produção.

Com isto em mente, este estudo se propõe a avaliar criticamente os métodos citados sob uma perspectiva mais ampla que a Teoria das Restrições abordada por Wang *et al.* (2016), uma vez que este foi direcionado à indústria de gás natural liquefeito. Neste sentido, o presente trabalho visa suas contribuições principalmente na condução da análise das restrições de empreendimentos da construção civil, com o auxílio do AWP na avaliação do conteúdo dos pacotes de trabalho, criando sistemática para estabelecimento das condicionantes para a realização das tarefas.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA E PROBLEMA REAL

O presente trabalho fundamentalmente busca compreender os problemas por trás do planejamento de médio prazo do SLP (também conhecido como *lookahead*, ou “olhar à frente”), principalmente durante o processo de análise das restrições, com o propósito de melhorar esta etapa do sistema. Em estudo recente, Angelin (2019) mostra evidências de que esta é etapa mais negligenciada do sistema até hoje, mesmo com o importante papel de proteger a produção por meio da identificação das restrições e preencher a ligação no controle da produção entre os níveis de planejamento de longo e curto prazo (BALLARD, 1997).

De fato, Fireman (2012) identificou que a baixa implementação das práticas de planejamento e controle de curto e médio prazo está diretamente relacionada às perdas identificadas no canteiro, principalmente àquelas por *making-do*. Tais perdas são definidas por Koskela (2004) como aquelas decorrentes do início de uma tarefa sem que todos seus requisitos estejam disponíveis, ou quando ela tem sua execução continuada, mesmo tais requisitos deixam de estar disponíveis. Disto podem resultar outras perdas, como redução da segurança, problemas de qualidade, *work in progress* e retrabalho (SOMMER, 2010; FORMOSO *et al.*, 2011; FIREMAN *et al.*, 2013). Em síntese, a eliminação de restrições consiste em um vínculo comum entre a eficácia do planejamento de médio prazo e a ocorrência de perdas por *making-do*. Assim, o planejamento de médio prazo com uma sistemática eficiente de remoção das restrições promove melhor controle da obra diminuindo atrasos e perdas.

Fireman (2012) afirma que estas perdas poderiam ser mitigadas reforçando a análise das restrições relacionadas no planejamento de médio prazo, principalmente as ligadas às categorias de perdas de acesso, instalações provisórias e aos fluxos físicos, e que um banco de dados destas perdas de *making-do* poderia ser uma contribuição valiosa para a análise de restrições desenvolvida como parte do planejamento de médio prazo.

Além disso, Ebbs e Pasquire (2018) afirmam que, para identificar restrições e riscos corretamente, é necessário o entendimento compartilhado do escopo do projeto e obter a eficaz colaboração e comunicação entre as pessoas certas. Isto sugere que uma comunicação eficaz e registro adequado das ocorrências de *making-do* ao longo da execução das obras, a partir de colaboradores da frente de trabalho ou fiscalização de obras, pode ser uma parte importante da solução do problema da falta de eficácia do planejamento de médio prazo.

Uma diferença clara entre o AWP e o SLP parece residir na atenção dada à definição formal dos pacotes de trabalho, envolvendo diferentes usos. Seu foco na análise e definição dos pacotes de trabalho encorajam o aprofundamento do estudo no sentido de trazer maiores detalhes dos processos, de maneira a contribuir com a realização das atividades, sem que haja restrições ou pendências que impactem na sua execução. O AWP, com base nos pacotes definidos nas fases iniciais dos processos, guia as decisões e a eliminação de restrições a longo prazo na produção, embora não incorpore uma revisão sistemática desses planos durante a execução. Em contraste, o SLP concentra-se na identificação e programação da remoção de restrições apenas durante a janela de visibilidade, não abordando especificamente a gestão ao longo de todas as fases do empreendimento, mas proporcionando um acompanhamento e uma abordagem sistemática para a remoção dessas restrições.

1.3 PROPOSIÇÕES

O problema de pesquisa e problema real observados trazem questionamentos sobre a eficácia da análise das restrições no planejamento de médio prazo no SLP, considerando sua rotina de aplicação, e sobre o funcionamento e características do AWP no âmbito da construção civil. Com base no exposto, as seguintes proposições podem ser formuladas:

- a) A duração das reuniões de médio prazo pode ser significativamente reduzida caso a empresa conte com um processo de análise de restrições sistemático e estruturado;

- b) A redução da duração da identificação das restrições nas reuniões de planejamento de médio prazo pode contribuir para aumentar o empenho e motivação dos envolvidos;
- c) A adoção de uma base de dados de restrições não limita a identificação de restrições ao plano de médio prazo. Muitas restrições podem ser identificadas antes da janela de visibilidade e encaminhadas para sua remoção nas etapas iniciais, diminuindo a chance de restrições emergirem com *lead time* maior do que o tempo até sua execução.

1.4 QUESTÕES DE PESQUISA

Com base no problema de pesquisa, foi definida a questão principal de pesquisa:

Como a combinação dos elementos do AWP e SLP pode auxiliar na análise sistemática de restrições em sistemas de planejamento?

Como desdobramento da questão principal, foram definidas as questões secundárias:

- a) Quais os pontos fortes e fracos das abordagens de planejamento AWP e SLP na análise das restrições?
- b) Quais eventuais conflitos entre o AWP e o SLP?
- c) Considerando a combinação dos elementos do AWP e SLP, como cada uma destas abordagens contribui para facilitar a análise sistemática de restrições em sistemas de planejamento?

1.5 OBJETIVOS DA PESQUISA

Objetivo geral da pesquisa:

Desenvolver um modelo para análise sistemática de restrições em sistemas de planejamento *Last Planner*, combinado com a prática de pacotes de trabalho do AWP.

Objetivos específicos da pesquisa:

- a) Analisar comparativamente os métodos AWP e SLP sob a perspectiva da análise de restrições;

- b) Desenvolver constructos a partir de um modelo conceitual que promova a criação de uma sistemática eficiente de análise de restrições;
- c) Implementar o modelo proposto a fim de avaliar sua utilidade e aplicabilidade.

1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O presente trabalho visa tanto a aplicação do artefato na construção de edificações quanto em obras rápidas industriais, com o objetivo de aprimorar os sistemas de planejamento e controle da produção baseados no SLP quando aplicados a estes contextos. Embora seja razoável considerar a potencial aplicação nos setores de origem do AWP — particularmente a indústria de óleo e gás, tal possibilidade não foi investigada nesta pesquisa.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em sete capítulos. O primeiro diz respeito à introdução, contendo o contexto, justificativa, motivação e o problema para desenvolvimento da pesquisa, bem como suas questões e objetivos; o capítulo 2 corresponde à revisão bibliográfica, com ênfase na revisão de literatura, abordando os tipos de métodos utilizados no mercado da indústria e da construção civil, uma análise crítica sobre cada um e, por fim, uma análise comparativa entre eles.

O capítulo 3 apresenta o método de pesquisa, onde é descrita a estratégia de pesquisa, com a abordagem adotada para este trabalho, o delineamento da pesquisa e a apresentação de cada uma das fases do trabalho. O capítulo 4 é reservado para os resultados e discussões com a descrição das atividades realizadas durante as fases 1, 2, 3 e 4 do trabalho. O capítulo 5 contém a apresentação do artefato e sua avaliação. Finalmente, o capítulo 6 apresenta as conclusões finais da pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem por objetivo apresentar o referencial teórico a qual este trabalho se baseia, abordando os conceitos por trás do gerenciamento das restrições e dois dos métodos de planejamento utilizados na indústria da construção, o Sistema *Last Planner* e o *Advanced Work Packaging*, e por fim suas características e diferentes visões de aplicação.

2.1 GERENCIAMENTO DAS RESTRIÇÕES

Gerenciamento das restrições vem ganhando uma atenção especial da literatura ao longo dos anos conforme os projetos tornam-se mais complexos. Apesar das restrições causarem impacto significativo e imediato no sistema como um todo (GUPTA; BOYD, 2008), seu processo de análise e eliminação ainda é visto como um grande desafio em projetos de construção (WU *et al.*, 2021).

Projetos complexos trazem consigo incerteza. Porém, enquanto a incerteza é algo que talvez ocorra, as restrições são algo concreto. Por este motivo, é mais viável buscar melhorias no processo em relação às restrições durante a execução das tarefas. Se as restrições não puderem ser removidas no momento oportuno, a confiabilidade do fluxo de trabalho pode ser prejudicada, resultando em atrasos no cronograma e excedentes nos custos. (LI *et al.*, 2019a),

Uma vertente sobre o conceito das restrições, foi lançada e difundida durante a primeira metade dos anos 80 pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt em parceria com Jeff Cox, através do livro “A Meta”, onde a Teoria das Restrições (TOC) surgiu como crítica aos métodos de administração tradicionais de empresas e como uma alternativa para a gestão da produção (CORDEIRO, 2016). Esta teoria define restrição como o fator que restringe a atuação de um sistema em atingir a sua “meta”, ou ainda, qualquer coisa que impeça a sua melhoria. Este fator também é conhecido como o “gargalo” do sistema (GOLDRATT; COX, 1984).

A teoria proposta pressupõe que cada sistema pode compreender várias atividades conectadas, e que pelo menos uma destas age como restrição, de maneira que basta sua melhoria para que esta se reflita no processo como um todo. Isso difere da visão tradicional, uma vez que esta implica que uma melhoria contínua generalizada em todos os processos resultaria em uma consequente melhoria de todo o sistema (GOLDRATT; COX, 1984). Assim, pode-se dizer

que gastar tempo buscando melhorar atividades não restritivas, pode não gerar benefícios significativos, uma vez que a restrição é quem ditará o fluxo do processo produtivo (PEGORARO, 2018). Neste sentido, a TOC visa um foco preciso e contínuo na melhoria do gargalo identificado até que este não limite mais “a meta”. Quando isso ocorre, o foco se move para a próxima restrição (LI *et al.*, 2019a).

Apesar de ser um conceito diferente do utilizado no SLP – o qual será apresentado no item 2.2 deste capítulo – a TOC através do enfoque à todas as atividades de melhoria, sempre voltadas para a resolução da maior restrição no momento, pode auxiliar o SLP na busca pela causa raiz do problema, através das suas etapas de aplicação.

Goldratt e Cox (1984) propõem um processo composto por cinco etapas fundamentais, cuja premissa é proporcionar uma gestão efetiva e coordenada do sistema, amenizando as restrições. Logo, a TOC possibilita através de suas etapas, identificar, controlar e gerenciar estas restrições, sejam elas físicas ou não físicas (NEVES *et al.*, 2020). Abaixo, as 5 etapas do processo supracitado e suas respectivas descrições:

1. **Identificar as restrições do sistema:** As restrições devem ser identificadas porque determinam o fluxo do sistema;
2. **Explorar as restrições do sistema:** Após sua identificação, ela deve ser otimizada para tornar o sistema mais eficiente e aumentar a taxa da capacidade do recurso;
3. **Subordinar todos os demais recursos à restrição:** Esforços focados em melhorar o desempenho da restrição;
4. **Romper ou elevar a restrição do sistema:** Através da melhoria contínua das operações, da aquisição de capacidade ou de flutuações na demanda, a restrição do sistema pode ser rompida ou elevada, de modo que a esta restrição deixe de existir e então, uma nova restrição assumirá o papel da anterior.
5. **Identificar a nova restrição do sistema caso a restrição seja rompida.**

De modo geral, para Li *et al.* (2019), o gerenciamento das restrições é o processo de satisfazer gargalos, a fim de facilitar e viabilizar a execução bem-sucedida das tarefas assumidas pelas equipes. Ou seja, é o processo de identificar, otimizar e monitorar os gargalos, de modo a garantir que o pacote de trabalho dimensionado seja executado no prazo e com excelência,

possuindo como objetivo principal a melhoria contínua da confiabilidade do fluxo do trabalho, garantindo que informações precisas estejam sempre disponíveis na hora certa, da maneira certa, com as ferramentas certas e para a pessoa certa.

A TOC, apesar de ter sua origem com foco na melhoria dos processos das organizações (GOLDRATT; COX, 1984), se assemelha em partes com as filosofias *lean*, uma vez que também foca em melhorar a capacidade do sistema, porém o faz por meio da eliminação do gargalo, enquanto o *lean* utiliza de diferentes ferramentas em prol de eliminar o desperdício com foco nos pontos de reabastecimento e de estoque. Neste sentido, a TOC pode funcionar como um mecanismo eficiente direcionando os esforços para elencar prioridades de melhorias em restrições enquanto o *lean* oferece as ferramentas para tal (LI *et al.*, 2019a).

Traçando um paralelo ao *lean* no tocante ao gerenciamento das restrições, temos o planejamento *lookahead*, ou plano de médio prazo, parte integrante do Sistema *Last Planner* (SLP), método desenvolvido por Ballard (2000), que será apresentado no item 2.2 deste capítulo. Entretanto, cabe aqui falar brevemente sobre este plano, horizonte no qual as restrições são identificadas e removidas a fim de viabilizar a execução das atividades conforme definido no nível anterior, promovendo a redução da variabilidade no processo, a partir da remoção sistemática destas. Nesse nível de planejamento também é detalhado o processamento das atividades e definida a logística de execução (BALLARD, 1997).

Para Ballard (1997), ao antecipar as atividades do plano mestre do empreendimento no *lookahead* e dividi-las em atribuições por localização ou quantidade, podemos identificar pacotes de trabalho com as várias tarefas que devem ser realizadas para construir aquele componente naquele local. Na medida em que uma lista de materiais e projetos podem ser associados a cada atividade programada, a tarefa final pode ser considerada sólida no que diz respeito a estes quesitos. No entanto, a identificação de restrições não é uma tarefa trivial, uma vez que existem inúmeros tipos possíveis, incluindo desenhos, projetos e especificações, mão de obra indisponível ou ineficiente, material, equipamentos e ferramentas, espaço indisponível, falta de liberações de trabalho e segurança, condições ambientais, controle de qualidade incompleto etc (LI *et al.*, 2019a).

Apesar destes conceitos de gerenciamento das restrições surgirem em nichos distintos, a atual tendência em projetos de construção é integrar a filosofia *lean* com outras técnicas e conceitos, e nos últimos tempos essas sinergias têm se mostrado principalmente positivas em

termos de promover maior produtividade a estes projetos (TEZEL *et al.*, 2020). Há tempos estudos têm se concentrado nas técnicas e conceitos *lean* com este intuito, através, por exemplo, do SLP (BALLARD, 2000), *Just-in-time* (BALLARD; HOWELL, 1995), *pull-scheduling ou pull-planning* (TOMMELEIN, 1998) e *Lean Project Delivery System* (BALLARD e Howell, 2003) (XING *et al.*, 2021).

Entretanto, apesar destes esforços, Wang *et al.*, (2016) consideram que as abordagens existentes para o gerenciamento de restrições possuem várias deficiências, incluindo baixa transparência do status das restrições e planejamento de melhoria de restrições não ideal ou inflexível.

Surgindo como alternativa, em estudo recente, Wu *et al.*, (2021) avalia o método de planejamento *Advanced Work Packaging* (AWP), melhor explorado no item 2.3 deste capítulo, como um eficiente mecanismo de gerenciamento das restrições, que se concentra na identificação, monitoramento e remoção de restrições antes do início do trabalho, e consegue capturar interconexões entre as restrições em diferentes estágios do projeto e, em seguida, organizadas em pacotes de trabalho.

Neste sentido, temos os dois métodos AWP e SLP, foco deste estudo, que aplicam conceitos de pacotes de trabalho para gerenciar as restrições na construção. O item a seguir abordará este tópico e a seguir, uma breve discussão sobre como estes se complementam.

2.1.1 Restrições nos pacotes de trabalho

Ao longo dos anos, diversos estudos focam em como apoiar os colaboradores nas tomadas de decisão com informações precisas e em tempo hábil para execução das tarefas e o desenvolvimento de pacotes de trabalho atrelado a uma correta gestão das restrições parece adequado neste sentido.

Leão (2014) salienta que esta divisão dos processos de produção em pequenos segmentos de forma estrutural estão presentes desde os modelos de planejamento baseados na abordagem tradicional, a partir da utilização da Estrutura Analítica do Projeto (EAP). No entanto, estes pacotes consideram apenas as atividades de conversão, enquanto o SLP, considera para cada atividade um trabalho específico e detalhado, designado para uma determinada equipe que se compromete a realizar (BALLARD, 2000).

Choo *et al.*, (1999) definem pacote de trabalho como um conjunto de tarefas semelhantes, geralmente em uma área bem definida, usando informações de projeto específicas, material, mão de obra e equipamento, e com o trabalho de pré-requisito concluído, ou seja, com todas as restrições removidas. Este agrupamento permite um fluxo contínuo de recursos evitando interrupções desnecessárias, contribuindo para o aumento da produtividade.

Estudos recentes vem desenvolvendo Pacotes de Trabalho Inteligentes (LI *et al.*, 2019a), transformando grupos de tarefas em informação inteligente, incorporando nestes grupos recursos de visualização, rastreamento, detecção, computação, rede e reação, baseados nas teorias estabelecidas de pacotes de trabalho para gerenciamento de restrições, a fim de subdividir os processos de produção em pastas gerenciáveis, facilitando sua execução, porém estes pacotes de trabalho inteligentes encaram desafios organizacionais de resistência à sua implementação e, também, de interoperabilidade, uma vez que depende de uma troca inteligente de dados sem padrão universal, embora possa vir a ser operado com base em interfaces BIM (*Building Information Modeling*) que são interoperadas por meio do ifcXML (LI *et al.*, 2019a).

Ainda no intuito de definir claramente o escopo de um pacote de trabalho, Leão (2014) estabelece o conceito de pacotes genéricos, que são os pacotes que se repetem em todas as unidades do empreendimento, e afirma que a definição desses pacotes na fase de planejamento da obra é fundamental para a realização do controle integrado do empreendimento, auxiliando também na identificação das restrições que devem ser removidas no plano de médio prazo.

Em contrapartida, o AWP, que adota a filosofia de "começar com o fim em mente", garante na sua implementação que todas as restrições de um determinado pacote de trabalho foram identificadas e removidas ao longo de todas as etapas do projeto (CII; COAA; 2013), não apenas no médio prazo. Neste sentido, o AWP, o SLP e o conceito de pacotes de trabalhos genéricos, vem a contribuir na análise sistemática das restrições que podem impedir a execução bem-sucedida de pacotes de trabalho, uma vez que o escopo de cada pacote de trabalho deve estar claramente bem definido (CHOO *et al.*, 1999).

2.1.2 Considerações

A partir do que foi mostrado até aqui, pode-se dizer que a TOC estabeleceu conceitos importantes focados na gestão de organizações (GOLDRATT; COX, 1984); e a partir do que

foi estabelecido, diversos estudos foram sendo desenvolvidos a respeito das restrições em diferentes contextos. Vertentes focadas no gerenciamento das restrições, aplicaram releituras dos passos apresentados no livro “A Meta”, uma vez que tanto Ballard (2000), no método SLP, (BALLARD, 2000), *Just-in-time* (BALLARD; HOWELL, 1995), *pull-scheduling ou pull-planning* (TOMMELEIN, 1998) e *Lean Project Delivery System* (BALLARD; HOWELL, 2003), ou o AWP (CII; COAA; 2013).

Entretanto, os diferentes métodos parecem abordar estes passos de diferentes maneiras. O AWP, em particular, parece focar mais em como gerir estas restrições ao longo das fases do empreendimento com atribuição de recursos (CII; COAA; 2013), ao passo que o SLP está mais preocupado com sua identificação e programação das datas de remoção (BALLARD, 2000). Porém, o objetivo de ambos está na sua identificação e atribuições de recursos para que esta seja eliminada, contribuindo para um fluxo contínuo e ininterrupto dos processos.

Quanto aos pacotes de trabalho genéricos, estes podem ser vinculados ao AWP também em todas as etapas do empreendimento, uma vez que na construção civil, atividades se repetem em todos os níveis, desde os processos de engenharia, suprimentos, construção até a produção no site. Um dos exemplos para esta constatação é a Planilha de Levantamento de Serviços (PLS) da CAIXA, utilizada como ferramenta de medição de serviços nos empreendimentos do Programa Casa Verde e Amarela (PCVA) do Governo Federal.

Criado em 2009, inicialmente com o nome de Programa Minha Casa Minha Vida, o PCVA tem como objetivo promover o direito à moradia a famílias residentes em áreas urbanas, com renda mensal de até R\$ 7.000,00, associado ao desenvolvimento econômico, à geração de trabalho e renda e à elevação dos padrões de habitabilidade e de qualidade de vida da população urbana (CAIXA, 2021). Ao aderir ao programa, instruções básicas e procedimentos de rotina são estabelecidos pela CAIXA para a atividade de acompanhamento de obras e vinculadas a operações de crédito imobiliário. Um dos documentos padrão, é a PLS supracitada, que é o instrumento de medição dos serviços, um documento assinado pelo responsável técnico pela execução da obra destinado a identificar os serviços executados no período, quantidade realizada e a exata localização no empreendimento, apresentada para cada medição de obra (CAIXA, 2015). A PLS é a forma adotada para alocar os custos orçados do empreendimento aos pacotes de trabalho. Hoje, a PLS é parte integrante da Proposta Construção Individual (PCI), formulário contendo todas as informações necessárias para a

solicitação de financiamento de unidade isolada, entregue pelo Proponente e seu Responsável Técnico.

Apesar de ter sofrido modificações nos últimos anos devido a reestruturação do programa, a PLS manteve a relação de serviços padrão para todos os empreendimentos residenciais do PCVA no nível mais macro uma vez que são empreendimento repetitivos e padronizados no programa. O seu desdobramento em pacotes de trabalho para fins de medição fica a critério da empresa executora, entretanto, pode-se tratar este nível macro como um ponto de partida de pacotes genéricos de longo prazo. A Figura 1 representa a atual PLS, onde os parâmetros de mensuração da obra devem ser preenchidos.

Figura 1 - Planilha de levantamento de serviços - PLS

| HABITAÇÃO | | | | DATAS & QUALIDADE | |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|------------------|
| Serviços | Inci- dência | Execu- ção do Item | Execu- ção na Obra | Contrato / Início | Término Previsto |
| | % | % | % | Vistoria | |
| 17.01 | Serviços Preliminares e Gerais | | 0,00 | A Obra esta sendo executada observando as condições mínimas? | |
| 17.02 | Infraestrutura | | 0,00 | A placa/adeseivo CAIXA está afixada na obra? | |
| 17.03 | Supraestrutura | | 0,00 | O alvará está válido? | |
| 17.04 | Paredes e Paineis | | 0,00 | Projeto e especificações estão sendo cumpridos? | |
| 17.05 | Esquadrias | | 0,00 | Os serviços estão sendo executados de modo a prevenir o aparecimento de danos físicos/vícios | |
| 17.06 | Vidros e Plásticos | | 0,00 | Etapa prevista no cronograma físico-financeiro: | |
| 17.07 | Coberturas | | 0,00 | | |
| 17.08 | Impermeabilizações | | 0,00 | Observações/Glosas | |
| 17.09 | Revestimentos Internos | | 0,00 | | |
| 17.10 | Forros | | 0,00 | | |
| 17.11 | Revestimentos Externos | | 0,00 | | |
| 17.12 | Pintura | | 0,00 | | |
| 17.13 | Pisos | | 0,00 | | |
| 17.14 | Acabamentos | | 0,00 | | |
| 17.15 | Inst. Elétricas e Telefônicas | | 0,00 | | |
| 17.16 | Instalações Hidráulicas | | 0,00 | | |
| 17.17 | Inst. Esgoto e Águas Pluviais | | 0,00 | | |
| 17.18 | Louças e Metais | | 0,00 | | |
| 17.19 | Complementos | | 0,00 | | |
| 17.20 | Outros Serviços | | 0,00 | | |
| 17.21 | Mensurado atual | 0,00 | 0,00 | | |
| 27.01 | Mensurado acumulado no mês anterior | | | | |
| 27.02 | Variação do período | | 0,00 | | |

| RELATÓRIO FOTOGRÁFICO | |
|-----------------------|----------------|
| ↓ | ↓ |
| Descrever foto | Descrever foto |

Fonte: CAIXA (2021)

2.2 SISTEMA *LAST PLANNER* (SLP)

Adaptado da manufatura, baseado fortemente em conceitos e técnicas de administração e buscando desenvolver um novo sistema de controle que melhor se adaptasse às características da construção civil, o SLP é apresentado por Ballard (2000), que exemplifica o conceito controle do empreendimento como causador de eventos, não apenas uma reação a mudanças ou problemas, mas sim uma parte ativa do processo de gestão, onde certos eventos são deliberadamente introduzidos para ajustar o curso do projeto conforme necessário. Isso contrasta com a concepção tradicional, onde o controle é frequentemente visto como uma resposta a desvios não planejados. A aplicação apropriada desse sistema busca melhorar a confiabilidade do fluxo de trabalho, o que promete benefícios substanciais no custo do projeto e na redução da duração do mesmo (BALLARD, 2000).

O projeto e a construção exigem planejamento e controle feitos por pessoas diferentes, em diferentes locais da organização e em momentos diferentes durante a vida de um projeto. O planejamento gerencial na organização tende a se concentrar em objetivos e restrições globais, governando todo o projeto. Esses objetivos orientam processos de planejamento nos níveis inferiores, os quais especificam os meios para alcançar esses objetivos. Por fim, alguém (individual ou em grupo) decide que o trabalho físico e específico será realizado em um dia também específico. Esses tipos de planos foram chamados de "atribuições" (do inglês *assignment*). Eles são únicos porque conduzem o trabalho diretamente. A pessoa ou grupo que produz atribuições é chamado de "*last planner*", ou "último planejador" (BALLARD; HOWELL, 1998).

O termo "atribuições" enfatiza a comunicação de requisitos do *last planner* para definir atividades ou a equipe de construção, mas esses produtos de planejamento no nível da unidade de produção também são compromissos para o resto da organização. Eles dizem o que SERÁ (*will*) feito, que são resultado de um processo de planejamento que melhor corresponde o que DEVERIA (*should*) ser feito, com as restrições que PODEM (*can*) ser realizadas (BALLARD; HOWELL, 1998). Este processo de planejamento é ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Formação do processo de planejamento *Last Planner*

Fonte: Adaptado de Ballard (2000)

A partir da sugestão de Laufer e Tucker (1987) de dividir os processos de planejamento em níveis hierárquicos, e finalmente após a publicação do artigo “*Shielding Production*”, em 1998, por Ballard e Howell, o SLP se consolida baseado em diversos estudos realizados ao longo dos anos e tem sua primeira publicação feita na conferência inaugural do *International Group for Lean Construction - IGLC* (BALLARD, 2000). O sistema lida diretamente com a incerteza dos projetos, protegendo a produção através da remoção das restrições, evitando os atrasos na execução nas frentes de trabalho.

O SLP engloba em seu escopo de execução não só ferramentas e técnicas de controle, mas também formas de planejamento que objetivam melhores condições de controle sobre o empreendimento. Este sistema integra novas funções aos níveis hierárquicos do processo de planejamento e controle da produção (PCP), objetivando a proteção da produção a partir do aumento da confiabilidade dos planos gerados (BALLARD, 2000) que se dá em função da complexidade típica de empreendimentos de construção e da variabilidade de seus processos (ISATTO *et al.*, 2000).

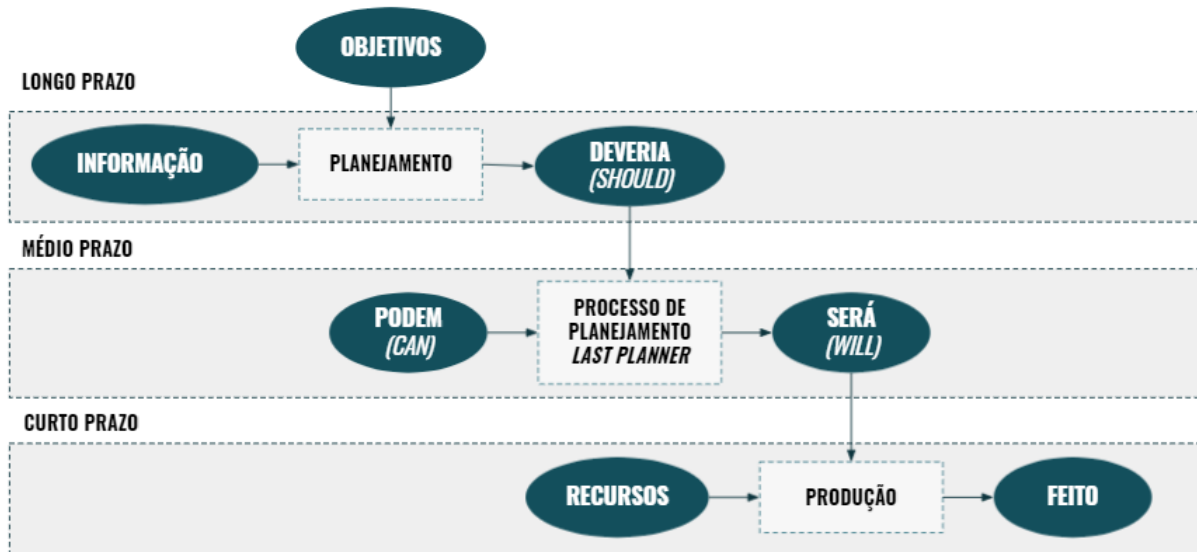
Hamzeh *et al.*, (2012) definem então, a estrutura hierárquica do SLP em quatro níveis na gestão de processos:

- a) **longo prazo:** refere-se ao planejamento de caráter tático relativo a toda a etapa de produção. Através deste plano são definidos a data da entrega da obra e seus marcos chave. Define-se o sequenciamento, duração e o ritmo das grandes etapas da obra;
- b) **planejamento de fases:** refere-se à interface entre o longo e o médio prazo, ou seja, às atividades que devem ser realizadas e que são decompostas dos principais marcos do

longo prazo, detalhando as transições entre as fases em atividades que são planejadas de trás para frente (BALLARD; TOMMELEIN, 2016);

- c) **médio prazo (*lookahead*):** também tem um caráter tático, servindo de elo entre o planejamento de longo e de curto prazo. Tipicamente tem um caráter de planejamento móvel, ou seja, o horizonte de planejamento é maior que a periodicidade do replanejamento. Por exemplo, o planejamento de médio prazo de muitas empresas é realizado mensalmente para um horizonte de três meses – planeja-se sempre o mês a ser iniciado e os dois meses seguintes. Ocorre o controle dos fluxos de trabalho entre as unidades de produção pela identificação e remoção sistemática das restrições, busca-se evitar que este seja interrompido ou realizado em condições inadequadas; e
- d) **curto prazo:** relacionado ao dia a dia da obra. Envolve a definição detalhada das atividades a serem realizadas; seus recursos; e momento de execução. Visa atribuir pacotes de trabalho às equipes e gerenciar os compromissos firmados após a avaliação do que pode e do que deve ser feito, baseados nos recursos disponíveis e no cumprimento de pré-requisitos (VIANA *et al.*, 2010). A inclusão de tarefas nos planos de trabalho semanais é um compromisso dos *last planners* com o que eles realmente realizarão no período determinado (BALLARD, 2000).

O funcionamento do SLP admite que todas as atividades possuem incertezas e restrições que podem impedir sua execução; desta forma, o sistema prevê o tratamento de recursos e requisitos no plano de médio prazo para que as atividades sejam executadas sem interrupções (BALLARD, 2000). LPS pode ser interpretado como uma ferramenta que transforma o que poderia ser executado no que pode ser executado (KOSKELA *et al.*, 2014), conforme mostrado na Figura 3 abaixo.

Figura 3 - O Sistema *Last Planner*

Fonte: Adaptado de Ballard (2000)

Nos itens a seguir serão discutidas as funções de cada nível hierárquico supracitados.

2.2.1 Planejamento de Longo Prazo

A elaboração do plano de longo prazo refere-se ao planejamento de caráter tático relativo a toda a etapa de produção, a fim de definir os objetivos estratégicos/táticos da obra (COELHO, 2003). Formoso *et al.* (1999), afirmam que esta etapa do planejamento deve estabelecer datas marco, indicando início e fim de grandes etapas da obra, tais como: conclusão da superestrutura, início da execução das vedações externas etc. Os ritmos de execução dos trabalhos e a estratégia de ataque à obra devem ser definidos neste nível (FORMOSO *et al.*, 1999).

Para Ballard e Howell (1994) este plano é válido para muitos propósitos, incluindo definição do tipo de contrato a ser assinado e previsões de receitas e pagamentos, porém este cronograma não deve, e nem pode, ser extremamente detalhado no futuro, pois a falta de informação sobre as reais durações das atividades cria um ambiente de incerteza tal que impossibilita previsões com elevado grau de confiabilidade e ressaltam que deve existir um monitoramento deste plano para que as possíveis mudanças sejam detectadas e divulgadas para as equipes que irão conduzir as atividades.

O longo prazo descreve todo o trabalho a ser realizado através de metas gerais, e deve ser executado pela alta gerência do empreendimento, com a participação dos encarregados pela

gerência financeira e pela gerência de produção do empreendimento, todavia a sequência definida neste nível não oferece flexibilidade de sequência de execução, e como são normalmente executados em níveis táticos, eles não são utilizados por gerentes de produção ou mestres-de-obras (TOMMELEIN; BALLARD, 1997)

Para Formoso *et al.* (1999), especificamente dentro do modelo de PCP desenvolvido no NORIE, as principais atividades envolvidas neste nível de planejamento são:

- a) **Coletar informações:** São informações oriundas da etapa de preparação do processo de planejamento. Em caso de necessidade de atualização deste plano durante a execução do empreendimento, as informações devem ser também atualizadas junto aos planos de médio e curto prazo;
- b) **Preparar o plano de longo prazo:** Nesta atividade, podem-se utilizar várias técnicas de estimativas (*bottom-up*, análoga, paramétrica etc.) para geração do plano. O grau de detalhes utilizado depende, principalmente, da incerteza envolvida no processo de produção;
- c) **Gerar fluxo de caixa a partir do longo prazo:** Elabora-se um fluxo de caixa mais detalhado do que o estimado no início do empreendimento. Em algumas situações é necessário modificar o longo prazo da obra a fim de tornar possível o fluxo de despesas ou de desembolsos da mesma;
- d) **Difundir o plano de longo prazo:** O plano de longo prazo deve ser disseminado de acordo com as necessidades dos usuários, podendo ser elaborado em mais de um formato, e;
- e) **Programar e difundir a programação de recursos classe 1:** Os recursos classe 1 caracterizam-se, geralmente, por possuir longo ciclo de aquisição e baixa repetitividade de ciclo. A difusão deve atingir todos os setores da empresa envolvidos com recursos humanos e suprimentos.

2.2.2 Planejamento de fases

O planejamento de fases (também chamado de planejamento de fase reverso), é um nível no SLP, onde uma fase é interrompida do longo prazo a partir de marcos estabelecidos e tem por objetivo especificar as transferências e condições de conclusão entre os processos dentro de

casa fase do projeto. Em conjunto com o plano de longo prazo, este nível aponta o que **deve ser feito**, quando e por quem (BALLARD; TOMMELEIN, 2016). Os mesmos autores explicam que uma das chaves para o sucesso deste processo é que este seja realizado pela equipe envolvida na fase do empreendimento, trabalhando em conjunto para desenvolver a sequência que produz o fluxo de trabalho aceitável, explorando as diferentes opções, até que um plano viável é identificado.

Com o engajamento do time, a técnica pressupõe que todos os participantes do projeto, bem como a cadeia de suprimentos, está disposta e é capaz de responder às necessidades uns dos outros para otimizar o desempenho geral do projeto, não apenas o seu. Os participantes que podem "ver" as necessidades do outro podem planejar melhor para acomodá-los. O aumento da transparência do processo entre os participantes pode ajudar não apenas o projeto, mas também o desempenho da empresa (TOMMELEIN, 1998).

Neste nível de planejamento, o *pull planning*, método de planejamento colaborativo, é usado para definir marcos, identificar sequenciar tarefas, criando uma rede lógica. A programação de fases é produzida atribuindo durações às tarefas e organizando-as em um calendário (BALLARD; TOMMELEIN, 2016). A técnica aplicada no *pull planning* consiste na definição, encadeamento e sequência das tarefas a partir de uma data marco, de trás para frente, para que suas liberações de conclusão aconteçam na hora certa (PORWAL *et al.*, 2010), e identificar as condições de satisfação dos marcos é fundamental para que o planejamento seja bem-sucedido.

O *pull planning* pode ser usado para planejar o trabalho em qualquer horizonte de tempo, podendo haver diferentes planos, desenvolvidos para diferentes áreas, sistemas ou períodos. No entanto, sua execução deve ocorrer pelo menos um período antes do médio prazo o para que as tarefas possam ser feitas e as restrições removidas, uma vez que como todo planejamento, este também está sujeito a diferenças entre as suposições e o que realmente acontecerá. Sua vantagem é criar uma equipe capaz de responder com flexibilidade a essas diferenças (BALLARD; TOMMELEIN, 2016).

Para Tommelein (1998), esta metodologia “puxada” é particularmente adequada para projetos rápidos e com muitas incertezas, pois são difíceis de programar com precisão e detalhes com antecedência, logo as decisões iniciais devem ser levadas em consideração, porém não elimina a necessidade de um planejamento de produção ao longo da construção. A

mesma autora ainda salienta que a complexidade e os detalhes exigidos do sistema de planejamento devem, portanto, ser determinados projeto a projeto para refletir a natureza dos problemas de correspondência previstos.

2.2.3 Planejamento *Lookahead* – Médio Prazo

Na hierarquia de planos e programações, o plano de médio prazo tem a função do controle do fluxo de trabalho. Ao mesmo tempo, o processo deste plano atende a diversas finalidades, como: Combinar o fluxo e a capacidade de trabalho; decompor as atividades do cronograma mestre em pacotes de trabalho e operações; desenvolver métodos detalhados para executar o trabalho; manter um backlog de trabalho pronto; atualizar e revisar cronogramas de nível superior quando necessário (BALLARD, 2000). Este plano possui caráter tático, servindo de elo entre o longo e o curto prazo e é elaborado para permitir que o gerente possa identificar e selecionar a partir do cronograma mestre quais os trabalhos deverão ser executados nas semanas seguintes, e após a definição, cabe ao gerente tomar as providências necessárias para que essas atividades possam ser realmente executadas, ou realizar a reprogramação daquelas que não estão prontas para serem conduzidas (BALLARD, 1997).

A regra geral é permitir entrar na janela de visibilidade somente atividades que podem ser preparadas para conclusão no prazo e o objetivo é manter um backlog de trabalho pronto para ser executado, com a garantia de que tudo nele contido é de fato viável (BALLARD, 2000). Neste nível do planejamento são preparados os pacotes de trabalho, os quais definem uma determinada quantidade de trabalho a ser realizada com base em informações de projeto e recursos (CHOO *et al.*, 1998). Esses pacotes de trabalho se tornarão tarefas quando atenderem a requisitos de qualidade especificados e forem designados a uma equipe de trabalho (ALVES, 2000).

Esta etapa dá início à proteção da produção, ou *shielding production* (BALLARD; HOWELL, 1998), através do processo de seleção e disponibilização de um estoque de pacotes de trabalhos executáveis. Estes pacotes são executáveis por não possuírem nenhum tipo de restrição à sua execução, estando liberados para serem inseridos no curto prazo (BALLARD; HOWELL, 1998). Este procedimento faz do SLP um sistema de produção puxado adequado a ambientes de grande incerteza associada (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). O *shielding production* é uma estratégia alternativa em condições de incerteza do fluxo de trabalho. A

proteção é realizada por meio de atribuições de qualidade, aumentando, assim, a confiabilidade dos planos de comprometimento (BALLARD; HOWELL, 1998).

Nesse horizonte de planejamento são identificadas as atividades que devem ser executadas na janela de visibilidade e quais as restrições que impedem o seu cumprimento, bem como a solução para que seja cumprido o prazo do projeto (BALLARD; TOMMELEIN, 2015). O plano de médio prazo incorpora um processo de planejamento colaborativo e se as restrições não puderem ser removidas, a tarefa será reprogramada para um período posterior (BALLARD; TOMMELEIN, 2016).

Proteger a produção, portanto, significa antecipar condições gerais para garantir que a capacidade de produção não seja afetada decorrente de problemas relacionados a restrições não removidas a fim de tornar mais confiável o cumprimento dos planos de curto prazo (BALLARD, 2000).

A aprendizagem gerada pela proteção da produção ocasiona, portanto, a redução da propagação do fluxo de incerteza, pois identifica e ataca a raiz dos problemas. A redução da incerteza permite a diminuição de estoques, a possibilidade de melhores negociações e parcerias com fornecedores, além de aumentar a confiabilidade e previsibilidade do cumprimento dos prazos de execução, podendo ocasionar redução nos tempos e desejável economia financeira (COELHO, 2003).

2.2.4 Planejamento de Curto Prazo

O plano de curto prazo é responsável pela designação dos pacotes de trabalho às equipes da produção, negociando e decidindo junto com o responsável pelas equipes (mestre-de-obras, encarregados, empreiteiros ou até mesmo com cada líder de equipe) as tarefas que devem ser executadas no próximo período, sua sequência, carga de trabalho e prazos de execução, informando-as onde as tarefas devem ser conduzidas e disponibilizando materiais, ferramentas e equipamentos necessários para a execução das tarefas (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). O horizonte de tempo adotado neste nível é, em geral, considerado em dias ou semanas, e conforme já apresentado, este possui um caráter operacional.

O comprometimento dos responsáveis pela elaboração do plano é de grande importância para a sua implementação de forma eficaz. Os planejadores devem estar comprometidos e somente selecionar pacotes de trabalho que sejam passíveis de serem executados. Além disso, deve

existir o compromisso de cumprimento do pacote de trabalho por parte da equipe designada (BALLARD; HOWELL, 1994).

Também neste plano, o responsável pelo processo de planejamento deve realizar a conferência da execução dos pacotes programados no período anterior. Este procedimento inclui verificar se as equipes de execução cumpriram conforme planejado os pacotes a elas atribuídos. Caso o pacote de trabalho não tenha sido executado totalmente ou tenha sido executado de forma diferente ao inicialmente planejado, devem ser investigadas e registradas as causas para o não cumprimento do compromisso. Este procedimento busca garantir que não ocorra a propagação da variabilidade a jusante do processo de produção (COELHO, 2003).

Outra principal função deste nível de planejamento é a coleta do indicador denominado Percentual de Planos Concluídos (PPC), que é calculado através da razão entre os pacotes de trabalho completados e a quantidade total de pacotes planejados para o intervalo de tempo considerado (BALLARD; HOWELL, 1994).

Por fim, para a elaboração dos planos de curto prazo, Ballard e Howell (1994) definem algumas condições que devem ser rigorosamente cumpridos para assegurar sua eficácia. Dessa forma, deve-se especificar as tarefas de acordo com requisitos de qualidade específicos. São eles:

- a) **Definição:** os pacotes de trabalho devem estar suficientemente especificados para a identificação clara do tipo e quantidade de material a ser utilizado, sendo possível identificar claramente seu término;
- b) **Disponibilidade:** os materiais necessários à execução das tarefas devem estar disponíveis quando os mesmos forem solicitados;
- c) **Sequenciamento:** os pacotes de trabalho devem ser selecionados observando a constructibilidade do empreendimento e dentro de uma ordem necessária para garantir a continuidade de trabalho das equipes de produção;
- d) **Tamanho:** o tamanho dos pacotes designados para determinada equipe no horizonte planejado deve corresponder à capacidade produtiva desta equipe, e;

- e) **Aprendizagem:** os pacotes que não forem completados conforme programado nos planos nas semanas anteriores devem ser analisados, e suas reais causas de atraso devem ser identificadas de forma a estabelecer, com base na aprendizagem, pacotes passíveis de serem atingidos.

2.2.5 Análise Crítica SLP

A implementação do SLP tem relatado melhorias no tempo de entrega do projeto, aumento de produtividade, qualidade e segurança do trabalho (ALSEHAMID *et al.* 2009, BALLARD *et al.* 2009, FORMOSO *et al.* 2009 *apud* COSTA, 2017), e geralmente, por ser uma grande mudança de paradigma, ao ser posto em prática estas melhorias são vistas logo nas primeiras semanas. Contudo, é inevitável aparecerem certas dificuldades ao longo do processo. Porwal *et al.*, (2010) afirmam que os profissionais da construção enfrentam dois tipos de desafio em relação ao SLP. O primeiro deles é de caráter organizacional, quando a equipe é apresentada ao sistema na etapa de implementação e os profissionais da alta liderança não conseguem enxergar um propósito na mesma. Os desafios de implementação incluem:

- a) falta de treinamento;
- b) falta de compromisso da gestão;
- c) inércia organizacional e resistência às mudanças;
- d) dificuldade de adesão pelas partes interessadas;
- e) estrutura contratual;
- f) implementação tardia ou parcial do SLP.

O segundo desafio é de caráter técnico, referente à capacitação e às competências necessárias para a correta implementação do método. Os desafios de caráter técnico incluem:

- a) falta de entendimento dos conceitos;
- b) falta de comprometimento;
- c) falta de colaboração e difícil relacionamento entre equipes;
- d) maior utilização de recursos/controle/aumento da quantidade de reuniões;
- e) falta de tempo para implantar as rotinas necessárias.

De todos esses desafios, a resistência à mudança serve como causa-raiz para diversos dos problemas citados. Uma forte liderança e compromisso de gestão durante a implementação

também são extremamente importantes para a mudança necessária e melhoria contínua (PORWAL *et al.*, 2010).

Outro problema, está relacionado ao importante papel do médio prazo para o cumprimento dos prazos dos projetos. De acordo com Angelin (2019) diversos trabalhos como Ballard (1997); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2012); Khanh; Kim (2016); Hamzeh; Zankoul; Rouhana (2015) afirmam que muitas empresas no mundo implantam o SLP, porém é mais usual incorporar os planejamentos de longo e curto prazo, enquanto que o médio prazo é recorrentemente negligenciado e implantado incompleto e ineficientemente sendo utilizada basicamente para visualizar as atividades do longo prazo, não ocorrendo o detalhamento adequado das atividades (BALLARD, 1997; HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2008; HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2012; KHANH; KIM, 2016; HAMZEH; ZANKOUL; ROUHANA, 2015 *apud* ANGELIN, 2019).

2.3 *ADVANCED WORK PACKAGING (AWP)*

Em 2009, o *Construction Industry Institute (CII)*, um consórcio americano sem fins lucrativos de mais de 100 empresas proprietárias, engenharia, empreiteiras e fornecedores, iniciou uma Equipe de Pesquisa (Research Team – RT 272) com o objetivo de desenvolver um modelo executável de melhoramento de pacotes de trabalho baseado em diferentes práticas utilizadas na indústria (HAMDI, 2013). A partir de revisão de literatura, acompanhamentos práticos e com desenvolvimento de estudos de caso, a equipe desenvolveu um modelo de execução do ciclo de vida para pacotes de trabalho com ênfase na implementação de campo, e a partir deste estudo, foi desenvolvido o método AWP que surge com uma abordagem provendo revisões e melhorias às práticas de pacotes de trabalho atuais e identifica um modelo de implementação melhorado que melhor represente as melhores práticas disponíveis (MEEKS, 2011).

O AWP integra informações de engenharia, suprimentos, construção e controles de projetos e permite que a equipe de engenharia acompanhe a sequência e programação da construção. O método é aplicado no início do planejamento do projeto e se estende durante todo o seu ciclo de vida (CII; COAA, 2013a) e o mesmo teve sua origem a partir do *Workface Planning (WFP)*, método destinado a cobrir o escopo do planejamento de execução trabalhando com o conceito de engenharia detalhada e plano de construção mais tarde possível (HAMDI, 2019)

que surgiu, segundo Ryan (2009) com o objetivo básico de reduzir o tempo de construção melhorando a coordenação de informação, ferramentas e materiais nas frentes de trabalho. Este propósito é alcançado através do desenvolvimento de planos detalhados baseados na realidade e na experiência de quem planeja e quem executa, conquistando, assim, resultados viáveis. WFP é sobre obter as coisas certas para as pessoas certas na hora certa para economizar dinheiro e melhorar a produtividade em projetos de construção em larga escala (HAMDI, 2013) e possui dentre seus principais objetivos:

- a) Entregar todos os recursos necessários no momento certo, no lugar certo e para as pessoas certas para executar a construção, para evitar atrasos e custos excessivos, e;
- b) Aliviar a equipe de supervisão no local das tarefas demoradas de planejamento no local e rastreamento de recursos, permitindo que eles se concentrem na supervisão e orientação de suas equipes (CII; COAA, 2013a).

O AWP consiste em um sistema de definição de pacotes de trabalho bem mais completo que o WFP, abrangendo a construção e as fases iniciais do projeto e permitindo uma maior visibilidade sobre o andamento e a quebra do projeto ao longo de seu ciclo de vida (HAMDI, 2013). Para CII e COAA (2013a), um planejamento feito o mais cedo possível capaz de integrar engenharia, suprimentos e construção, preenchendo a lacuna entre o que o projetista desenha e o que a construção precisa executar, impacta positivamente nas probabilidades de que:

- a) A engenharia acompanhe a sequência construtiva e o cronograma;
- b) Equipamentos fornecidos por *vendors* permaneçam no cronograma;
- c) Materiais sejam comprados e entregues de maneira que acompanhe a construção;
- d) A comunicação de tarefas específicas seja melhorada na frente de trabalho, desde o nível do supervisor até os trabalhadores de chão de fábrica;
- e) Haja melhor gerenciamento de restrições quanto à mão de obra disponível, disposição de materiais, andaimes e desenhos IFC, e;
- f) O trabalho direcionado ao *closeout* e ao *turnover* seja mais eficientemente gerenciado.

O sucesso do AWP é altamente dependente do alinhamento e coordenação entre o proprietário do projeto, ou cliente, contratados e seus vários líderes de disciplina envolvidos no planejamento, engenharia, controles de projeto e execução do escopo de trabalho, até a frente de trabalho (PELLEGRINO, 2017). E para que haja a integração no início do projeto, é

necessário estabelecer a coordenação entre as equipes de engenharia, construção e equipes de *turnover* para o desenvolvimento de Pacotes de Trabalho de Engenharia (PTE), ou EWPs - *Engineering Work Packages*, e Pacotes de Trabalho de Construção (PTC), ou CWPs - *Construction Work Packages*. Esses pacotes são consolidados e divididos em Pacotes de Trabalho de Instalação (PTI), ou *Installation Work Packages* (IWPs) por meio de planejamento e execução deliberados e disciplinados. O gerenciamento dos PTI no campo é comumente referido ao WFP (PELLEGRINO, 2017).

Os pacotes de trabalho de engenharia (PTE) são compostos por informações de engenharia, que envolve projetos, especificações e suprimentos e são destinados a criar pacotes de trabalho de construção (PTC) (CII; COAA, 2013). Estes pacotes definem o escopo de trabalho para dar suporte à construção na forma de desenhos, entregas de suprimentos, especificações e fornecedores. O PTE é lançado em uma sequência aprovada consistente com o cronograma do PTC (PELLEGRINO, 2017). Para o CII e COAA (2013), um PTE típico pode conter:

- a) Relação PTE com um PTC específico – Ou seja, para realizar uma atividade de construção específica, estarão relacionadas toda a documentação de engenharia necessária;
- b) Escopo do trabalho definido;
- c) Cronograma do trabalho a ser realizado;
- d) Lista de documentos necessária para o escopo do trabalho;
- e) Desenhos necessários identificados;
- f) Especificações de instalação e materiais necessários;
- g) Dados do fornecedor;
- h) Listas de equipamentos, e;
- i) Qualquer informação adicional ou estudos necessários para apoiar o escopo.

Finalmente, os pacotes de trabalho de construção (PTC) contêm uma divisão lógica e gerenciável de tarefas dentro do escopo da construção. São a base para o desenvolvimento de pacotes de trabalho de instalação (PTI) (CII; COAA, 2013). PTC é um entregável de construção executável que define detalhadamente um escopo específico de trabalho em uma determinada área, nele deve conter orçamento e cronograma com monitoramento do desempenho real. O escopo do trabalho é tal que não se sobrepõe a outro PTC, podendo ser

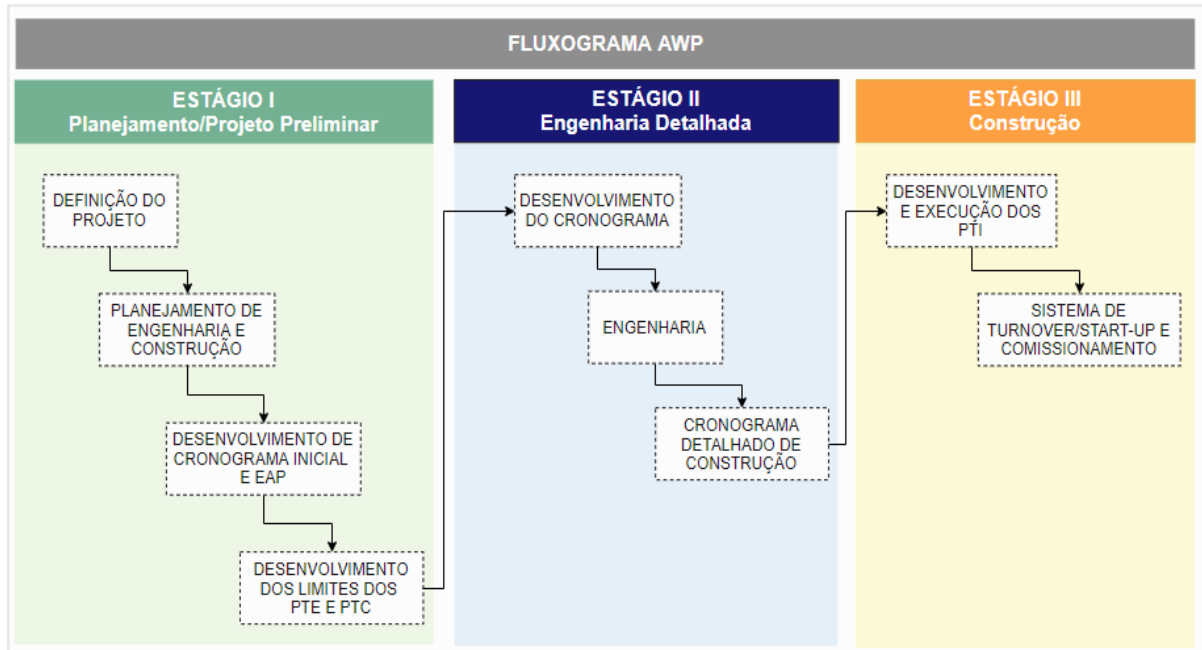
identificados e divididos especificamente pelo contratado que executa o trabalho (PELLEGRINO, 2017).

Para o CII e COAA (2013), um PTC típico pode conter:

- a) Limites dos PTC bem definidos – Ou seja, a indicação de onde uma atividade termina e a sucessora começa;
- b) Cronograma do trabalho a ser executado;
- c) PTE relacionados ao PTC (pelo menos um PTE para PTC);
- d) Orçamento (homem-hora/custo);
- e) Requerimentos de saúde, segurança e meio ambiente;
- f) Requerimentos de qualidade, e;
- g) Requerimentos de recursos.

A coordenação e relação entre os pacotes são processos divididos em três estágios esquematizados na Figura 4 que representa o AWP em um fluxograma geral do desenvolvimento de pacotes de trabalho em um processo planejado e executável que contabiliza sistematicamente as perspectivas de engenharia, suprimentos e construção (CII; COAA, 2013). Onde, o **Estágio I - Planejamento/Projeto preliminar:** abrangendo todas as atividades necessárias para o empacotamento do trabalho, no qual são definidos os Pacotes de Trabalho de Engenharia; o **Estágio II - Engenharia Detalhada:** onde elaboram-se os planos do Estágio I, apoiando o desenvolvimento da sequência de construção através do alinhamento das entregas de engenharia (projetos) com os requisitos de construção de cada atividade necessária, definindo, assim, os Pacotes de Trabalho de Construção; e **Estágio III – Construção:** são definidos os Pacotes de trabalho de Instalação a partir do planejamento detalhado e coordenação nas etapas anteriores (PELLEGRINO, 2017). O AWP vincula o planejamento às primeiras etapas do projeto e leva suas atividades até a execução de campo e, por último, até os processos de comissionamento (CII; COAA, 2013).

Figura 4 - Fluxograma do método AWP



Fonte: Adaptado CII RT 212 (2013)

Nos itens a seguir serão apresentados cada um dos estágios definidos pela CII RT 212 (2013).

2.3.1 Estágio I – Planejamento/Projeto Preliminar

O primeiro estágio inclui às práticas tradicionais de definição de pacotes de trabalho a sequência de construção e datas de liberação de PTEs como elementos críticos para o planejamento. Atrair um planejamento coordenando sequência de engenharia, construção e suprimentos é o grande objetivo desta fase (HAMDI, 2013).

Esta etapa requer o planejamento coordenado de engenharia para suporte à construção e a sequência de turnover do sistema. É necessária uma identificação antecipada do PTC e dos respectivos limites do PTE. Esta coordenação de engenharia, construção e turnover do sistema, leva ao desenvolvimento inicial de PTC e PTE. À medida que melhores informações se tornam disponíveis e um trabalho mais detalhado é realizado, essas entregas preliminares do estágio de planejamento/projeto devem amadurecer ao longo de todo o ciclo de vida (PELLEGRINO, 2017).

Pellegrino, 2017 sumariza as atividades recomendadas neste estágio entre:

- a) **Definição do Projeto:** Alinhamento das partes interessadas na perspectiva total do projeto e identificação dos motivadores para maximizar os benefícios dos empacotamentos durante a construção;
- b) **Planejamento de Engenharia:** Colaboração e alinhamentos iniciais entre engenharia, construção e planejamento de turnover (disponibilidade de mão de obra e rotatividade de equipe) do sistema. Identificação das principais restrições previstas durante a execução e abordá-las no planejamento. Tem por resultado o alinhamento do tempo das entregas de engenharia (definição de metodologias executivas e de datas de entrega dos projetos), com as sequências de construção e conclusão do sistema, conforme acordado por todas as partes envolvidas;
- c) **Planejamento da Construção:** Identificação das principais atividades de planejamento de construção e seus requisitos;
- d) **Elaboração de cronograma inicial e desenvolvimento de EAP:** Nesta atividade, o entrosamento entre engenharia, controles de projeto, construção e disponibilidade de mão de obra são importantes para garantir o alinhamento entre o cronograma e a EAP. Essas entregas são o resultado da incorporação da entrada das atividades do processo anterior;
- e) **Desenvolvimento de limites do PTE:** Amadurecimento e separação adicionais das entregas de engenharia e suprimentos para dar suporte aos fluxos de trabalho de engenharia e ao sequenciamento de construção, e;
- f) **Desenvolvimento de limites do PTC:** Amadurecimento e a subdivisão do escopo do trabalho em PTC apropriados e a determinação de como estes serão executados.

2.3.2 Estágio II – Engenharia Detalhada

O segundo estágio inclui a especificação detalhada dos PTE. As estimativas são mais refinadas e baseiam-se em um fornecimento de informações completas de recursos, destinado à engenharia (por disciplina), ao setor de suprimentos (por data de entrega) e à construção (por área de atuação) (HAMDI, 2013). Resulta no desenvolvimento de um cronograma detalhado. O trabalho nesta etapa amadurece e refina as atividades de empacotamento de trabalho realizadas no Estágio I do processo de AWP (PELLEGRINO, 2017).

Pellegrino, 2017 sumariza as atividades recomendadas neste estágio entre:

- a) **Desenvolvimento do Cronograma:** Detalhamento do cronograma resultando em um cronograma preliminar definido pelos PTC. Este detalhamento de cronograma deve ser realizado pelas respectivas disciplinas de engenharia por PTE;
- b) **Engenharia:** Identificação e desenvolvimento de documentos de engenharia de projeto necessários para apoiar a execução dos PTE e PTC, e;
- c) **Cronograma Detalhado de Construção:** Finalização do cronograma detalhado de construção.

2.3.3 Estágio III - Construção

O terceiro estágio envolve o desenvolvimento de um conjunto de PTI que contêm todos os documentos necessários para realizar uma instalação segura e efetiva de uma tarefa específica. Cada PTI é emitido para o campo com todos os recursos necessários no local antes do início do trabalho de campo. Os PTI são desenvolvidos e aprovados pelos supervisores ou encarregados responsáveis, a fim de promover a responsabilização, autonomia e capacitação entre os funcionários da linha de frente (HAMDI, 2013).

Um objetivo é produzir PTI livres de restrições que acompanhem a sequência de construção e cronograma. Um PTI eficaz garante que o trabalho certo seja executado no momento certo e que todos os elementos necessários para concluir o trabalho com segurança tenham sido identificados e estejam disponíveis antes do início desse pacote de trabalho específico. Um recurso chave nesse estágio é a equipe de WFP que consiste em planejadores específicos de cada disciplina, que fornecem suporte de planejamento e execução. Suas responsabilidades incluem a criação, monitoramento e compensação de restrições, emissão, execução de campo e encerramento dos PTI (PELLEGRINO, 2017).

2.3.4 Análise Crítica AWP

Oriundo da indústria petroquímica e naval, a AWP apresenta poucas aplicações em obras habitacionais, e durante os últimos anos algumas considerações vêm sendo levantadas em relação ao mesmo e suas fases. Em 2011, Ballard e Choo comparam o WFP ao SLP, dizendo que “o planejamento e o controle da produção têm dois objetivos: aumentar a produtividade e aumentar a taxa de conclusão do projeto”, porém, “o WFP tenta eliminar a ociosidade de

trabalhadores que esperam pelo trabalho, mas o faz aumentando a quantidade de frente de trabalho sem mão de obra disponível”.

Em 2015, Ballard e Tommelein fazem uma dura crítica ao AWP, enfatizando principalmente a dificuldade de implementação e sua semelhança ao modelo de gestão tradicional. Os autores questionam se os processos do AWP são o suficiente para atingir seus objetivos, além de apontarem o fato de que etapas como compras, aquisições físicas, transporte, montagem, entre outros, são secundárias e ignoradas, sendo que o principal conceito é justamente envolver todas as etapas do ciclo de vida de um projeto (HAMDI, 2013).

Baseado nessas críticas, nota-se, na realidade, uma falta de esclarecimento de como o método funciona e se o tempo despendido, de fato, compensa os resultados atingidos.

Diversos estudos publicados (PELLEGRINO, 2017; HAMDI, 2013; HAMDI, 2019) indicam que muito há a ser complementado, porém as referências dos artigos em questão datam de 2015 para trás, além do que certas informações contidas não possuem fonte e vão de encontro com a proposta do AWP.

Outra discussão relevante é sobre a falta de especificações na literatura do AWP no tocante à sincronia entre atividades e liberação de pacotes (BALLARD; TOMMELEIN, 2015). Apesar do AWP apresentar a sobreposição dos estágios e o conteúdo de cada um, bem como as informações que os pacotes de trabalho podem conter, não são especificados o que é cada um e trata estas sugestões de maneira genérica.

Nos EUA, diversas empresas utilizam do método AWP, pelo menos em parte, aplicando alguns dos seus conceitos e ferramentas, e cada uma apresenta uma tratativa específica de acordo com suas necessidades (CII; COAA, 2013). Entretanto, é muito difícil ter acesso à sua utilização, uma vez em que as empresas não revelam este tipo de informação.

2.4 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS

Fundamentado na revisão de literatura, observou-se que tanto o SLP quanto o AWP têm por objetivo geral o aumento da produtividade e previsibilidade dos projetos (HAMDI, 2019) melhorando sua confiabilidade e promovendo benefícios no custo e na duração dos mesmos (BALLARD, 2000). Além disso, ambos estruturam seus planos em níveis hierárquicos. Enquanto o SLP divide-se entre longo, médio e curto prazo (BALLARD, 2000), o AWP

divide-se em Estágios I, II e III (CII; COAA, 2013) e ambos apresentam uma abordagem baseada em pacotes de trabalho.

O plano estratégico do empreendimento no AWP corresponde ao Estágio I, este definido por projetistas e gerentes e produção. Neste, ocorre a elaboração do plano mestre e definição dos PTE e PTC. Contém o escopo do trabalho, informações de fornecedores, especificações de materiais, equipamentos etc. Não existe uma recomendação específica para a frequência de atualização e possui baixo nível de detalhamento (CII; COAA, 2013). No SLP, o caráter estratégico cabe ao longo prazo, relativo a toda a etapa de produção. São definidos a data da entrega da obra e marcos chave. Deve ser executado pela alta gerência do empreendimento com a participação dos responsáveis pela gerência financeira e de produção (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Neste nível, também não há uma recomendação sobre a frequência de atualização e possui baixo nível de detalhamento (BALLARD; HOWELL, 1994).

O plano tático no AWP corresponde ao Estágio II, onde ocorre o detalhamento do plano mestre inicial, elaboração de cronograma detalhado e definição final dos PTE e PTC (PELLEGRINO, 2017). Contém orçamento, requisitos de segurança, meio ambiente, qualidade e recursos. Não existe uma recomendação específica para a frequência de atualização e possui alto nível de detalhamento (CII; COAA, 2013). No SLP, o caráter tático cabe ao médio prazo, que serve de elo entre o longo e curto prazo. Neste, ocorre a proteção da produção através da remoção das restrições. A frequência de atualização recomendada é mensal e possui alto nível de detalhamento (BALLARD, 1997).

Ebbs e Pasquire (2018) definem restrição como qualquer coisa que possa interromper o fluxo de produção para entregar um projeto de uma organização, como por exemplo um pré-requisito não disponível. Para preparar as atividades e proteger a produção, faz-se necessário explorar as condições prévias da construção a fim de entender e melhorar o processo de preparação das tarefas. Os pré-requisitos para a execução foram mencionados pela primeira vez por Koskela (1999), que elencou sete pré-requisitos considerados categorias de restrições: projetos da construção, componentes e materiais, trabalhadores, equipamentos, espaço suficiente para a execução, inter-relação entre atividades (atividades anteriores devem ser concluídas) e condições externas. Portanto, uma restrição existirá quando pelo menos um destes pré-requisitos esteja indisponível. Fireman (2012) aponta ainda que os requisitos da qualidade podem contribuir e serem considerados como parte das restrições.

A abordagem de produção protegida do LPS busca reduzir a incerteza e variabilidade no fluxo de produção entre os horizontes de médio e curto prazo, incluindo no plano de curto prazo somente as atividades que tiveram suas restrições analisadas e removidas (BALLARD; HOWELL, 1998). Quanto à análise das restrições pela visão do AWP, o método considera o monitoramento e remoção de restrições é um aspecto essencial do AWP eficaz, envolvendo inclusive os mestres de obra no processo como garantia de que todas as restrições foram removidas. Ao mesmo tempo, a RT 272 (CII; COAA, 2013) descobriu que alguns projetos e empresas consideravam essencial remover completamente as restrições antes da emissão dos documentos para o campo, enquanto a maioria considerava benéfico, mas não um requisito.

O plano operacional no AWP corresponde ao Estágio III. Neste, ocorre a definição dos PTI pela frente de trabalho a partir dos PTC e o estabelecimento de atividades executáveis no curto prazo com recursos disponíveis. Contém desenhos necessários para instalação, lista de materiais, equipamentos, ferramentas, folhas de verificação etc. A frequência de atualização recomendada é semanal e possui alto nível de detalhamento (CII; COAA, 2013). No SLP, o caráter operacional cabe ao curto prazo relacionado ao dia a dia da obra. Define-se detalhadamente as atividades, recursos e momento de execução. As equipes de produção são responsáveis pela designação dos pacotes de trabalho (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Os planejadores devem estar comprometidos e somente selecionar pacotes de trabalho passíveis de serem executados. Também é recomendada frequência de atualização semanal e possui alto nível de detalhamento (BALLARD; HOWELL, 1994).

Outra característica observada está relacionada ao setor de maior utilização de cada método, sendo o AWP oriundo do setor industrial (FAYEK; PENG, 2013) e o SLP da construção civil (BALLARD, 2000), acarretando outro ponto importante que é a influência do cliente em cada um desses setores, onde no industrial o cliente possui alta influência nas decisões e na construção civil, baixa. Em relação a gestão das restrições, ela também se apresenta conflitante, enquanto o AWP não possui uma recomendação sistemática para a identificação das mesmas e solicita a criação de um pacote especial para atividades com alto risco (CII; COAA, 2013), o SLP se utiliza do mecanismo de *shielding production* para este fim (BALLARD; HOWELL, 1998; BALLARD, 2000).

Quanto ao conteúdo dos pacotes, o AWP foca na definição dos PTE, PTC e PTI contendo recomendações do que cada um deve prover (CII; COAA, 2013; HAMDI, 2013), enquanto o

SLP não tem preocupação especial com estes limites. Define-se as atividades e remove-se as restrições, porém sem uma sistemática para estabelecimento do necessário para a realização das tarefas.

Em relação ao fluxo de projeto e fluxo de produção, o AWP busca preencher a lacuna entre o que o projetista desenha e o que a construção precisa executar (CII e COAA, 2013), o SLP não apresenta esta preocupação.

Finalmente, cada método sugere um responsável técnico para sua atualização, porém, enquanto o AWP propõe um especialista, o *workface planner* (CII e COAA, 2013), o SLP recomenda o chefe da equipe, o executor, chamado *last planner* (BALLARD; HOWELL, 1998). O Quadro 1 apresenta um resumo dos elementos observados.

Quadro 1 - Características AWP x SLP

| Característica | AWP | SLP |
|---|---|--|
| Níveis de planejamento | Divisão em níveis hierárquicos | Divisão em níveis hierárquicos |
| Forma como o conteúdo do planejamento é estruturado | Divisão em pacotes de trabalho | Divisão em pacotes de trabalho |
| Estabilização da produção (está ligada com a gestão das restrições) | Pacotes de instalação: liberados e executáveis | Curto prazo: pacotes de trabalho liberados e executáveis |
| Objetivo geral | Busca melhorar a produtividade e a previsibilidade do projeto. | Melhora a confiabilidade |
| Plano estratégico do empreendimento | Estágio I | Longo prazo |
| Plano tático do empreendimento | Estágio II | Médio prazo |
| Plano operacional do empreendimento | Estágio III | Curto prazo |
| Sector de maior utilização | Sector industrial | Construção civil |
| Influência do cliente | Alta | Baixa |
| Gestão das restrições: identificação | Pacote especial para atividades com alto risco | Médio prazo: remoção das restrições |
| Definição do conteúdo dos pacotes | Foco na definição dos pacotes de engenharia (projeto) para definição de pacotes de construção | Não tem preocupação especial com os limites e conteúdo dos pacotes de trabalho. Não há sistemática para definição do conteúdo necessário para a realização das atividades. |
| Ligação entre o fluxo de projeto e o fluxo de produção | Busca preencher a lacuna entre o que o projetista desenha e o que a construção precisa executar | Cronograma é feito direcionado para a construção |
| Responsável técnico | <i>workface planner</i> | <i>last planner</i> |

Fonte: Elaborado pelo autor

Mesmo se tratando de abordagens com fundamentação em setores distintos, os métodos podem se complementar através da adaptação de suas práticas. O AWP pode ser um instrumento de melhorias no SLP agregando ao planejamento da construção a participação do projetista para definição do sequenciamento, a fim de eliminar a lacuna entre o que este idealiza e a percepção do executor. Quanto à influência do cliente, aparentemente trata-se de um ponto conflitante, pois este poder pode impactar no grau de exigência das rotinas de atividades de planejamento e atualizações.

No plano estratégico, o AWP pode agregar ao SLP a prática de definir os pacotes de construção já no nível macro, auxiliando na concepção do cronograma inicial e sequenciamento das atividades. No plano tático, na etapa de definição dos PTE e PTC finais no estágio II do AWP, este apresenta uma falta de sistemática para a identificação e remoção das restrições, onde, neste caso, é uma oportunidade de utilizar as ferramentas e técnicas do SLP. Em contrapartida, no SLP, há a possibilidade de tornar o médio prazo sistemático adaptando a recomendação do conteúdo dos pacotes do AWP. No plano operacional, as duas estratégias são semelhantes, no sentido que a lógica e objetivo de formação dos pacotes é a mesma.

Por fim, outro ponto conflitante é a recomendação por parte do AWP de um especialista em AWP, ou seja, do próprio método para a sua elaboração, controle e atualização, enquanto no SLP a recomendação é que a pessoa que será o responsável técnico, elaborador do plano, seja o próprio executor da atividade, não necessariamente um especialista em *lean construction* ou SLP, e sim quem tenha conhecimento do projeto e da execução da obra em campo.

3 MÉTODO

Este capítulo apresenta o método seguido para o desenvolvimento desta pesquisa, incluindo a estratégia de pesquisa, o delineamento da pesquisa e as fontes de evidência utilizadas.

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada foi a *Design Science Research* (DSR), também conhecida como pesquisa construtiva, podendo ser definida como um modo de produção de conhecimento científico que busca desenvolver construções inovadoras, com o intuito de resolver problemas do mundo real ao mesmo tempo em que contribui para a evolução da teoria (LUKKA, 2003). Na DSR, o conhecimento e a compreensão de um problema e sua solução são alcançados por meio da construção e aplicação de um artefato, que, por sua vez, incorpora o conhecimento produzido num contexto específico (HEVNER *et al.*, 2004).

March e Smith (1995) classificam os produtos da DSR em:

- a) **constructos**, que formam o vocabulário de um domínio específico e constituem a conceituação para descrição de um problema e especificação de suas possíveis soluções;
- b) **modelos**, que representam um grupo de premissas que expressam as relações entre os constructos;
- c) **métodos**, que são uma série de passos para execução de uma tarefa, e;
- d) **implementações**, que são operacionalizações dos constructos, modelos e métodos, a fim de evidenciar a viabilidade dos elementos conceituais que a solução construída possui.

A aplicação desta abordagem metodológica se inicia pela análise da relevância do problema real e da conexão com a teoria existente, construindo, a partir desta relação, uma solução para o problema. Por fim, deve ser realizada a avaliação da funcionalidade prática da solução proposta e sua contribuição teórica (LUKKA, 2003).

De acordo com Lukka (2003) este modo de produção do conhecimento tem como principais características:

- a) o desenvolvimento de um artefato com o propósito de testar, contribuir ou criar uma teoria;
- b) a estratégia parte de problemas do mundo real;
- c) o artefato desenvolvido deve ser testado em relação a sua utilidade, normalmente por meio da implementação no mundo real;
- d) implica no envolvimento do pesquisador com profissionais que irão utilizar a solução, e;
- e) a construção da solução é embasada no conhecimento teórico existente.

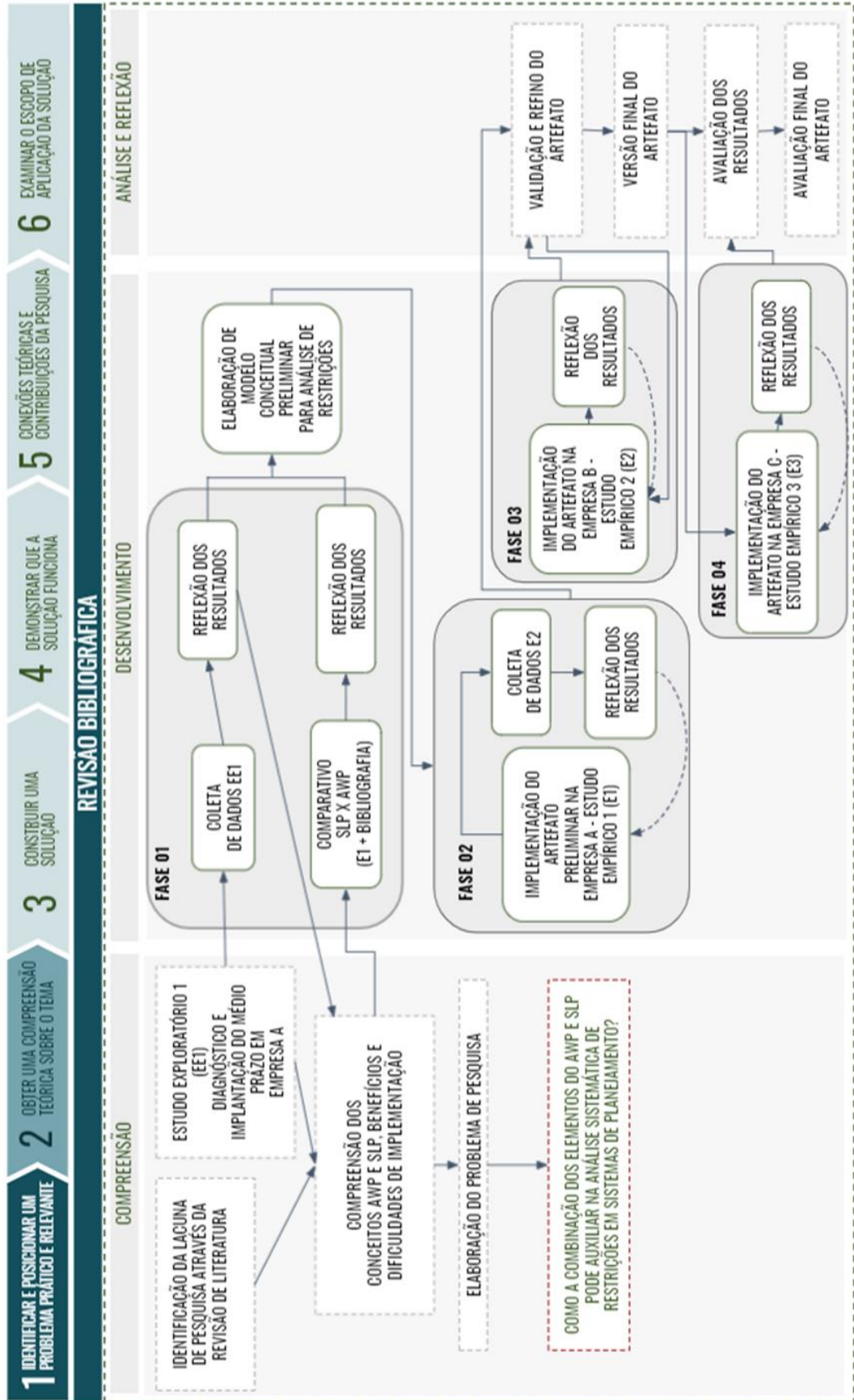
3.2 DELINEAMENTO

Segundo Kasanen *et al.*, (1993), o desenvolvimento completo da pesquisa passa por seis fases:

- 1) Identificar e posicionar um problema prático e relevante;
- 2) Obter uma compreensão teórica sobre o tema;
- 3) Construir uma solução;
- 4) Demonstrar que a solução funciona;
- 5) Realizar conexões teóricas e contribuições da pesquisa;
- 6) Examinar o escopo de aplicação da solução.

O delineamento desta pesquisa é apresentado na Figura 5 e baseia-se nas seis fases de Kasanen *et al.*, (1993) que são subdivididas em quatro etapas-macro propostas por Holmström *et al.*, (2009): revisão bibliográfica; compreensão; desenvolvimento; análise e reflexão, sendo que a primeira permeia todas as etapas do estudo. Assim, as fases (1) e (2) abordam a etapa de compreensão, (3), (4) e (5) o desenvolvimento e (6) a análise e reflexão. As quatro etapas, relacionadas às seis fases, são explicadas a seguir.

Figura 5 - Delineamento da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

1. Revisão Bibliográfica: realizada durante toda a pesquisa, tratando tópicos de gestão da construção, sistema *last planner*, *advanced work packaging*, *lean construction* etc.
2. Compreensão – Fases (1) e (2): nesta etapa, através de revisão bibliográfica inicial, identificou-se uma lacuna no conhecimento, provocando a elaboração do problema de pesquisa e a questão principal: “Como a combinação dos elementos do AWP e SLP pode auxiliar na análise sistemática de restrições em sistemas de planejamento?”. Nesta mesma fase, ocorreu o estudo exploratório 1 (**EE1**) realizado na **Empresa A**, que contribuiu tanto para a compreensão de conceitos de hierarquização de processos, melhorias na produção e restrições recorrentes em empreendimentos habitacionais, bem como para a etapa de desenvolvimento da pesquisa.
3. Desenvolvimento - Fases (3), (4) e (5): a etapa de desenvolvimento apresenta-se em quatro fases, sendo a primeira delas a coleta de dados e reflexão dos resultados do **EE1** juntamente com a revisão bibliográfica. A partir destes, foi possível realizar uma abstração dos conceitos dos métodos de planejamento estudados através da teoria existente e dos resultados observados na prática segundo sugestões de pesquisadores e colaboradores envolvidos no **EE1**, proporcionando a elaboração do modelo conceitual preliminar implementado na fase 2 em estudo empírico 1 (**E1**) na mesma empresa. Nesta fase, o modelo passou por ciclos iterativos de avaliação e aperfeiçoamento até a proposta de uma versão final, implementadas nas fases 3 e 4, em estudo empírico 2 (**E2**) na **Empresa B**, e em estudo empírico 3 (**E3**) na **Empresa C**. A avaliação do modelo se deu com a realização destes dois estudos finais, em dois empreendimentos de finalidade e empresas distintas. São eles: a) construção de edificação vertical habitacional e, b) construção de uma loja do setor atacadista.
4. Reflexão e Avaliação - Fase (6): através de sucessivas iterações, os resultados da versão preliminar do modelo desenvolvido foram refinados e avaliados até sua concepção final, passando novamente por uma série de análises e discussões, possibilitando a listagem das principais contribuições da pesquisa, recomendações de melhoria e sugestões de trabalhos futuros.

3.3 FASES DE DESENVOLVIMENTO

Este item apresentará de forma detalhadas as fases do desenvolvimento desta pesquisa.

3.3.1 Fase 01 - Empresa A - Estudo Exploratório 1 (EE1)

O estudo exploratório 1 (**EE1**) divide-se em duas etapas: a primeira trata-se do diagnóstico do sistema de PCP da **Empresa A** e como este é aplicado entre seus diferentes empreendimentos e setores; e, a segunda, refere-se à um determinado empreendimento, nomeado de “Obra 1” tratado aqui como o objeto de análise do estudo. Nesta segunda etapa, foi realizada a implementação de melhorias observadas no diagnóstico.

A seleção desta empresa como objeto de estudo se deu aos seguintes critérios:

- a) fruto da parceria inicialmente firmada com o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul;
- b) oportunidade de conhecer os processos de planejamento de uma empresa com anos de mercado e com rotinas de planejamento de longo e curto prazo bem estruturadas;
- c) oportunidade de auxiliar na implementação de rotinas do SLP e captar as dificuldades e os benefícios encontrados, e;
- d) auxiliar na previsão de medição da empresa através de um controle vinculado à Planilha de Levantamento de Serviço da CAIXA (PLS), facilitando o processo de medição mensal da empresa, pois todas as medições físicas e financeiras, eram realizadas via este documento, o qual já apresenta uma estruturação em forma de EAP, auxiliando na composição dos pacotes de trabalho conforme sugerido pelo AWP. A PLS é o documento oficial assinado pelo responsável técnico pela execução da obra destinado a identificar os serviços executados no período, quantidade realizada e a exata localização no empreendimento, apresentado para cada medição de obra (CAIXA, 2015).

3.3.1.1 Etapa 01 – Diagnóstico do sistema de PCP da Empresa A

A etapa 01 do EE1 teve por objetivo a compreensão e diagnóstico do sistema de planejamento e controle da produção da **Empresa A**. Neste sentido, foi necessária a familiarização do pesquisador com os empreendimentos em andamento, seus processos e setores de projeto e suprimentos.

Ao longo do estudo, diversos dados foram coletados de forma sistemática. Segundo Yin (2001), o trabalho de coleta de dados na realização de estudos de caso baseia-se em várias fontes de evidências que convergem em relação ao mesmo conjunto de fatos ou descobertas. Neste sentido, foram utilizadas as seguintes fontes de evidência: observação direta, análise documental e entrevistas semiestruturadas.

- a) **Observação Direta:** Esta captação de dados se deu por meio da observação da rotina dos empreendimentos. Foram realizadas visitas em todas as obras em andamento, a fim de conhecer o local e os processos, de maneira a não interferir, neste primeiro momento, nas decisões, e sim perceber as oportunidades de melhorias
- b) **Análise Documental:** Nesta etapa, a análise documental ocorreu a partir de arquivos utilizados na rotina da empresa consistindo em planilhas de planejamentos de longo e médio prazo, além de um sistema web para elaboração e emissão de relatórios de curto prazo. Também foi possível observar indicadores de segurança e curvas de avanço físico em painéis de gestão a vista distribuídos no canteiro para conhecimento geral.
- c) **Entrevistas Semiestruturadas:** Realizadas com a equipe gerencial e de produção da empresa construtora, com o objetivo de compreender o sistema e os processos de planejamento da organização de acordo com as suas percepções.

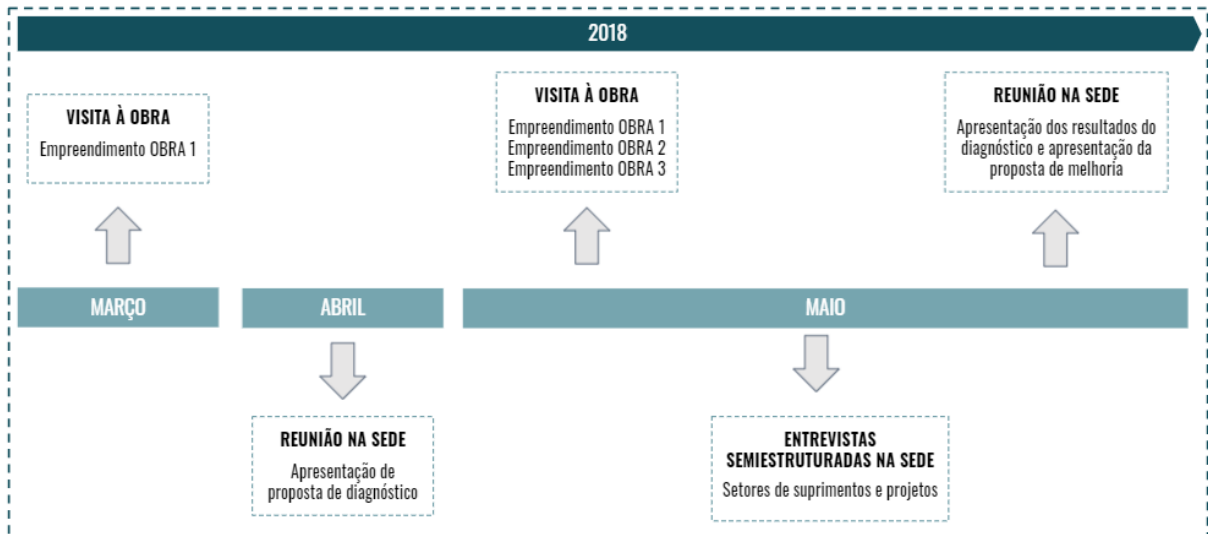
Abaixo, o Quadro 2 apresenta um resumo das principais reuniões e visitas realizadas que serviram para a compreensão do problema da empresa e acompanhamento do trabalho proposto, e a Figura 6 mostra uma linha cronológica destas atividades.

Quadro 2 - Reuniões realizadas na Empresa A

| Data, local, assunto | Participantes da reunião | Conteúdo da reunião |
|--|---|--|
| 29/03/2018 Empreendimento “Obra 1” Reunião periódica e Visita à obra | Engenheiro Responsável pelo planejamento e controle da produção da “Obra 1” Engenheiro Mestrando no PPGCI | Visita à obra com o intuito de conhecer o empreendimento, o engenheiro responsável e participar da reunião periódica. Realização da reunião conduzida pelo pesquisador anterior para discussão do fluxograma, oportunidades identificadas na empresa, linha de balanço e reunião de médio prazo. |
| 18/04/2018 Escritório Empresa A Reunião Final/Inicial | Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção da “Obra 1” Arquiteto 1 – Gestor de projetos da Empresa A Arquiteto 2 Eng. responsável pela execução da “Obra 2” Responsável técnico pela execução da OBRA 3 Responsável pelo setor de Suprimentos Dono da empresa Professor Phd - UFRGS | Apresentação final do estudo realizado pelo mestrando e apresentação da pesquisadora que dará continuidade ao trabalho. |
| 08/05/2018 Visitação dos Empreendimentos “Obra 1” “Obra 2” OBRA 3 | Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção da “Obra 1” Eng. responsável pela execução da “Obra 2” Responsável técnico pela execução da OBRA 3 | Visitação às obras em andamentos com o objetivo de conhecer os empreendimentos e seus processos de planejamento e execução. Possibilitando a coleta e apontamento de dificuldades e pontos positivos |
| 15/05/2018 Escritório Empresa A Reunião com o setor de projetos e compras | Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção da “Obra 1” Arquiteto 1 – Gestor de projetos da Empresa A Arquiteto 2 Responsável pelo setor de Suprimentos | Esta reunião foi feita com o intuito de conhecer os setores de projetos e compras. Possibilitando a coleta e apontamento de dificuldades e pontos positivos e funcionamento de troca de informação entre eles. |
| 22/05/2018 Escritório Empresa A Reunião Inicial Oficial – Apresentação da proposta de estudo | Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção da “Obra 1” Arquiteto 1 – Gestor de projetos da Empresa A Arquiteto 2 Eng. responsável pela execução da “Obra 2” Responsável técnico pela execução da OBRA 3 Responsável pelo setor de Suprimentos Dono da empresa Professor Phd - UFRGS | Esta reunião foi realizada com o intuito de apresentar os dados coletados das visitas realizadas e apresentar, também, a proposta de desdobramento de trabalho feita a partir da análise dos dados supracitados. |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 6 - Cronologia das atividades - Etapa de diagnóstico



Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.1.1.1 Contexto e descrição da Empresa A

Atuante no ramo da construção civil, localizada na cidade de Canoas, região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, a **Empresa A** possui anos de mercado e diversas construções de empreendimentos vinculados ao programa Casa Verde e Amarela (antigo Minha Casa, Minha Vida) do Governo Federal. Com rotinas de planejamento bem estruturadas, mas com potencial para melhorias no processo de rotinização do plano de médio prazo, a empresa buscava uma estimativa de medição mais próxima possível da realidade e uma melhor gestão sobre as atividades previstas dos empreendimentos, a fim de melhorar os indicadores de desempenho através do planejamento, monitoramento e controle de suas restrições.

3.3.1.1.2 Empreendimentos e escritório de projetos e suprimentos

A fim de compreender o processo de planejamento e controle da empresa, as obras em execução foram visitadas e então analisadas a documentação e processos utilizados. Também foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os setores de projetos e suprimentos localizados na matriz, os quais atendem todos os empreendimentos em andamento, buscando compreender a comunicação entre os setores e se há pacotes de trabalho, procedimentos, e/ou documentos pré-estabelecidos direcionados às obras.

As visitas foram realizadas em um dia, o que possibilitou uma visão geral do cenário atual de cada empreendimento. Cada visita foi conduzida pelo engenheiro responsável, que foi explicando os processos construtivos e os pontos de concentração que considerava relevante. Ao final de cada visita, foram apresentados os documentos utilizados nos planos de longo, médio e curto prazo e como se davam suas atualizações. Posteriormente, estes dados foram enviados por e-mail. Por fim, foi realizada uma reunião na sede da empresa com o setor de projetos e compras, com o mesmo objetivo de diagnosticar pontos de concentração passíveis de melhorias.

Com base nestas informações, foi possível a realização das seguintes descrições:

- **Obra 1 – Torres Residenciais**

Este empreendimento, localiza-se na cidade de Canoas, Rio Grande do Sul, e pertence ao Programa Casa Verde e Amarela (antigo Minha Casa Minha Vida) possuindo uma área total de terreno de 8.887,65 m².

O condomínio residencial multifamiliar é composto por 150 apartamentos, divididos em 5 torres com 5 pavimentos, sendo 6 apartamentos por andar, conforme evidenciado na Figura 7. Além das torres, o empreendimento compreende uma guarita, salão de festas, quiosque, quadra esportiva, playground, reservatórios, infraestrutura e arruamento.

Figura 7 - Imagem 3D da implantação do empreendimento



Fonte: Imagem da empresa

- **Obra 2 – Torres Residenciais**

Este empreendimento, também é localizado na cidade de Canoas, Rio Grande do Sul, e pertencente ao Programa Casa Verde e Amarela (antigo Minha Casa Minha Vida).

O condomínio residencial multifamiliar é composto por 288 apartamentos, divididos em 6 torres com 8 pavimentos, sendo 6 apartamentos por andar, conforme evidenciado na Figura 8. Além das torres, o empreendimento compreende a infraestrutura de 2 salões de festas, playground, quadra esportiva infantil, vias de circulação para veículos e pedestres, 2 centrais de abastecimento de gás e guarita.

Figura 8 - Imagem 3D da implantação do empreendimento.



Fonte: Imagem da empresa

- **Obra 3 – Edifício Residencial Alto Padrão**

Este empreendimento da **Empresa A**, localiza-se no centro da cidade de Canoas, Rio Grande do Sul e possui um público-alvo diferente dos demais empreendimentos, por se tratar de uma construção de alto padrão.

O condomínio residencial multifamiliar é composto por 42 apartamentos, em torre única, com 9 pavimentos + subsolo (garagem) + térreo (garagem + salão de festas). O 1º andar compreende garagem + 2 apartamentos, e a partir do 2º ao 9º, 5 apartamentos por andar (pavimento tipo), conforme evidenciado na Figura 9. O empreendimento inclui ainda a infraestrutura de 2 elevadores, lavanderia coletiva mobiliada e equipada, salão de festas mobiliado e bicicletário com bicicletas compartilhadas.

Figura 9 - Imagem 3D da implantação do empreendimento



Fonte: Imagem da empresa.

- **Setor de projetos e suprimentos**

As entrevistas semiestruturadas realizadas com os setores de projetos e suprimentos tiveram por finalidade a compreensão dos processos de troca de informações entre os setores e os empreendimentos.

Os setores trabalham em conjunto. Já no início da elaboração dos projetos, são liberadas para o setor de suprimentos, materiais e equipamentos de longo prazo (ex: elevadores), para fins de cotação e orçamento. Para compras de médio e curto prazo, a empresa possui em cada empreendimento um plano de solicitação de insumos para serviço de concretagem e grauteamento e um sistema para liberação de novas compras. Estes planos de longo, médio e custo prazo, podem ser refletidos como pacotes de trabalho de engenharia liberados para as obras.

Quanto aos projetos, não há mudanças significativas ao longo dos empreendimentos, muito por consequência de se tratar de uma empresa com *know-how* em construções residenciais. Em caso de pequenas mudanças não significativas e pontuais, a solicitação ocorre através da comunicação direta com os engenheiros dos empreendimentos. As mudanças recorrentes, serão replicadas e modificadas nos projetos.

3.3.1.2 Etapa 02 – Empreendimento “Obra 1” – Rotinização do médio prazo

Passada a primeira etapa de diagnóstico e observados os pontos de melhorias do sistema de produção da Empresa A, a segunda etapa compreendeu o processo de rotinação e melhoria da eficácia do médio prazo no empreendimento “Obra 1”, por meio das observações da Etapa 01.

A principal fonte de evidência desta etapa, foi a observação participante, exercida através de reuniões no empreendimento “Obra 1”. A reuniões foram realizadas quinzenalmente com o engenheiro responsável a fim de criar uma cultura e rotina de levantamento de restrições. Ao fim de cada reunião, um e-mail de *follow-up* era disparado para os responsáveis de cada restrição. As datas foram monitoradas semanalmente a fim de verificar as restrições pendentes do período, evitando seu atraso ou esquecimento.

No período entre os meses de junho e dezembro, foram realizados os acompanhamentos nas reuniões de curto prazo, viabilizando o acompanhamento do avanço físico da obra, e de médio prazo, analisando as restrições na janela de visibilidade de três meses (*lookahead*).

Na implementação das melhorias, levaram-se em consideração as seguintes premissas:

- a) **Optar por obra em estágio inicial:** O empreendimento “Obra 1” foi o escolhido por se tratar de uma obra em seu estágio inicial, possibilitando maior tempo para implementação de melhorias e acompanhamento dos resultados;
- b) **Não alterar significativamente a rotina e procedimentos da empresa:** Utilizou-se a planilha de médio prazo utilizada no empreendimento “Obra 2”, a fim de tornar um processo padrão da empresa, pois esta, apesar de possuir uma rotina ainda embrionária de médio prazo, vinha apresentando bons resultados;
- c) **Obra aplicando o SLP em seu planejamento:** O curto prazo deve estar alinhado com o longo prazo e estar livre das restrições a cada programação;
- d) **Longo prazo e PLS trabalhando na mesma EAP:** Necessidade de associação entre o plano de longo prazo com a PLS para acompanhamento do andamento da obra.

3.3.1.3 Conclusão do desenvolvimento da Fase 01

O objetivo da Fase 01 de estudo exploratório desta pesquisa, foi primeiramente analisar o setor de planejamento e controle da empresa, captar as oportunidades de melhorias e então implementar e traçar uma rotina de atualização do plano de médio prazo com considerável atenção à identificação e gestão das restrições, e compreender os conceitos por trás desta prática, tendo por proposição que uma melhor gestão das restrições conduziria a solução do problema, produzindo uma estimativa de medição mais próxima da realidade possível e uma melhor gestão sobre as atividades previstas do empreendimento.

Este estudo proporcionou a abstração de construtos relacionados às restrições e sua relação com cada atividade do cronograma macro, e pacote de trabalho da PLS, que conjuntamente com as análises realizadas na revisão bibliográfica possibilitou a elaboração da primeira versão de um artefato para gerenciamento de restrições.

Ao total foram realizadas 18 reuniões, conforme histórico apresentado no Quadro 3.

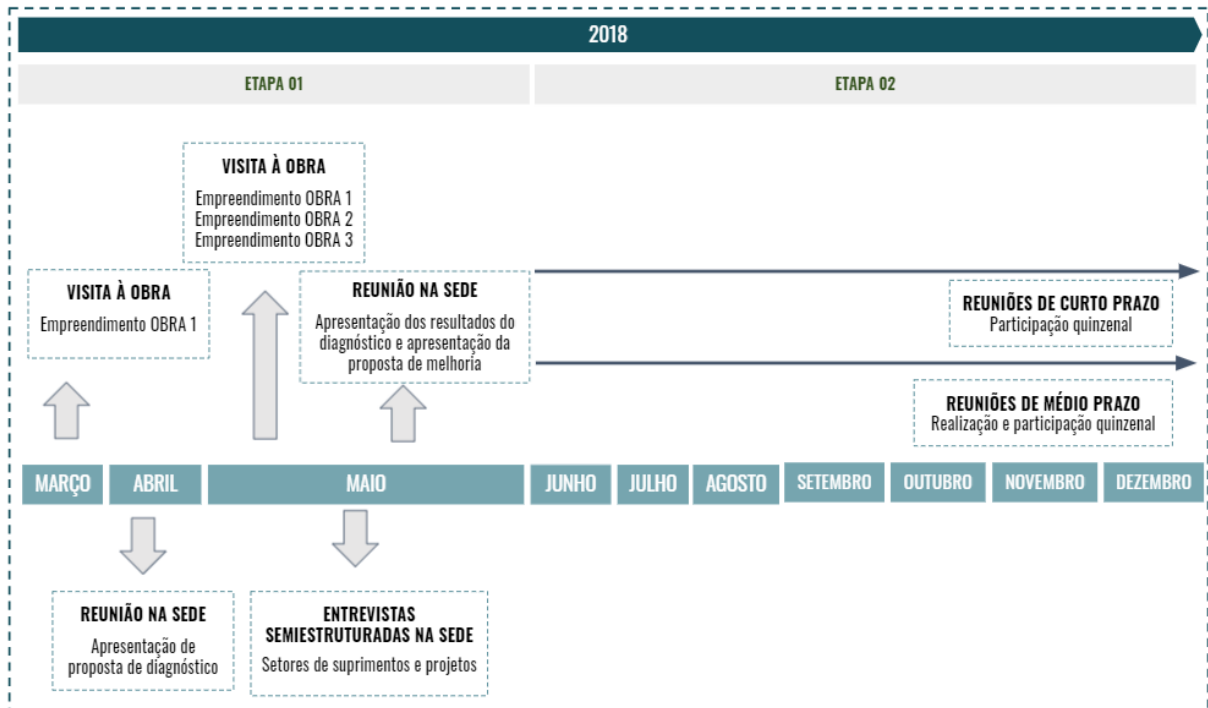
Quadro 3 - Resumo de reuniões - Local e duração

| Mês | Quantidade de reuniões | Local de realização das reuniões | | | Duração |
|--------|------------------------|----------------------------------|--------|--------|---------|
| | | Sede da Empresa A | Obra 1 | Obra 2 | |
| Mar/18 | 1 | | x | | 1h |
| Abr/18 | 1 | x | | | 1h30 |
| Mai/18 | 3 | x | x | x | 1h30 |
| Jun/18 | 2 | x | x | | 1h30 |
| Jul/18 | 2 | | x | | 1h30 |
| Ago/18 | 2 | | x | | 1h30 |
| Set/18 | 2 | | x | | 1h30 |
| Out/18 | 2 | | x | | 1h30 |
| Nov/18 | 2 | | x | | 1h30 |
| Dez/18 | 1 | | x | | 1h30 |
| Total | 18 | 3 | 14 | 1 | 26h30 |

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 10 representa cronologicamente as atividades realizadas nas etapas 01 e 02.

Figura 10 - Fase 01- Cronologia das atividades - Etapas 01 e 02



Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.2 Fase 02 – Empresa A - Estudo Empírico 1 (E1) – Obra P

O estudo empírico 1 (E1) teve como objetivo implementar a primeira versão do artefato desenvolvido, em diferente empreendimento da **Empresa A**. Esta implementação ocorreu em ciclos, onde a cada atualização foi-se aprimorando a ferramenta até que se obteve sua versão final.

A seleção desta mesma empresa deve-se à parceria já firmada no primeiro estudo e a oportunidade de beneficiar a sistemática do médio prazo, melhorando o processo de remoção das restrições, em um novo empreendimento. O principal objetivo desta vez é proporcionar o monitoramento das restrições e permitir a sinergia entre os setores de projeto, suprimentos e construção do empreendimento tornando o acompanhamento semanal destas viável, e os pontos de atenção de cada área, visíveis, possibilitando a antecipação de problemas e permitindo que estes sejam resolvidos dentro do período previsto e assumindo o compromisso de resolver as pendências na data estipulada.

Nesta fase, também houve coleta sistemática de dados das seguintes fontes de evidência: análise documental, observação participante e entrevistas semiestruturadas.

- a) **Análise Documental:** Neste estudo, a análise documental ocorreu a partir de arquivos utilizados na rotina da empresa consistindo em planilhas de planejamentos de médio prazo, PLS da CAIXA, procedimentos de qualidade e dados coletados do sistema de gestão utilizado na empresa.
- b) **Observação Participante:** Exercida durante os ciclos da implementação do artefato e rotinização do Planejamento de médio prazo através de reuniões no EP. As reuniões foram realizadas periodicamente com os engenheiros responsáveis pelos empreendimentos em andamento, a fim de criar um banco de dados de restrições.
- c) **Entrevistas semiestruturadas:** Realizadas ao início e ao fim do estudo com os engenheiros envolvidos, com o objetivo de avaliar, em um primeiro momento, o processo de captação e análise de restrições, e em um segundo momento, a ferramenta proposta para a melhoria deste.

O Quadro 4 apresenta um resumo das principais reuniões que serviram para a realização dos ciclos de implementação.

Quadro 4 - Reuniões realizadas na Empresa A - Obra P

| Data, local, assunto | Participantes da reunião | Conteúdo da reunião | Duração |
|--|---|---|---------|
| 26/11/2019 "Obra P" Reunião para apresentação de nova proposta | Engenheiro Responsável pelo planejamento e controle da produção da "Obra P" Engenheira Mestranda no PPGCI Engenheira Doutoranda no PPGCI | Apresentação de proposta para implementação do artefato para a sistemática de remoção das restrições para o engenheiro responsável pelo empreendimento de estudo exploratório 1. | 2h |
| 09/01/2020 "Obra P" Reunião para apresentação de nova proposta | Engenheiro Responsável pelo planejamento e controle da produção da "Obra P" Engenheiro Responsável pelo planejamento e controle da produção do "Obra 3" Engenheira Mestranda no PPGCI Engenheira Doutoranda no PPGCI | Apresentação de proposta para implementação do artefato para a sistemática de remoção das restrições para o engenheiro responsável pelo empreendimento de estudo empírico 1. Realização de entrevista semiestruturada. | 2h |
| 11/02/2020 "Obra P" Reunião de análise de restrições | Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção da "Obra P" Engenheira Mestranda no PPGCI | Reunião de médio prazo para controle da produção com ajustes corretivos de melhoria nos documentos propostos. Realização de levantamento de restrições com o auxílio do artefato proposto e reajustes. | 2h |

| Data, local, assunto | Participantes da reunião | Conteúdo da reunião | Duração |
|---|--|--|----------------|
| 26/02/2020 “Obra P” Reunião de análise de restrições | Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção do empreendimento “Obra 1” Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção da “Obra P” Engenheira Mestranda no PPGCI | Reunião de médio prazo para controle da produção com ajustes corretivos de melhoria nos documentos propostos. Realização de levantamento de restrições com o auxílio do artefato proposto e reajustes. | 2h |
| 10/03/2020 Sede da Empresa A Reunião de análise de restrições | Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção do empreendimento “Obra 1” Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção da “Obra P” Arquiteto da Empresa A Engenheira Mestranda no PPGCI | Reunião de médio prazo para controle da produção com ajustes corretivos de melhoria nos documentos propostos. Realização de levantamento de restrições com o auxílio do artefato proposto e reajustes. | 2h |
| 18/03/2020 E-mail Análise de restrições | - | Envio da ferramenta por e-mail com informações de restrições por processo para análise dos engenheiros responsáveis pelo empreendimento. | |
| 26/05/2020 Sede da Empresa A Reunião de análise de restrições | Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção do empreendimento “Obra 1” Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção da “Obra P” Engenheira Mestranda no PPGCI | Reunião de médio prazo para controle da produção com ajustes corretivos de melhoria nos documentos propostos. Finalização de levantamento de restrições por processo. | 2h |
| 03/06/2020 Sede da Empresa A Reunião de análise de restrições | Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção do empreendimento “Obra 1” Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção da “Obra P” Engenheira Mestranda no PPGCI | Reunião de médio prazo para controle da produção com ajustes corretivos de melhoria nos documentos propostos. | 2h |
| 25/06/2020 Sede da Empresa A Reunião de análise de restrições | Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção do empreendimento “Obra 1” Eng. Responsável pelo planejamento e controle da produção da “Obra P” Engenheira Mestranda no PPGCI | Reunião de médio prazo para controle da produção com ajustes corretivos de melhoria nos documentos propostos. | 2h |

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.2.1 Descrição do empreendimento estudado

Este empreendimento, denominado para fins deste estudo de “Obra P”, localiza-se na cidade de Canoas, Rio Grande do Sul, e pertence ao Programa Casa Verde e Amarela. O condomínio residencial multifamiliar é composto por 384 apartamentos, divididos em 8 torres com 8

pavimentos, sendo 6 apartamentos por andar, conforme evidenciado nas Figura 11 e Figura 12. Além das torres, o empreendimento compreende de brinquedoteca, coworking, espaço pet, salões de festa, piscinas, pista de caminhada, quadra esportiva infantil, espaço do chimarrão, horta comunitária, sala multiuso, playground, bicicletário, área de apoio, reservatórios, infraestrutura e arruamento.

Figura 11 - Imagem 3D da implantação do empreendimento



Fonte: Imagem da empresa

Figura 12 - Implantação do empreendimento e tipologia dos apartamentos



Fonte: Imagem da empresa

3.3.2.2 Conclusão do desenvolvimento da Fase 02

O objetivo desta etapa do estudo empírico 1 (E1) foi aplicar o artefato proposto em ciclos de implementação, a fim de aperfeiçoá-lo até a concepção de um artefato refinado para posterior avaliação. Estes ciclos foram considerados a cada reunião realizada de médio prazo, pois nestas eram discutidas as melhorias conforme a utilização do artefato, e imediatamente ajustados os pontos levantados. Este estudo proporcionou a elaboração de um banco de dados de restrições e de uma ferramenta que possibilitasse seu uso de maneira objetiva durante as reuniões de médio prazo.

Ao total foram realizadas 8 reuniões, sendo destas, 2 para apresentação da proposta, uma no fim de 2019 e outra em janeiro de 2020. Isto ocorreu devido à acertos internos na empresa, e de refino da proposta. O Quadro 5 abaixo apresenta de maneira resumida a frequência destas reuniões:

Quadro 5 - Resumo de reuniões - Local e duração

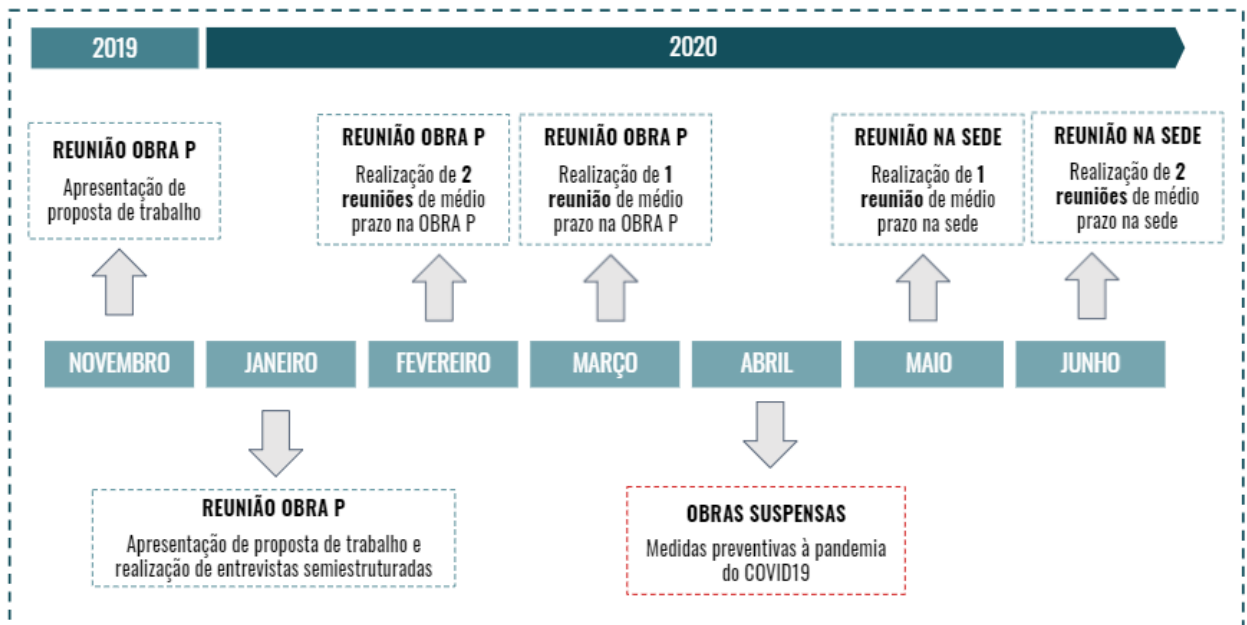
| Mês | Quantidade de reuniões | Local de realização das reuniões | | Duração |
|--------|------------------------|----------------------------------|----|---------|
| | | Sede da empresa | EP | |
| Nov/19 | 1 | | X | 2h |
| Jan/20 | 1 | | X | 2h |
| Fev/20 | 2 | | X | 2h |
| Mar/20 | 1 | X | | 2h |
| Abr/20 | 0 | | | 2h |
| Mai/20 | 1 | X | | 2h |
| Jun/20 | 2 | X | | 2h |

Fonte: Elaborado pelo autor

Observação: No mês de abril, as atividades na empresa e no setor de construção civil de Porto alegre, foram suspensas como medidas preventivas à pandemia do COVID-19.

A Figura 13 representa cronologicamente as atividades realizadas nas etapas 01 e 02.

Figura 13 - Fase 02 – Cronologia das atividades



Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.3 Fase 03 – Empresa B - Estudo Empírico 2 (E2) – Obra R

O estudo empírico 2 (E2) teve como objetivo a consolidação do sistema de PCP da **Empresa B** aos padrões do *last planner* e seus conceitos, além da aplicação de parte dos conceitos do

AWP na aplicação do banco de dados de restrições por pacotes de trabalho. Neste sentido, foram formalizados os planos de longo, médio e curto prazo da empresa, bem como as rotinas de atualização que cada um desses níveis de planejamento demanda, fazendo com que estes se tornem parte de sua rotina organizacional. O objetivo secundário, foi, então, traçar uma rotina de sistematização do plano de médio prazo com o foco na gestão das restrições (identificação e remoção), tendo por proposição que esta rotina conduzirá a uma melhor gestão sobre as atividades previstas do empreendimento, através do artefato final elaborado na Fase 02, de maneira que possibilitasse sua avaliação.

A seleção desta empresa deve-se ao interesse da própria em firmar parceria com o PPGCI-UFRGS devido ao seu recente ingresso no ramo de construções habitacionais, desejando adaptar seu conhecimento em obras industriais para este novo contexto. Compreendendo essa necessidade, o foco desta fase foi alinhar os conhecimentos da empresa com conceitos, práticas e técnicas *lean* que vem sendo desenvolvidas e aplicadas pelo grupo NORIE, principalmente, aplicando no médio prazo o artefato desenvolvido e disseminando sua aplicabilidade.

Nesta fase, também houve coleta sistemática de dados das seguintes fontes de evidência: análise documental, observação participante e entrevistas semiestruturadas.

- a) **Análise Documental:** Neste estudo, a análise documental ocorreu a partir de arquivos utilizados na rotina da empresa, consistindo em planilhas de planejamentos de longo, médio e curto prazo, PLS da CAIXA, procedimentos de qualidade e dados coletados do sistema de gestão utilizado na empresa.
- b) **Observação Participante:** Exercida durante os ciclos da implementação e elaboração/adaptação dos planos de longo, médio e curto prazo de reuniões na obra. As reuniões foram realizadas periodicamente com os engenheiros responsáveis pelo empreendimento em andamento, a fim de firmar uma rotinização nos processos.
- c) **Entrevistas semiestruturadas:** Realizadas ao início e ao fim do estudo com os engenheiros envolvidos, com o objetivo de avaliar, em um primeiro momento, o processo da empresa de maneira geral, e em um segundo momento, as melhorias observadas com a rotinização e ferramentas propostas.

3.3.3.1 Descrição do empreendimento estudado

Este empreendimento, denominado para fins deste estudo de “Obra R”, localiza-se na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, e pertence ao Programa Casa Verde e Amarela. O condomínio residencial multifamiliar é composto por 180 apartamentos com elevadores, divididos em 5 torres com 9 pavimentos, sendo 4 apartamentos por andar, conforme evidenciado na Figura 14. Os apartamentos possuem 56,94 m² de área privativa incluindo 02 dormitórios, banheiro social e área de serviço, além de vagas de garagem com 10,58 m², além de ampla área externa de convivência e lazer com churrasqueira, quiosque e playground.

Figura 14 - Visualização 3D – Empreendimento Obra R



Fonte: Imagem da empresa

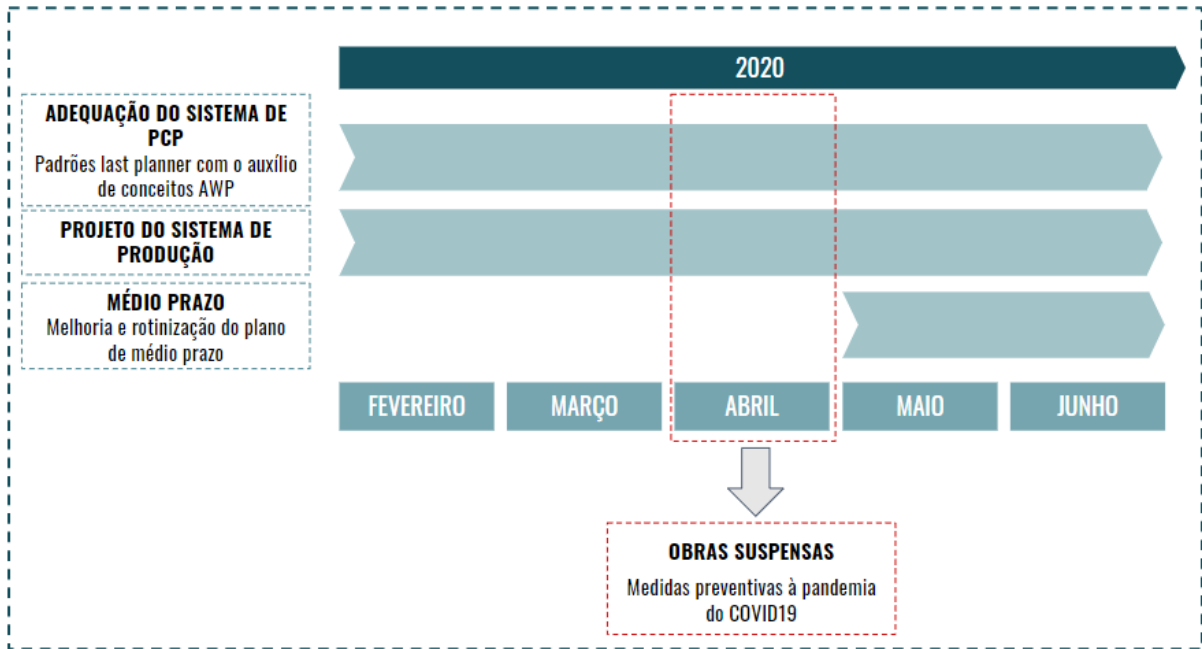
3.3.3.2 Conclusão do desenvolvimento da Fase 03

O objetivo desta etapa do **E2** foi a introdução e consistência dos conceitos *lean* na cultura da empresa, e a aplicação do artefato elaborado em ciclos de implementação nas rotinas de médio prazo, a fim de aperfeiçoá-lo e avaliá-lo. Como a empresa necessitava de um período de adaptação aos processos *lean*, apenas foi possível introduzir a sistematização do médio prazo nos dois meses finais do trabalho. Ainda assim, este estudo proporcionou a análise da evolução da obra em questão perante a implementação sistemática dos planos de longo, médio e curto prazo.

Foram realizadas visitas e reuniões presenciais na obra no período entre fevereiro e junho de 2020, entretanto, no mês de abril não houve realização de atividades presenciais na obra, devido a pandemia da COVID-19. Os trabalhos de assessoramento seguiram de maneira remota.

A Figura 15 representa cronologicamente as atividades realizadas na Fase 03.

Figura 15 - Fase 03 – Cronologia das atividades



Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.4 Fase 04 – Empresa C - Estudo Empírico 3 (E3) – Empreendimento Loja

O estudo empírico 3 (E3), teve como objetivo a rotina de sistematização do plano de médio prazo com o foco na gestão das restrições, através do artefato proposto, possibilitando sua avaliação. Neste empreendimento, foi possível aplicar a ferramenta desde o início do projeto, até o seu término, envolvendo todos os setores da empresa, desde a engenharia de projetos, suprimentos, até a produção.

A seleção da **Empresa C** deve-se ao interesse particular da pesquisadora, devido ao seu ingresso no quadro de funcionários da empresa, e ao incentivo do seu Diretor de Operações na aplicação e disseminação dos conceitos, técnicas e ferramentas *lean* nos empreendimentos em andamento.

Desta maneira, nesta fase, também houve coleta sistemática de dados das seguintes fontes de evidência: análise documental e participação ativa:

- a) **Análise Documental:** Nesta fase, a análise documental ocorreu a partir de arquivos já utilizados na rotina da empresa nos empreendimentos em andamento e dados coletados do sistema de gestão utilizado na empresa.

- b) Participação ativa:** Exercida durante todo o ciclo de vida do empreendimento, desde a gestão na elaboração dos projetos, até a entrega, através de reuniões periódicas de longo, médio e curto prazo.

3.3.4.1 Descrição do empreendimento estudado

Este empreendimento, denominado para fins deste estudo de “Loja”, localiza-se na cidade de Umuarama, Paraná, e pertence à um cliente da iniciativa privada do setor atacadista. O projeto em questão ocorre com engenharia simultânea, fazendo parte do escopo da **Empresa C**, todo o desenvolvimento e elaboração de projetos básicos e executivos multidisciplinares (arquitetura, terraplenagem, drenagem, contenções, fundações, estruturais, metálica e de instalações elétricas, hidrossanitárias e de incêndio), abrangendo desde a concepção dos projetos, gestão de projetistas, suprimentos e execução da obra, até a sua entrega final.

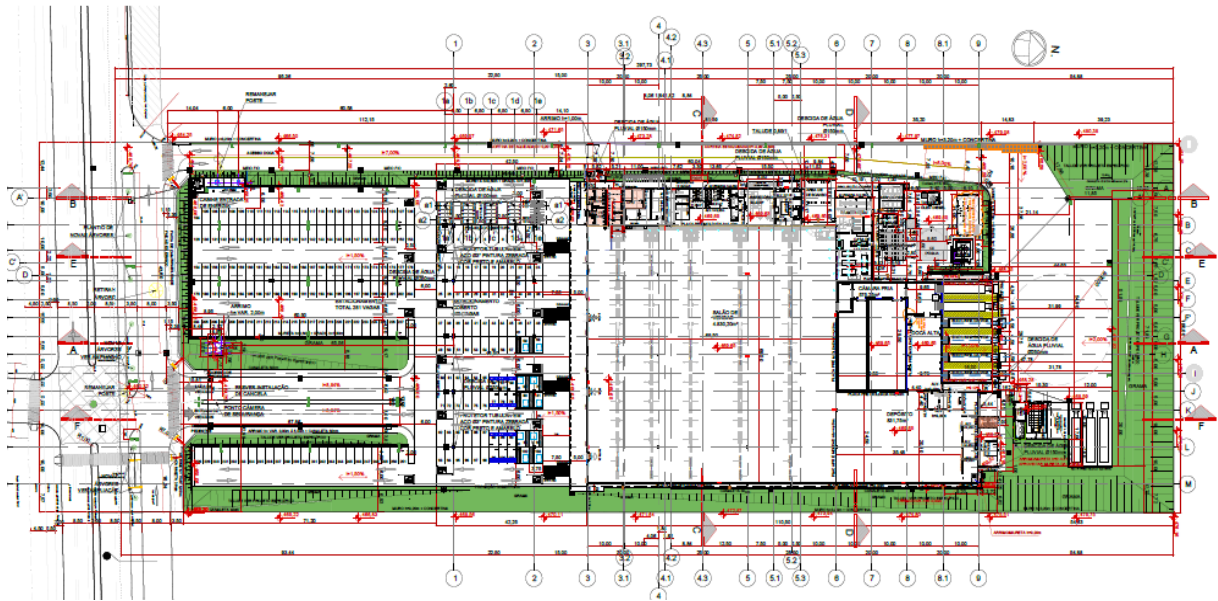
O empreendimento possui área construída de 11.773,00 m², composto por loja, depósito, administrativo, estacionamento coberto, estacionamento de motos, beiral, casa de máquinas, e doca, conforme indicado na Figura 16. Além de toda área externa em pavimentação asfáltica e de concreto, e reservatório elevado. A Figura 17 apresenta a implantação do empreendimento.

Figura 16 - Dados do empreendimento Loja

| | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--|---------------|----------------------|
| ÁREA DO TERRENO UTILIZADA: | 28.094,54m ² | | Loja | 4.900 m ² |
| ÁREA DO TERRENO MATRÍCULA: | 120.000,00m ² | | Depósito | 1.000 m ² |
| TOTAL CONSTRUÍDO: | 11.773,00m ² | | Câmaras | 600 m ² |
| TAXA DE OCUPAÇÃO (TO) | x% | | Administração | 600 m ² |
| ÁREA PERMEÁVEL: | 5.519,00m ² | | Estac.Cob. | 2.975m ² |
| TAXA DE PERMEABILIDADE (TP) | x% | | Motos | 210 m ² |
| TOTAL VAGAS: | 215 VAGAS | | Beiral | 225 m ² |
| TOTAL VAGAS COBERTAS: | 103 VAGAS | | Casa de Máq. | 225 m ² |
| PALETS: | | | Docas | 763 m ² |
| LOJA | XXXX PALETS | | | |
| CÂMARA | XXXX PALETS | | | |
| DEPÓSITO | XXXX PALETS | | | |

Fonte: Projeto da Empresa C

Figura 17 - Planta de implantação – Empreendimento Loja



Fonte: Imagem da empresa

3.3.4.2 Conclusão do desenvolvimento da Fase 04

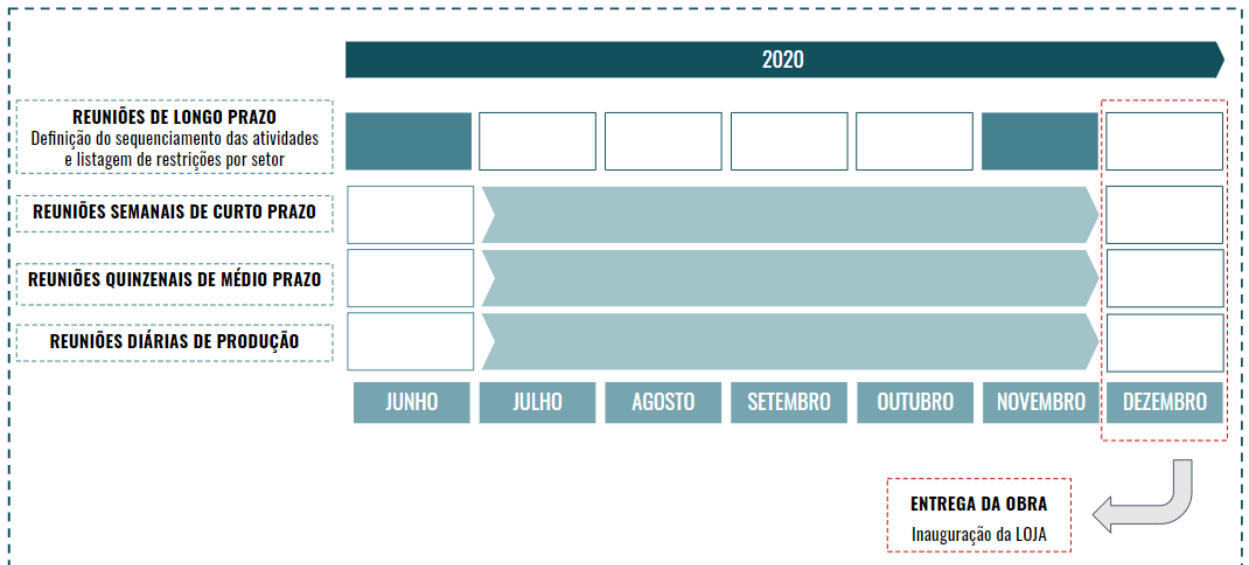
O objetivo desta etapa do estudo empírico **E3** o envolvimento de todos os setores chave, desde a concepção do planejamento de longo prazo inicial, listando todas as restrições relacionadas à engenharia, projetos, suprimentos e produção, e suas datas limite de remoção. Desta maneira, todos os setores estavam cientes de suas responsabilidades, de modo a contribuir que as atividades fossem realizadas no prazo, e com todas as restrições removidas e recursos disponíveis.

Este estudo proporcionou a análise da evolução da obra em questão, perante a implementação dos planos de longo, médio e curto prazo, e a avaliação do artefato de remoção das restrições diante do resultado da obra em termos de prazo de execução.

No período de 5 meses entre julho e dezembro de 2020, foram realizadas 2 reuniões de longo prazo, uma no início do projeto, com uma visão semanal das atividades, e uma no último mês, com uma visão diária. Durante todo o período da obra, foram realizadas reuniões diárias de produção e reuniões semanais de planejamento de curto prazo. As reuniões de médio prazo ocorriam quinzenalmente. Esta periodicidade foi escolhida por se tratar de uma obra de rápida execução.

A Figura 18 representa cronologicamente as atividades realizadas na Fase 03.

Figura 18 - Fase 04 - Cronologia das atividades



Fonte: Elaborado pelo autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo está estruturado em dois principais tópicos e tem por objetivo apresentar os resultados obtidos nas quatro fases da pesquisa. São eles: 1º) A compreensão do problema de pesquisa, enfatizando a lacuna de conhecimento e o problema real identificado no “**Estudo Exploratório 1**” e suas discussões; 2º) O desenvolvimento da solução baseado nos três estudos empíricos realizados.

4.1 COMPREENSÃO DO PROBLEMA

4.1.1 Lacuna do conhecimento

A partir do que foi apresentado no capítulo 2 deste trabalho, algumas lacunas de conhecimento foram observadas, tanto em relação ao SLP quando ao AWP em relação à análise das restrições. Este item se propõe a discutir sobre o que foi analisado.

Primeiramente, baseado nos trabalhos desenvolvidos, nota-se que estes métodos vêm sendo aplicados em diferentes contextos: o SLP é mais utilizado e reconhecido para empreendimentos da construção civil, enquanto o AWP é aplicado com mais frequência em projetos de capital, particularmente em empreendimentos da indústria de óleo e gás. No entanto, ainda que de forma tímida, estudos recentes mostram um aumento da aplicação do AWP, ou parte de suas características na indústria da construção e ainda combinada com o gerenciamento das restrições e tecnologias (WANG *et al.*, 2016; ISAAC; CURRELI; STOLIAR, 2017; LI *et al.*, 2018; LI *et al.*, 2019a; LI *et al.*, 2019b; WU *et al.*, 2021)

Quanto ao SLP, discute-se muito ainda sobre as dificuldades da implementação do médio prazo (ANGELIM, 2019), principalmente na análise das restrições, que ocorrem apenas nesse horizonte de planejamento, não tão preocupado em como gerir estas restrições, mas sim com a sua identificação e programação. Em outra vertente, o AWP traz no conteúdo dos pacotes de trabalho o estabelecimento de condicionantes, ou restrições, para a realização das tarefas desde a elaboração do longo prazo.

Outro ponto relativo ao SLP refere-se ao baixo número de estudos relacionados à aplicação do planejamento de fase nos empreendimentos, tampouco da metodologia *pull planning*. Como visto, o *pull planning* possui a característica de “começar pelo fim”, puxando a partir dos

marcos, as atividades e necessidades relacionadas para que estes sejam alcançados. Muito se parece com a filosofia aplicada pelo AWP “começar com o fim em mente”.

Uma vez que o AWP trabalha com pacotes de trabalho em todos os níveis de planejamento do empreendimento, estabelecendo os recursos e restrições para cada fase, a possibilidade de trabalharmos com pacotes de trabalho genéricos no nível inicial dos empreendimentos torna-se viável. Seguindo a mesma lógica, obras repetitivas, trazem pacotes genéricos e repetitivos ao longo do seu ciclo de vida, apresentando restrições tanto no longo como no curto prazo, não apenas no horizonte de médio.

A PLS se mostrou um ponto chave e análogo para a aplicação do conceito de pacotes de trabalho nos demais horizontes de planejamento devido a sua estruturação. Direcionada aos empreendimentos residenciais com atividades repetitivas, esta apresenta níveis de detalhamento, que podem ser abstraídos como pacotes genéricos durante a concepção do longo prazo. Além disso, a construção civil possui diversas atividades semelhantes, independentemente do contexto que é aplicado, seja residencial, de infraestrutura ou industrial, o que faz esses pacotes genéricos serem expandidos além das edificações residenciais.

Estabelecer pacotes genéricos de longo, médio e curto prazo, pode contribuir para uma análise sistemática das restrições já no início do ciclo do empreendimento, sendo estes detalhados conforme o avanço do projeto. Está prática atenua a possibilidade de restrições emergirem necessitando de soluções imediatas, sem tempo hábil para tal. Em suma, encontra-se a oportunidade de trabalhar com características do SLP, ferramentas e classificações já consolidadas no médio prazo, expandindo para as demais fases do empreendimento com o auxílio do AWP e pacotes genéricos, voltados para a análise das restrições da construção.

4.1.2 Problema real

Conforme apresentado no capítulo anterior deste trabalho, a Fase 01 de desenvolvimento compreendeu o “**Estudo Exploratório 1 (EE1)**”, dividido em duas etapas, a primeira de diagnóstico, caracterizada pela coleta e análise dos dados do sistema de PCP da **Empresa A**, e a segunda, motivada pelos resultados da primeira etapa, a implementação do médio prazo em empreendimento em execução da mesma empresa, promovendo a percepção do problema real.

Neste sentido, este item tem por objetivo apresentar os seguintes resultados obtidos no **EE1**: as características dos empreendimentos em construção da **Empresa A** no tocante aos processos de planejamento de longo, médio e curto prazo; os documentos utilizados que viabilizam sua gestão; como estes processos se relacionam com os setores de projetos e suprimentos da empresa; seus principais problemas e potenciais melhorias observados; e, a implementação destas melhorias.

4.1.2.1 Etapa 01 – Diagnóstico – Empresa A

4.1.2.1.1 *Empreendimentos em andamento na Empresa A – Rotinas de planejamento*

A primeira análise realizada no **EE1**, pautou-se na coleta de informações dos empreendimentos em construção da **Empresa A** visando os procedimentos utilizados para cada nível de planejamento, como estes são executados, quais as rotinas de atualização, e qual o procedimento ou ferramenta empregada para disseminação da informação entre os envolvidos. A partir desta análise, foram desenvolvidos os quadros resumo Quadro 6, Quadro 7 e Quadro 8 abaixo, indicando uma visão geral dos resultados, que apresentam de maneira resumida as ferramentas utilizadas em cada empreendimento, os responsáveis pelas atualizações, a periodicidade destas atualizações e de que maneira ocorre a divulgação dos planos em cada nível de planejamento.

Quadro 6 - Longo Prazo - Análise geral nos empreendimentos

| Longo Prazo | | | |
|--------------------------------|---|---|---|
| Item de análise | Empreendimentos | | |
| | Obra 1 | Obra 2 | Obra 3 |
| Ferramentas utilizadas | Linha de balanço | Linha de balanço | Linha de balanço |
| Responsável pelas atualizações | Engenheiro residente | Engenheiro residente | Engenheiro residente |
| Periodicidade de atualização | Quando pertinente - Geralmente apenas no início da obra | Quando pertinente - Geralmente apenas no início da obra | Quando pertinente - Geralmente apenas no início da obra |
| Divulgação | Painel de gestão visual no canteiro de obras | Painel de gestão visual no escritório da obra | Painel de gestão visual no escritório da obra |

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 7 - Médio Prazo - Análise geral nos empreendimentos

| Médio Prazo | | | |
|--------------------------------|------------------------|---|---------------|
| Item de análise | Empreendimentos | | |
| | Obra 1 | Obra 2 | Obra 3 |
| Ferramentas utilizadas | - | Linha de balanço | - |
| Responsável pelas atualizações | - | Engenheiro residente, técnico de edificações e empreiteiros | - |
| Periodicidade de atualização | - | Mensal | - |
| Divulgação | - | E-mail aos envolvidos, papel impresso, reuniões e painel de gestão visual no escritório da obra | - |

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 8 - Curto Prazo - Análise geral nos empreendimentos

| Curto Prazo | | | |
|--------------------------------|--|--|--|
| Item de análise | Empreendimentos | | |
| | Obra 1 | Obra 2 | Obra 3 |
| Ferramentas utilizadas | Programações semanais | Programações semanais | Programações semanais |
| Responsável pelas atualizações | Engenheiro residente e empreiteiros | Técnico de edificações e empreiteiros | Engenheiro residente e empreiteiros |
| Periodicidade de atualização | Semanal | Semanal | Semanal |
| Divulgação | Reunião e papel impresso entregue aos encarregados | Reunião e papel impresso entregue aos encarregados | Reunião e papel impresso entregue aos encarregados |

Fonte: Elaborada pelo autor

Nesta primeira análise, observou-se a presença dos planos de longo prazo em linhas de balanço nas três obras em construção, sendo atualizadas sempre pelo engenheiro residente quando este considerar pertinente. Este plano é divulgado e disponível aos colaboradores via painel de gestão visual em uma área de circulação no canteiro de obras (“Obra 1”), ou via painel de gestão visual no interior do escritório da engenharia, também localizado no canteiro (OBRAS 2 e 3), de maneira que todos tenham acesso às informações dos prazos da obra, encadeamento das atividades e dimensionamento das equipes apenas olhando o painel.

Quanto ao plano de médio prazo, nas OBRAS 1 e 3, não foram observadas rotinas de implantação deste nível de planejamento, tampouco documentos ou padrões que pudessem contribuir neste sentido, logo, não existem atualizações periódicas sendo realizadas. Questionado quanto ao impacto da ausência do plano de médio prazo na obra, o engenheiro residente não soube explicar, porém ao direcionar a questão para problemas na programação das atividades do curto prazo, foi mencionada a quantidade de restrições que “surtem” a cada semana.

Esta declaração do engenheiro pode estar relacionada à falta do plano de médio prazo, o qual proporcionaria a identificação das restrições das atividades previamente protegendo a produção, conforme visto na literatura (BALLARD, 1997, 2000; BALLARD; HOWELL, 1998a; TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Desta maneira, sua análise, controle e remoção impactaria positivamente na programação de curto prazo ao não serem programadas atividades que não estão com todas suas restrições removidas. Este, então, se mostrou um importante ponto de atenção para buscar melhorias no médio prazo através da rotinização e padronização do processo.

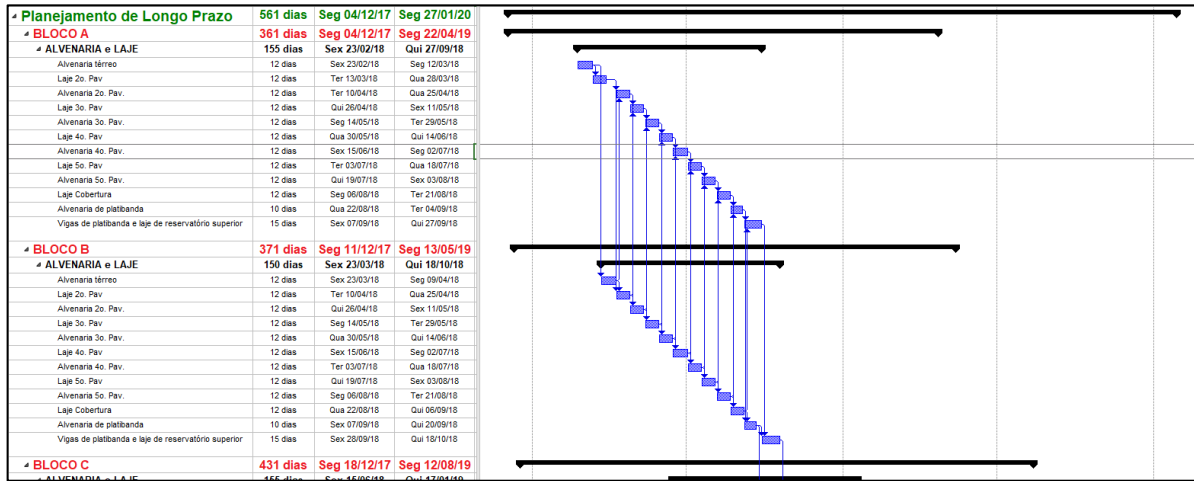
No tocante à “Obra 2”, ainda relacionado ao médio prazo, esta apresentou uma rotina de atualização mensal e participativa (envolvendo o engenheiro residente, o técnico de edificações e empreiteiros), divulgada através de e-mail, papel impresso, reuniões, além da exposição do plano no escritório de engenharia no canteiro, porém não havendo uma análise sistemática das restrições.

Finalmente, os planos de curto prazo, ocorrem na rotina de todos os empreendimentos, sendo este um padrão que já faz parte da cultura da empresa. Os planos são atualizados semanalmente pelos engenheiros residentes e empreiteiros nas Obras 1 e 3, e pelo técnico de edificações e empreiteiros na “Obra 2”.

Uma observação importante é que estes engenheiros, além do planejamento, são responsáveis por toda a interface abrangendo logística, segurança, projeto e execução dos empreendimentos, acarretando grande carga de trabalho e de tomada de decisões. Logo, este acúmulo de tarefas acaba sendo outro motivo que contribui pela busca de rotinas de planejamento mais padronizadas e eficientes, de maneira que não perca sua eficácia e que seja realizado em um período mais otimizado.

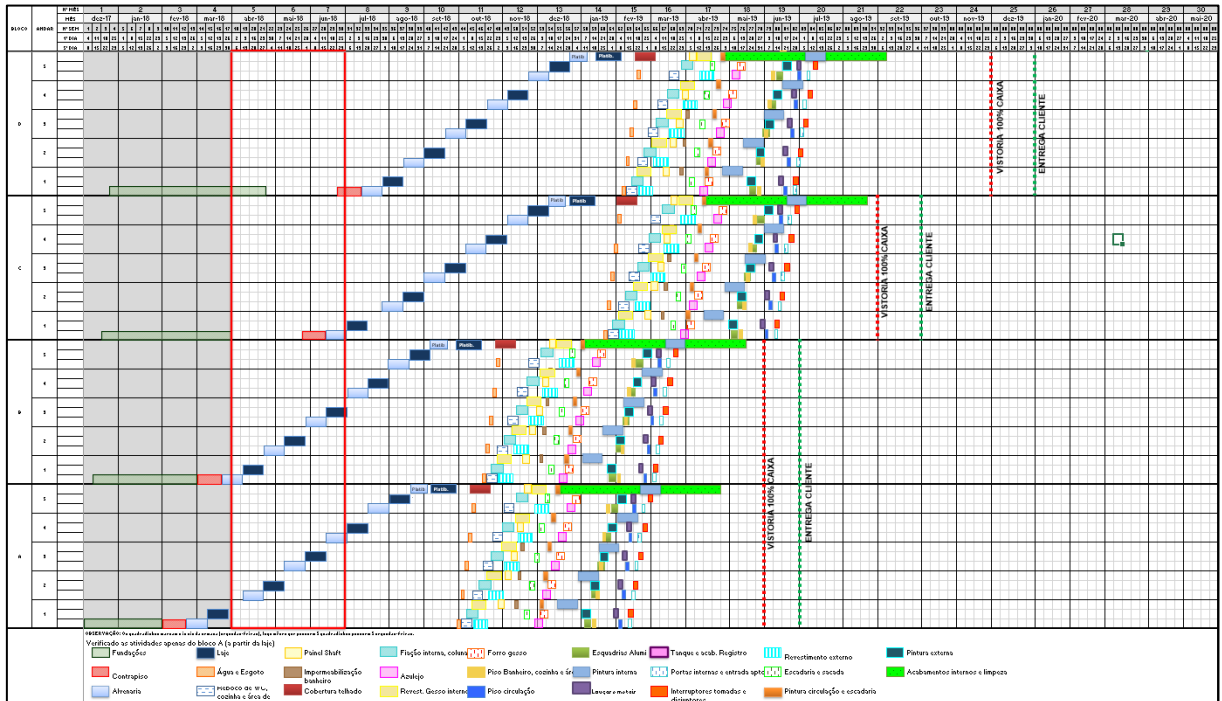
As figuras abaixo representam as ferramentas observadas nos empreendimentos avaliados no EE1 para controle dos planos de longo, médio e curto prazo, respectivamente. A Figura 19 e a Figura 20 mostram o cronograma tradicional elaborado no *software* MSProject e a linha de balanço desenvolvida para elaboração e controle do longo prazo na “Obra 1”. A Figura 21 e a Figura 22 ilustram as ferramentas de médio prazo da “Obra 2” e curto prazo da “Obra 1”.

Figura 19 - Cronograma de longo prazo – MSProject – Obra 1



Fonte: Empresa A

Figura 20 - Linha de balanço – Obra 1



Fonte: Empresa A

Figura 21 - Ferramenta de médio prazo – Obra 2

| Planejamento de médio prazo - OBRA 2 | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|--------------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------|
| BLOCO A | | | | | | | | | | | | | | |
| Item | Atividade | Responsável | janeiro | | | fevereiro | | | | março | | | | RESTRICÇÕES |
| | | | 06 a 10 | 13 a 17 | 20 a 24 | 27 a 31 | 03 a 07 | 10 a 14 | 17 a 21 | 24 a 28 | 02 a 06 | 09 a 13 | 16 a 20 | |
| 8 | Execução do contrapiso | Verdes Vales | █ | | | | | | | | | | | |
| 9 | Concretagem do contrapiso - dia 08/01 - 34m³ | Sinara | █ | | | | | | | | | | | |
| 10 | Montagem da proteção de periferia | Capivari | █ | | | | | | | | | | | falta chegar |
| 11 | Alvenaria do térreo | Maicon | | █ | █ | | | | | | | | | |
| 12 | Grauteamento da alvenaria do térreo - 8m³ | Stela | | | | █ | | | | | | | | programar graute |
| 13 | Montagem da forma para laje do 2º pavimento | Sinara | | | | █ | █ | █ | | | | | | |
| 14 | Concretagem da laje do 2º pavimento - 54m³ | Sinara | | | | | | █ | | | | | | programar concreto |
| 15 | Alvenaria do 2º pavimento | Maicon | | | | | | | █ | █ | | | | |
| 16 | Grauteamento da alvenaria do 2º pavimento - 8m³ | Stela | | | | | | | | | █ | | | programar graute |
| 17 | Montagem da forma para laje do 3º pavimento | Sinara | | | | | | | | | █ | █ | | |
| 18 | Concretagem da laje do 3º pavimento - 54m³ | Sinara | | | | | | | | | | █ | | |
| 19 | Alvenaria do 3º pavimento | Maicon | | | | | | | | | | | █ | █ |
| BLOCO B | | | | | | | | | | | | | | |
| Item | Atividade | Responsável | janeiro | | | fevereiro | | | | março | | | | RESTRICÇÕES |
| | | | 06 a 10 | 13 a 17 | 20 a 24 | 27 a 31 | 03 a 07 | 10 a 14 | 17 a 21 | 24 a 28 | 02 a 06 | 09 a 13 | 16 a 20 | |
| 20 | Execução das vigas de baldrame - forma, armadura e concretagem | Verdes Vales | █ | █ | | | | | | | | | | |
| 21 | Concretagem das vigas de baldrame - dia 17/01 - 42m³ | Verdes Vales | | █ | | | | | | | | | | programar concreto |
| 22 | Desforma das vigas de fundação | Verdes Vales | | | █ | █ | | | | | | | | |
| 23 | Instalações hidráulicas e elétricas da fundação | Ecom | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Aterro da fundação com areia | Verdes Vales | | | | | | | | | | | | |
| 25 | Execução do contrapiso | Verdes Vales | | | | █ | | | | | | | | |
| 26 | Concretagem do contrapiso - dia 29/01 - 34m³ | Sinara | | | | █ | | | | | | | | programar concreto |
| 27 | Montagem da proteção de periferia | Capivari | | | | █ | | | | | | | | |
| 28 | Alvenaria do térreo | Maicon | | | | | | █ | █ | | | | | |
| 29 | Grauteamento da alvenaria do térreo - 8m³ | Stela | | | | | | | █ | | | | | programar graute |
| 30 | Montagem da forma para laje do 2º pavimento | Sinara | | | | | | | █ | █ | █ | | | |
| 31 | Concretagem da laje do 2º pavimento - 54m³ | Sinara | | | | | | | | | █ | | | |
| 32 | Alvenaria do 2º pavimento | Maicon | | | | | | | | | | █ | █ | |
| 33 | Grauteamento da alvenaria do 2º pavimento - 8m³ | Stela | | | | | | | | | | | █ | programar graute |
| 34 | Montagem da forma para laje do 3º pavimento | Sinara | | | | | | | | | | | █ | |
| 35 | Concretagem da laje do 3º pavimento - 54m³ | Sinara | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Empresa A

Figura 22 - Ferramenta de curto prazo – Obra 1

| EMPREENDIMENTO: OBRA 1 | | Foi Aberta RNC? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO | | Semana: 96 | | PPC(%) | | Nº tarefa completa x 100 | | | |
|---|--|---|---|--------------------|---|----------------------|---|--------------------------|---|-------|-------------------------------------|
| PARTICIPANTES: Eng. | | De: 14/10/2019 | | Até: 20/10/2019 | | Nº tarefa planejada | | ⇒ | | | |
| PACOTE DE TRABALHO (Atividades do Empreiteiro) | | EQUIPE (Operários) | | Duração | | 14 15 16 17 18 19 20 | | % | | | |
| | | | | 2ª 3ª 4ª 5ª 6ª S D | | | | PRODUÇÃO / PROBLEMAS | | | |
| c - Bloco C | | | | | | | | | | | |
| - | conclusão da 2a demão de pintura interna nos aptos do 3o. pav. (Paulo Amaro) | A. STAHL - Pintura Interna | P | 2 | X | X | | | | 100,0 | |
| | | | E | 3 | X | X | X | | | | |
| - | conclusão da 2a demão de pintura interna nos aptos 203 - 205 - 206 (Dario) | A. STAHL - Pintura Interna | P | 2 | X | X | | | | 100,0 | |
| | | | E | 2 | X | X | | | | | |
| - | 2a demão de pintura interna nos aptos 101 - 102 - 103 (sergio) | A. STAHL - Pintura Interna | P | 5 | X | X | X | X | X | 50,0 | OUTROS MOTIVOS |
| | | | E | 4 | | X | X | X | X | | |
| - | 2a demão de pintura interna nos aptos 104-105-106 (arnaldo) | A. STAHL - Pintura Interna | P | 5 | X | X | X | X | X | 50,0 | MODIFICAÇÃO DA EQUIPE |
| | | | E | 4 | X | X | X | X | | | |
| - | Acabamento na circulação e escadaria - 2a demão | A. STAHL - Pintura Interna | P | 5 | X | X | X | X | X | 100,0 | |
| | | | E | 5 | X | X | X | X | X | | |
| - | Retoques de verificação (pendencias) de pintura em 50% do 3o. e 2o. pav. | A. STAHL - Pintura Interna | P | 5 | X | X | X | X | X | 100,0 | |
| | | | E | 5 | X | X | X | X | X | | |
| - | Espelhos de tomadas 2o. e 3o. | ECOM - ELÉTRICA | P | 2 | X | X | | | | 50,0 | ATRASO TAREFA ANTECEDENTE |
| | | | E | 1 | | X | | | | | |
| - | Chapas lisa de janelas de WC + cozinhas | ALUSIVA - Vanderlei | P | 2 | X | X | | | | 0,0 | CONDIÇÕES ADVERSAS DO TEMPO - CHUVA |
| | | | E | | | | | | | | |
| - | TR - Textura externa no térreo (lateral OESTE) | A. STAHL - Pintura Interna | P | | | | | | | - | |
| | | | E | | | | | | | | |

Fonte: Empresa A

Observa-se que cada ferramenta utilizada segue os conceitos sugeridos no Sistema *last planner*. No longo prazo, a linha de balanço (Figura 20) possibilita a análise dos ritmos das atividades e possui seus prazos alinhados com as datas do cronograma macro (Figura 19). A planilha utilizada para monitoramento do médio prazo na “Obra 2” (Figura 21) apresenta a aplicação do conceito da janela de visibilidade de 3 meses, a fim de monitorar as atividades do período e seus responsáveis, porém não deixa clara as restrições, tampouco o *lead time* ou data limite para remoção, tornando sua eficácia muito limitada, pois não há a informação do que de fato está sendo monitorado na respectiva atividade.

Por fim, a planilha de controle do curto prazo (Figura 22) apresenta uma breve descrição do pacote de trabalho, a equipe designada para executá-lo, o acompanhamento previsto e realizado do pacote, e o percentual de pacote concluído. O processo de curto prazo se destaca como o mais consolidado dentro da empresa, sendo o único a se beneficiar de uma base de dados online integrada ao sistema, abrangendo todos os empreendimentos da organização. Essa integração não apenas simplifica, mas também fornece uma base sólida para uma elaboração mais precisa e assertiva desses planos.

4.1.2.1.2 Análise do setor de projetos e suprimentos

As entrevistas semiestruturadas realizadas com o setor de projetos e suprimentos, de uma maneira geral, não apresentaram problemas significativos nos processos, o que era esperado, já que não há um procedimento padrão de troca de informações ou definição de prioridades à medida em que problemas vão aparecendo. Questionado, o engenheiro de projetos atribui essa característica ao fato de que a empresa está neste segmento do mercado há muitos anos, bem como as equipes integrantes, o que favorece um bom entrosamento entre os envolvidos em todos os setores, facilitando tanto a comunicação entre eles, quanto o entendimento dos problemas emergentes. Entretanto, o engenheiro aponta que a maior dificuldade é a falta de uma matriz de responsabilidades de cada setor. Na falta de uma relação de prioridades que direcione o responsável e um prazo para resolução de problemas, muitas situações surgem a partir de ligações informais, necessitando de resolução urgente, causando “ruído” nos canais de comunicação entre escritório e obra.

Neste sentido, a oportunidade observada é voltada à elaboração de um documento padrão com informações de compra e projetos que sinalizem suas pendências dos próximos períodos. Estes pontos afetam diretamente o andamento das obras, pois estes setores são únicos para todos os empreendimentos da empresa e acabam por centralizar informações e devem rearranjar seus recursos conforme a prioridade de execução.

4.1.2.1.3 Análise da PLS da Caixa - Ferramenta de medição dos serviços com o cliente

Conforme apresentado no Capítulo 2, uma particularidade encontrada nos empreendimentos do programa governamental Casa Verde e Amarela (antigo Minha Casa Minha Vida), é a utilização de uma planilha padrão para emissão das medições dos serviços executadas estipulada pela CAIXA chamada de PLS (Planilha de Levantamento de Serviço). O **EEI** abrangeu o estudo da PLS aplicada na “Obra 1”.

A Figura 23 apresenta, então, a PLS da “Obra 1”, versão anterior à reestruturação do programa MCMV para CVA, e suas informações consistem na discriminação dos eventos de medição, suas quantidades e qual a unidade de medida. A medição de cada evento é organizada em pavimentos e conforme as unidades habitacionais, onde são indicados os serviços realizados. O avanço físico e financeiro é contabilizado em eventos mensais a partir de parâmetros acordados entre a **Empresa A** e a CAIXA. Tais eventos vinculam os pagamentos à conclusão de pacotes de trabalho, conferindo, assim, uma característica de terminalidade ao processo.

A análise da PLS da “Obra 1”, em conjunto com as ferramentas utilizadas de linha de balanço e cronograma, apontou a falta de alinhamento entre os eventos de medição com as atividades estabelecidas no longo prazo, criando um descompasso entre os avanços físico e financeiro, prejudicando a previsão do fluxo de caixa baseado no planejamento estabelecido. De acordo com o engenheiro da obra, esta diferença entre os planos faz com que o planejamento de curto prazo seja realizado baseado na PLS, e não no longo prazo previamente estudado.

Figura 23 - PLS - Obra 1

| TABELA DE PAGAMENTOS | | | | IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DA OBRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|-------------------|-------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---------------|---|---|----|----|----|---------------|----|----|----|----|----|---------------|----|----|----|----|----|---------------|----|----|----|----|----|
| Item e Subitem | Discriminação do Evento | Quant. de Eventos | Unidade do Evento | Bloco A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1o. Pavimento | | | | | | 2o. Pavimento | | | | | | 3o. Pavimento | | | | | | 4o. Pavimento | | | | | | 5o. Pavimento | | | | | |
| | | | | 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 |
| 1 | SERV. PRELIMINARES GERAIS | | | Unidade / MESES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | serviços técnicos (projetos, orgamentos, levant. topog...) | 1 | Unid | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | instalações e canteiros (barracão, cercamento e placa da obra) | 1 | Unid | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | ligações provisórias (água, energia, telefone e esgoto) | 1 | Unid | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | manutenção canteiro/consumo | 18 | Mês | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | transportes máquinas e equipamentos | 18 | Mês | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 | controle tecnológico | 18 | Mês | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 1.7 | gestão de resíduos | 18 | Mês | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 1.8 | gestão da qualidade | 18 | Mês | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 1.9 | equipamentos de proteção coletivos | 18 | Mês | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 1.10 | administração local (engenheiros, mestres, etc.) | 18 | Mês | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES | | | Bloco A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Fundações PROFUNDA das torres | 2 | bloco | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Viga de fundações das torres | 2 | bloco | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | SUPRA-ESTRUTURA | | | Bloco A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Vigas e laje tipo | 10 | andar | 2 | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 | Vigas da platibanda | 2 | andar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | PAREDES E PAINÉIS | | | Bloco A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | alvenaria até PEITORIL dos aptos | 60 | aptos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| 4.1 | alvenaria até RESPALDO dos aptos | 60 | aptos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| 4.1 | Alvenaria (salão e Guarita) | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Alvenaria - platibanda e reservatório | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.4 | esquadrias metálicas das torres | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.4 | esquadrias metálicas do Salão e guarita | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5 | esquadrias de madeira (portas) das Torres | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5 | esquadrias de madeira (portas) do Salão e guarita | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.6 | vidros / esquadrias especiais | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | COBERTURA E PROTEÇÕES | | | Bloco A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | telhados das torres | 2 | bloco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | telhados do salão e guarita | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.2 | impermeabilizações (aptos) | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.2 | impermeabilizações (fundação) | 2 | bloco | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | REVESTIMENTOS | | | Bloco A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | revestimentos internos (APTOS) das Torres | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | revestimentos de BANHEIRO das Torres | 60 | aptos | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | revestimentos de CIRCULAÇÃO das Torres | 2 | bloco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.2 | azulejos | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.3 | revestimentos externos (REBOCO) das torres | 16 | fachadas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.3 | revestimentos externos (GRAFIATO) das torres | 16 | fachadas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.3 | revestimentos externos (REBOCO) do salão e guarita | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.3 | revestimentos externos (GRAFIATO) do salão e guarita | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.4 | forros das torres (aptos) | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.4 | forros do salão | 1 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 | SELADOR + LIXA (pinturas das Torres) | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 | 1a. DEMÃO (pinturas das Torres) | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 | 2a. DEMÃO (pinturas das Torres) | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 | ACABAMENTOS (pinturas das Torres) | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 | Pintura de circulação e escadaria | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 | Pintura do salão e guarita | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.6 | especiais / elementos fachadas | 10 | andar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | PAVIMENTAÇÃO | | | Bloco A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.2 | cerâmica dos aptos | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.2 | cerâmica da circulação | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.2 | cerâmica do salão e guarita | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.4 | cimentados | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.5 | rodapés, soleiras e peitoris | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.6 | pavimentações especiais (escadaria) | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | INSTALAÇÕES | | | Bloco A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.1 | TUBULAÇÃO elétricas / telefônicas (Torres) | 60 | aptos | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.1 | FIÇÃO elétricas / telefônicas (Torres) | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.1 | TOMADAS e DISJUNTORES (torres) | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.2 | hidráulicas dos APTOS (Torres) | 60 | aptos | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.1 | Inst. elétricas e hidráulica do salão e guarita | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.2 | TUB. de GÁS (Torres) | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.3 | sanitárias / pluvial (Torres) | 60 | aptos | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.4 | aparelhos, metais e bancadas (Torres) | 60 | aptos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.5 | bombas / elevadores / reservatórios | 2 | unid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | COMPLEMENTAÇÕES | | | Bloco A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.1 | caiafete / limpeza | 2 | bloco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.2 | ligações definitivas | 2 | bloco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.3 | outros | 2 | bloco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Empresa A - Adaptado pelo autor

4.1.2.1.4 Discussão – Etapa de Diagnóstico

Tendo em vista o observado tanto na análise dos empreendimentos em andamento, como nos setores de projetos e suprimentos da **Empresa A**, constata-se sua falta de padronização no que diz respeito aos processos nela aplicados.

O Quadro 9 abaixo demonstra um resumo do diagnóstico realizado na **Empresa A**.

Quadro 9 - Resumo do diagnóstico da Empresa A

| | Visões gerais da empresa | | Existência dos planos | | |
|--------|---|--|-----------------------|-------|-------|
| | Resumo dos planos e pontos observados | Dificuldades | Longo | Médio | Curto |
| Obra 1 | <p>Longo e curto prazo consolidados funcionando normalmente na rotina da obra. Não há médio prazo.</p> <p>Ferramentas: Há utilização de dispositivos visuais com possibilidade de incluir novas informações que facilitem o entendimento da obra para todos os envolvidos.</p> <p>Longo prazo em descompasso com a PLS da CAIXA. Falta clareza na discriminação dos eventos na PLS.</p> | <p>A maior dificuldade encontrada é a descentralização da informação e a dificuldade de entendimento do papel que mestres e encarregados desempenham no empreendimento como um todo.</p> | SIM | NÃO | SIM |
| Obra 2 | <p>Três níveis de planejamento em funcionamento na rotina da obra.</p> <p>Um dos pontos que facilita a divulgação e implementação dos planos de gestão é o fato de que o encarregado da obra é técnico de edificações, promovendo melhor entendimento e análise crítica do que está sendo proposto para ser colocado em prática.</p> | <p>A maior dificuldade encontrada é de convencer os empreiteiros a trabalhar conforme o cronograma.</p> | SIM | SIM | SIM |

| | Visões gerais da empresa | | Existência dos planos | | |
|---------------------------------|--|--|-----------------------|-------|-------|
| | Resumo dos planos e pontos observados | Dificuldades | Longo | Médio | Curto |
| Obra 3 | Neste empreendimento, o longo prazo está consolidado, o curto prazo funciona normalmente na rotina da obra e não há plano de médio prazo implementado. | Equipe responsável pela obra é a mais nova e inexperiente, da empresa e estão aprendendo com o processo; Método construtivo em estrutura de concreto armado pouco aplicado pela empresa | | | |
| Setor de projetos e suprimentos | Se tratando de uma empresa antiga no mercado, realizando o mesmo padrão de empreendimentos há muitos anos, os setores de projetos e suprimentos tendem a não ter muitos problemas relacionados a mudanças de escopo, nem problemas com fornecedores. | Falta de padronização na informação. Não há definição sobre em qual plano se basear para emitir as solicitações de compras ou priorização das pendências | N/A | N/A | N/A |

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste sentido, esta etapa promoveu a percepção de 5 principais problemas:

1. Falta de clareza no escopo das atividades nos eventos da PLS:

Eventos de medição muito genéricos e diferentes das atividades relacionadas nos planos de longo prazo. A PLS é o documento oficial da obra, logo deve-se seguir uma padronização de conceitos a partir dela para os instrumentos de apoio.

2. Atividades programadas no curto prazo sem restrições removidas:

Não há clareza nas restrições das atividades, que por muitas vezes são programadas com pendências de projetos ou suprimentos, resultando no terceiro problema.

3. Falta de definição de responsável pelas restrições:

As restrições apontadas demandam solução de maneira informal (via email, telefone, *whatsapp*), e não possuem um responsável oficial, criando um problema “sem dono” e sem prazo de resolução, causando o quarto problema observado.

4. Falta de definição de prazo da remoção das restrições;

A ausência deste prazo, pode acarretar o esquecimento de sua solução, contribuindo para atividades adaptadas no canteiro de obras (*makin-do*), que por sua vez, causam retrabalhos e possíveis incidentes e acidentes.

5. Falta de um parâmetro quantitativo de tempo para resolução do problema;

Finalmente, o último ponto observado refere-se a ausência de um prazo, impossibilitando o *feedback* dos responsáveis quanto ao período necessário para a remoção das restrições, o chamado *lead time*. Esta situação favorece a criação de cenários nos quais problemas urgentes aparecem necessitando de soluções igualmente urgentes, sem que se tenha um parâmetro quantitativo de tempo para dimensionar os planos de ação.

A seguir, estes problemas foram relacionados com potenciais melhorias, conforme Quadro 10, abaixo:

Quadro 10 - Relação Problema Observado x Potencial Melhoria – Empresa A

| Problema observado | Potencial Melhoria |
|---|--|
| 1. Falta de clareza no escopo das atividades nos eventos da PLS: | A PLS é o documento oficial da obra, logo o objetivo é seguir uma padronização a partir dela para os instrumentos de apoio; |
| 2. Atividades programadas no curto prazo sem restrições removidas: | Instrumentos de apoio ao médio prazo com as restrições bem definidas; |
| 3. Falta de definição de responsável pelas restrições: | Instrumentos de apoio ao médio prazo com as restrições categorizadas por setor responsável, adaptado a partir dos pacotes de trabalho sugeridos no sistema AWP, visto no Capítulo 2 – Engenharia Construção Suprimentos Instalação |
| 4. Falta de definição de prazo da remoção das restrições; | Instrumentos de apoio ao médio prazo com a data programada da atividade e data limite para sua remoção. |
| 5. Falta de um parâmetro quantitativo de tempo para resolução do problema; | Instrumentos de apoio ao médio prazo com o <i>lead time</i> característico de cada restrição. |

Fonte: Elaborado pelo autor

Em suma, o problema principal percebido foi a falta de sinergia entre os setores de projeto, suprimentos e construção, que de forma geral, sugere a necessidade de melhoria na eficácia dos processos, principalmente no plano de médio de prazo, ao passo que este se apresenta menos recorrente e difundido na cultura da empresa. Este plano, que possui como

característica auxiliar na gestão das restrições, viria a orientar os envolvidos em termos de prazo e prioridade para execução de suas remoções, tanto nas obras quanto no escritório.

Conseqüentemente, o plano de médio prazo estando bem estruturado e alinhado com as datas previstas no longo, permite que o planejamento do curto prazo seja realizado de maneira que este esteja livre das restrições já que será periodicamente retroalimentado tanto pelas informações da obra, quanto dos escritórios de suprimentos e projetos.

Estes resultados, nos leva então para a Etapa 2 de implementação do médio prazo na “Obra 1”, da **Empresa A** e estas, potenciais, melhorias refletem, inicialmente, em uma solução de:

- a) Melhor definição de restrições;
- b) Categorias de restrições em pacotes de trabalho;
- c) Categorias de restrições em termos de longo, médio e curto prazo de resolução.

4.1.2.2 Etapa 02 – Implementação do médio prazo – Obra 1

A partir da etapa de diagnóstico, analisando os problemas encontrados e em conjunto com a bibliografia estudada, foram traçadas metas e identificadas oportunidades de melhorias visando auxiliar o controle das atribuições e distribuição das responsabilidades das equipes, tanto de obra, quanto corporativa da **Empresa A**.

A Etapa 02 parte do que foi discutido na Etapa 01. A partir do instrumento de gestão de apoio ao médio prazo utilizado na “Obra 2”, foram propostos dois novos instrumentos também em forma de planilha eletrônica para apoio ao planejamento e controle da “Obra 1”, a fim de padronizar as melhores práticas da **Empresa A**. Estes instrumentos, aliam-se às recomendações encontradas na bibliografia consultada acerca do SLP, principalmente as vinculadas à Ballard (2000), o qual o sistema é sugerido. Estes instrumentos serão apresentados a seguir.

4.1.2.2.1 *Planilha de médio-prazo adaptada*

O primeiro, é o próprio instrumento de gestão de médio prazo utilizado na “Obra 2”, porém com algumas adaptações, promovendo melhorias através de definições específicas das atribuições, responsabilidades e prazos para remoção das restrições proporcionando uma análise sistemática destas.

Para isto, a estrutura da planilha foi adaptada incluindo novas informações (Figura 24), mantendo os campos descrição da atividade, responsável e o gráfico de execução na janela de visibilidade de três meses. Contudo, a ferramenta foi adaptada para o contexto da “Obra 1” acrescentando colunas com informações de local, restrições, natureza, observações gerais que considerarem pertinentes, datas de execução do serviço, da necessidade da remoção e status, conforme demonstrado no detalhe na Figura 25.

A planilha inicial foi adaptada visando as melhorias nos seguintes pontos:

- a) **Discriminação do local da atividade:** Criação de coluna de identificação do local (Bloco/Torre) onde a atividade ocorre. Na ferramenta anterior, esta informação era inserida em uma linha, impossibilitando a trabalhabilidade da ferramenta no *software* excel em termos de utilização de filtros e inserção de novas atividades. Anteriormente, as atividades teriam que ser inseridas no meio da planilha, acarretando perda de informação e a formatação desta. Com a inclusão da coluna, as novas atividades podem ser inseridas ao final das linhas, e serem gerenciadas através dos filtros por local.
- b) **Inclusão de categorias das restrições:** Na indústria manufatureira, é comum a busca pela padronização nas tomadas de decisões através da categorização dos problemas. Neste sentido, as restrições foram divididas (Figura 26) com o propósito de que problemas emergentes, por possuírem características semelhantes, possam, portanto, ser resolvidos por medidas corretivas também semelhantes (COELHO, 2003). Estas categorias de restrições relacionam as condições prévias da construção, visando preparar as atividades e proteger a produção.

Figura 25 - Detalhe do campo de restrições

| Período Planejado: | | Engenheiro Responsável | | | | | | | STATUS ANTERIOR | STATUS ATUAL | |
|--------------------|------------|------------------------|--|-------------|------------|--------|---------|--------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Início | Fim | Material | Observação | Mão de obra | Observação | Equip. | Projeto | Espaço | Outras | Data limite p/ remoção das restrições | Data limite p/ remoção das restrições |
| Restrições | | | | | | | | | | | |
| 06/08/2018 | 30/08/2019 | COMPRAR MATERIAL | OK | NEGOCIAÇÃO | OK | | | | | OK | OK |
| 08/10/2018 | 30/08/2019 | COMPRAR MATERIAL | OK | NEGOCIAÇÃO | OK | | | | CONTRATAÇÃO DA REDE DEGÁS | OK | OK |
| 08/10/2018 | 30/08/2019 | COMPRAR MATERIAL | OK | NEGOCIAÇÃO | OK | | | | CONTRATAÇÃO DA REDE DEGÁS | OK | OK |
| 06/08/2018 | OK | ARMADURA DE GRAUTE | COMPRAR MATERIAL DOS 5 PAV | | | | | | | OK | OK |
| 20/08/2018 | OK | CORTE E DOBRADA LAJE | COMPRAR MATERIAL DOS 5 PAV - CHEGADA DO MATERIAL | | | | | | | OK | OK |
| 20/08/2018 | OK | ARMADURA DE GRAUTE | COMPRAR MATERIAL DOS 5 PAV | | | | | | | OK | OK |

Fonte: Empresa A - Adaptado pelo autor

Figura 26 - Detalhe: Categorias das restrições

| Restrições | | | | | | | |
|------------|------------|-------------|------------|-------------|---------|--------|--------|
| Material | Observação | Mão de obra | Observação | Equipamento | Projeto | Espaço | Outras |

Fonte: Empresa A - Adaptado pelo autor

As categorias de restrições foram mencionadas pela primeira vez por Koskela (1999), que elencou sete pré-requisitos: projetos da construção, componentes e materiais, trabalhadores, equipamentos, espaço suficiente para a execução, inter-relação entre atividades (atividades anteriores devem ser concluídas) e condições externas. Portanto, uma restrição existirá quando pelo menos um destes pré-requisitos esteja indisponível.

Em 2012, Lindhar e Wandahl elencaram nove categorias de pré-requisitos, mantendo seis destas as propostas por Koskela (1999), porém subdividindo a categoria de condições externas em três: condições climáticas; condições de trabalho seguras e condições de trabalho conhecidas.

Neste estudo, optou-se por unificar as categorias de “inter-relação entre atividades” e “condições externas” como “outras”, pois no período considerado, foram as categorias de restrições menos recorrentes.

c) Design da ferramenta, indicador de remoção das restrições e atualizações:

Estruturalmente, a planilha apresenta um esboço gráfico das atividades distribuídas no tempo, e ao lado de cada uma, há informações de restrições e o nome do responsável. A ferramenta possui duas colunas de status, uma informando a sua condição na semana anterior e a outra, na semana atual (data limite para remoção, ou “OK”, indicando que esta já foi removida). Estes status possibilitam a análise do índice de remoção das restrições (IRR), aferindo caso a remoção tenha sido removida ou se deverá ser reprogramada. O IRR tem por objetivo avaliar o impacto do planejamento de projeto na produção, em função da eficácia de remoção dessas restrições (CODINHOTO, 2003).

Nas reuniões que se seguiram, acordou-se que a atualização das datas das restrições, bem como o envio para os responsáveis por cada uma delas, ocorreria uma vez por semana. A cada não cumprimento de prazo estabelecido seria seguido de uma ação e uma nova data, e a cada final de mês seriam incluídas as atividades do mês subsequente.

4.1.2.2.2 *Planilha de avanço geral*

O segundo instrumento, é a planilha de avanço físico geral do empreendimento, que foi elaborada com o objetivo de conectar o plano de longo prazo com a PLS. Desta maneira, foi observada a estruturação do longo prazo no MSProject e linha de balanço, e comparada ao processo de medição dos serviços pela CAIXA. Observou-se uma falta de sinergia entre as tarefas do longo prazo e os eventos de medição, ou seja, o avanço físico apontado no cronograma, não reflete a medição financeira realizada.

Neste sentido, analisando a PLS, optou-se por categorizar os eventos em Processos e Subprocessos, tratando-os como pacotes de trabalho de longo e médio prazo, respectivamente. Logo, os subprocessos não são tão detalhados como nos pacotes de curto prazo, porém possibilitam a visibilidade dos serviços em um grau mais minucioso do que no longo prazo.

A partir deste primeiro passo, foi realizado um “de/para” entre os processos, subprocessos e as atividades do cronograma de longo prazo, conforme Figura 27.

Nesta planilha, cada atividade do longo prazo contém uma ponderação relacionada à PLS, compreendendo o fim de todas as atividades, de todos os blocos e toda a infraestrutura envolvida, com o total de 100%. Esta relação possibilitou, ao informar o percentual de avanço de cada atividade (Figura 28), a elaboração de curvas de avanço do empreendimento (Figura 29). O avanço da curva, logo, também corresponde ao percentual de avanço da PLS.

Figura 27 - De/Para - PLS e Plano de Longo Prazo

| 1 | BLOCO | PLS MACRO | PLS SUBPROCESSO | PONDERAÇÃO PLS | ATIVIDADE | QTD PREV (%) |
|---|---------|-----------------------|---|----------------|--|--------------|
| 3 | BLOCO A | | | | ALVENARIA e LAJE | |
| 4 | BLOCO A | PAREDES E PAINEIS | alvenaria até PEITORIL dos aptos + alvenaria até RESPALDO dos aptos | 0,32% | Alvenaria térreo | 1,82% |
| 4 | BLOCO A | SUPRA-ESTRUTURA | Vigas e laje tipo | 0,56% | Laje 2o. Pav | 3,19% |
| 4 | BLOCO A | PAREDES E PAINEIS | alvenaria até PEITORIL dos aptos + alvenaria até RESPALDO dos aptos | 0,32% | Alvenaria 2o. Pav. | 1,82% |
| 4 | BLOCO A | SUPRA-ESTRUTURA | Vigas e laje tipo | 0,56% | Laje 3o. Pav | 3,19% |
| 4 | BLOCO A | PAREDES E PAINEIS | alvenaria até PEITORIL dos aptos + alvenaria até RESPALDO dos aptos | 0,32% | Alvenaria 3o. Pav. | 1,82% |
| 4 | BLOCO A | SUPRA-ESTRUTURA | Vigas e laje tipo | 0,56% | Laje 4o. Pav | 3,19% |
| 4 | BLOCO A | PAREDES E PAINEIS | alvenaria até PEITORIL dos aptos + alvenaria até RESPALDO dos aptos | 0,32% | Alvenaria 4o. Pav. | 1,82% |
| 4 | BLOCO A | SUPRA-ESTRUTURA | Vigas e laje tipo | 0,56% | Laje 5o. Pav | 3,19% |
| 4 | BLOCO A | PAREDES E PAINEIS | alvenaria até PEITORIL dos aptos + alvenaria até RESPALDO dos aptos | 0,32% | Alvenaria 5o. Pav. | 1,82% |
| 4 | BLOCO A | SUPRA-ESTRUTURA | Vigas e laje tipo | 0,56% | Laje Cobertura | 3,19% |
| 4 | BLOCO A | PAREDES E PAINEIS | Alvenaria - platibanda e reservatório | 0,03% | Alvenaria de platibanda | 0,15% |
| 4 | BLOCO A | SUPRA-ESTRUTURA | Vigas da platibanda | 0,56% | Vigas de platibanda e laje de reservatório | 3,19% |
| 3 | BLOCO A | | | | TUBULAÇÃO DE ÁGUA e ESGOTO | |
| 4 | BLOCO A | INSTALAÇÕES | sanitárias / pluvial (Torres) | 0,22% | Tubulação de ESGOTO | 1,25% |
| 4 | BLOCO A | INSTALAÇÕES | sanitárias / pluvial (Torres) | 0,22% | Tubulação de ÁGUA | 1,25% |
| 4 | BLOCO A | INSTALAÇÕES | bombas / elevadores / reservatórios | 0,01% | Coluna recalque + hidrômetros | 0,04% |
| 4 | BLOCO A | INSTALAÇÕES | bombas / elevadores / reservatórios | 0,01% | Reservatório superior | 0,04% |
| 3 | BLOCO A | | | | REBOCO de WC + COZINHA e ÁREA SERV. + CIRCULAÇÃO e PLATIBANDA | |
| 4 | BLOCO A | REVESTIMENTOS | revestimentos de BANHEIRO das Torres | 0,24% | Reboco de WC + mureta + regularização do box de WC | 1,40% |
| 4 | BLOCO A | REVESTIMENTOS | revestimentos de BANHEIRO das Torres | 0,24% | Reboco de cozinha + área de serviço | 1,40% |
| 4 | BLOCO A | REVESTIMENTOS | revestimentos de CIRCULAÇÃO das Torres | 0,02% | Reboco de Circulação e Escadaria | 0,10% |
| 4 | BLOCO A | REVESTIMENTOS | revestimentos de BANHEIRO das Torres | 0,03% | Reboco INTERNO da platibanda | 0,19% |
| 3 | BLOCO A | | | | Painel SHAFT | |
| 4 | BLOCO A | PAREDES E PAINEIS | | 0,35% | Shaft de WC | 2,02% |
| 4 | BLOCO A | PAREDES E PAINEIS | | 0,34% | Shaft de Área Serv. | 1,96% |
| 3 | BLOCO A | | | | IMPERMEABILIZAÇÃO DO BOX DE BANHEIRO | |
| 4 | BLOCO A | COBERTURA E PROTEÇÕES | impermeabilizações (aptos) | 0,57% | Impermeabilização do box - WC (Térreo até o 5º pav.) | 3,30% |
| 3 | BLOCO A | | | | COBERTURA DO TELHADO | |
| 4 | BLOCO A | COBERTURA E PROTEÇÕES | telhados das torres | 0,01% | Estrutura metálica do telhado | 0,04% |
| 4 | BLOCO A | COBERTURA E PROTEÇÕES | telhados das torres | 0,00% | Calhas | 0,01% |
| 4 | BLOCO A | COBERTURA E PROTEÇÕES | telhados das torres | 0,00% | Colocação das telhas | 0,03% |
| 4 | BLOCO A | COBERTURA E PROTEÇÕES | telhados das torres | 0,00% | Ligação de pluvial do telhado | 0,01% |
| 4 | BLOCO A | COBERTURA E PROTEÇÕES | telhados das torres | 0,00% | Algerosas e Capeamento | 0,03% |

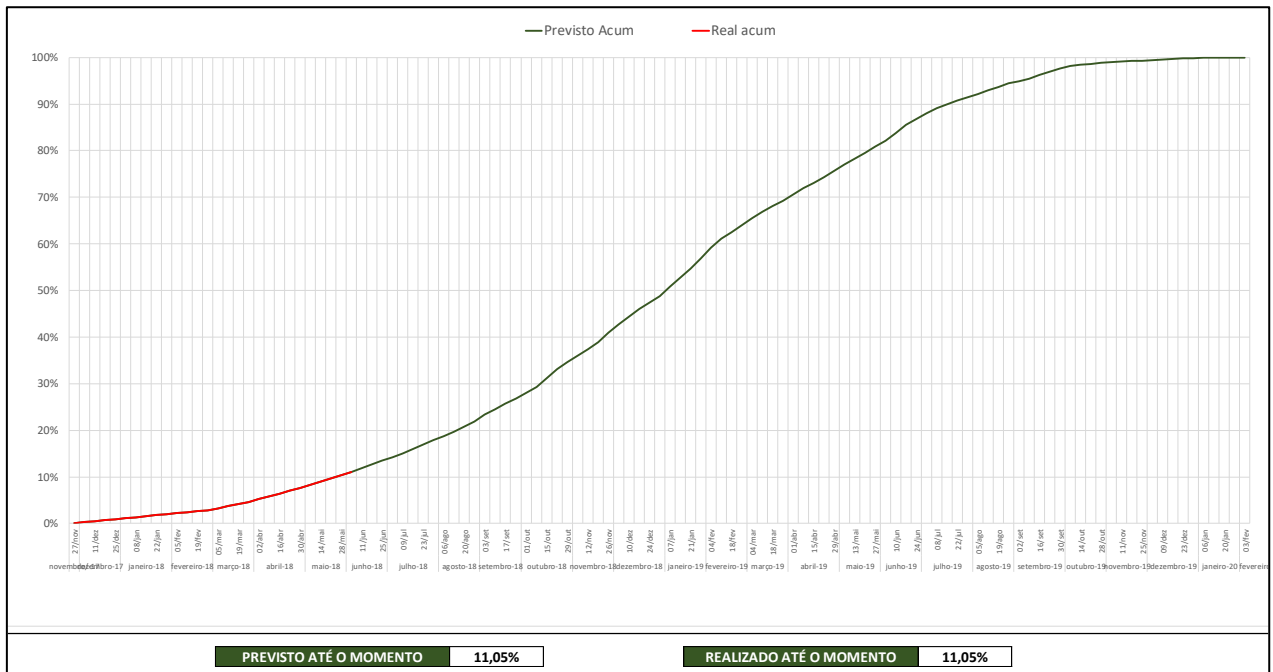
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 28 - Planilha de avanço geral – Inclusão de Percentuais de Avanço

| Item | BLOCO | ETAPA | ATIVIDADE | QTD PREV | QTD REAL | Dracaso (cascas) | Inicio | Termino | Mês 1 - dezembro-17 | | | | Mês 2 - janeiro-18 | | | | |
|------|---------|----------------------------------|---|----------|----------|------------------|------------|------------|---------------------|--------|--------|--------|--------------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | | | | | | | 04/dec | 11/dec | 18/dec | 25/dec | 01/jan | 08/jan | 15/jan | 22/jan | |
| | | | | | | | | | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | |
| 1 | BLOCO A | FUNDACAO | FUNDACAO | 0,30% | 0,30% | 1 | 04/12/2017 | 22/04/2018 | 0,30% | | | | | | | | |
| 2 | BLOCO A | FUNDACAO | Locação de obra (gabarito + estacas) | 0,30% | 0,30% | 1 | 04/12/2017 | 26/02/2018 | 0,30% | | | | | | | | |
| 3 | BLOCO A | FUNDACAO | Execução das estacas Hélice | 1,04% | 1,04% | 3 | 11/12/2017 | 23/12/2017 | 0,35% | | | | | | | | |
| 4 | BLOCO A | FUNDACAO | Preparação e prolongamento das cabeças das estacas | 1,04% | 1,04% | 3 | 01/01/2018 | 13/01/2018 | 0,35% | | | | | | | | |
| 5 | BLOCO A | FUNDACAO | Forma + armadura + Concretagem do viga de fundação | 1,86% | 1,86% | 5 | 22/01/2018 | 23/02/2018 | 0,35% | | | | | | | | |
| 6 | BLOCO A | CONTRAPISO (Térreo) | CONTRAPISO (Térreo) | 0,16% | 0,16% | 2 | 21/02/2018 | 16/03/2018 | | | | | | | | | 0,37% |
| 7 | BLOCO A | CONTRAPISO (Térreo) | Esgoto térreo | 0,16% | 0,16% | 2 | 26/02/2018 | 03/03/2018 | | | | | | | | | |
| 8 | BLOCO A | CONTRAPISO (Térreo) | Impermeabilização das vigas | 0,11% | 0,11% | 1 | 21/02/2018 | 28/02/2018 | | | | | | | | | |
| 9 | BLOCO A | CONTRAPISO (Térreo) | Resturo do fundação | 0,31% | 0,31% | 1 | 21/02/2018 | 01/03/2018 | | | | | | | | | |
| 10 | BLOCO A | CONTRAPISO (Térreo) | Composição + laia + armadura + rebocos e forma de borda | 1,40% | 1,40% | 2 | 02/03/2018 | 15/03/2018 | | | | | | | | | |
| 11 | BLOCO A | CONTRAPISO (Térreo) | Concretagem do contrapiso | 0,16% | 0,16% | 1 | 16/03/2018 | 16/03/2018 | | | | | | | | | |
| 12 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | ALVENARIA e LAJE | 1,82% | 1,82% | 2 | 13/03/2018 | 07/03/2018 | | | | | | | | | |
| 13 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Alvenaria térreo | 1,82% | 1,82% | 2 | 13/03/2018 | 30/03/2018 | | | | | | | | | |
| 14 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Laje 2o. Pav | 3,19% | 3,19% | 2 | 02/04/2018 | 13/04/2018 | | | | | | | | | |
| 15 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Alvenaria 2o. Pav. | 1,82% | 1,82% | 2 | 16/04/2018 | 27/04/2018 | | | | | | | | | |
| 16 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Laje 3o. Pav | 3,19% | 3,19% | 2 | 30/04/2018 | 11/05/2018 | | | | | | | | | |
| 17 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Alvenaria 3o. Pav. | 1,82% | 1,82% | 2 | 14/05/2018 | 25/05/2018 | | | | | | | | | |
| 18 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Laje 4o. Pav | 3,19% | 3,19% | 2 | 28/05/2018 | 06/06/2018 | | | | | | | | | |
| 19 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Alvenaria 4o. Pav. | 1,82% | 1,82% | 2 | 11/06/2018 | 22/06/2018 | | | | | | | | | |
| 20 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Laje 5o. Pav | 3,19% | 3,19% | 2 | 25/06/2018 | 06/07/2018 | | | | | | | | | |
| 21 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Alvenaria 5o. Pav. | 1,82% | 1,82% | 2 | 09/07/2018 | 20/07/2018 | | | | | | | | | |
| 22 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Laje Cobertura | 3,19% | 0,00% | 2 | 23/07/2018 | 03/08/2018 | | | | | | | | | |
| 23 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Alvenaria de platibands | 0,16% | 0,00% | 2 | 06/08/2018 | 11/08/2018 | | | | | | | | | |
| 24 | BLOCO A | ALVENARIA e LAJE | Vigas de platibands e laje de reservatório superior | 3,19% | 0,00% | 3 | 20/08/2018 | 07/09/2018 | | | | | | | | | |
| 25 | BLOCO A | TUBULACAO DE AGUA e ESGOTO | TUBULACAO DE AGUA e ESGOTO | 1,25% | 0,31% | 13 | 28/05/2018 | 20/08/2018 | | | | | | | | | |
| 26 | BLOCO A | TUBULACAO DE AGUA e ESGOTO | Tubulação de ESGOTO | 1,25% | 0,31% | 13 | 28/05/2018 | 20/08/2018 | | | | | | | | | |
| 27 | BLOCO A | TUBULACAO DE AGUA e ESGOTO | Tubulação de AGUA | 0,04% | 0,00% | 2 | 21/08/2018 | 04/09/2018 | | | | | | | | | |
| 28 | BLOCO A | TUBULACAO DE AGUA e ESGOTO | Coluna recalque + Hidrômetros | 0,04% | 0,00% | 2 | 21/08/2018 | 04/09/2018 | | | | | | | | | |
| 29 | BLOCO A | TUBULACAO DE AGUA e ESGOTO | Reservatório superior | 0,04% | 0,00% | 2 | 05/09/2018 | 13/09/2018 | | | | | | | | | |
| 30 | BLOCO A | REBOCO de VC - COZINHA e AREA SI | REBOCO de VC - COZINHA e AREA SI | 1,40% | 0,56% | 13 | 07/06/2018 | 06/09/2018 | | | | | | | | | |
| 31 | BLOCO A | REBOCO de VC - COZINHA e AREA SI | CIRCULACAO e PLATIBANDA | 1,40% | 0,56% | 13 | 07/06/2018 | 06/09/2018 | | | | | | | | | |
| 32 | BLOCO A | REBOCO de VC - COZINHA e AREA SI | Reboco de VC - mereta + regularizção do box de VC | 1,40% | 0,56% | 13 | 07/06/2018 | 06/09/2018 | | | | | | | | | |
| 33 | BLOCO A | REBOCO de VC - COZINHA e AREA SI | Reboco de cozinha - área de serviço | 0,10% | 0,00% | 2 | 07/03/2018 | 28/03/2018 | | | | | | | | | |
| 34 | BLOCO A | REBOCO de VC - COZINHA e AREA SI | Reboco de Cozinha e Escodrina | 0,19% | 0,00% | 2 | 10/03/2018 | 23/03/2018 | | | | | | | | | |
| 35 | BLOCO A | REBOCO de VC - COZINHA e AREA SI | Reboco INTERIO de platibands | 0,19% | 0,00% | 2 | 10/03/2018 | 23/03/2018 | | | | | | | | | |
| 36 | BLOCO A | Panel SHAFT | Panel SHAFT | 2,02% | 0,00% | 7 | 20/08/2018 | 03/10/2018 | | | | | | | | | |
| 37 | BLOCO A | Panel SHAFT | Shaft de VC | 1,96% | 0,00% | 7 | 01/10/2018 | 16/11/2018 | | | | | | | | | |
| 38 | BLOCO A | Panel SHAFT | Shaft de Área Serv. | 1,96% | 0,00% | 7 | 01/10/2018 | 16/11/2018 | | | | | | | | | |
| 39 | BLOCO A | IMPERMEABILIZACAO DO BOX DE B/ | IMPERMEABILIZACAO DO BOX DE B/ | 3,30% | 0,00% | 12 | 03/03/2018 | 23/11/2018 | | | | | | | | | |
| 40 | BLOCO A | IMPERMEABILIZACAO DO BOX DE B/ | Impermeabilização do box - VC (Térreo até o 5º pav.) | 3,30% | 0,00% | 12 | 03/03/2018 | 23/11/2018 | | | | | | | | | |
| 41 | BLOCO A | COBERTURA DO TELHADO | COBERTURA DO TELHADO | 0,04% | 0,00% | 1 | 10/03/2018 | 21/03/2018 | | | | | | | | | |
| 42 | BLOCO A | COBERTURA DO TELHADO | Estreita metálica do telhado | 0,04% | 0,00% | 1 | 10/03/2018 | 14/03/2018 | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 29 - Curva de Avanço – Obra 1



Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.2.2.3 Análise de resultados

As evidências encontradas ao longo do estudo sugerem a necessidade de um monitoramento periódico das restrições, semanal ou quinzenal, pois esta rotina de controle permitiu a sinergia entre os setores de projeto, suprimentos e construção do empreendimento através da atribuição de responsabilidade na planilha de médio prazo tornando o processo mais transparente. Entretanto, este acompanhamento não precisa ser necessariamente com a realização de reuniões presenciais, mas com a criação de uma rotina para o monitoramento das datas acordadas até a próxima reunião de médio prazo.

Este acompanhamento torna visível os pontos de atenção dos setores tanto de projeto e suprimentos, como também do próprio empreendimento, permitindo que cada um tenha conhecimento das atividades que irão ocorrer dentro de um horizonte de três meses, antecipando problemas e firmando o compromisso de resolver as pendências até uma data estipulada. Além disso, esta rotina auxiliou nas tomadas de decisão estratégicas na execução da obra através da visibilidade das áreas que demandavam mais atenção em relação a prazo e custo, bem como nas que se encontravam dentro do planejado, melhorando o controle da obra.

O estudo demonstrou, então, a necessidade de um monitoramento semanal das datas, independentemente da realização ou não das reuniões, de maneira que não haja pendências

nas restrições, permitindo que o plano de médio prazo atinja seu objetivo de proteger a construção na elaboração das programações das atividades no curto prazo, sem que as metas acordadas sejam esquecidas até a próxima reunião.

Quanto ao longo prazo e à PLS, a análise destes documentos com base nos “produtos” (blocos, andares, apartamentos) e “processos” envolvidos, permitiu a vinculações entre processos de médio prazo (subprocessos da PLS) e as atividades detalhadas no plano de longo prazo. Desta maneira, fez-se possível a formação de pacotes de trabalho de médio prazo, vinculando processos macro e os subprocessos, que através do levantamento das restrições e designação dos responsáveis puderam ser divididas em categorias de “engenharia, suprimentos e construção”, conforme adaptação sugerida a partir da divisão dos pacotes no método AWP, assim, ao serem classificadas desta maneira, podem ser destinadas aos seus responsáveis o mais cedo possível. Estas divisões possibilitaram o início da formação de um banco de dados de restrições recorrentes e a definição do conteúdo dos pacotes.

Infelizmente, a atualização da Curva de avanço não foi realizada periodicamente de maneira que fosse possível aferir seu resultado comparada com as medições, devido ao fato de ser mais um controle para uma equipe reduzida. Entretanto, o plano de médio prazo foi desenvolvido a partir desta relação, conforme mencionado anteriormente, e, conseqüentemente, o curto prazo passou a ser realizado a partir do médio, com suas restrições analisadas e removidas.

A realização das reuniões periódicas de médio prazo confirmou a dificuldade apontada na literatura e observada na prática à respeito de levantar todas as restrições relacionadas às atividades na janela de visibilidade, e a falta de motivação dos envolvidos em realizar reuniões que tem por histórico uma longa duração.

Conforme os encontros tornaram-se rotineiros, as restrições foram aparecendo de maneira mais orgânica e natural, possibilitando a percepção de um padrão de repetição na ocorrência destas. Estas repetições, por sua vez, apresentaram um padrão de “ação” e (+) “recurso” relacionado à uma instância específica, ou seja, relacionado a um caso particular dentro de um contexto mais amplo. É uma particularidade da generalização do “recurso”. Estes padrões acarretaram discussão sobre a relevância e impacto positivo acerca da criação de um banco de dados de restrições e lições aprendidas, uma vez que um acervo de restrições impactaria em uma duração mais curta nas reuniões e sua prática mais objetiva e eficaz, pois na construção

civil as atividades são repetitivas e pode-se ter as mesmas restrições em empreendimentos distintos.

O Quadro 11 representa as restrições identificadas nas reuniões categorizadas pelos constructos de “ação” + “recurso” + “instanciação”.

Quadro 11 - Restrições recorrentes “AÇÃO” + “RECURSO” + “INSTANCIAÇÃO”

| Atividade (ação) | Recursos | Instanciação (especificação) |
|------------------------------|--|---|
| Adquirir (comprar/contratar) | Material | Rede de gás |
| Definir | Mão de obra | Rede elétrica |
| Verificar/Confirmar | Projetos | Instalações Sanitárias |
| Programar | Data de chegada de material | Armadura de corte e dobra |
| Aguardar | Disponibilidade de material | Projetos de balancin |
| Estimar Custo | Recebimento de material | Armadura de graute |
| Solicitar Proposta | Estabilização do dólar | Esquadrias |
| Executar | Sistema Construtivo | Portas |
| | Acabamento | Gesso |
| | Equipamento | Tinta |
| | Interferência de execução entre projetos | Argamassa de 6MPa |
| | Limpeza | Fiação |
| | Logística | Janelas |
| | Serviço | Muro |
| | Entrega | Detalhe de fachada |
| | | Piso |
| | | Laudo estrutural para DRT |
| | | Platibanda |
| | | Furadeira com brocas de bitolas variadas |
| | | Parafusadeira com ponteiros de bitolas variadas |

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.2.2.4 Discussão – Etapa de implementação do médio prazo

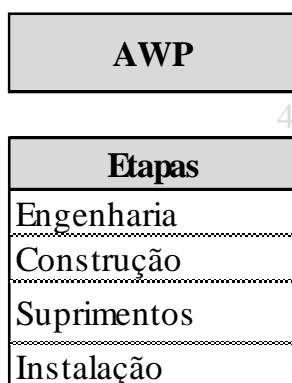
Visando a organização das restrições, o EE1 desenvolvido na **Empresa A** promoveu a discussão e adaptação das categorias das restrições nos pré-requisitos já estabelecidos por Koskela (1999) e Lindhard e Wandahl (2012) (Figura 30), bem como a discussão sobre a categorização dos responsáveis por sua remoção em termos de pacotes de trabalho de engenharia (que abrange suprimentos), construção e instalação, conforme sustentado pelo AWP (Figura 31).

Figura 30 - Categorias das restrições adotada neste estudo

| Categorias das restrições | |
|---|--|
| Restrições | Exemplos |
| Projeto de construção | Projetos, especificações e planos |
| | Aspectos Jurídicos |
| | Comunicação e coordenação |
| | Ajustes no cronograma |
| | Estimativa de tempo |
| Recursos | Componentes e materiais |
| | Materiais corretos |
| | Materiais disponíveis |
| | Trabalhadores |
| | Trabalhadores disponíveis |
| | Trabalhadores qualificados |
| Equipamentos | Equipamentos corretos disponíveis |
| | Equipamentos sem avarias |
| Espaço (disponível e seguro) | Espaço suficiente para completar as atividades |
| | Acesso ao local de trabalho disponível |
| Inter-relação entre atividades | Conclusões das atividades de conexão (tarefas anteriores concluídas de acordo com o plano) |
| | Sem retrabalho em atividades anteriores (não ter atrasado por qualidade insuficiente ou danos ao trabalho concluído) |
| Segurança, saúde e meio ambiente | Condições de trabalho seguras precisam estar presentes |
| | EPC - Equipamentos de proteção coletiva |
| | EPI - Equipamentos de proteção individual |
| | Design de instalações de segurança |
| | Treinamento |
| | Saúde |
| Meio Ambiente | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 31 - Categorias de etapas propostas pelo AWP



Fonte: Elaborado pelo autor

Adaptado para este estudo, cada categoria segue o seguinte:

- a) **Engenharia:** Relacionado à projetos e soluções de engenharia;
- b) **Suprimentos:** Relacionado às compras, aquisição de material, contratação de fornecedores;
- c) **Construção:** Relacionado às soluções de canteiro e da obra; atividades que promovem a viabilização do serviço no canteiro de obras; demandas que partem da equipe de produção da obra;
- d) **Instalação:** Relacionado às restrições das atividades das frentes de trabalho;

Estas definições trouxeram um debate sobre a categorização proposta pelo AWP em relação às restrições e ao *lead time* de cada uma, podendo estas serem trabalhadas como restrições de longo, médio e curto prazo. Tal como, restrições de **engenharia (PTEs)**, sugerem um maior tempo para resolução, estando estas relacionadas a restrições de longo e médio prazo; restrições de **construção (PTCs)**, seguem o mesmo princípio, normalmente com maior tempo para resolução; já as restrições de **suprimentos (PTEs)**, estas podem estar relacionadas tanto no longo (grandes contratos e fornecedores), no médio (materiais e fornecedores menores), quanto no curto (compras pontuais); e, finalmente, **instalação (PTIs, ou WFP)**, geralmente relacionadas a soluções de curto *lead time*, ou seja, a serem resolvidas na semana.

Quanto à PLS, ao relacionar as atividades em processos macro (Figura 32) e subprocessos (subdivisão da PLS específica para o empreendimento), também é possível classificá-las em pacotes de trabalho de longo prazo (macro processos) e médio/curto prazo (subprocessos), pois quanto mais abrangente é um processo, de maneira geral, restrições de longo prazo estarão vinculadas à ele (projetos, viabilidade logística, contratações, compras, etc).

Estas divisões facilitam a criação de um cenário objetivo e direto para análise de restrições.

Figura 32 - Macro Processos PLS - Pacotes de longo prazo

| Macro Processos | |
|-----------------|---------------------------|
| 1 | Serv. Preliminares Gerais |
| 2 | Fundações e Contencões |
| 3 | Supra-estrutura |
| 4 | Paredes e Paineis |
| 5 | Cobertura e Proteções |
| 6 | Revestimentos |
| 7 | Pavimentação |
| 8 | Instalações |
| 9 | Complementações |
| 10 | Urbanização |

Fonte: Elaborado pelo autor

Estes pacotes permitem a discussão e definição das restrições recorrentes já no início da concepção do projeto, e as categorizações fazem com que estas sejam destinadas aos seus responsáveis pela sua resolução e remoção o mais cedo possível. Porém, salienta-se que este processo carece de um monitoramento periódico, tanto para acompanhamento das datas das remoções (semanal/quinzenal), como para retroalimentação e inclusão de novas restrições (reunião de médio prazo com todos os interessados) conforme o projeto torna-se mais detalhado.

Além disso, o estudo proporcionou a abstrações de conceitos de restrição como constructos de ação e recurso devido ao caráter repetitivo em que elas ocorrem. Esta percepção ajudou a desenvolver uma biblioteca de restrições como um banco de dados para acesso das organizações no momento das reuniões de médio prazo, tornando-as mais objetivas.

De maneira sucinta, temos como restrição, uma ação agindo sobre um recurso em determinada instância (atividade, local ou serviço específico).

$$\text{(RESTRIÇÃO = AÇÃO + RECURSO + INSTÂNCIA)}$$

Esta biblioteca poderá ser alimentada conforme novas restrições ainda não relacionadas, forem sendo levantadas.

Por fim, o trabalho realizado foi de grande relevância para chegar a estas conclusões através da análise dos documentos, histórico e observação participante, contribuindo para a

elaboração de um modelo de médio prazo e criação de ferramenta para o auxílio da coleta das restrições.

Este estudo possibilitou a elaboração de um artefato preliminar, um modelo para remoção das restrições baseado na criação de bancos de dados relacionando processos de médio prazo e produtos do empreendimento e suas respectivas restrições. O artefato foi testado e avaliado na Fase 02 desta pesquisa durante a execução dos estudos empíricos 1, 2 e 3.

4.2 DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO

4.2.1 Características desejáveis na solução inicial

A partir do EE1, observou-se a carência de um plano de médio prazo que faça uma gestão das restrições de maneira eficaz e objetiva, e neste sentido, foram traçadas as características desejáveis para a solução inicial do artefato deste estudo, que envolvem dois objetivos principais: (i) tornar as reuniões de médio prazo mais produtivas e objetivas; (ii) remover as restrições dentro do prazo estipulado.

Cada um destes objetivos está associado a ações chave para que estes possam ser atingidos:

1. Tornar as reuniões de médio prazo mais produtivas e objetivas:

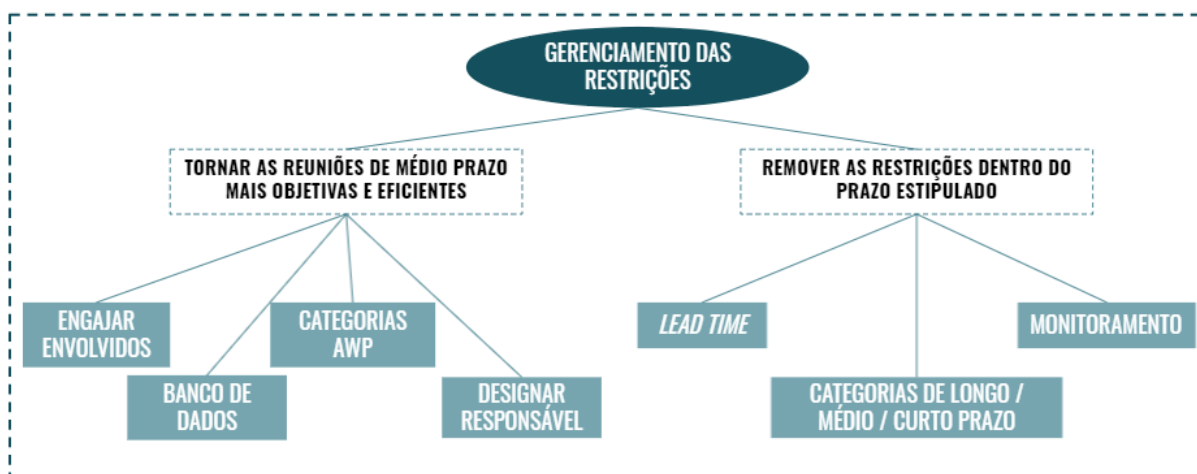
- a) Engajar os envolvidos: Reuniões mais rápidas e que trazem resultado, naturalmente engajam a equipe que consegue observar os benefícios acontecendo;
- b) Criar um banco de dados de restrições recorrentes: Um bando de dados para atividades repetitivas, diminui o tempo gasto levantando as mesmas restrições para as mesmas atividades toda vez que estas aparecem;
- c) Categorizar as restrições conforme AWP: Estas categorias designam a restrição ao devido setor responsável;
- d) Designar o responsável por cada restrição: Além do setor responsável, é importante atribuir um dono para o problema, impedindo que cause dúvidas sobre a incumbência da solução. Com os responsáveis bem definidos, o tempo de discussão sobre quem deveria resolver o problema e qual o status da restrição diminui.

2. Remover as restrições dentro do prazo estipulado:

- a) Retroalimentar e conferir o lead time de cada restrição: Ter o *lead time* atualizado conforme os processos da empresa, diminui a reprogramação das restrições a cada prazo não cumprido;
- b) Categorização de longo, médio e curto prazo: Categorizar as restrições neste sentido, possibilita uma maior organização e maior tempo para sua solução;
- c) Monitorar as datas de remoção e status de cada restrição: Este controle impede que na reunião de médio prazo as restrições do período anterior sejam esquecidas.

Abaixo, a representação visual do modelo inicial (Figura 33):

Figura 33 - Modelo Conceitual Inicial



Fonte: Elaborado pelo autor

Deste modo, o modelo proposto inicial foi aplicado no **Estudo Empírico 1 (E1)**, retroalimentado, refinado e replicado no **Estudo Empírico 2 (E2)**, e finalmente, refinado e avaliado no **Estudo Empírico 3 (E3)**, que serão apresentados a seguir.

4.2.2 Estudo empírico 1 (E1) – Empresa A – Obra Piloto

4.2.2.1 Desenvolvimento do artefato preliminar

Os dados coletados da Fase 01 desse trabalho possibilitaram o desenvolvimento do artefato preliminar baseado em bancos de dados de processos, produtos e restrições, em parceria com gestores da **Empresa A**. A fim de implementá-lo em ciclos de avaliação e aperfeiçoamento, utilizou-se dados do empreendimento denominado de **Obra Piloto (Obra P)**, da mesma empresa.

Foi realizada a coleta de dados da “Obra P” a fim de categorizar o produto estudado. Utilizou-se os seguintes documentos e informações: a PLS desenvolvida juntamente à CAIXA; os planos de longo, médio e curto prazo e; a subdivisão do empreendimento em locais definidas pelo engenheiro da obra.

Estes elementos viabilizaram a criação de um banco de dados de pacotes genéricos (Figura 34), ou seja, pacotes de longo prazo (macro processos), relacionados aos subprocessos (atividades recorrentes na construção civil), unidade de medida e produto relacionado, via informações da PLS.

Figura 34 - Banco de dados de pacotes genéricos

| process_i | product_i | Processo | Unid | Produto |
|-----------|-------------|--|-------|-----------------|
| 1 | 01 | SERV. PRELIMINARES GERAIS | 0 | Empreendimento |
| 1.1 | 01 | Serviços técnicos (projetos, orçamentos, levant. topog., sondagem, licenças e PCMAT) | Unid | Empreendimento |
| 1.2 | 01 | Instalações e canteiros (barracão, cercamento e placa da obra) | Unid | Empreendimento |
| 1.3 | 01.03 | Ligações provisórias (água, energia, telefone e esgoto) | Mês | Mês de execução |
| 1.4 | 01.03 | Manutenção canteiro/consumo | Mês | Mês de execução |
| 1.5 | 01.03 | Transportes máquinas e equipamentos | Mês | Mês de execução |
| 1.6 | 01.03 | Controle tecnológico | Mês | Mês de execução |
| 1.7 | 01.03 | Gestão de resíduos | Mês | Mês de execução |
| 1.8 | 01.03 | Gestão da qualidade | Mês | Mês de execução |
| 1.9 | 01.03 | Equipamentos de proteção coletivos | Mês | Mês de execução |
| 1.10 | 01.03 | Administração local (engenheiros, mestres, etc.) | Mês | Mês de execução |
| 2 | 01 | FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES | 0 | Empreendimento |
| 2.0 | 01 | Fundações profundas | bloco | Empreendimento |
| 2.1 | 01 | Fundação da área comum | Unid | Empreendimento |
| 2.2 | 01 | Vigas de baldrame | bloco | Empreendimento |
| 3 | 01.01.01 | SUPRA-ESTRUTURA | 0 | Andar tipo |
| 3.1 | 01.01.01 | Concreto armado lajes e pilares área comum | Unid | Andar tipo |
| 3.2 | 01.01.01 | Concreto armado pilares | andar | Andar tipo |
| 3.3 | 01.01.01 | Concreto armado lajes | andar | Andar tipo |
| 4 | 01 | PAREDES E PAINÉIS | 0 | Empreendimento |
| 4.1 | 01.01.01 | Alvenaria/ fechamento | 0 | Andar tipo |
| 4.1.1 | 01.01.01 | Alvenaria/ fechamentos - Área comum | Unid | Andar tipo |
| 4.1.2 | 01.01.01 | Alvenaria/ fechamento - Aptos | aptos | Andar tipo |
| 4.2 | 01.01.01.01 | Esquadrias Metálicas | 0 | Apartamento |
| 4.2 | 01.01.01.01 | Esq Metálicas - Janelas | 0 | Apartamento |
| 4.2.1 | 01.01.01.01 | Janela de correr em alumínio - sala | aptos | Apartamento |
| 4.2.2 | 01.01.01.01 | Janela de correr com persiana em alumínio - dormitórios | aptos | Apartamento |
| 4.2.3 | 01.01.01.01 | Janela maxim-ar em alumínio - banheiros | aptos | Apartamento |
| 4.2.4 | 01.01 | Janela maxim-ar em alumínio - circulação | aptos | Bloco |
| 4.2.5 | 01.01 | Porta corta-fogo | Unid | Bloco |
| 4.2.6 | 01 | Janelas área comum | Unid | Empreendimento |
| 4.3 | 01.01.01.01 | Esquadrias de Madeira | 0 | Apartamento |
| 4.3 | 01.01.01.01 | Esq Madeira - Portas | 0 | Apartamento |
| 4.3.1 | 01.01.01.01 | Porta entrada 90x210cm social | aptos | Apartamento |
| 4.3.2 | 01.01.01.01 | Portas serviço 80x210cm | aptos | Apartamento |

Fonte: Elaborado pelo autor

Concebida na Fase 01 deste trabalho e aperfeiçoada para a aplicação no **E1**, foi desenvolvida uma lista de restrições padrão (Figura 35) contendo dados empíricos das reuniões do médio

prazo realizadas no **EE1**, dados dos procedimentos de qualidade da **Empresa A** e, também, dados de outras empresas e outros estudos realizados neste sentido, que deram auxílio aos ciclos de implementação do artefato.

Na primeira reunião de médio prazo realizado na **Empresa A**, foi apresentada a organização das informações da PLS nestes moldes, o banco de dados preliminar e analisados os planos de longo e médio prazo previamente estabelecidos. Esta reunião teve como objetivo avaliar os primeiros passos para a realização das reuniões de médio prazo que se seguiriam, estabelecer quais processos estariam na janela de visibilidade e como migrar as informações para este novo modo de controlar as restrições, de maneira que não impactasse na cultura da empresa visando a melhoria do plano de médio prazo na organização. Além de proporcionar a avaliação do modelo inicial proposto.

Desta maneira, em parceria com a equipe técnica da “Obra P”, foi desenvolvida uma planilha de restrições a ser utilizada a partir deste momento na rotina da obra estudada. A Figura 36 representa a primeira versão desta ferramenta, contendo informações sobre a etapa da restrição (baseada na categorização do método AWP); processo macro e nome do processo (processos da PLS); produto (divisão do empreendimento por lotes); restrições (ação, recurso, instanciação); locais afetados (divisão de locais do empreendimento); quantidade de locais afetados; natureza da restrição; *lead time* previsto; *lead time* real; data limite de remoção; data real de remoção e; status.

O objetivo desta ferramenta foi tornar o processo de levantamento das restrições mais rápido através do banco de dados de restrições, e apresentar todas as influências desta restrição, onde ela impacta, onde está relacionada, quem é seu responsável e qual o tempo previsto necessário para removê-la. Visando facilitar o entendimento da ferramenta, todas as colunas que devem ter o campo preenchido pelos bancos de dados presentes na planilha (banco de dados de processos, subprocessos, pacotes genéricos, restrições) está representada por um cursor vermelho (↙).

Figura 35 - Banco de dados de restrições - Preliminar

| Fonte | Processo | Atividade | Ativ. Específica | Recurso | Especificação |
|-----------------|---------------------------|--|----------------------|--------------|---|
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Equipamentos | Maquina para micro estacas |
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Equipamentos | Helicóptero para desempeno |
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Equipamentos | Máquina para hélice continua |
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Equipamentos | Retroescavadeira e Skytrack |
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Projetos | Projeto de implantação |
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Projetos | Projeto de locação de cargas |
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Projetos | Projeto de fundação |
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Materiais | Aço |
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Materiais | Espaçador tipo rolete |
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Materiais | Espaçador roseta ou tubo de água de 25mm |
| Proc. Qualidade | Fundações e Contencções | Locação de Obra e Execução de Fundação | Execução de Fundação | Materiais | Espaçador cadeirinha de 25mm |
| Proc. Qualidade | Serv. Preliminares Gerais | Locação de Obra e Execução de Fundação | Locação de Obra | Layout | Prever uma passagem para entrada de caminhões ou máquinas |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Ferramentas | Prumo de face |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Ferramentas | Martelo, serrote, esquadro metálico |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Equipamentos | Serra circular manual |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Ferramentas | Torquês |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Ferramentas | Chave para dobra de ferro |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Ferramentas | Mangueira de nível |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Ferramentas | Nível laser |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Ferramentas | Bancada de ferreiro |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Equipamentos | Tesoura ou máquina de cortar ferro |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Ferramentas | Trena |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Projetos | Projeto estrutural da laje |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Projetos | Projeto de montagem da laje |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Projetos | Projeto de armadura da laje |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Guias 1"x15cm |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Sarrafos de 1" x 5 cm e 1" x 7 cm |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Caibro de 5 x 7 cm |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Tábuas de 1" x 30 cm |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Madres metálicas ou de madeira (barrote 8x8) |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Escoras metálicas ou eucalipto |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Pregos 15 x 18, 16 x 24, 17 x 27 e 18 x 30 |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Compensado plastificado |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Compensados resinados |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Desmoldante |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Espaçadores plásticos para armaduras |
| Proc. Qualidade | Supra-estrutura | Execução de Supra-estrutura | Geral | Materiais | Linha de nylon |

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2.2 Implementação do artefato

A primeira implementação da ferramenta partiu do longo prazo do empreendimento, onde foram analisadas as atividades que seriam frente de trabalho nos próximos três meses, período escolhido para a janela de visibilidade do médio prazo. A partir desta listagem, foram elencados os processos e passou-se para o preenchimento da planilha de restrições. Nesta reunião todas as restrições das atividades na janela de visibilidade foram preenchidas e três principais pontos foram observados:

- a) **Locais afetados:** A informação de “locais afetados” deveria estar nas primeiras colunas da planilha, a equipe técnica considerou mais relevante se ser informado logo no início, pois trata-se de um dado de localização e espaço para que todos consigam se situar;
- b) **Colunas de restrição em termos de ação e recurso:** O preenchimento destas colunas ocorreu de forma satisfatória, não houve dúvidas sobre como preencher ou utilizar os campos, inclusive ficou ainda mais evidente o quanto as ações das restrições são repetitivas independentemente dos seus processos;
- c) **Coluna de restrição em termos de especificação:** O preenchimento desta coluna não foi satisfatório. A especificação da restrição estava vinculada ao banco de dados de restrições, tornando o processo “engessado”, já que são inúmeras instâncias envolvidas em um empreendimento.

Por estes motivos, foi acordado com o corpo técnico da “Obra P” que estas reuniões ocorreriam de maneira semanal e presencial até que a rotina de preenchimento da ferramenta, e os conceitos de análise das restrições e atribuição dos responsáveis ocorresse de maneira orgânica.

Além deste acordo, houve uma mudança na segunda implementação da ferramenta (próxima reunião de médio prazo). Os locais afetados passaram a ser preenchidos na segunda coluna, e a coluna de especificações não ficou apenas ligada ao banco de dados de restrições, aceitando qualquer valor na célula correspondente ao processo analisado, conforme observado na Figura 37. Houve também uma modificação nas cores das colunas, a fim de dar um aspecto mais visual na hora do preenchimento.

Figura 37 - Planilha de restrições - 2ª versão

| Etapa | Locais afetados | Locais afetados (Cf) | Processo Macro | Nome do processo | Produto | Restrição - Ação (verbo) | Restrição - Recurso (substantivo) | Restrição - Específico | Natureza da restrição | Responsável | Lead Time Prev | Lead Time Real | Data prevista de execução | Data limite para renociação | Data de renociação | Status |
|--------------|-----------------|----------------------|--------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------------|--|---|--|-----------------------|----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|----------|
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Revestimentos | Reboco interno | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Mão de obra | | | Recurso | Ser comprar | 2 meses | | 06/03/2020 | | | Pendente |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Revestimentos | Reboco interno | Emp. ass. ímteno | Definir (comprar/contratar) | Equipamento | | Silos de Argamassa | Recurso | Ser comprar | 2 meses | | 20/03/2020 | | | Pendente |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Revestimentos | Reboco interno | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Material | | Projeto de detalhamento | Recurso | Ser comprar | 2 semanas | | 20/03/2020 | | | Pendente |
| Engenharía | Bloco A | 1 Revestimentos | Reboco interno | Emp. ass. ímteno | Definir | Projeto de detalhamento | | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 mês | | 12/03/2020 | | | Pendente |
| Construção | Bloco A | 1 Revestimentos | Reboco interno | Emp. ass. ímteno | Programar | Equipe de controle de qualidade | | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 semana | | 17/03/2020 | | | Ok |
| Construção | Bloco A | 1 Revestimentos | Reboco interno | Emp. ass. ímteno | Definir | Equipe de controle de qualidade | Interferência de execução entre atividades | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 semana | | 20/03/2020 | | | Ok |
| Construção | Bloco A | 1 Revestimentos | Reboco interno | Emp. ass. ímteno | Verificar/Contratar | Verificar/Contratar | Interferência de execução entre atividades | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 2 meses | | 06/03/2020 | | | Pendente |
| Construção | Bloco A | 1 Revestimentos | Reboco interno | Emp. ass. ímteno | Verificar/Contratar | Verificar/Contratar | Interferência de execução entre atividades | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 2 meses | | 06/03/2020 | | | Ok |
| Engenharía | Bloco A | 1 Instalações | GS | Emp. ass. ímteno | Definir | Projeto de detalhamento | | Projeto de detalhamento | Recurso | Projeto de construção | 2 meses | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Instalações | GS | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Mão de obra | | Projeto de GS | Recurso | Ser comprar | 1 mês | | 10/03/2020 | | | Pendente |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Instalações | GS | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Mão de obra | | Abertura de caixotes | Recurso | Ser comprar | 2 meses | | | | | Ok |
| Construção | Bloco A | 1 Instalações | GS | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Material | | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 semana | | 27/03/2020 | | | Pendente |
| Construção | Bloco A | 1 Instalações | GS | Emp. ass. ímteno | Programar | Treino | | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 semana | | 17/03/2020 | | | Pendente |
| Construção | Bloco A | 1 Instalações | GS | Emp. ass. ímteno | Definir | Equipe de controle de qualidade | Interferência de execução entre atividades | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 2 semanas | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Instalações | GS | Emp. ass. ímteno | Verificar/Contratar | Verificar/Contratar | Interferência de execução entre atividades | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 mês | | 03/04/2020 | | | Pendente |
| Engenharía | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Definir | Projeto de detalhamento | | Projeto de detalhamento | Recurso | Projeto de construção | 4 meses | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Definir | Equipamento | | Projeto de detalhamento | Recurso | Ser comprar | 3 meses | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Definir | Equipamento | | Serra cor de bloco | Recurso | Ser comprar | 1 mês | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Equipamento | | Elevador de Cimento | Recurso | Ser comprar | 3 meses | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Equipamento | | Cavalete ou andames | Recurso | Ser comprar | 1 mês | | | | | Ok |
| Construção | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Material | | Madeiras | Recurso | Obras | 2 semanas | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Definir | Material | | Silo de Argamassa | Recurso | Ser comprar | 1 mês | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Definir | Material | | Grate | Recurso | Ser comprar | 1 mês | | | | | Ok |
| Construção | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Programar Compra | Material | | Armadura de fonte e daba | Recurso | Obras | 2 semanas | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Definir | Fornecedor | | Bloco estrutural | Recurso | Ser comprar | 1 mês | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Definir | Fornecedor | | Grate | Recurso | Ser comprar | 1 mês | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Mão de obra | | Gratamento | Recurso | Ser comprar | 1 mês | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Mão de obra | | Genl | Recurso | Ser comprar | 1 mês | | | | | Ok |
| Suaí ímtenos | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Mão de obra | | Segurança | Recurso | Ser comprar | 1 mês | | 20/03/2020 | | | Pendente |
| Construção | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Definir | Projeto | | Bandeja, Proteção Periferica, Linha de VMA, Guarda Corridores, etc. | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 2 meses | | | | | Ok |
| Construção | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Adquirir (comprar/contratar) | Equipamento | | Sistema de segurança | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 3 meses | | | | | Ok |
| Construção | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Programar | Treino | | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 semana | | | | | Ok |
| Construção | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Programar | Treino | | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 semana | | | | | Ok |
| Construção | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Programar | Treino | | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 semana | | | | | Ok |
| Construção | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Definir | Treino | | Equipos de instalação | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 mês | | 20/03/2020 | | | Pendente |
| Construção | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Definir | Treino | | Equipos de instalação | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 mês | | | | | Ok |
| Engenharía | Bloco A | 1 Paredes e Painéis | Avenana/fechamento - Aps | Emp. ass. ímteno | Verificar/Contratar | Verificar/Contratar | Interferência de execução entre projetos | Projeto com detalhes | Interferência de execução entre projetos | Projeto de construção | 4 meses | | | | | Ok |

Fonte: Elaborado pelo autor

À medida que as reuniões foram ocorrendo e a obra foi avançando, a análise da janela de visibilidade acabou se estendendo aos demais processos promovendo a relação de novas restrições para cada nova etapa do empreendimento, incorporando o banco de dados preliminar. Paralelamente, foram sendo controladas as datas das restrições informadas e gerenciando seus atrasos e conclusões.

Finalmente, após análise de todos os processos restantes, a versão inicial da planilha proposta sofreu pequenas alterações, são elas:

- a) Organização das informações na ferramenta de gestão das restrições: Apesar de considerar o local afetado pela restrição uma informação importante, sua localização na planilha não trazia objetividade, logo, esta coluna foi realocada;
- b) O levantamento de todas as restrições de todos os processos e subprocessos relacionados na PLS promoveu a concepção do banco de dados de restrições final (Figura 38), devendo este ser submetido por ciclos de atualização conforme apareçam novas restrições nas reuniões ou obras seguintes;
- c) A planilha de restrições final (Figura 39) ganhou uma nova coluna informando a quantidade de restrições presentes do banco de dados de determinado processo, pois o corpo técnico considerou importante quantificar estas restrições de maneira mais direta e visual. Essa é uma planilha genérica, não representando uma janela de visibilidade, apenas indicando todas as restrições do banco de dados dos processos selecionados, aguardando o preenchimento das demais colunas, cabendo ao responsável aferir qual restrição é necessário o controle, e qual é removível. Esta informação será variável de empreendimento para empreendimento.

Figura 38 - Banco de dados de restrições - Final

| Código | Etapa | Processo | Nome do processo | Ação | Produto | Restrição - Ação | Restrição - Recurso | Restrição - Especifico | Natureza da restrição | Responsável | Lead Time previsto |
|--------|-------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|----------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------|--------------------|
| 1 | Engenharia | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Definir | Empreendimento | Projetos | Projetos | Topográfico | Projeto de construção | Projetos | 1 mês |
| 2 | Engenharia | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Licenças | LP - Licença Prévia | Segurança, saúde e meio ambiente | Projetos | 4 meses |
| 3 | Engenharia | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Licenças | Alvará de manejo florestal (L) | Segurança, saúde e meio ambiente | Projetos | 1 mês |
| 4 | Engenharia | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Licenças | Termo de compensação vegetal (L) | Segurança, saúde e meio ambiente | Projetos | 1 mês |
| 5 | Engenharia | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Licenças | LI - Licença de instalação | Segurança, saúde e meio ambiente | Projetos | 1 mês |
| 6 | Engenharia | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Licenças | Licença de Construção | Segurança, saúde e meio ambiente | Projetos | 1 mês |
| 7 | Engenharia | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Definir | Empreendimento | Definir | Projetos | Instalação provisória | Projeto de construção | Projetos/Obras | 1 mês |
| 8 | Instalação | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Realizar | Empreendimento | Realizar | Serviço | Instalação de água | Projeto de construção | Obras | 1 mês |
| 9 | Instalação | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Realizar | Empreendimento | Realizar | Serviço | Instalação de energia simples | Projeto de construção | Obras | 2 semanas |
| 10 | Instalação | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Realizar | Empreendimento | Realizar | Serviço | Subestação | Projeto de construção | Projetos | 6 meses |
| 11 | Instalação | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Realizar | Empreendimento | Realizar | Serviço | Instalação esgoto (fossa e filtro) | Projeto de construção | Obras | 1 mês |
| 12 | Instalação | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Realizar | Empreendimento | Realizar | Serviço | Tapume | Recursos | Obras | 1 mês |
| 13 | Construção | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Material | Placa de licença ambiental | Recursos | Obras | 1 semana |
| 14 | Engenharia | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Fornecedor | Laudo de vizinhança | Recursos | Projetos | 2 meses |
| 15 | Suprimentos | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Fornecedor | Transporte de resíduos | Recursos | Sector compras | 1 semana |
| 16 | Engenharia | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Verificar/Confirmar | Empreendimento | Verificar/Confirmar | Espago disponível | Destinação de resíduos | Espago (disponível e seguro) | Projetos | 1 semana |
| 17 | Suprimentos | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Fornecedor | Limpeza terreno (corte de árvores) | Espago (disponível e seguro) | Sector compras | 1 mês |
| 18 | Suprimentos | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Fornecedor | Limpeza terreno | Espago (disponível e seguro) | Sector compras | 2 semanas |
| 19 | Instalação | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Realizar | Empreendimento | Realizar | Serviço | Limpeza terreno (corte de árvores) | Espago (disponível e seguro) | Obras | 1 mês |
| 20 | Instalação | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Realizar | Empreendimento | Realizar | Serviço | Limpeza terreno | Espago (disponível e seguro) | Obras | 1 mês |
| 21 | Construção | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Material | Instalação provisória | Recursos | Obras | 2 semanas |
| 22 | Construção | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Mão de obra | Instalação provisória | Recursos | Obras | 2 semanas |
| 23 | Construção | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Mão de obra | Carpintaria | Recursos | Obras | 2 semanas |
| 24 | Construção | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Mão de obra | Bêtaica | Recursos | Obras | 2 semanas |
| 25 | Construção | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Mão de obra | Hidráulica | Recursos | Obras | 2 semanas |
| 26 | Instalação | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Realizar | Empreendimento | Realizar | Treinamento | Equipos terceiras | Segurança, saúde e meio ambiente | Obras | 1 semana |
| 27 | Construção | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Material | Placa da obra | Recursos | Obras | 1 semana |
| 28 | Construção | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais | Adquirir (comprar/contratar) | Empreendimento | Adquirir (comprar/contratar) | Material | Placa responsáveis técnicos | Recursos | Obras | 1 semana |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 39 - Planilha de restrições - Final

| Etapa | Localisafatados | Localisafatados (Ord) | Processo Mairo | Nome do processo | Produto | Qtd de restrições | Restrição - Ação | Restrição - Recurso | Restrição - Efeito | Natureza da restrição | Responsavel | Lead Time Prev | Lead Time Real | Data prevista de execução | Data limite para execução | Data de renovação | Status |
|-------------|-------------------------|-----------------------|-----------------|---|-------------|-------------------|---------------------|--|--|----------------------------------|-------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|----------|
| Engenharia | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 1/22 | Definir | Projetos | Projeto de detalhamento | Projeto de construção | | | | | | | Pendente |
| Engenharia | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 2/22 | Definir | Projetos | Sistema de esboramento | Projeto de construção | | | | | | | Pendente |
| Engenharia | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 3/22 | Definir | Projetos | Bandeja Proteção Periférica, Linhas de Viação, Gôndolas, Canteiros | Projeto de construção | | | | | | | Pendente |
| Engenharia | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 4/22 | Verificar/Confirmar | Interferência de execução entre atividades | Projetos complementares | Inter relação entre atividades | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 5/22 | Definir | Equipamento | Sistema de esboramento | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 6/22 | Adquirir | Equipamento | Elevador de Cerejeira | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 7/22 | Definir | Equipamento | Sistema de abastecimento de água | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 8/22 | Adquirir | Equipamento | Sistema de segurança | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 9/22 | Adquirir | Equipamento | Sistema de segurança | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Construção | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 10/22 | Adquirir | Equipamento | Concretagem | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 11/22 | Definir | Fornecedor | Formas | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Construção | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 12/22 | Programar | Entrega | Concreto | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Construção | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 13/22 | Adquirir | Material | Armadura de corte e obra | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Construção | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 14/22 | Adquirir | Material | Sinal (escavador, paquímetro, nivelador, etc.) | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 15/22 | Adquirir | Mão de obra | Lajes | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 16/22 | Adquirir | Mão de obra | Concretagem | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 17/22 | Adquirir | Mão de obra | Instalações elétricas | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 18/22 | Adquirir | Mão de obra | Instalações hidráulicas | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Construção | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 19/22 | Adquirir | Mão de obra | Segurança | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Instalação | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 20/22 | Programar | Treinamento | Equipe laje | Segurança, saúde e meio ambiente | | | | | | | Pendente |
| Instalação | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 21/22 | Programar | Treinamento | Equipe segurança | Segurança, saúde e meio ambiente | | | | | | | Pendente |
| Instalação | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Supreestruturas | Estrutura + limpeza e regularização + teste | Bloco | 22/22 | Programar | Treinamento | Equipes de instalações | Segurança, saúde e meio ambiente | | | | | | | Pendente |
| Engenharia | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 1/12 | Definir | Projetos | Projeto de detalhamento | Projeto de construção | | | | | | | Pendente |
| Engenharia | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 2/12 | Verificar/Confirmar | Interferência de execução entre atividades | Projeto de detalhamento | Inter relação entre atividades | | | | | | | Pendente |
| Construção | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 3/12 | Programar | Treinamento | Equipos | Segurança, saúde e meio ambiente | | | | | | | Pendente |
| Engenharia | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 4/12 | Adquirir | Licenças | Treinamento de esgoto | Segurança, saúde e meio ambiente | | | | | | | Pendente |
| Engenharia | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 5/12 | Qualificar | Material | Projeto de esgoto | Segurança, saúde e meio ambiente | | | | | | | Pendente |
| Construção | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 6/12 | Verificar/Confirmar | Serviço | Coleta de esgoto | Segurança, saúde e meio ambiente | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 7/12 | Adquirir | Mão de obra | Equipos de controle de qualidade | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Suprimentos | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 8/12 | Adquirir | Material | Equipos de controle de qualidade | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Engenharia | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 9/12 | Definir | Equipos de controle de qualidade | Equipos de controle de qualidade | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Construção | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 10/12 | Programar | Recebimento de material | Recebimento de material | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Construção | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 11/12 | Verificar/Confirmar | Data de chegada de material | Data de chegada de material | Recursos | | | | | | | Pendente |
| Instalação | BLOCO, BLOCO D, BLOCO E | 3 | Instalações | Hidráulica APTOS | Apartamento | 12/12 | Verificar/Confirmar | Recebimento de material | Recebimento de material | Recursos | | | | | | | Pendente |

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2.3 Análise de resultados

Ao analisar todos os processos da PLS individualmente com o objetivo de elencar e catalogar todas as restrições necessárias para as atividades ali presentes, notou-se como a maneira usual desta técnica de levantamento no médio prazo utilizado pelas empresas pode ser falho, visto que, no **EE1** da Fase 01, realizado durante 6 meses do empreendimento, apenas 66 restrições, divididas em cinco categorias – material, mão de obra, equipamentos, espaço e projetos -, foram relacionadas (Tabela 1), enquanto que, ao final do **E1**, foi possível relacionar um total de 453 restrições (Tabela 2).

Tabela 1 - Relação de restrições - Estudo Exploratório - Fase 01

| Processo Macro | Material | Mão de obra | Equipamentos | Espaço | Projeto |
|---------------------------|-----------|-------------|--------------|----------|----------|
| Serv. Preliminares Gerais | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fundações | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Superestrutura | 9 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Paredes e Painéis | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Cobertura e Proteções | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Revestimentos | 7 | 5 | 0 | 0 | 1 |
| Pavimentação | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Instalações | 14 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Complementações | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Urbanização | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 45 | 13 | 0 | 0 | 8 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2 - Relação de restrições - Estudo Empírico 1

| Processo Macro | Espaço (disponível e seguro) | Inter-relação entre atividades | Projeto de construção | Recursos | Segurança, saúde e meio ambiente |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------|----------------------------------|
| Serv. Preliminares Gerais | 5 | 0 | 7 | 15 | 6 |
| Fundações | 0 | 0 | 9 | 24 | 1 |
| Superestrutura | 0 | 1 | 3 | 15 | 3 |
| Paredes e Painéis | 2 | 5 | 3 | 19 | 7 |
| Cobertura e Proteções | 2 | 1 | 3 | 14 | 4 |
| Revestimentos | 3 | 6 | 9 | 28 | 14 |
| Pavimentação | 1 | 2 | 4 | 14 | 4 |
| Instalações | 0 | 3 | 13 | 46 | 13 |
| Complementações | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Urbanização | 1 | 8 | 27 | 94 | 14 |
| Total | 14 | 26 | 78 | 269 | 66 |

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 3 mostra um resumo comparando, por processo, a quantidade de restrições relacionadas em cada estudo.

Tabela 3 - Resumo - Relação de restrições - Comparativo EE1 e E2

| Processo Macro | EE1 | E1 |
|---------------------------|------------|------------|
| Serv. Preliminares Gerais | 0 | 33 |
| Fundações | 1 | 34 |
| Superestrutura | 11 | 22 |
| Paredes e Painéis | 9 | 36 |
| Cobertura e Proteções | 6 | 24 |
| Revestimentos | 13 | 60 |
| Pavimentação | 5 | 25 |
| Instalações | 19 | 75 |
| Complementações | 2 | 0 |
| Urbanização | 0 | 144 |
| Total | 66 | 453 |

Fonte: Elaborado pelo autor

É necessário salientar, porém, que ao decorrer do **EE1** as atividades relacionadas às fundações já estavam finalizadas, o que explica o número de 0 restrições, entretanto, no que se refere às restrições do processo de urbanização, estas apenas não foram apontadas.

Além da quantidade de relações levantadas, outro resultado importante neste estudo foi a análise de restrições por diferentes categorias, como:

- a) **Análise por pacotes de trabalho de engenharia, construção, suprimentos e instalação:** Esta categorização auxiliou na distribuição das restrições desde o início do empreendimento promovendo o comprometimento do setor em sanar a sua restrição;
- b) **Responsável pela restrição:** Esta categorização, de maneira análoga a anterior, direcionou a restrição ao setor e/ou pessoa responsável diretamente;
- c) **Categorias de restrições por “ação”:** Esta categorização permitiu a utilização do filtro auxiliar na planilha eletrônica de todas as restrições por ação, de modo que facilitou a informação do que se deve comprar, preparar, limpar, contratar, adquirir etc.

Outro ponto observado, foi a importância do banco de dados preliminar com restrições baseadas em procedimentos de qualidade e demais estudos, pois esta foi de grande

importância na consulta de determinadas atividades e suas ferramentas e equipamentos relacionados.

Finalmente, também foi percebida ao longo das reuniões e encontros, a variação dos níveis de importância de cada coluna presente na planilha de restrições, como a organização das informações, a sequência em que estas são distribuídas; e a análise qualitativa das informações, ou seja, qual a real efetividade de na gestão da restrição daquela informação.

4.2.2.4 Conclusão do Estudo Empírico 1

Os resultados obtidos no **E1** desta pesquisa mostraram a relevância na criação de um banco de dados de restrições de médio prazo no sentido de trazer melhorias para o empreendimento e agilidade na hora de levantar as restrições. Além disso, mostrou uma discrepância entre a quantidade de restrições que apareceram no **EE1**, sem um banco de dados, com as que de fato deveriam ser percebidas em cada atividade e discutidas nas reuniões. Quando não há um banco de dados, ou um banco de lições aprendidas, muitas das restrições passam despercebidas no momento das análises, pois o processo de verificar tarefa a tarefa pode ser maçante e cansativo, tornando as reuniões muito longas e pouco produtivas, dificultando a capacidade de lembrar de todas as possíveis restrições.

Com o banco de dados desenvolvido neste estudo, o tempo de reunião foi melhorado, houve mais engajamento dos responsáveis (engenheiro, mestre e encarregados) e mais comprometimento devido ao fato de já se ter a informação sobre o que geralmente ocorre em cada processo e quais são as restrições que podem impactar no andamento das atividades.

Entretanto, esta ferramenta e o modelo inicial foi concebido e aprimorado em conjunto com o corpo técnico da “Obra P”, logo, traz a cultura da empresa intrínseca a ele no sentido de ser elaborado contendo informações relevantes e necessárias àquele contexto operacional e com as adversidades previamente percebidas pelos setores da **Empresa A**. Deste modo, torna-se relevante a aplicação deste modelo em diferentes empresas e contextos, o que foi realizado nos **E2** e **E3**, apresentados a seguir.

4.2.3 Estudo empírico 2 (E2) – Empresa B – Obra Residencial

A partir do desenvolvimento da ferramenta para a aplicação dos conceitos do modelo inicial e da criação de banco de dados de restrições desenvolvido no **E1**, surgiu a oportunidade da implementação do médio prazo, em um empreendimento de diferente empresa (**Empresa B**).

Esta oportunidade foi acatada com o objetivo de avaliar o modelo inicial no plano de médio prazo do empreendimento **Obra Residencial** (Obra R), a partir da ferramenta elaborada no **E1**. Entretanto, para tal implementação, todos as rotinas e planos deveriam ser implementados.

A **Empresa B**, alicerçada nas obras industriais, ingressou no ramo das construções habitacionais há pouco tempo e buscando colocação no mercado, percebeu que precisava adaptar seu conhecimento para este novo contexto. Compreendendo essa necessidade, o estudo foi realizado como consequência da adequação do sistema de PCP da **Empresa B** aos padrões do *last planner*, ou seja, criando e adaptando rotinas de curto, médio e longo prazo.

Os itens a seguir apresentam as rotinas existentes na empresa, as ações tomadas, e os resultados obtidos a partir das melhorias implementadas na gestão dos planos através de inclusão de ferramentas e práticas *lean* adotadas no Sistema *last planner*.

Este estudo envolveu realização de *workshops*, análise de documentos, entrevistas semi-estruturadas e, finalmente, visitas à obra.

4.2.3.1 Plano de curto prazo:

O primeiro objetivo foi compreender o sistema de planejamento e controle da empresa, e principalmente implementar o curto prazo nos padrões do *last planner*. À sua maneira, o curto prazo era realizado na “Obra R”, liderado pela engenheira de produção da obra, apoiado pelo planejamento corporativo e concebido juntamente com o mestre da obra, técnico de segurança e estagiários.

Entretanto, esta rotina ocorria de maneira informal, acarretando reuniões muito longas e sem seguir uma pauta pré-estabelecida, além disso, a análise das atividades eram discutidas sem um plano norteador, apenas redigidas em um quadro branco no escritório da obra conforme as atividades em andamento eram lembradas pela engenheira ou demais participantes.

É importante salientar que apesar de não haver uma sistemática para a realização deste plano, e este demorar muito a ser realizado, a programação das atividades era satisfatória devido ao corpo técnico, que conseguia elencar as atividades em andamento devido ao grande conhecimento de campo. Ao terminar a programação, as informações do quadro interno eram

transcritas para um quadro na parte de fora do escritório, na entrada da obra, para conhecimento dos trabalhadores (Figura 40). Não havia distribuição individual das atividades.

Figura 40 - Quadro de programações semanais

| PROGRAMAÇÃO → | | | | | | | | |
|---------------|---|--|--|---|---|---|---|---|
| LOCAL: | ATIVIDADE | META | SEGUNDA | TERÇA | QUARTA | QUINTA | SEXTA | MATERIAL |
| BLOCO A | FENTURA FACHADA TUBA BALANÇIM | 01 PISO | RUAS | RUAS | RUAS | RUAS | RUAS | |
| | ACABAMENTO BOMBS COMUNICAÇÃO - TUBOS FORRO GESSO VEDAÇÃO VENTILAD - GESSO LIMPEZA GERAL PPCZ HORMAÇO LIMP ESPUMA SHEET JONVIT - QUADROS DIST. | 7,8,7,4,5,2 f 2" x 9" PDI 3" PDI TUBOS - 9" PDI TUBOS - 9" PDI BOMBS BOMBS TUBOS - 9" TUBOS - 9" | RUAS SIREZA REDESINHOS TEMA GESSO JARDIEL JARDIEL SMEQUAM CUSTAVO HILTON | SIREZA SIREZA REDESINHOS TEMA GESSO DAN (LUCAS) JARDIEL FT CUSTAVO HILTON | SIREZA SIREZA REDESINHOS TEMA GESSO JARDIEL FT HILTON | SIREZA SIREZA REDESINHOS TEMA GESSO JARDIEL FT HILTON | SIREZA SIREZA REDESINHOS TEMA GESSO JARDIEL FT HILTON | SIREZA SIREZA REDESINHOS TEMA GESSO JARDIEL FT HILTON |
| BLOCO B | INST. BALANÇIM ALCANTARAS - C. MUDO - BOTO PINTURA INTERNA ACAB. | BOMBS 40,0-110 COBERTURA 4" 5,4,6" | CLAYTON RUAS | CLAYTON RUAS | GE. VERTICAL CLAYTON RUAS | GE. VERTICAL CLAYTON RUAS | CLAYTON RUAS | |
| BLOCO C | PINTURA FACHADA ÁREA BOMBS CONCRETO | PISO DE 10 " | | | | | | |
| BLOCO E | ÁREA PARQUE ENCARGAD. PLANTAS CONCRETAGEM 3" PDI LAVAR E PINTAR FORMAS | 5" x 6" LADO A | LT MATHIAS | LT MATHIAS | LT MATHIAS | LT MATHIAS | LT MATHIAS | |
| | QUARTO CANTO | SUBESTRUTURA BRAN. SÓLIS + DOCUMENT | PLATE + BARRAS MATHIAS | ROBSON + CILINDRO MATHIAS | MATHIAS | MATHIAS | MATHIAS | |
| 3º DE ESCADA | TELECOM EBE | | MATHIAS CARLUKINI | MATHIAS CAMERON | | | | |

Fonte: Autor

Neste sentido, as melhorias aplicadas nas reuniões de curto prazo incluíram rotinas tanto de programação das atividades da semana subsequente, quanto a aferição das atividades programadas na semana anterior, que não eram analisadas. Outro ponto de melhoria, visando tornar as reuniões mais objetivas, eficientes e colaborativas, foi desenvolvida uma planilha com as mesmas informações colocadas no quadro branco utilizado (Figura 41), de maneira que esta pudesse ser atualizada durante as reuniões, possibilitando a impressão e distribuição das atividades aos responsáveis após sua conclusão.

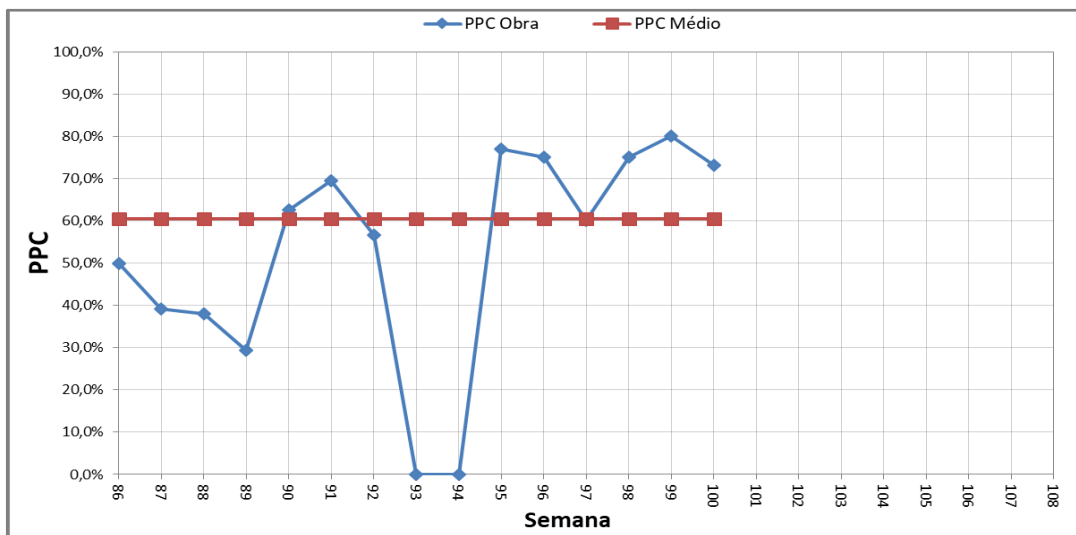
Figura 41 - Planilha de programação semanal

| Obra: Emprendimento HR | | | | | | | | | | Engenheiro: Engenheira Responsável | | | | | | | | | | Semana: 11/05/2020 3 15/05/2020 | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------|-------------------------|--|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Plano Semanal | | | | | | | | | | PPC da Obra: 73,08% | | | | | | | | | | Concluído | | | | | | | | | |
| ID | Local | Atividade | Complemento | Zona | 2ª Feira | 3ª Feira | 4ª Feira | 5ª Feira | 6ª Feira | sábadi | Motivo de não cumprimento dos planos | Concluído | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Bloco A | Pintura - 2D | 01 pano da frente e 01 pano dos fundos | Fachada | Rou | Rou | Rou | Rou | Rou | | Chuva segunda, terça e quarta, fachada molhada | N | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Bloco A | Troca balancim | balancim | Téreo | | | | VERTICAL | | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Bloco A | Soleiras PCF | 1º ao 3º | Hall | Grabal | Grabal | Grabal | Grabal | Grabal | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Bloco A | Rodapés | Rodapés | 3º pav, 8º pav, 7º pav | Rouste | Rouste | Rouste | Rouste | Rouste | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Bloco A | Comunicação - telecom | 3 pavimento ao 4 pavimento | 3º pav, 8º pav, 7º pav, 6º pav, 5º pav, 4º pav | re-olinar | re-olinar | re-olinar | re-olinar | re-olinar | | Não foi fechado contrato - Acertado dia 14/05 | N | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Bloco A | Gesso | 3 pavimento | 3º pav | Tck&Gorra | Tck&Gorra | Tck&Gorra | Tck&Gorra | Tck&Gorra | | | N | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Bloco A | Gesso | hall | Téreo, 2º pav, 3º pav, 4º pav, 5º pav, 6º pav, 7º pav, 8º pav | Tck&Gorra | Tck&Gorra | Tck&Gorra | Tck&Gorra | Tck&Gorra | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Bloco A | Gesso | elevador | Téreo, 2º pav, 3º pav, 4º pav, 5º pav, 6º pav, 7º pav, 8º pav | Tck&Gorra | Tck&Gorra | Tck&Gorra | Tck&Gorra | Tck&Gorra | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Bloco A | Vedação Greiha | | Téreo, 2º pav, 3º pav, 4º pav, 5º pav, 6º pav, 7º pav, 8º pav | | | | | | | Colaborador ausente e não houve reposição | N | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Bloco A | PCF | Instalação PFC | Téreo, 2º pav | | | | | | | Decisão estratégica de não colocar nesse momento | N | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Bloco A | Limpeza | Limpeza Geral | Téreo, 3º pav | Jardel | Jardel | Jardel | Jardel | Jardel | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Bloco A, Bloco B | Pintura - 2D | 01 pano da frente e 01 pano dos fundos | Fachada | Rou | Rou | Rou | Rou | Rou | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Bloco B | Instalação balancim | Fachadas 11 e 3 | Téreo | VERTICAL | | | | | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Bloco B | PFC | caixas e ligação bombas | 3º pav, Cobertura | FT-PPCI | FT-PPCI | FT-PPCI | FT-PPCI | FT-PPCI | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Bloco B | Limpeza | Limpeza Geral | Téreo, 3º pav | Leandri | Leandri | Leandri | Leandri | Leandri | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Bloco B | Furilais | Algozoza, capa de muro e rufo | Cobertura | Refat-furilais | Refat-furilais | Refat-furilais | Refat-furilais | Refat-furilais | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Bloco B | Papel de parede | apto decorado | Téreo | Leonor | Leonor | Leonor | Leonor | Leonor | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Bloco B | Fachada | Lado 01 | Fachada | Rou | Rou | Rou | Rou | Rou | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Bloco C | Aremate parede concreto | Arremates | 4º pav, 5º pav, 6º pav | Paula, Ana, L, Ana, 2, Fernanda | Paula, Ana, L, Ana, 2, Fernanda | Paula, Ana, L, Ana, 2, Fernanda | Paula, Ana, L, Ana, 2, Fernanda | Paula, Ana, L, Ana, 2, Fernanda | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Bloco C | Prumada Hidráulica | Prumada Hidráulica | Téreo, 2º pav | Encarnação SH- Hifanilica | Encarnação SH- Hifanilica | Encarnação SH- Hifanilica | Encarnação SH- Hifanilica | Encarnação SH- Hifanilica | | Falha de material | N | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

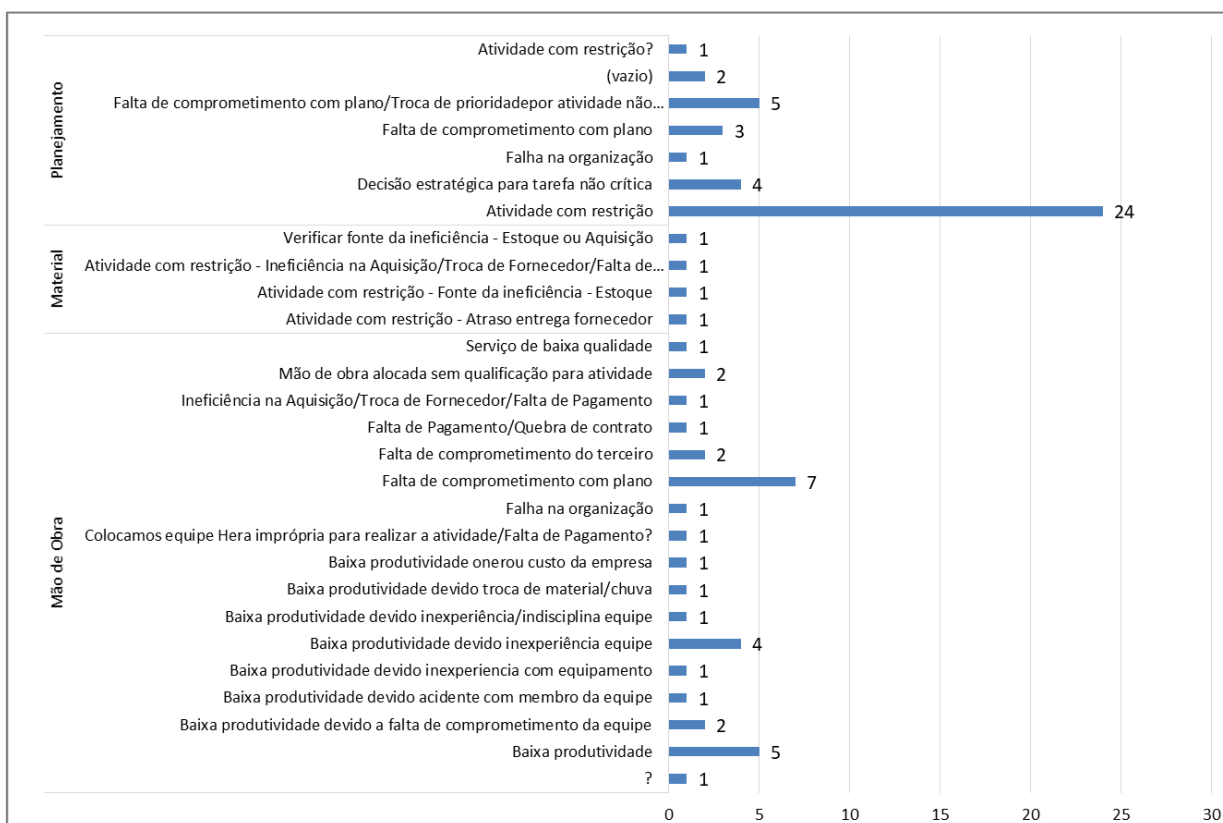
Este processo possibilitou a coleta dos índices de PPC (Figura 42) e análise das causas de não cumprimento dos planos (Figura 43 e Figura 44), que estavam principalmente ligadas as atividades programadas com restrição.

Figura 42 - Evolução do PPC



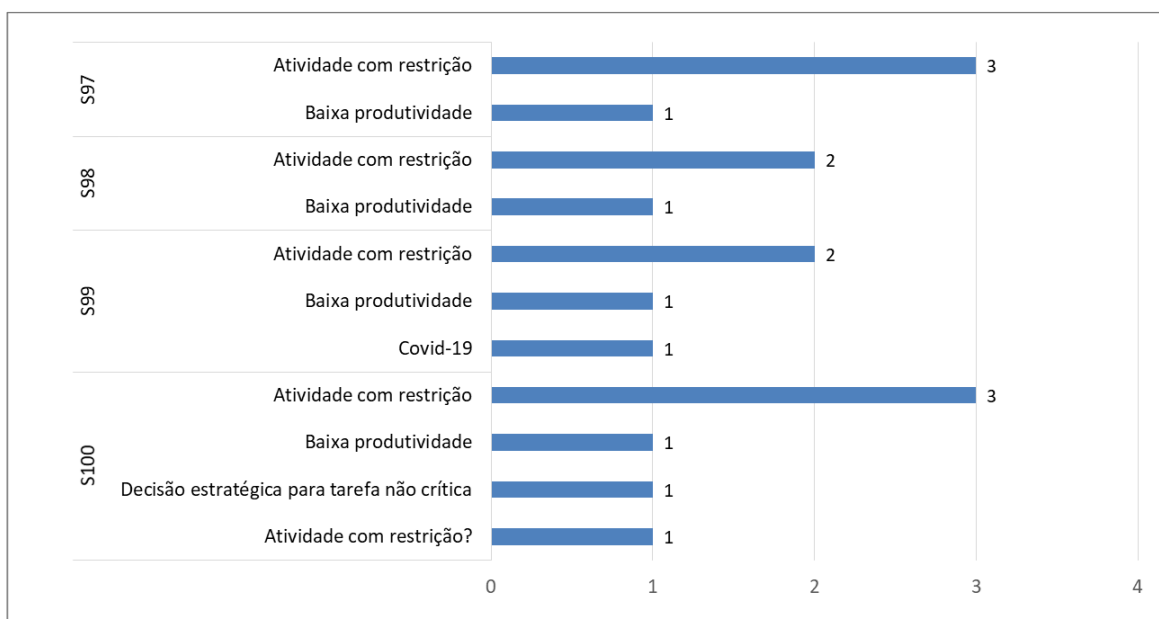
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 43 - Principais causas por natureza



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 44 - Análise de causas - Últimas 4 semanas



Fonte: Elaborado pelo autor

Considerações finais – Plano de curto prazo

A implementação de melhorias no curto prazo ocorreu de forma satisfatória, visto que a equipe da “Obra R” se mostrou participativa e empenhada em acatar as modificações sugeridas. O quadro de programação do lado de fora do escritório seguiu sendo atualizado, mesmo com a distribuição impressa das programações aos responsáveis, pois os colaboradores estavam acostumados a verem seus nomes no quadro, trazendo um engajamento e uma sensação de pertencimento ao processo.

O acompanhamento do PPC promoveu uma discussão sobre os motivos para não cumprimento dos planos, e por este motivo, constatou-se que um dos principais motivos para tal, foi a programação de atividades com restrições, tendo como responsável o planejamento. Demais causas apontadas seguiram uma recorrência similar, sendo elas: baixa produtividade, fatores diversos, falta de comprometimento com o plano, mudança de prioridade, entre outras.

Esta primeira etapa do estudo mostrou claramente a necessidade de uma rotina sistemática de gestão e remoção das restrições, perfeitamente alinhada com os objetivos do modelo inicial concebido.

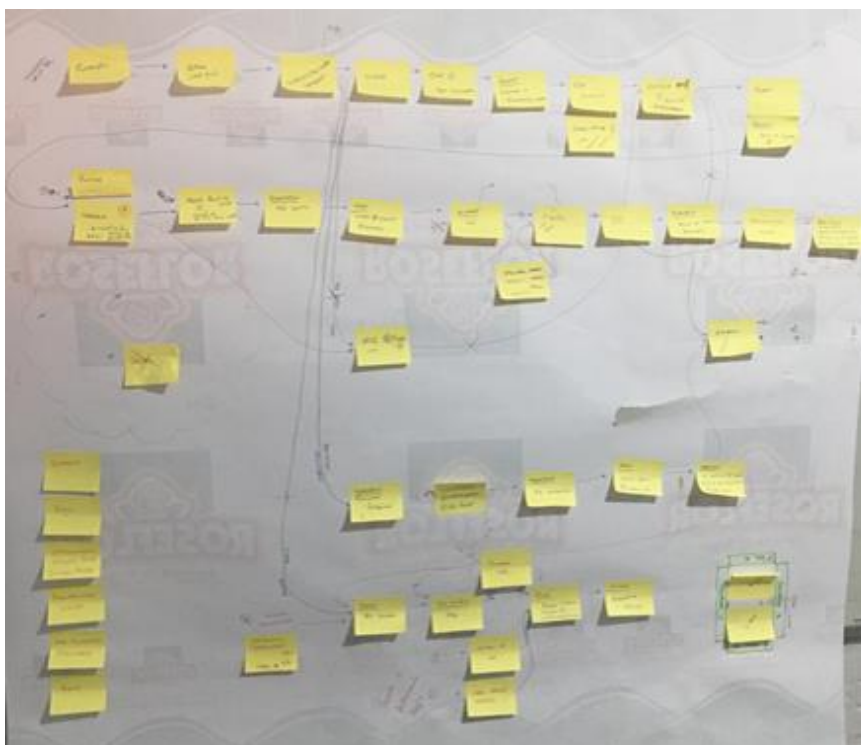
4.2.3.2 Plano de longo prazo:

A segunda etapa deste estudo está relacionada ao longo prazo. Com o curto prazo rodando semanalmente em concordância com o avanço da obra, tornou-se necessária uma atualização no plano de longo prazo aplicado. A **Empresa B**, assim como a **Empresa A**, também se vinculou ao programa Casa Verde e Amarela, sendo este o parâmetro de medições de longo prazo da obra, uma vez que esta não possuía um cronograma coerente e atualizado, tampouco uma linha de balanço.

Neste sentido, buscou-se desenvolver um projeto do sistema de produção das torres residenciais do empreendimento. Este projeto envolveu processos de definição das atividades e de sua rede de precedência, vinculando estas aos processos macro da PLS. Este processo foi colaborativo, envolvendo a equipe da “Obra R” e pesquisadores da UFRGS.

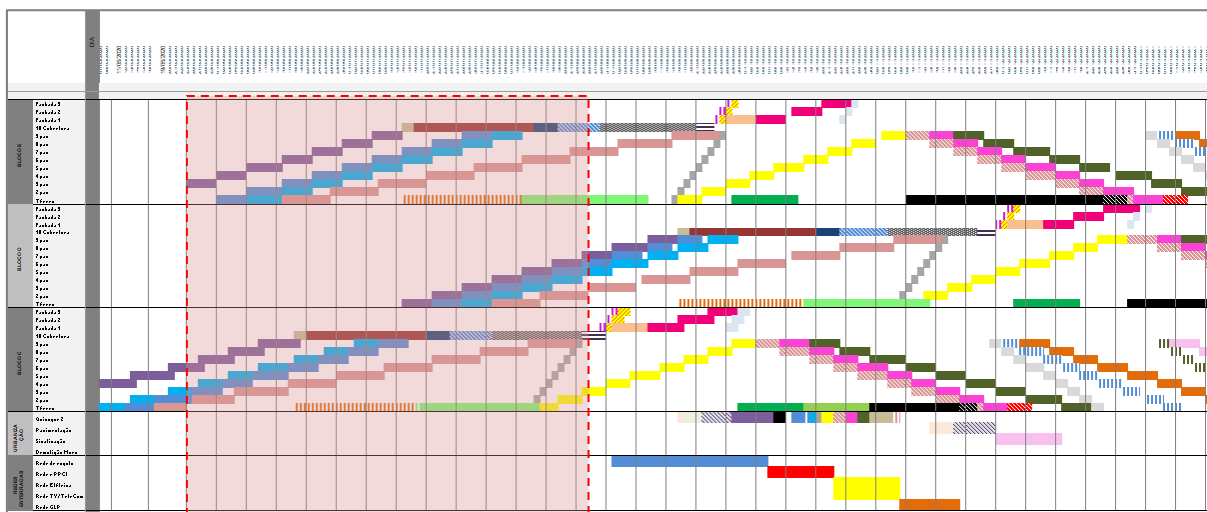
A rede de precedências e definição das atividades foi realizado, primeiramente, em *post-it*, a fim de tornar o processo iterativo e de fácil visualização (Figura 45). Após a consolidação da rede e validação com o gestor da empresa, foi desenvolvida a linha de balanço (Figura 46). Os ritmos das atividades e dimensionamento das equipes foram definidos em reunião com a equipe técnica da “Obra R”.

Figura 45 - Rede de precedências – Desenvolvimento em *post-it*



Fonte: Autor

Figura 46 - Linha de balanço – Obra R



Fonte: Elaborado pelo autor

As atividades foram adicionadas ao software Project de maneira sequenciada, gerando o cronograma de gráfico de Gantt, a fim de elaborar a Curva-S do empreendimento para semanalmente serem alimentados os avanços semanais percentuais nas atividades.

Considerações finais – Plano de longo prazo

O desenvolvimento do planejamento do sistema de produção da “Obra R”, ocorreu de forma satisfatória e participativa. Houve alguns imprevistos devido aos fatores externos, como atraso de fornecedor e paralisação da obra devido à pandemia da COVID-19, acarretando o replanejamento do longo prazo e reavaliação dos parâmetros pré-estabelecidos.

A elaboração da linha de balanço permitiu a análise crítica do sequenciamento das atividades e colaborou com a definição dos ritmos e recursos, auxiliando, também, na tomada de decisões estratégicas relacionadas ao prazo e à contratação de serviços no setor de suprimentos.

Além disso, a vinculação dos processos macro da PLS às atividades, originaram os pacotes de médio prazo. Esses pacotes serviram de guia para a gestão do médio prazo, apresentado no item a seguir.

4.2.3.3 Plano de médio prazo

Com o plano de curto prazo estabelecido na rotina da **Empresa B** e o plano de longo prazo consolidado, o próximo passo foi incluir as práticas e técnicas do médio prazo. Visto que as principais causas de não cumprimento dos planos referem-se às atividades com restrições, a implementação do médio prazo visa à remoção destas, de forma que não impactem no andamento da obra.

Nesta etapa, utilizou-se a ferramenta desenvolvida e aplicada no **E1** desta pesquisa, a fim de avaliar sua utilização e validar os conceitos do modelo inicial. Para tal, o primeiro passo foi adaptar o banco de dados estabelecido na “Obra P”, ao contexto da “Obra R” (Figura 47).

Figura 47 - Processos Macro e Subprocessos - Adaptado para Empresa B

| Item | Processo Macro (PLS) | Processo |
|-------|---------------------------|---|
| 1.1 | Serv. Preliminares Gerais | Serviços iniciais |
| 2.1 | Fundações e Contenções | Movimento de Solo e Contenções |
| 2.2 | Fundações e Contenções | Fundações |
| 2.2.1 | Fundações e Contenções | Estacas |
| 2.3 | Fundações e Contenções | Infraestrutura |
| 2.3.1 | Fundações e Contenções | Vigas Baldrames + Piso |
| 3.1 | Supra-estrutura | Superestrutura |
| 3.1.1 | Supra-estrutura | Estrutura + limpeza e regularização + teste tubulação elétrica |
| 4.1 | Instalações | Hidráulica APTOS |
| 4.1.1 | Instalações | Hidro APTOs (prumadas, ramal e conferência) |
| 4.1.2 | Instalações | Louças + tanques + bancadas |
| 5.1 | Cobertura e Proteções | Impermeabilizações |
| 5.1.1 | Cobertura e Proteções | Impermeabilização + Tratamento de fissuras |
| 6.1 | Paredes e Paineis | Paredes e Divisórias |
| 6.1.1 | Paredes e Paineis | Muretas e Fechamento do Shaft |
| 6.2 | Paredes e Paineis | Serralheiras, Esquadrias e Vidros |
| 6.2.1 | Paredes e Paineis | Esquadrias de alumínio + Hall (GC + corrimão) |
| 6.2.2 | Paredes e Paineis | Esquadrias Shafts |
| 6.2.3 | Paredes e Paineis | Porta de madeira e rodapés |
| 4.2 | Instalações | Instalações Elétricas, Telecom e Elevador |
| 4.2.1 | Instalações | Elétrica + prumada 16mm + telecom + elevador |
| 7.1 | Revestimentos | Revestimento de Paredes e Forros (APTOS e Hall) |
| 7.2 | Revestimentos | Pinturas |
| 7.2.1 | Revestimentos | Massa Niveladora Cinza/Braca |
| 7.2.2 | Revestimentos | 1ª Demão |
| 8.1 | Pavimentação | Revestimento de Piso |
| 8.1.1 | Pavimentação | Manta acústica (piso) + cerâmica com rejunte (piso, parede e bit) |
| 8.1.2 | Pavimentação | Hall - Cerâmica piso + soleiras |
| 4.3 | Instalações | Instalações de Utilidades |
| 4.3.1 | Instalações | Gás - Ramal Interno |
| 6.3 | Paredes e Paineis | Porta cortafogo |

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a adaptação dos pacotes de trabalho ao banco de dados de restrições, com o auxílio da linha de balanço consolidada e a visão de três meses, a atualização da planilha de gestão das restrições de médio prazo passou a fazer parte da rotina da “Obra R”, seguindo a atualização conforme Figura 48.

Figura 48 - Planilha de gestão das restrições - Obra R

| Etap | Locais afetad | Locais afetad (Rtd) | Processo Macro | Nome do processo | Prod | Qtd de restr | Restrição - Ação | Restrição - Recurso | Restrição - Específico | Natureza da restrição | Responsável | Lead Time Prev | Lead Time Real | Data prevista execução | Data limite para remoç | Data de remoç | Status |
|-----------|---------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------|--------------|---------------------|--|-------------------------|------------------------------------|---------------|----------------|----------------|------------------------|------------------------|---------------|----------|
| Construç | BLO00E | 1 | Supr-contrato | Estrutura + limpeza e instalação | Bloco | 1222 | Programar | Entrega | Concreto | Recurrar | Francie | 7 | | 22/05/2020 | 30/05/2020 | | Pendente |
| Expansã | BLO00E | 1 | Instalações | Hidro APTOs | Apartamento | 8195 | Verificar/Contratar | Interrupção de execução entre projetos | | Interrupção entre atividades | Francie/Diogo | 10 | | 01/06/2020 | 22/05/2020 | | Pendente |
| Supriment | BLO00E | 1 | Instalações | Hidro APTOs | Apartamento | 1915 | Adquirir | Mão de obra | Hidráulico | Recurrar | Francie | 21 | | 01/06/2020 | 11/05/2020 | | Pendente |
| Supriment | BLO00E | 1 | Instalações | Hidro APTOs | Apartamento | 1215 | Adquirir | Material | Hidráulico | Recurrar | Francie | 15 | | 01/06/2020 | 17/05/2020 | | Pendente |
| Instalaç | BLO00E | 1 | Instalações | Hidro APTOs | Apartamento | 1415 | Programar | Recobrimto de material | Hidráulico | Recurrar | Francie | 15 | | 01/06/2020 | 17/05/2020 | | Pendente |
| Instalaç | BLO00E | 1 | Instalações | Hidro APTOs | Apartamento | 1515 | Verificar/Contratar | Recobrimto de material | Hidráulico | Recurrar | Taiger | 5 | | 01/06/2020 | 27/05/2020 | | Pendente |
| Expansã | BLO00E | 1 | Cobertura e Proteção | Hidro APTOs | Apartamento | 28 | Verificar/Contratar | Interrupção de execução entre projetos | Instalações | Interrupção entre atividades | Francie/Diogo | 10 | | 03/06/2020 | 30/05/2020 | | Pendente |
| Supriment | BLO00E | 1 | Cobertura e Proteção | Hidro APTOs | Apartamento | 48 | Adquirir | Mão de obra | Imprescindíveis | Recurrar | Carlos | 21 | | 03/06/2020 | 13/05/2020 | | Pendente |
| Construç | BLO00E | 1 | Cobertura e Proteção | Hidro APTOs | Apartamento | 58 | Programar | Treinamento | Equipos | Separar, ordenar e montar ambiente | Francie | 2 | | 03/06/2020 | 07/06/2020 | | Pendente |
| Supriment | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 927 | Adquirir | Material | Grade e argamassa | Recurrar | Júlia | 15 | | 16/06/2020 | 01/06/2020 | | Pendente |
| Supriment | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 1027 | Adquirir | Fornecedor | Bloco estrutural | Recurrar | Júlia | 30 | | 16/06/2020 | 17/05/2020 | | Pendente |
| Supriment | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 1127 | Adquirir | Fornecedor | Grade e argamassa | Recurrar | Júlia | 30 | | 16/06/2020 | 17/05/2020 | | Pendente |
| Supriment | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 1227 | Adquirir | Mão de obra | Gratificação | Recurrar | Júlia | 21 | | 16/06/2020 | 26/05/2020 | | Pendente |
| Supriment | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 1327 | Adquirir | Mão de obra | Grade | Recurrar | Carlos | 21 | | 16/06/2020 | 26/05/2020 | | Pendente |
| Construç | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 1727 | Programar | Treinamento | Equipe alternata | Separar, ordenar e montar ambiente | Francie | 2 | | 16/06/2020 | 14/06/2020 | | Pendente |
| Construç | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 1927 | Programar | Treinamento | Equipe grave | Separar, ordenar e montar ambiente | Francie | 2 | | 16/06/2020 | 14/06/2020 | | Pendente |
| Construç | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 1927 | Programar | Treinamento | Equipe segurança | Separar, ordenar e montar ambiente | Francie | 2 | | 16/06/2020 | 14/06/2020 | | Pendente |
| Construç | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 2027 | Programar | Treinamento | Equipos de instalações | Separar, ordenar e montar ambiente | Francie | 2 | | 16/06/2020 | 14/06/2020 | | Pendente |
| Expansã | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 2227 | Verificar/Contratar | Interrupção de execução entre projetos | Projetos complementares | Interrupção entre atividades | Francie/Diogo | 10 | | 16/06/2020 | 06/06/2020 | | Pendente |
| Construç | BLO00E | 1 | Paredes e Prateleiras | Hidro APTOs | Apartamento | 2427 | Verificar/Contratar | Interrupção de execução entre atividades | Instalações | Interrupção entre atividades | Francie/Diogo | 10 | | 16/06/2020 | 06/06/2020 | | Pendente |

Fonte: Elaborado pelo autor

Considerações finais – Plano de médio prazo

A implementação de melhorias para rotinização do médio prazo, também ocorreu de forma satisfatória, visto que mais uma vez a equipe da “Obra R” se mostrou comprometida com as mudanças e adaptações. Uma vez percebida as melhorias nos outros planos, e os pontos de atenção evidenciados pelos mesmos, a necessidade do médio prazo estava clara para todos. A análise da janela de visibilidade de três meses, e das restrições atreladas às atividades do período, trouxe transparência ao processo, promovendo uma visão estratégica principalmente em níveis de contratação de fornecedor de serviços, material e mão de obra, sendo estes apontados no plano de curto prazo, como os maiores responsáveis por não cumprimento dos planos.

Entretanto, por se tratar de um processo novo na **Empresa B** com conceitos e aplicabilidade não conhecidos pelos envolvidos, as reuniões acabaram sendo coordenadas pela equipe de pesquisa do NORIE, com o apoio do corpo técnico da obra. Esta consideração impacta na incerteza sobre a validação dos constructos do modelo inicial, uma vez que a equipe que a está validando, não possui *know-how*, nem houve tempo suficiente para analisar o quanto cada informação é de fato relevante para o processo. Estas rotinas precisariam durar um maior tempo, serem realizadas pela equipe da obra, e então, com uma maior familiarização dos envolvidos, estes serem capazes de realizar tal análise crítica.

4.2.3.4 Conclusão do Estudo Empírico 2

Os resultados obtidos no **E2** mostraram a importância dos três níveis de planejamento. Uma vez com o curto prazo estruturado, foi possível analisar as causas para não cumprimento dos planos, sendo que a mais recorrente são as atividades programadas com restrições. Outra causa apontada foi a mudança de estratégia para atividade não programada, ou seja, atividades não programadas foram realizadas no lugar das programadas, devido a urgências de conclusão para liberação de outras frentes de trabalho. Esta mudança de estratégia sugere a necessidade de uma visão holística do empreendimento, a fim de gerar um plano semanal coerente com a sequência construtiva.

Estas duas causas estão ligadas diretamente à gestão das restrições no médio prazo e à rede de precedência no longo prazo. O longo prazo possibilitou a visão das próximas atividades e o médio prazo promoveu a remoção das restrições destas. Como o médio prazo passou a ser

implementado um tempo depois dos demais planos, os impactos da gestão e remoção das restrições não puderam ser avaliados de imediato, visto que algumas atividades na janela de visibilidade estão com sua execução atrasada, pois possuem restrições que não haviam sido captadas anteriormente. Estas atividades possuem um *lead time* de remoção maior do que o prazo em que estas foram constatadas até sua data de execução.

Finalmente, este estudo, apesar de não conseguir contrapor os constructos inicialmente concebidos, reforçou a ideia da importância do *lead time* nas restrições para atingir as datas estabelecidas no longo prazo, além disso, a classificação em setores contribuiu para tomadas de ação estratégicas. Restrições de suprimentos, por exemplo, puderam ser observadas previamente, e eleitos graus de prioridade, o que não ocorria anteriormente.

Importante salientar, que tanto no **E1** quanto no **E2**, a classificação das restrições em pacotes de longo prazo não foi tão relevante, uma vez que os 2 empreendimentos se encontravam em andamento. Deste modo, os projetos, soluções de engenharia e grandes pedidos de compras já haviam sido realizados e concluídos.

4.2.4 Estudo empírico 3 (E3) – Empresa C – Obra Industrial - Loja

4.2.4.1 Cultura da empresa e implementação do *last planner*

A oportunidade para a realização do **E3**, conforme falado no capítulo 3, surgiu a partir do ingresso da pesquisadora no corpo técnico da **Empresa C**, que por sua vez vem formando uma cultura e capacitando seus colaboradores nas práticas *lean*. Impulsionado e motivado pelo diretor de operações, especialista nas práticas *lean* e *last planner*, este estudo trouxe a possibilidade de aplicar estas práticas, bem como a avaliação do modelo desenvolvido, no contexto de obras rápidas industriais, no caso, uma loja do segmento atacadista, contendo no escopo com depósito, câmaras frias, e todas as obras necessárias para seu pleno funcionamento.

A **Empresa C** utiliza das metodologias colaborativas baseadas na filosofia *Lean Construction* de gestão que integram os diversos setores da empresa, visando a melhoria contínua com foco nos resultados de custo e prazo, mantendo padrões de qualidade, segurança e satisfação dos clientes. Entretanto, como o campo de atuação da empresa é majoritariamente em obras rápidas, a cada novo contrato, esta cultura deve ser revista, reavaliada e expandida para as novas equipes.

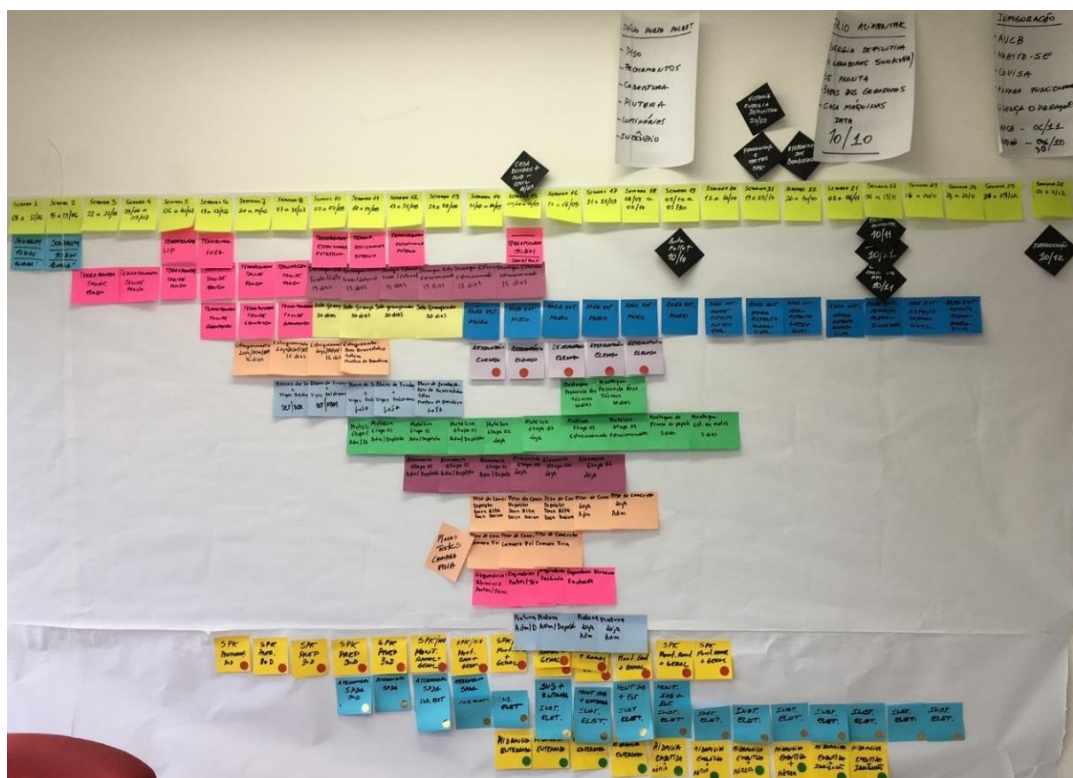
Neste sentido, utilizando de padrões pré-estabelecidos em outras obras realizadas na empresa, adaptando-os para o contexto da “Loja”, e com a liberdade de trazer melhorias para o sistema, a oportunidade foi acatada mais uma vez com o objetivo de avaliar o modelo no plano de médio prazo do empreendimento.

Os próximos itens apresentam o passo a passo do sistema de planejamento e controle aplicado no empreendimento, principalmente na aplicação e concepção de um modelo final do artefato.

4.2.4.2 Rotinas de planejamento e controle da Loja

Iniciando os processos de planejamento e adaptações das rotinas já aplicadas em outras obras para o contexto da “Loja”, o primeiro passo foi tomar conhecimento do projeto, entender os requisitos do cliente em termos de prazo, custo e qualidade e traçar os marcos principais. Para tal, o corpo técnico da **Empresa C**, utilizando de informações do cliente e dos principais fornecedores pré-estabelecidos na fase de orçamento deste projeto, elaborou o primeiro *Pull Planning* (Figura 49), método de definição do longo prazo, que possui uma técnica de começar do “fim”, para o “começo”, estabelecendo precedências a partir dos marcos principais de entrega, conforme apresentado no Capítulo 2 deste trabalho.

Figura 49 - *Pull Planning* inicial - Longo prazo Loja



Fonte: Autor

A realização dessa etapa de planejamento envolveu, também, a primeira relação de restrições. Conforme as principais atividades foram sendo listadas, as restrições foram sendo levantadas já relacionando o responsável e a data de remoção, sendo assim, pré-definidos os primeiros pacotes de trabalho de engenharia, envolvendo restrições de projetos e suprimentos, e elencando os primeiros serviços de mobilização, envolvendo o setor de RH e responsáveis administrativos de obras. Esta primeira versão foi elaborada de maneira artesanal, em papel branco escrito à mão (Figura 50), visando agilidade e transparência ao processo.

Figura 50 - Lista de restrições iniciais

| Item | Tarefa | Restrição | Resp. | Data | S/M |
|------|---|---|---------|-------|-----|
| 1 | TERRAPLENAGEM | VALIDAR COTA 48,50 P/ TERRAPLENAGEM | MARCELO | 23/05 | |
| 2 | TERRAPLENAGEM | LICENÇA P/ RETIRADA DE B1 ARIÓLES | MARCELO | 23/05 | |
| 3 | TERRAPLENAGEM | LICENÇA/ALVARÁ INÍCIO DE OBRAS | MARCELO | 23/05 | |
| 4 | TERRAPLENAGEM PROJETO METEOROLÓGICO | PROJETO TERRAPLENAGEM / SÓLO GRANDEADO | ROBERTO | 19/06 | |
| 5 | TERRAPLENAGEM SOLDADEIROS | SOLDADEIROS SPT / PLANO METEOROLÓGICO | JOÃO | 05/06 | |
| 6 | TERRAPLENAGEM | CONTRATAR EMPRESA TERRAPLENAGEM | JOÃO | 19/06 | |
| 7 | TERRAPLENAGEM | CONTRATAR EMPRESA SOLO GRANDEADO | JOÃO | 26/06 | |
| 8 | TERRAPLENAGEM | CONTRATAR TOPOGRAFIA | JOÃO | 05/06 | |
| 9 | TERRAPLENAGEM | ENTENDIMENTO DO PROCESSO CONSTRUTIVO SOLO GRANDEADO | MARCO | 26/05 | ✓ |
| 10 | TERRAPLENAGEM | CONTRATAR PROJETO TERRAPLENAGEM | JOÃO | 30/05 | |
| 11 | TERRAPLENAGEM | CONTRATAR PROJETO FUNDAÇÕES | JOÃO | 30/05 | |
| 12 | METÁLICA | DEFINIR ESTRATÉGIA METÁLICA (CONTINUAÇÃO) | SANTO | 27/05 | |
| 13 | TERRAPLENAGEM | VALIDAR SOLUÇÃO SOLO GRANDEADO | MARCELO | 27/05 | ✓ |
| 14 | CONVERSAR/REPARAR | COMUNICAR O VIZINHO DA RELAÇÃO AO SOLO GRANDEADO | CARLOS | 29/06 | |
| 15 | PROJETO ESTABELECIMENTO | PROJETO DE ESTABELECIMENTO | ROBERTO | 22/06 | |
| 16 | SERVIÇOS INICIAIS | CONSULTA AO ATACADÃO EM RELACÃO À EXECUÇÃO DE SOLO GRANDEADO E LIMPEZA DO TERRENO | MARCELO | 02/06 | |
| 17 | SOLO GRANDEADO | CONTRATAR PROJETO DE TERRAPLENAGEM E SOLO GRANDEADO | JOÃO | 08/06 | |
| 18 | DIAGNÓSTICO DE FUNDAÇÃO | PROJETO DIAGNÓSTICO DE FUNDAÇÃO | ROBERTO | 06/07 | |
| 19 | FUNDAÇÃO | CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA CIVIL | ROBERTA | 19/07 | |
| 20 | ESTABELECIMENTO | CONTRATAÇÃO DE AÇO CORTADO E DOBRADO | JOÃO | 12/06 | |
| 21 | SERVIÇOS INICIAIS | CONTRATAÇÃO DE VIGILÂNCIA | JOÃO | 05/06 | |
| 22 | DIAGNÓSTICO DE FUNDAÇÃO | CONTRATAÇÃO DE FORMAS METÁLICAS | JOÃO | 06/07 | |
| 23 | ESTRUTURA METÁLICA | CONTRATAÇÃO ESTRUTURA METÁLICA (CONTINUAÇÃO) | JOÃO | 12/06 | |
| 24 | DRENAGEM | PROJETO DRENAGEM (CONTRATAÇÃO) | JOÃO | 05/06 | |
| 25 | DRENAGEM | ENTREGA PROJETO DE DRENAGEM | ROBERTO | 10/07 | |
| 26 | METÁLICA | PROJETO DE CARENTE DE FUNDAÇÃO | ROBERTO | 19/06 | |
| 27 | ALVENARIA | CONTRATAR EMPRESA ALVENARIA | JOÃO | | |
| 28 | FUNDAÇÃO | CONTRATAÇÃO DE CONCRETO | JOÃO | | |
| 29 | CONCRETO | CONTRATAÇÃO PROJETO DE SUBESTRUTURA (ALV.) | JOÃO | | |
| 30 | CONCRETO | ENTREGA PROJETO DE SUBESTRUTURA | ROBERTO | | |
| 31 | PISO CONCRETO | CONTRATAÇÃO EMPRESA EXECUTORA | JOÃO | | |
| 32 | ALVENARIA | ESTUDO DE ALTERNATIVA PAINEL MÓVIL-FABRICADO | CARLOS | | |
| 33 | PISO CONCRETO | CONTRATAÇÃO CONVULSOR TRAFÓ CONCRETO | JOÃO | | |
| 34 | PINTURA | CONTRATAÇÃO EMPRESA PINTURA | JOÃO | | |

Fonte: Autor

A partir deste plano, foram estabelecidos os macro processos da “Loja” e, então, desenvolvidos os outros dois níveis de planejamento, o médio e curto prazo. A lista de restrições iniciais surgiu como um *start* na distribuição das incumbências dos envolvidos, porém esta foi adaptada a uma planilha eletrônica baseada no modelo pré-estabelecido e aplicado nos estudos **E1** e **E2**, cabendo as mudanças necessárias às solicitações da equipe técnica da **Empresa C**.

Nesta etapa foi realizada, também, a inclusão das restrições presentes no banco de dados elaborado no **E1** para as atividades comuns entre os dois empreendimentos, servindo como um check list, passando por uma análise crítica sobre quais seriam uma restrição nesta nova obra e quais não representavam impacto para o contexto estudado.

Após a adaptação do banco de dados e definidas as restrições, as planilhas foram divididas entre “Suprimentos” e “Projetos”, e cada uma foi encaminhada ao seu setor com as informações pertinentes. Este foi considerado o Pacote de Trabalho de Engenharia, pois estaria listada a restrição referente à projetos e suprimentos, indicando quais as condicionantes e premissas para a liberação da atividade macro. A planilha de projetos (Figura 51) foi elaborada visando a remoção das restrições em termos de entrega das pranchas e soluções pelos projetistas, enquanto a de suprimentos envolveu questões de contratação. Os campos competentes as duas planilhas são os seguintes:

- a) **Processo:** Referente ao macro processo estabelecido no *Pull Planning*;
- b) **Restrição:** Referente à restrição do processo/atividade/tarefa em termos de ação, recurso e especificação;
- c) **Responsável:** Responsável pela remoção;
- d) **Data limite de remoção:** Relacionado à data marco estabelecida no *Pull Planning*;
- e) **Observação:** Quaisquer informações que o responsável achar pertinente;
- f) **Data de execução:** Data real da remoção;
- g) **Status:** Atrasado, em andamento ou OK (concluído).

A planilha destinada ao setor de suprimentos (Figura 52), contava ainda com informações a mais relacionadas ao procedimento interno de contratação da empresa. Para cada contratação, o pedido de compra passava por duas etapas, uma de criação de pedido e a outra de contratação, logo, a planilha contava ainda com os seguintes campos:

- a) **Lead time de cotação:** Tempo necessário para o setor de suprimentos cotar o serviço;
- b) **Lead time de entrega:** Tempo necessário para a entrega do serviço;
- c) **Lead time total:** Tempo total entre entrada do pedido e entrega do serviço para a obra;
- d) **Classe dos recursos:** Classificação dos recursos relacionados ao *Lead time*
- e) **Data limite para emissão do pedido:** Data estabelecida considerando o lead time da cotação;
- f) **Data imite para a compra:** Data estabelecida considerando o lead time da entrega;
- g) **Número do pedido:** Rastreo do pedido no sistema interno da empresa;
- h) **Status do pedido:** Atrasado, em andamento ou OK (concluído);
- i) **Status da contratação:** Atrasado, em andamento ou OK (concluído).

Figura 51 - Restrições de projetos

| Processo | RESTRIÇÃO | | | Responsável | Data limite para remoção | OBSERVAÇÃO | Data de execução do processo | STATUS DO PROJETO | FAROL |
|-----------------------------------|-----------|----------|---|-------------|--------------------------|--|------------------------------|-------------------|-------|
| | Ação | Natureza | Especificação da restrição | | | | | | |
| Estaqueamento | Definir | Projetos | Projeto de estacas | Respo. | 16/07/2020 | | 20/07/2020 | | ● |
| Estaqueamento | Definir | Projetos | Detalhe típico da bitola das estacas + armadura | Respo. | 13/07/2020 | Enviar detalhe típico para a liberação dos blocos | 20/07/2020 | | ● |
| Estaqueamento | Definir | Projetos | Projeto de cargas metálicas | Respo. | 06/07/2020 | | 20/07/2020 | | ● |
| Estaqueamento | Definir | Projetos | Projeto de cargas pré-fabricado | Respo. | 10/07/2020 | | 20/07/2020 | | ● |
| Estaqueamento | Definir | Projetos | Especificação da prova de carga | Respo. | 16/07/2020 | | 20/07/2020 | | ● |
| Blocos | Definir | Projetos | Projeto de detalhamento dos blocos | Respo. | 16/07/2020 | | 03/08/2020 | | ● |
| Blocos | Definir | Projetos | Projeto dos blocos | Respo. | 20/07/2020 | | 03/08/2020 | | ● |
| Pré-fabricado | Definir | Projetos | Projeto Executivo PRÉ-MOLDADO | Respo. | 17/07/2020 | | 17/08/2020 | | ● |
| Metálica | Definir | Projetos | Projeto Executivo METÁLICA | Respo. | 17/07/2020 | | 24/08/2020 | | ● |
| Metálica | Definir | Projetos | Chumadores Metálica | Respo. | 25/07/2020 | | 24/08/2020 | | ● |
| Metálica | Definir | Projetos | Projeto de paginação da Câmara fria | Respo. | | Definir data de entrega até 12/07 | 24/08/2020 | | ● |
| Piso Ventilado | Definir | Projetos | Projeto de piso ventilado | Respo. | | Definir data de entrega até 12/07 | 21/09/2020 | | ● |
| Terraplanagem | Definir | Projetos | Projeto de Terraplanagem | Respo. | 06/07/2020 | | 22/06/2020 | | ● |
| Totem | Definir | Projetos | Projeto da base do totem + bandeira | Respo. | 13/07/2020 | | 24/08/2020 | | ● |
| Totem | Definir | Projetos | Licença na prefeitura - Projeto padrão atacadão | Respo. | 06/07/2020 | | 24/08/2020 | | ● |
| Alvenarias | Definir | Projetos | Projeto de alvenarias | Respo. | 13/07/2020 | | 14/09/2020 | | ● |
| Piso | Definir | Projetos | Projeto PISO | Respo. | 26/07/2020 | | 14/09/2020 | | ● |
| Esquadrias de Alumínio | Definir | Projetos | Projeto de arquitetura das esquadrias | Respo. | 17/07/2020 | Com vidro | 28/09/2020 | | ● |
| Esquadrias da Fachada | Definir | Projetos | Projeto de arquitetura das esquadrias | Respo. | 17/07/2020 | | 05/10/2020 | | ● |
| Esquadrias de ferro + serralheria | Definir | Projetos | Projeto de arquitetura das esquadrias de ferro | Respo. | 17/07/2020 | | 05/10/2020 | | ● |
| Cafeteria | Definir | Projetos | Projeto de detalhamento da cafeteria | Respo. | 20/07/2020 | | 05/10/2020 | | ● |
| Cafeteria | Definir | Projetos | Instalações "imbutidas" no painel fabricado | Respo. | 10/07/2020 | | 05/10/2020 | | ● |
| Drenagem | Definir | Projetos | Projeto de drenagem | Respo. | 05/08/2020 | A contratar - Fornecedor do serviço fará o projeto | 17/08/2020 | | ● |
| Muro gabião | Definir | Projetos | Projeto do muro | Respo. | 30/08/2020 | A contratar | 17/08/2020 | | ● |
| Pavimentação Asfáltica | Definir | Projetos | Projeto de pavimentação asfáltica | Respo. | 25/08/2020 | A contratar - Fornecedor do serviço fará o projeto | 26/10/2020 | | ● |

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 52 - Restrições de suprimentos

| Processo | Alço | Natureza | Descrição da restrição | Responsável | Data limite para o envio | Prazo médio para a conclusão e o fechamento | Prazo de entrega de material e/ou início dos serviços | Prazo total | Classe Recurso | OBSERVAÇÃO | PERÍODO DE CONTRATAÇÃO | | STATUS RMS | STATUS da contratação |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|---|-------------|--------------------------|---|---|-------------|----------------|------------|------------------------|------------------------|------------|-----------------------|
| | | | | | | | | | | | Data limite p/ RMS | Data limite p/ comprar | | |
| Estaqueamento | Contratar/A dequitar | Material | Concreto | Jobo | 16/07/2020 | 26 | 6 | 32 | Classe II | | 20/07/2020 | 16/07/2020 | | |
| Estaqueamento | Contratar/A dequitar | Mão de obra | Topografia | Jobo | 02/07/2020 | 13 | 13 | 26 | Classe II | | 20/07/2020 | 27/06/2020 | | |
| Estaqueamento | Contratar/A dequitar | Fornecedor | Fornecedor de serviço - Mão de obra | Jobo | 10/07/2020 | 19 | 38 | 58 | Classe I | | 20/07/2020 | 09/07/2020 | | |
| Estaqueamento | Contratar/A dequitar | Fornecedor | Fornecedor de serviço - Armador | Jobo | 10/07/2020 | 19 | 13 | 32 | Classe II | | 20/07/2020 | 05/07/2020 | | |
| Estaqueamento | Contratar/A dequitar | Fornecedor | Empresa - Projeto de Estaqueamento | Jobo | 05/07/2020 | 19 | 19 | 38 | Classe II | | 20/07/2020 | 30/06/2020 | | |
| Estaqueamento | Contratar/A dequitar | Equipe de controle de qualidade | Empresa de realização da prova de carga | Jobo | 17/07/2020 | 26 | 13 | 39 | Classe II | | 20/07/2020 | 12/07/2020 | | |
| Blocos | Contratar/A dequitar | Material | Armadura + espaçadores | Jobo | 20/07/2020 | 13 | 26 | 39 | Classe II | | 05/08/2020 | 15/07/2020 | | |
| Blocos | Contratar/A dequitar | Material | Concreto | Jobo | 20/07/2020 | 26 | 6 | 32 | Classe II | | 05/08/2020 | 15/07/2020 | | |
| Blocos | Contratar/A dequitar | Material | Formas | Jobo | 20/07/2020 | 26 | 13 | 39 | Classe II | | 05/08/2020 | 15/07/2020 | | |
| Blocos | Contratar/A dequitar | Mão de obra | Realização dos blocos | Jobo | 20/07/2020 | 19 | 13 | 32 | Classe II | | 05/08/2020 | 15/07/2020 | | |
| Blocos | Contratar/A dequitar | Equipamento | Escavação Mecanizada | Jobo | 20/07/2020 | 15 | 13 | 28 | Classe II | | 05/08/2020 | 15/07/2020 | | |
| Blocos | Contratar/A dequitar | Equipamento | Atrassamento Mecanizado | Jobo | 20/07/2020 | 15 | 13 | 28 | Classe II | | 05/08/2020 | 15/07/2020 | | |
| Terraplanagem | Contratar/A dequitar | Mão de obra | Topográfico | Jobo | 02/07/2020 | 13 | 13 | 26 | Classe II | | 22/06/2020 | 27/06/2020 | | CONTRATADO |
| Terraplanagem | Contratar/A dequitar | Fornecedor | Solo Graupizado - Material e mão de obra | Jobo | 10/07/2020 | | | | Classe I | | 22/06/2020 | 05/07/2020 | | |
| Alvenarias | Contratar/A dequitar | Fornecedor | Fornecedor de bloco estrutural | Jobo | 15/08/2020 | 19 | 13 | 32 | Classe II | | 14/09/2020 | 10/08/2020 | | |
| Piso | Contratar/A dequitar | Mão de obra | Mão de obra - Execução do piso | Jobo | 10/08/2020 | 19 | 13 | 32 | Classe II | | 14/09/2020 | 09/08/2020 | | |
| Piso | Contratar/A dequitar | Material | Aço + espaçadores | Jobo | 10/08/2020 | 13 | 26 | 38 | Classe II | | 14/09/2020 | 05/08/2020 | | |
| Piso | Contratar/A dequitar | Material | Concreto + Aditivos | Jobo | 10/08/2020 | 26 | 6 | 32 | Classe II | | 14/09/2020 | 05/08/2020 | | |
| Piso | Contratar/A dequitar | Equipe de controle de qualidade | Controlador de Tráço | Jobo | 10/08/2020 | 26 | 13 | 39 | Classe II | | 14/09/2020 | 03/08/2020 | | |
| Equilíbrio de Alvenaria | Contratar/A dequitar | Fornecedor | Fornecedor de esquadrias de alumínio - Material e mão de obra | Jobo | 30/07/2020 | 39 | 58 | 97 | Classe I | | 28/09/2020 | 23/07/2020 | | |
| Equilíbrio de Alvenaria | Contratar/A dequitar | Fornecedor | Fornecedor de granito - Material e mão de obra | Jobo | 30/07/2020 | 19 | 39 | 58 | Classe I | | 28/09/2020 | 23/07/2020 | | |
| Equilíbrio de Alvenaria | Contratar/A dequitar | Fornecedor | Fornecedor de esquadrias de alumínio - Material e mão de obra | Jobo | 30/07/2020 | 39 | 58 | 97 | Classe I | | 05/10/2020 | 25/07/2020 | | |
| Equilíbrio de Alvenaria | Contratar/A dequitar | Serviço | Medição de informações e análise das folgas | Norma | 15/08/2020 | 26 | | 13 | Classe II | | 05/10/2020 | 10/08/2020 | | |
| Equilíbrio de Alvenaria + serralheria | Contratar/A dequitar | Fornecedor | Fornecedor de esquadrias de ferro - Material e mão de obra | Jobo | 30/07/2020 | 26 | 38 | 65 | Classe I | | 05/10/2020 | 25/07/2020 | | |
| Cateira | Contratar/A dequitar | Fornecedor | Passifinas | Jobo | 30/07/2020 | 26 | 26 | 52 | Classe I | | 05/10/2020 | 25/07/2020 | | |
| Acabamentos | Contratar/A dequitar | Material | Cerâmica Gaii | Jobo | 20/08/2020 | 26 | 26 | 52 | Classe I | | 28/09/2020 | 15/08/2020 | | |
| Acabamentos | Contratar/A dequitar | Material | Pintura | Jobo | 21/08/2020 | 13 | 6 | 19 | Classe II | | 28/09/2020 | 16/08/2020 | | |
| Acabamentos | Contratar/A dequitar | Material | Drywall | Jobo | 22/08/2020 | 19 | 19 | 38 | Classe II | | 28/09/2020 | 17/08/2020 | | |
| Acabamentos | Contratar/A dequitar | Material | Porta corta fogo | Jobo | 23/08/2020 | 13 | 19 | 32 | Classe II | | 28/09/2020 | 18/08/2020 | | |
| Acabamentos | Contratar/A dequitar | Material | Joupa e metais | Jobo | 24/08/2020 | 19 | 39 | 58 | Classe I | | 28/09/2020 | 19/08/2020 | | |

Fonte: Elaborada pelo autor

O médio prazo e demais rotinas de planejamento seguiram os rituais estipulados no início da execução da “Loja” (Figura 53), procedimento padrão dentro da **Empresa C**. Por se tratar de uma obra rápida, a decisão foi de realizar os planos médio prazo quinzenalmente e conforme as reuniões foram acontecendo, os envolvidos foram se familiarizando com a rotina e a ferramenta e *inputs* sobre as informações foram ocorrendo e sendo adaptadas, modificadas, incluídas ou excluídas. Saliento ainda, a execução de reunião específica de projetos, para avaliar as restrições relacionadas especificamente à assuntos de engenharia.

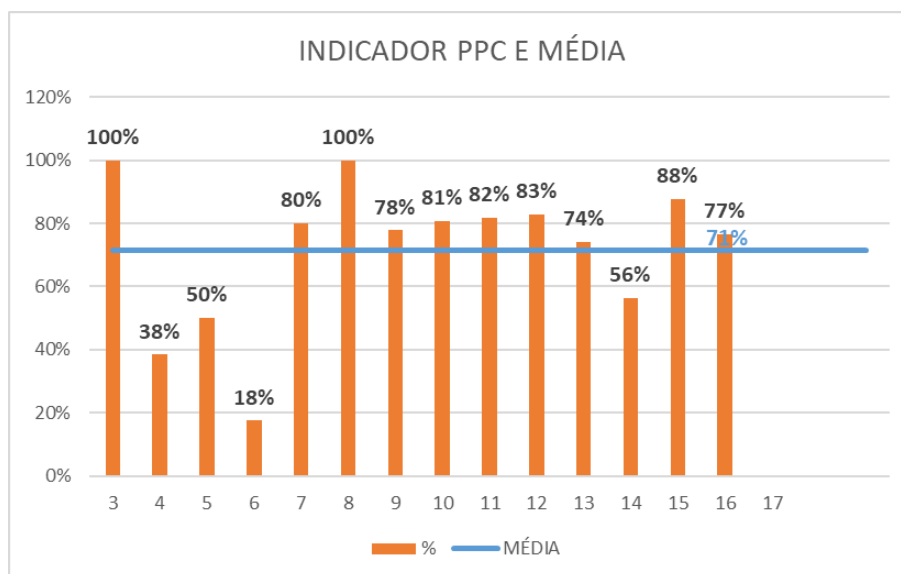
Figura 53 - Procedimentos de planejamento

| DIÁRIA - CANTEIRO | | QUINZENAL | SEMANAL – ESCRITÓRIO | | | MENSAL | | |
|---|---|---|--|---|--|---|-------------------------|-------------------------------------|
| 7:00 – 7:15 | 7:15 – 7:30 | QUARTA-FEIRA 11:00 – 12:00 | QUINTA-FEIRA 11:00 – 12:00 | SEXTA-FEIRA | | ATÉ DIA 15 DO MÊS | | |
| | | | | 11:00 – 12:00 | 15:00 – 16:00 | | | |
| | | | | | | | | |
| DDS | CHECK-IN | LOOKAHEAD PLANNING | REUNIÃO OBRA + CLIENTE | PLANEJAMENTO SEMANAL | REUNIÃO PROJETOS | REUNIÃO DE DESEMPENHO | | |
| 1 - PARTICIPANTES 1 – Todos os colaboradores da Mutual e fornecedores; 2 – Equipes de Segurança. | 1 - PARTICIPANTES 1 – Engenheiros de produção e planejamento; 2 – Mestre e Encarregados da Mutual; 3 – Engenheiro e ou encarregados dos fornecedores; 4 – Técnico de Segurança da Mutual. | 1 - PARTICIPANTES 1 – Engenheiros de produção e planejamento; 2 – Gerente do Contrato; 3 – Engenheiro e ou encarregados dos fornecedores; 4 – Técnico de Segurança da Mutual. | 1 - PARTICIPANTES 1 – Representantes do Atacado (cliente); 2 – Gerente de Contrato, engenheiro de planejamento, engenheiro de produção e coordenador de projetos da Mutual. 3 – Projetista arquitetura | 1 - PARTICIPANTES 1 – Engenheiros de produção e planejamento; 2 – Mestre e Encarregados da Mutual; 3 – Engenheiro e/ou encarregados dos fornecedores; 4 – Técnico de Segurança da Mutual. | 1 - PARTICIPANTES 1 – Engenheiros de produção e planejamento; 2 – Mestre e Encarregados da Mutual; 3 – Engenheiro e/ou encarregados dos fornecedores; 4 – Técnico de Segurança da Mutual. | 1 - PARTICIPANTES 1 – Diretores; 2 – Gerentes Corporativos; 3 – Gerente de Contrato; | | |
| 2 - OBJETIVO 1 – Avaliar os principais RISCOS das tarefas do dia; 2 – Apresentar as principais PROTEÇÕES e ATITUDES SEGURAS frente aos riscos. | 2 - OBJETIVO 1 – Verificar a CONCLUSÃO das tarefas do dia anterior; 2 – TOMAR AÇÃO para recuperar tarefas atrasadas na semana; 3 – Discutir Interferências das tarefas do dia. | 2 - OBJETIVO 1 – Analisar o sequenciamento das tarefas 6 semanas a frente; 2 – IDENTIFICAR AS RESTRIÇÕES e A REMOÇÃO destas; 3 – Analisar o IRR e os problemas para o não atendimento. | 2 - OBJETIVO 1 – Avaliar o cronograma da obra ; 2 – Verificar o desempenho dos fornecedores ; 3 – Identificar pontos críticos para o desempenho do Contrato. | 2 - OBJETIVO 1 – Validar os plano semanal com as equipes; 2 – Analisar o PPC da semana anterior e os problemas para não atendimento; 3 – Tomar ações corretivas conforme Pareto dos problemas | 2 - OBJETIVO 1 – Verificar o ATENDIMENTO DO PPC de Projetos ; 2 – Identificar Restrições para o desenvolvimento dos Projetos; 3 – Discutir e definir soluções técnicas do PRODUTO . | 2 - OBJETIVO 1 – Analisar os RESULTADOS do contrato (SGEC – Segurança, Qualidade, Entrega e Custo); 2 – Definir ações corretivas para atendimentos as metas do Contrato; | | |
| LEGENDA | Pluxador da reunião | ENC - Encarregado | TS - Téc. Segurança | EP - Eng. Produção | EPL - Eng. Planejamento | GC - Gerente de Contrato | PJ - Projetistas | CP - Coordenador de Projetos |

Fonte: Adaptado da Empresa C ao contexto da Loja

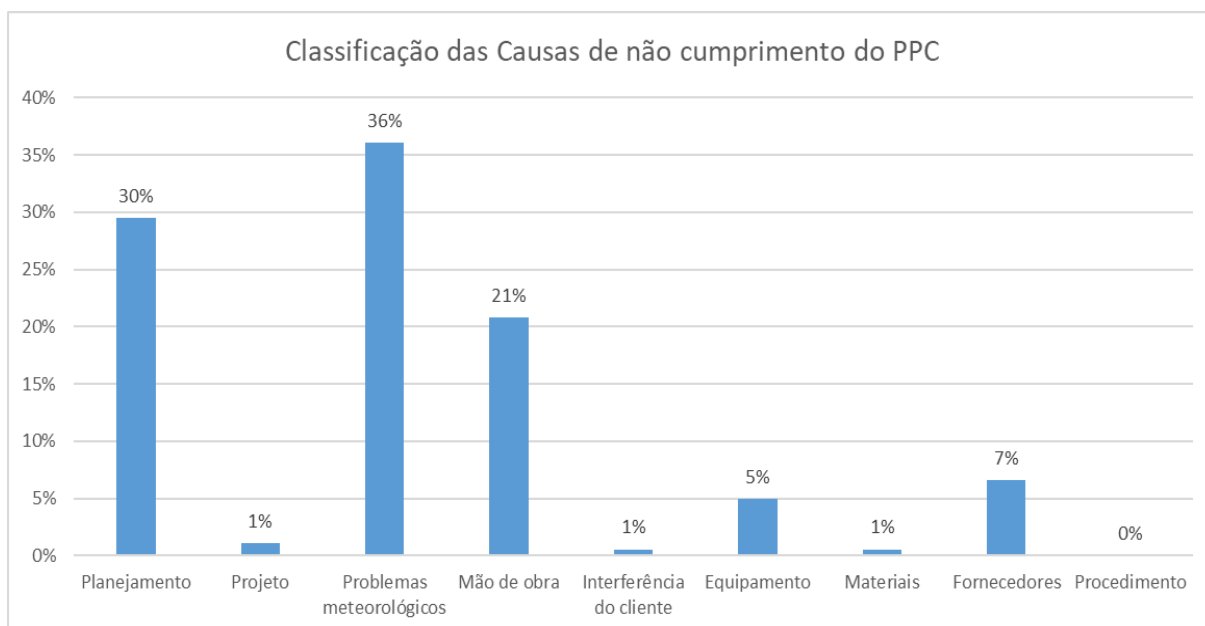
Com o longo prazo estabelecido e o médio prazo cumprindo seu objetivo de listar e remover as restrições, o curto prazo seguiu, também, a rotina estabelecida, possibilitando a aferição de indicadores de PPC (Figura 54) e de causas de não cumprimento dos planos (Figura 55). O primeiro mês apresentou oscilação entre as atividades programadas e as realizadas, sendo as principais causas devido à mão de obra (curva de aprendizado da equipe); planejamento (restrições e encadeamento das atividades planejadas), e principalmente, problemas meteorológicos, pois o período foi de muita chuva, o que acabou atrapalhando a execução de diversas atividades.

Figura 54 - Indicador de PPC e média



Fonte: Adaptado da Empresa C ao contexto da Loja

Figura 55 - Classificação das causas de não cumprimento dos planos



Fonte: Adaptado da Empresa C ao contexto da Loja

Após esse período, as atividades programadas raramente apresentavam problemas relacionados às restrições não contabilizadas. E como estratégia e plano de ação, o curto prazo programou sempre a mais do que o necessário pela Curva-S para recuperar as atividades passadas. Além de programar semanalmente atividades extras.

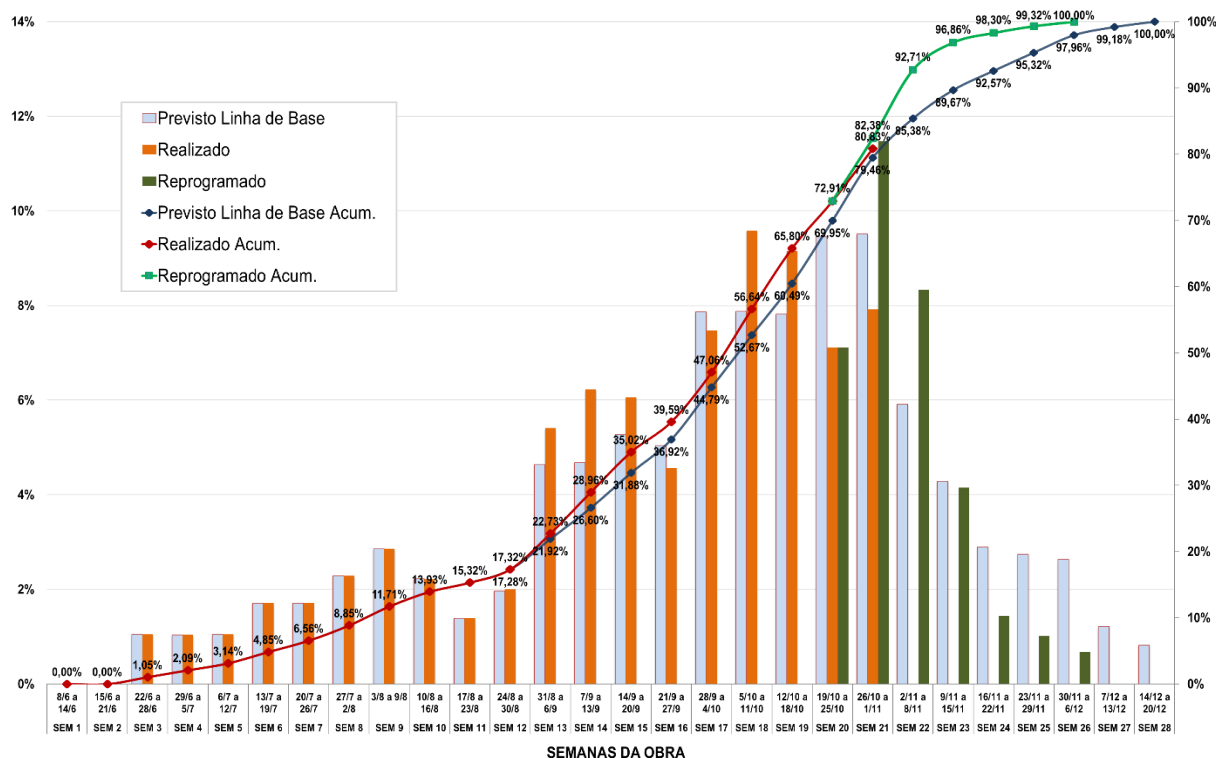
Por este motivo, a “Loja” que teve seu prazo contratual com inauguração prevista para 17/12/2020, apresentou resultados de produtividade acima do esperado e impulsionado pela satisfação e desejo do cliente, teve sua inauguração antecipada em duas semanas, para o dia 02/12/2020. Este replanejamento acarretou a execução de um novo *Pull Planning* final referente aos últimos 45 dias de obra (Figura 56), e resultou no avanço físico conforme a Curva-S mostrada na Figura 57.

Figura 56 - *Pull Planning* final



Fonte: Autor

Figura 57 - Curva-S - Loja



Fonte: Adaptado da Empresa C ao contexto da Loja

4.2.4.3 Conclusão do Estudo Empírico 3

Os resultados obtidos ao longo do E3 mostraram de forma satisfatória a relação entre rotinas de planejamento cumpridas e a entrega de uma obra no prazo e custo previsto. Com um prazo apertado e alto volume de serviços, a organização das atividades e delegação das responsabilidades foi um ponto chave para o sucesso do empreendimento.

O longo prazo realizado para a “Loja” foi estabelecido através do método pouco difundido, o *Pull Planning*, porém se mostrou muito eficaz no sentido de engajar o corpo técnico e demais *stakeholders*, além de estabelecer de imediato restrições importantes para serem sanadas. Este foi o único estudo que a empresa demonstrou conhecimento sobre esta técnica.

O curto prazo, por sua vez, com as restrições removidas, desenvolvido em parceria com a produção da obra e demais empreiteiros, e retroalimentado diariamente nas reuniões de *check-in* para acompanhamento das atividades diárias, apresentou ótimos resultados em termos de índice de pacotes concluídos, visto que frequentemente eram programadas atividades extras de modo a antecipar a execução das atividades.

Finalmente, o médio prazo, elo entre o longo e o curto, e foco da implementação do modelo conceitual inicial criado no **E1**, apresentou as seguintes características:

- Equipe engajada, com tempo para aprender o processo e com conhecimentos prévios do *last planner* ajudaram a refinar os constructos do artefato inicial;
- Logo no início, na concepção do *Pull Planning*, ficou estabelecida a separação das restrições em pacotes de longo e médio prazo mesmo que implicitamente, ou seja, as restrições principais que deveriam ser disparadas o mais cedo possível. Este conceito que faz paralelo aos pacotes de trabalho de engenharia, suprimentos e construção estabelecidos no AWP;
- Restrições de curto prazo eventualmente apareceram na execução do *Pull Planning*, porém foram imediatamente direcionadas ainda na planilha inicial;
- Informações do *lead time* limitaram-se às restrições Classe I e Classe II, ou seja, de longo e médio prazo. O *lead time* para restrições de curto prazo acabaram não sendo discutidas, pois era presumida sua resolução na janela de uma semana. Muitas destas restrições sofreram atrasos e posteriores planos de ação, justamente por não mensurar de fato o seu tempo de resolução.

Diferentemente da **Empresa B**, a **Empresa C**, utilizando de sua cultura das práticas *lean*, conseguiu contribuir para a validação dos constructos do modelo inicial, baseado nas suas experiências e no novo contexto. O que em um primeiro momento parecia uma informação relevante para todos os contextos e organizações, aqui teve-se uma nova ideia. Alguns pontos permaneceram iguais e indiscutíveis como: processos, restrições como ação, recurso e especificação, responsáveis, *lead time* e status.

Entretanto, outros foram retirados, como a classificação entre engenharia, suprimentos, construção e instalação. Já no início, similar aos conceitos do AWP, esta divisão foi feita e direcionada para engenharia e suprimentos, enquanto as restrições de construção e instalações eram acompanhadas nas reuniões de médio prazo quinzenal, visto que a mesma equipe era responsável pelas duas finalidades.

Em conclusão, avaliando os resultados obtidos nos 3 estudos empíricos, analisados os pontos relevantes de cada um e os conceitos aplicados, foi elaborado o modelo conceitual final proposto neste trabalho que será apresentado no próximo capítulo.

5 MODELO CONCEITUAL PARA ANÁLISE DE RESTRIÇÕES

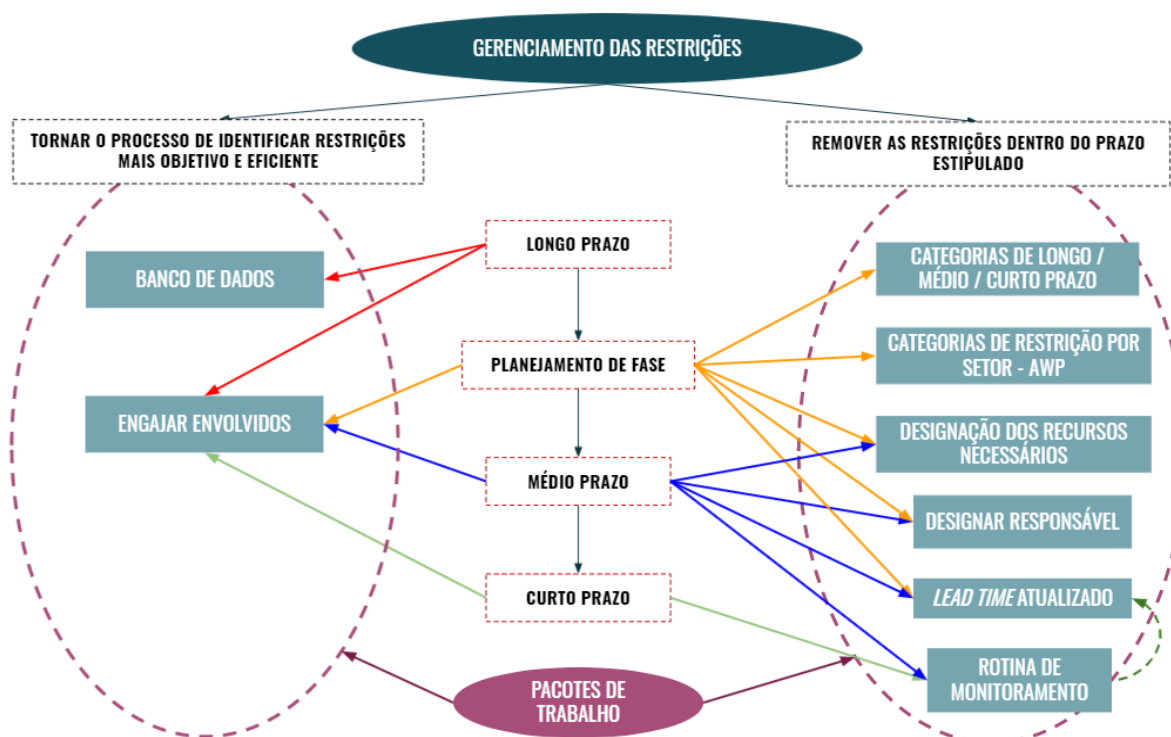
Este capítulo apresenta o artefato final desenvolvido nas etapas 01 e 02 desta pesquisa. Trata-se de um modelo conceitual cujo objetivo é auxiliar na elaboração de uma análise sistemática de restrições, bem como para a elaboração de um banco de dados de restrições para pacotes genéricos e repetitivos, além de trazer consigo constructos específicos para este fim.

Este capítulo será dividido em 2 tópicos, sendo o primeiro a apresentação detalhada do modelo proposto e os constructos relacionados; e o segundo a avaliação do modelo em relação à aplicabilidade e à contribuição teórica.

5.1 MODELO CONCEITUAL E CONSTRUCTOS RELACIONADOS

A Figura 58 apresenta a proposta de um modelo para uma análise sistemática das restrições em empreendimentos da construção civil. Esse modelo foi desenvolvido baseado na revisão de literatura, no modelo inicial proposto e nos resultados observados nos estudos de caso realizados neste trabalho, onde o foco do modelo passou a ser a gestão e análise das restrições com um todo, não apenas vinculada ao médio prazo.

Figura 58 - Modelo final



Fonte: Elaborado pelo autor

O modelo para o gerenciamento e análise das restrições possui dois objetivos principais e para cada um deles, estão relacionadas as ferramentas e ações que deverão ser tomadas a cada fase do empreendimento. A seguir serão explicadas cada uma delas:

1. **Tornar o processo de identificar restrições mais objetivo e eficiente:** Para alcançar este objetivo, é sugerido a elaboração de um banco de dados a partir do histórico da empresa, lições aprendidas, procedimentos de qualidade e estudos existentes. Este banco de dados fará parte já no longo prazo do empreendimento, a fim de identificar as primeiras categorias de restrições e designar recursos e responsáveis conforme seu *lead time* e sua relação de restrições por pacotes de trabalho genéricos. Além disso, para este fim, é também necessário o engajamento das equipes corporativas e de obras (engenharia, planejamento, custo, contratos) e demais envolvidos no projeto (fornecedores de projetos, produtos e serviços). No entanto, é necessário o engajamento ao longo de todo ciclo de vida do empreendimento.
2. **Remover as restrições dentro do prazo estipulado:** Para alcançar este objetivo, a sugestão é que durante o planejamento inicial das obras, sejam relacionadas as restrições do banco de dados já às suas categorias de longo, médio e curto prazo, classificadas conforme seu *lead time* em relação à data de necessidade de remoção, a partir dos pacotes de trabalho genéricos definidos nos Macro Processos, direcionando as restrições ao devido setor ou responsável (engenharia, suprimentos, construção e instalação). Conforme o projeto avança, novas atividades vão aparecendo e sendo detalhadas, e durante as rotinas de médio prazo, segue o processo de categorização e designação dos responsáveis mantendo o *lead time* das restrições sempre atualizado. Finalmente, no curto prazo, deve-se realizar o monitoramento semanal das restrições, sempre mantendo o *lead time* atualizado.

A elaboração do modelo conceitual, em conjunto com os estudos realizados, promoveu a criação do constructo **RESTRIÇÃO** como uma combinação entre **AÇÃO, RECURSO e INSTANCIAÇÃO**.

Tornar a restrição o mais padronizada possível em termos de ação e recurso, facilita seu direcionamento em termos de responsável e setorização, tornando o processo mais objetivo. Desta maneira, percebendo o quanto uma restrição se repete nesses termos, é possível

observar claramente que tanto a mesma restrição corresponde a diferentes tarefas, quanto uma tarefa possui diferente restrições.

5.2 AVALIAÇÃO DO MODELO

Este modelo aplica-se ao processo de gestão de restrições de serviços relacionados aos empreendimentos da construção civil, e visa a melhoria do sistema através de um banco de dados de atividades e recursos pré-definidos.

Para a avaliação do modelo proposto foram utilizados os critérios de utilidade e aplicabilidade. Como o artefato emergiu ao longo dos estudos, os impactos foram observados em cada contexto de maneira distinta, e não na sua concepção final. Desta forma, avaliou-se os impactos das mudanças introduzidas nos estudos por meio dos constructos de avaliação, tendo como base as fontes de evidência descritas anteriormente por meio da participação ativa, e entrevistas semiestruturadas.

Entende-se que as prescrições resultantes deste estudo podem ser consideradas úteis se contribuírem para identificação eficiente e objetiva das restrições e que estas sejam sanadas dentro do prazo estipulado. Neste sentido, a **avaliação da utilidade** da solução considerou os seguintes constructos:

- a) contribuição do modelo na identificação das restrições;
- b) contribuição do modelo no monitoramento das restrições;
- c) relevância do banco de dados, e;
- d) percepção da designação de responsáveis e setores.

Estes constructos foram discutidos juntos aos colaboradores das diferentes empresas e segundo eles, conforme relatado durante as entrevistas de avaliação final, a padronização em pacotes de trabalho de restrições proposta pelo modelo faz com que todos os envolvidos tenham as informações niveladas, promovendo o alerta sobre determinados assuntos que talvez passasse despercebido sem o banco de dados. Acreditam, também, que a maior dificuldade na implementação deste modelo esteja vinculada a cultura da empresa em estabelecer uma rotina de análise crítica sobre o trabalho a ser executado, estimulando a definição e explanação das suas dificuldades e necessidades. No entanto, uma vez a rotina

estabelecida e os responsáveis designados, a identificação das restrições ocorre de maneira muito mais simples.

Além disso, os colaboradores entrevistados, atribuem a utilidade do modelo à sua adaptação aos processos e práticas já estabelecidos na organização, pois cada empresa possui seus procedimentos e *lead times*, e uma vez adaptado ao novo contexto, promove um mapeamento das restrições trazendo maior confiabilidade ao processo.

Estes pontos mencionados, levam aos constructos escolhidos no sentido de avaliar a utilidade do artefato. Entende-se que a solução é aplicável quando permite que outros profissionais e empresas adotem a mesma em seus contextos sem dificuldades ou limitações. Neste sentido, a **avaliação da aplicabilidade** da solução considerou os seguintes constructos: (a) facilidade de uso; (b) eficiência; e (c) adequação ao processo existente.

Os colaboradores, questionados sobre este quesito nas entrevistas, disseram que à primeira vista, a utilização do banco de dados e aplicação da ferramenta pareceu complexa, devido a quantidade de informações nela presente. Contudo, conforme entende-se o seu mecanismo de utilização, e os conceitos de classificação das restrições por trás do modelo, e fundamento por trás de cada uma das colunas presentes na ferramenta, logo entende-se sua função e lógica de atualização. Além disso, sua vinculação baseada em pacotes de trabalho conseguiu apurar de maneira objetiva todos os assuntos a serem tratados nos empreendimentos nas diferentes fases de construção.

Finalmente, a maneira como foi elaborado o bando de dados, relacionado por macro processos, permite extrapolar para diferentes obras sendo adaptados pontualmente, conforme visto na sua utilização para as diferentes empresas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema relatado sobre a dificuldade de realizar uma gestão e análise eficiente na identificação das restrições em empreendimentos da construção civil instigou a formulação da questão principal de pesquisa deste estudo: **“Como a combinação dos elementos do AWP e SLP pode auxiliar na análise sistemática de restrições em sistemas de planejamento?”**. A abordagem quanto à análise das restrições foi devido aos diversos estudos apontando esta como um dos maiores desafios no planejamento e controle de empreendimentos e organizações, bem como ao observado na prática em estudo exploratório.

Em relação aos métodos SLP e AWP, estes foram escolhidos devido a familiaridade do programa PPGCI com o primeiro, bem com o os diversos estudos com resultados positivos em relação ao curto e longo prazo, ao pouco conhecimento sobre o planejamento de fases e às dificuldades apontadas sobre o médio prazo em relação às restrições. Quanto ao AWP, a motivação vem justamente da falta de trabalhos relacionados a sua utilização em empreendimento da indústria da construção civil, que, no entanto, vêm aumentando aos poucos nos últimos anos baseado principalmente no conteúdo dos pacotes de trabalho, seu apoio na identificação de restrições e nas tomadas de decisão que transitam por entre todas as fases dos empreendimentos.

Para este fim, foram traçadas três questões secundárias: **“Quais os pontos fortes e fracos das abordagens de planejamento AWP e SLP na análise das restrições?”**; **“Quais eventuais conflitos entre o AWP e o SLP?”**; **“Considerando a combinação dos elementos do AWP e SLP, como cada uma destas abordagens contribui para facilitar a análise sistemática de restrições em sistemas de planejamento?”**. Estes questionamentos foram explorados com o apoio da abordagem metodológica adotada no presente trabalho, o DSR, tendo como contribuição um modelo conceitual e constructos para auxiliar a análise e gerenciamento das restrições nos empreendimentos da construção.

O modelo emergiu por meio da revisão bibliográfica que percorreu todo o período da pesquisa; do estudo exploratório inicial que contribuiu tanto para a exploração das principais dificuldades encontradas na prática em relação ao SLP, quanto para a elaboração do modelo conceitual preliminar para auxiliar o tratamento de tais problemas com o apoio de características do AWP; e, finalmente, com a realização de três estudos de caso, que após a

elaboração de modelo preliminar, foi aplicado, discutido e refinado até a formulação de um modelo final.

Já no estudo exploratório, foi possível perceber as dificuldades identificadas na bibliografia em relação ao médio prazo, à identificação das restrições e à falta de rotina. Também se notou o não conhecimento do planejamento de fases no SLP e o método *pull planning*, uma vez que este nem fora mencionado, tampouco do AWP. No entanto, este caso já era esperado a devido este ser pouco conhecido de acordo com a revisão bibliográfica e outras fontes consultadas (sites, blogs, redes sociais etc.).

A partir da etapa de diagnóstico da empresa e posterior implementação de melhorias no médio prazo, foi desenvolvido o modelo preliminar envolvendo, a princípio, melhorias na gestão das restrições no horizonte de médio prazo. Este modelo partiu dos seguintes resultados observados: **Etapa de diagnóstico:** Dificuldade de seguir as rotinas de *follow-up* das restrições; dificuldade de envolver todos demais setores da empresa além da produção; falta de um procedimento padronizado para identificação e análise de restrições; falta de priorização na solução de problemas. **Etapa de implementação de melhorias no médio prazo:** restrições se repetem ao longo das atividades para pacotes de trabalho diferentes; padrão de restrições foram observados para diferentes atividades; reuniões longas para identificar as mesmas restrições repetidamente; acompanhamento semanal promoveu um engajamento dos envolvidos visando uma solução mais rápida; necessidade de clareza quanto ao tempo de resposta para as soluções (*lead time*).

Em seguida, como consequência dos resultados da fase 1, o primeiro estudo de caso focou na implementação do modelo preliminar, principalmente no desenvolvimento de um banco de dados de restrições repetitivas seguindo o padrão observado. A sua elaboração promoveu um ponto importante a ser salientado, a diferença entre a quantidade de restrições identificadas durante a elaboração do banco de dados em contraponto com as identificadas durante o estudo exploratório, mostrando o quanto muitas passam despercebidas, ou não são lembradas durante as reuniões. Conforme o andamento do estudo, a análise das restrições e elaboração do banco de dados passou do horizonte do médio prazo, para o longo e curto a partir da divisão da PLS, sendo já direcionados desde o começo a todos os setores do empreendimento, pensando desde as fases iniciais de projeto, até a execução de campo, inspirado pelas diretrizes do AWP.

Este estudo promoveu um refino do modelo, abrangendo além do horizonte do médio prazo, bem como uma melhora na eficiência das reuniões e análise das restrições, tornando os encontros mais curtos, dinâmicos e objetivos. Apesar do aumento na quantidade de restrições, estas já estavam identificadas e direcionadas, precisando manter seu monitoramento e identificar eventuais problemas emergentes.

Na sequência, o estudo de caso 2 teve como objetivo a aplicação do modelo refinado a partir do banco de dados desenvolvido e demais pontos observados, no entanto, neste estudo foram implementados todos os níveis do SLP, exceto o planejamento de fases, visto que a empresa estava se estruturando em relação a este método e tinha interesse em utilizá-lo como parte de seus procedimentos. Neste caso, os resultados foram satisfatórios, uma vez que a empresa não estava familiarizada com o método, tampouco as rotinas estabelecidas nele, então ter uma padronização e diretrizes a seguir, fez com o que o trabalho fluísse de maneira que não apresentou maiores dificuldades e corroborou com os resultados encontrados no primeiro estudo. Aqui também foi utilizado o conceito de pacotes de trabalho de longo, médio e curto prazo, com o auxílio da PLS.

Finalmente, o estudo de caso 3 trouxe a oportunidade de trabalhar no contexto de obras rápidas e industriais, diferentemente dos demais estudos, onde foram realizados dentro da construção de edificações habitacionais. Além disso, com o apoio e incentivo da diretoria da empresa em que este foi realizado, foi possível trabalhar com o nível do planejamento de fases do SLP. Este cenário mostrou as semelhanças com o AWP, no sentido de “planejar com o fim em mente”, a partir de marcos, e então, desde a concepção do projeto, identificar as restrições, designar recursos e direcioná-las aos responsáveis. Mais uma vez, o banco de dados de restrições foi adaptado a este novo contexto, no entanto, muitas atividades permaneceram as mesmas, apenas foram readequados os pacotes de trabalho de longo prazo. O banco de dados serviu como norte para o início da distribuição das restrições para cada fase. A cada contratação de um novo empreiteiro, estas informações eram passadas adiante. As planilhas utilizadas também passaram por modificações considerando as mais pertinentes para este contexto e para os responsáveis. Os resultados foram positivos, possibilitando a programação das tarefas livres e desimpedidas, resultando na finalização da obra antes do previsto.

Em suma, a finalização destes estudos e análise de resultados mostrou que a aplicação deste modelo, seguindo os principais pontos nele relacionados, contribui efetivamente para uma análise de restrições mais eficaz, objetiva e assertiva. O planejamento de fases é um ponto convergente e complementar ao AWP, que mostrou ser um diferencial no gerenciamento das restrições, pois a distribuição das demandas logo no início e por setor, reflete em um engajamento da equipe para resolver o problema. A percepção das restrições como um padrão repetitivo de ação + recurso + instanciação, facilitou na hora de categorizá-las, promovendo maior confiabilidade no mapeamento destas dentro das fases e diminuindo as chances de restrições serem esquecidas. Além do que, a criação de um banco de dados funciona como uma memória dentro da empresa, guiando novos colaboradores e não perdendo o histórico independentemente de eventuais mudanças organizacionais, evitando gastar energia identificando restrições previamente identificadas em empreendimentos semelhantes.

6.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

A partir da realização da pesquisa, apresentam-se as seguintes recomendações para trabalhos futuros relacionados à análise sistemática das restrições:

- a) Automatização de ferramenta para gerenciamento de restrições a partir de um banco de dados, onde fossem emitidos alertas para os responsáveis a cada atualização dos itens ou a cada data prestes a ser superada, contemplando além do campo para restrições padrões, um para restrições emergentes;
- b) Investigar o uso de tecnologias digitais para apoiar a gestão das restrições, tais como a interrelação entre *Building Information Modeling* (BIM) e aplicativos para troca de informações;
- c) Análise de sinergia entre conteúdo dos pacotes de trabalho durante as fases dos empreendimentos com procedimentos de trabalho padronizado, identificando os pontos de troca, todos os recursos e restrições;
- d) Adaptação do modelo e banco de dados para empresas de produtos repetitivos industrializados, promovendo um estudo comparativo entre obras industrializadas e convencionais.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T. da C. L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras proposta baseada em estudos de caso.** 152 f. 2000. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- ANGELIM, V. L. **Proposta de modelo para apoio à realização do planejamento de médio prazo na construção civil.** 178 f. 2019. - Universidade Federal do Ceará, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- BALLARD, G. Lookahead planning: the missing link in production control. *In: , 1997. 5th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction, Gold Coast, Australia.* 1997. p. 1–14. Available at: http://leanconstruction.dk/media/16980/Lookahead_Planning__The_Missing_Link_in_Production_Control_.pdf
- BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control.** 1689–1699 f. 2000. - The University of Birmingham, 2000. Available at: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- BALLARD, G.; HOWELL, G. An update on last planner. *In: , 2003. 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Virginia, USA.* 2003. p. 1–10.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing lean construction: stabilizing work flow. *In: , 1994. 2nd workshop on lean construction, Santiago, Chile.* 1994. p. 101–110.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. **SHIELDING PRODUCTION: ESSENTIAL STEP IN PRODUCTION CONTROL.** 1998a.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: Essential Step in Production Control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 1, p. 11–17, 1998b. Available at: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1998\)124:1\(11\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124:1(11))
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Toward Construction JIT. *In: , 1995. Association of Researchers in Construction Management Conference, ARCOM.* 1995.
- BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. **Current Process Benchmark for the Last Planner System** *Lean Construction Journal.* 2016. Available at: p2sl.berkeley.edu.
- BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. **Project Production Systems Laboratory White Paper: A Critique of Advanced Work Packaging.** 2015.
- CAIXA. **COT - Caderno de Orientações Técnicas – Acompanhamento de Obras – FAR e Mercado.** 2015.
- CAIXA. **COT - Caderno de Orientações Técnicas – Crédito Imobiliário Pessoa Física - Análise de Projeto e Acompanhamento de Obra.** 2019.

CHOO, H. J. *et al.* WorkPlan: Constraint-Based Database for Work Package Scheduling. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 9364, n. June, p. 151–161, 1999. Available at: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1999\)125](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1999)125)

CHOO, H. J. *et al.* WorkPlan: Database for Work Package Production Scheduling. *In:* , 1998. **6th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction, Guarujá, Brazil**. 1998. p. 13–15. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12032-012-0274-0>

CII; COAA. **Advanced Work Packaging: Implementation Guidance**. Austin: [s. n.], 2013a. v. *IIE-book*.

CII; COAA. **Advanced Work Packaging Solution**. Austin: [s. n.], 2013b. v. *IE-book*.

CODINHOTO, R. **Diretrizes para o Planejamento e Controle Integrado dos Processos de Projeto e Produção na Construção Civil**. 176 f. 2003. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

COELHO, H. O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil**. 133 f. 2003. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

CORDEIRO, D. Aplicação da Teoria das Restrições em uma Indústria Metalúrgica. *In:* , 2016. **SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. 2016. p. 1–12.

COSTA, B. F. **Estudo sobre os ganhos obtidos com a adoção do Last Planner System aplicado ao planejamento e controle na construção de uma usina hidrelétrica de grande porte**. 66 f. 2017. - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

EBBS, P. J.; PASQUIRE, C. L. Make ready planning using flow walks: A new approach to collaboratively identifying project constraints. *In:* , 2018. **26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Chennai, India**. 2018. p. 734–743. Available at: <https://doi.org/10.24928/2018/0448>

FAYEK, A. R.; PENG, J. Adaptation of WorkFace Planning for construction contexts. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 40, n. 10, p. 980–987, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1139/cjce-2013-0190>

FIREMAN, Marcus C.T.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. Integrating production and quality control: Monitoring making-do and unfinished work. *In:* , 2013. **21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Fortaleza, Brazil**. 2013. p. 453–463.

FIREMAN, Marcus Costa Tenório. **Proposta de método de controle integrado entre produção e qualidade com mensuração de perdas por making-do e pacotes informais**. 179 f. 2012. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

FORMOSO, C. T. *et al.* An Exploratory Study on the Applicability of Process Transparency in Construction Sites. *In:* , 2011. **19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Lima, Peru**. 2011.

FORMOSO, C. T. *et al.* **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta.** 2. ed., Nobel, 1984.

GUPTA, M. C.; BOYD, L. H. Theory of constraints: A theory for operations management. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 28, n. 10, p. 991–1012, 2008. Available at: <https://doi.org/10.1108/01443570810903122>

HAMDI, O. **Advanced Work Packaging from project definition through site execution: driving successful implementation of WorkFace Planning.** 2013. 2013. Available at: <http://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/21384>

HAMDI, O. **Treinamento AWP.** 2019.

HAMZEH, F.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. Rethinking lookahead planning to optimize construction workflow. **Lean Construction Journal**, v. 2012, n. May 2014, p. 15–34, 2012.

HAMZEH, F. R.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. Improving construction work flow - The connective role of lookahead planning. *In:* , 2008. **16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Manchester, UK.** 2008. p. 635–646.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J. Design Science in Information Systems Research. **Management Information Systems Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004. Available at: <https://doi.org/10.1021/jm991076c>

HOLMSTRÖM, J.; KETOKIVI, M.; HAMERI, A. P. Bridging practice and theory: A design science approach. **Decision Sciences**, v. 40, n. 1, p. 65–87, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00221.x>

ISAAC, S.; CURRELI, M.; STOLIAR, Y. Work packaging with BIM. **Automation in Construction**, v. 83, n. May, p. 121–133, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.030>

ISATTO, E. L. *et al.* **Lean Construction: Diretrizes E Ferramentas Para O Controle De Perdas Na Construção Civil.** 1. ed. Porto Alegre: [s. n.], 2000. v. 5

KASANEN, A.; LUKKA, K.; SIITONEN, A. The Constructive Approach in Management Accounting Research. **Journal of Management Accounting Research**, v. 5, n. June 1991, p. 243–264, 1993. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/17506200710779521>

KOSKELA, L. *et al.* If CPM is so bad, why have we been using it so long? *In:* , 2014. **22th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Oslo, Norway.** 2014. p. 27–37.

KOSKELA, L. Making-Do the Eighth Category of Waste.pdf. *In:* , 2004. **12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Helsingør, Denmark.** 2004. Available at: <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9386/>

KOSKELA, L. Management of production in construction: a theoretical view. *In:* , 1999. **7th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction, Berkeley, California**. 1999. p. 241–252.

LAUFER, A. *et al.* The multiplicity concept in construction. **Construction Management and Economics**, v. 11, p. 53–65, 1994.

LAUFER, A.; COHENCA, D. Factors affecting construction-planning outcomes. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 116, n. 1, p. 135–156, 1990.

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**, v. 3, n. 1, p. 342–344, 1987. Available at: <https://doi.org/10.3109/13880206309102226>

LEÃO, C. F. **Proposta de Modelo para Controle Integrado da Produção e da Qualidade Utilizando Tecnologia de Informação**. 178 f. 2014. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

LI, X. *et al.* Developing a conceptual framework of smart work packaging for constraints management in prefabrication housing production. **Advanced Engineering Informatics**, v. 42, n. January, p. 100938, 2019a. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2019.100938>

LI, X. *et al.* Integrating Building Information Modeling and Prefabrication Housing Production. **Automation in Construction**, v. 100, n. December 2018, p. 46–60, 2019b. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.12.024>

LI, X. *et al.* RBL-PHP: Simulation of Lean Construction and Information Technologies for Prefabrication Housing Production. **Journal of Management in Engineering**, v. 34, n. 2, p. 04017053, 2018. Available at: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000577](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000577)

LINDHARD, S.; WANDAHL, S. The robust schedule - A link to improved workflow. *In:* , 2012. **20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, San Diego, USA**. 2012.

LUKKA, K. The Constructive Research Approach. **Mendeley Desktop**, v. 1, n. 2003, p. 1–16, 2003.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. Decision Support Systems. **Decision Support Systems**, v. 15, p. 251–266, 1995. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.826.5567&rep=rep1&type=pdf>

MEEKS, S. E. **Enhanced work packaging: design through workforce execution**. 318 f. 2011. - The University of Texas at Austin, 2011.

NEVES, I. C. B. *et al.* Aplicação da teoria das restrições em uma indústria de laticínios: um estudo de caso. **Revista Produção Online**, Florianópolis, p. 656–683, 2020.

PEGORARO, F. Aplicação Dos Cinco Passos Da Melhoria Contínua Da Teoria Das Restrições (Toc): O Caso De Uma Indústria De Cal. **Rev. Cereus**, Gurupi, p. 292–305, 2018. Available at: <https://doi.org/10.22533/at.ed.99418091222>

PELLEGRINO, S. P. **Introduction to CII 's Advanced Work Packaging – An Industry Best Practice**. 2017.

PORWAL, V. *et al.* Last planner system implementation challenges. *In:* , 2010. **18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, July 2010, Technion, Haifa, Israel**. 2010. p. 548–556.

RYAN, G. **Schedule for Sale**. Bloomington: AuthorHouse, 2009.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. 150 f. 2010. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

TEZEL, A. *et al.* Lean Construction and BIM in Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs) in Construction: A Systematic Literature Review. **Journal of Civil Engineering**, p. 1–49, 2020.

TOMMELEIN, I. D. Pull-driven scheduling for pipe-spool installation: Simulation of lean construction technique. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 4, p. 279–288, 1998.

TOMMELEIN, I. D.; BALLARD, G. Look-ahead planning: screening and pulling. *In:* , 1997. **2th International Seminar on Lean Construction, São Paulo, Brasil**. 1997. p. 1–12.

VIANA, D. D. *et al.* A Survey on the Last Planner System: Impacts and Difficulties for Implementation in Brazilian Companies. *In:* , 2010. **18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, July 2010, Technion, Haifa, Israel**. 2010. p. 1–10.

WANG, J. *et al.* Developing and evaluating a framework of total constraint management for improving workflow in liquefied natural gas construction. **Construction Management and Economics**, v. 34, n. 12, p. 859–874, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1080/01446193.2016.1227460>

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WU, C. *et al.* Hybrid deep learning model for automating constraint modelling in advanced working packaging. **Automation in Construction**, v. 127, n. October 2020, p. 103733, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103733>

XING, W. *et al.* Implementing lean construction techniques and management methods in Chinese projects: A case study in Suzhou, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 286, p. 124944, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124944>

YIN, R. K. **Estudo de caso - Planejamento e Métodos**. 2. ed. 2001.