



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: ESTRUTURAS E
CONSTRUÇÃO CIVIL

ANDREIA CARDOSO ALVES

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE MÉDIO
PRAZO: LIÇÕES E DESAFIOS A PARTIR DE UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO
DE UMA USINA FOTOVOLTAICA DE GRANDE PORTE

FORTALEZA

2024

ANDREIA CARDOSO ALVES

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO:
LIÇÕES E DESAFIOS A PARTIR DE UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE UMA
USINA FOTOVOLTAICA DE GRANDE PORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Construção civil.

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.
Coorientador: Prof. Dr. Antônio Nunes de Miranda Filho

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A477d Alves, Andreia Cardoso.
Diretrizes para implementação do planejamento de médio prazo : Lições e desafios a partir de um projeto de construção de uma usina fotovoltaica de grande porte / Andreia Cardoso Alves. – 2024.
195 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.
Coorientação: Prof. Dr. Antônio Nunes de Miranda Filho.
1. Planejamento de médio prazo. 2. Sistema last planner®. 3. Implementação. 4. Melhoria. 5. Diretriz. I. Título.

CDD 624.1

ANDREIA CARDOSO ALVES

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO:
LIMES E DESAFIOS A PARTIR DE UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE UMA
USINA FOTOVOLTAICA DE GRANDE PORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Construção civil.

Aprovada em: 09/08/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Antônio Nunes de Miranda Filho (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luis Felipe Cêndido (Membro interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luiz Fernando Mahlmann Heineck (Membro externo)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof. Dr. Arioaldo Denis Granja (Membro externo)
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas sucessivas vidas, pelas inúmeras chances, pelo benevolente perdão, pelos misericordiosos desígnios e, principalmente, por me mostrar que a vida é mais mágica, do que lágica.

A meu pai, Antônio, pela simplicidade de seus ensinamentos e pela capacidade de vislumbrar, apesar de seu pouco grau de instrução, a importância da educação na vida de seu rebento.

À minha mãe, Maria, pela educação rigorosa e por seus brocardos populares, cujo cunho moral foram os primeiros alicerces de minha formação humana.

À Alexandra, minha querida esposa, por compreender meus momentos de ausência, quer seja por conta do trabalho, quer seja por conta do mestrado; pelas palavras amorosas, nos dias que a pesquisa não fluía e que o trabalho me pedia mais do que eu poderia dar; pela luz, nas horas em que minha mente estava cega pelas emoções do astral; pela silenciosa e constante presença e pelo amor oferecido.

Ao Prof. Dr. José de Paula Barros Neto, pela paciência, quando a pesquisa enfrentou desafios; pela motivação, nos momentos de cansaço e de dúvidas; pelo tempo oferecido; pelos ensinamentos e, principalmente, por apresentar uma possível direção dos ventos, quando o "barco" da pesquisa parecia estar à deriva.

Ao Prof. Dr. Antônio Nunes de Miranda Filho, pela sugestão de tema da pesquisa, pelo apoio, pela confiança e por toda a orientação oferecida.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Heineck, pelo benevolente comprometimento com a gestão; pela inspiração que sua figura por si mesma suscita; pelas palavras enfáticas e assertivas; pela disponibilidade e por todo material acadêmico cuidadosamente escolhido e enviado.

Ao Prof. Dr. Arioaldo Denis Granja e ao Prof. Dr. Luis Felipe Córdido, pelo tempo concedido, pelas sugestões oferecidas, pelas críticas e pelas reflexões tecidas para o bem do trabalho.

Também vos foi dito que a vida é escuridão e, em vosso cansaço, fazeis-vos eco de tudo o que os cansados vos disseram. E eu vos digo que a vida é de fato escuridão, exceto quando há vontade. E que toda a vontade é cega, exceto quando há inteligência. E que toda inteligência é vã, exceto quando há trabalho. E que todo o trabalho é vazio, exceto quando há amor. E quando trabalhais com amor, estais a ligar-vos a vós mesmos e uns aos outros e a Deus.

Khalil Gibran

RESUMO

O Planejamento de Médio Prazo (PMP) é um horizonte de planejamento do LPS que promove a interface entre o planejamento de longo prazo e o planejamento de curto prazo. Trata-se de uma abordagem que busca realizar o detalhamento das operações, a identificação e remoção de restrições e a criação de um banco de atividades prontas para execução. Por meio do PMP, é possível blindar a produção contra problemas relativos a projetos, materiais, equipamentos, método de obra, dentre outros. Contudo, a margem de sua importância para a gestão de obras, o PMP ainda enfrenta dificuldades em seu processo de implementação, sendo, por vezes, executado de forma pouco eficaz. Além disso, há escassez de estudos relacionados ao PMP, no contexto de projetos de infraestrutura, apesar da relevância destes projetos para o desenvolvimento regional ou nacional. Nesse sentido, observa-se a necessidade de analisar o processo de implementação do PMP, em empreendimentos de infraestrutura, com vistas a identificar as melhores práticas e subsidiar os profissionais da construção, na execução desta etapa do LPS. Assim, a presente pesquisa tem como ponto de partida um conjunto de recomendações conceituais e práticas para a implementação do PMP, nos projetos de construção. Ao analisar a implantação do PMP, em um projeto de construção de uma usina fotovoltaica de grande porte, a pesquisa busca identificar e discutir as dificuldades para implementação e as sugestões de melhorias para o PMP empregado. A estratégia de pesquisa utilizada foi estudo de caso. A pesquisa foi dividida em três fases, a saber: fase de compreensão, fase de estudo empírico e fase de reflexão. Na fase de compreensão, foram investigadas as principais abordagens empregadas para implementação do PMP, em projetos de construção. Na fase de estudo empírico, o trabalho explorou a implementação do PMP adotado no projeto de construção de uma usina fotovoltaica, sob luz de aspectos processuais, organizacionais e técnicos. A coleta de dados da pesquisa ocorreu por meio de entrevistas, análise documental e observação participante. Durante a fase de estudo empírico, a pesquisa discutiu os indicadores de planejamento, as barreiras percebidas para implementação do PMP e as sugestões de melhorias pertinentes. Na fase de reflexão, o trabalho trouxe as principais diretrizes para o PMP em projetos de usinas fotovoltaicas e apresentou um conjunto de propostas para aprimoramento de um modelo conceitual de médio prazo, levando em conta os achados da literatura e as lições aprendidas no estudo de caso. A partir do conjunto de diretrizes, concluiu-se que o desenvolvimento do caderno de restrições tem potencial para auxiliar na identificação das restrições que impedem o início e a continuidade das atividades, além de facultar menor dependência da memória dos participantes. Ademais, concluiu-se que fomentar a colaboração, a participação precoce das partes interessadas, o apoio da alta gestão, a utilização da análise de riscos para priorização de restrições, a realização de treinamentos, a promoção da gestão visual, o acompanhamento diário de restrições, dentre outros, auxiliam na implementação do PMP, proporcionando um direcionamento acerca das rotinas e dos aspectos de implantação que devem ser seguidos pelos projetos de usinas fotovoltaicas.

Palavras-chave: Planejamento de médio prazo; sistema last planner; implementação; melhoria; diretriz.

ABSTRACT

Medium-Term Planning (PMP) is an LPS÷ planning horizon that promotes the interface between long-term planning and short-term planning. This is an approach that seeks to detail operations, identify and remove restrictions and create a bank of activities ready for execution. Through PMP, it is possible to protect production against problems related to projects, materials, equipment, labor, among others. However, despite its importance for construction management, PMP still faces difficulties in its implementation process, sometimes being executed in an ineffective way. Furthermore, there is a scarcity of studies related to PMP, in the context of infrastructure projects, despite the relevance of these projects for regional or national development. In this sense, there is a need to analyze PMP implementation process in infrastructure projects, with a view to identifying best practices and supporting construction professionals in carrying out this stage of LPS÷ . Thus, this research has as its starting point a set of conceptual and practical recommendations for implementation of PMP in construction projects. By analyzing the implementation of the PMP, in a construction project for a large photovoltaic plant, this research seeks to identify and discuss the difficulties in implementation and suggestions for improvements to the PMP used. The research strategy used was case study. The research was divided into three phases, namely: understanding, empirical study and reflection phases. In the understanding phase, the main approaches used to implement the PMP in construction projects were investigated. In the empirical study phase, the work explored the implementation of the PMP adopted in the photovoltaic plant, considering procedural, organizational and technical aspects. Research data collection occurred through interviews, document analysis and participant observation. During the empirical study phase, the research discussed planning indicators, perceived barriers to implementing the PMP and suggestions for relevant improvements. In the reflection phase, the work brought the main guidelines for the PMP, in photovoltaic plant projects, and presented a set of propositions for improving a medium-term conceptual model, taking into account literature findings and lessons learned, in empirical study. From the set of guidelines, it was concluded that the development of the restrictions notebook has the potential to help identify restrictions that prevent the beginning and continuity of activities, in addition to providing less dependence on the participants' memory. Furthermore, it was concluded that fostering collaboration, early participation of stakeholders, support from senior management, the use of risk analysis to prioritize restrictions, carrying out training, promoting visual management, daily monitoring of restrictions, among others, assist in the implementation of the PMP, providing guidance on the routines and implementation aspects that must be followed by photovoltaic plant projects.

Keywords: Medium term planning; last planner system÷ ; implementation; improvement; guideline.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estratifica�o do LPS÷	24
Figura 2 - Prepara�o das tarefas.....	25
Figura 3 - Modelo teórico de Planejamento de Médio Prazo	36
Figura 4 - Enquadramento metodológico	43
Figura 5 - Delineamento da pesquisa.....	44
Figura 6 - Fontes de evidência para a pesquisa.....	51
Figura 7 - Distribu�o do total anual das publica�es da Revisão Sistemática de Literatura	58
Figura 8 - Escopo dos projetos da Revisão Sistemática de Literatura.....	59
Figura 9 - Distribu�o mundial das publica�es da Revisão Sistemática de Literatura.....	60
Figura 10 - Etapas de implementa�o do LPS÷	88
Figura 11 - Treinamento para implementa�o do LPS÷	89
Figura 12: Marcos contratuais	90
Figura 13 - LBMS do projeto	91
Figura 14 - LBMS desenvolvida no software Prevision.....	91
Figura 15 - Quadro padrão de médio prazo	93
Figura 16 - Sala com os quadros do PMP	94
Figura 17 - Painel do plano de a�o.....	95
Figura 18 - Reunião da torre de controle	98
Figura 19 - Pulmões perimetrais para estocagem de material	98
Figura 20 - �rea de estocagem no fundo dos eletrocentros e na lateral dos acessos.....	99
Figura 21 - Primeira reunião de médio prazo do projeto.....	101
Figura 22 - Programa�o de 8 semanas	103
Figura 23 - Pictograma de crava�o de estacas	104
Figura 24 - Reunião de check-in / checkout.....	114
Figura 25 - Restri�es acumuladas nas três primeiras semanas do horizonte do PMP	124
Figura 26 - Pull Planning de engenharia	127
Figura 27 - Linha do tempo das melhorias implementadas	152

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Visão integrada de transformação, fluxo e valor (TFV).....	23
Quadro 2 - Tipos /categorias de restrições propostos na literatura.....	32
Quadro 3 - Categorias de restrições de Angelim (2019).....	33
Quadro 4: Critérios de inclusão e exclusão das publicações.....	46
Quadro 5 - Relevância das publicações da Revisão Sistemática de Literatura.....	47
Quadro 6 - Documentos analisados	52
Quadro 7 - Recomendações da literatura para implementação do PMP - luz dos aspectos processuais.....	81
Quadro 8 - Recomendações da literatura para implementação do PMP - luz dos aspectos organizacionais.....	83
Quadro 9 - Recomendações da literatura para implementação do PMP - luz dos aspectos técnicos.....	84
Quadro 10 - Categorias de restrições adotadas pelo projeto.....	94
Quadro 11 - Aspectos processuais implementados.....	105
Quadro 12 - Aspectos organizacionais implementados.....	106
Quadro 13 - Aspectos técnicos implementados.....	106
Quadro 14 - Procedimento de PMP proposto por Angelim (2019) e procedimento de PMP do estudo de caso.....	108
Quadro 15 - Dificuldade para implementação do PMP sob o prisma dos aspectos processuais	122
Quadro 16 - Dificuldade para implementação do PMP sob o prisma dos aspectos organizacionais.....	139
Quadro 17 - Dificuldade para implementação do PMP sob o prisma dos aspectos técnicos.....	148
Quadro 18 - Dificuldades de natureza processual e correlatas sugestões de melhorias	153
Quadro 19 - Dificuldades de natureza organizacional e correlatas sugestões de melhorias..	155
Quadro 20 - Dificuldades de natureza técnica e correlatas sugestões de melhorias.....	156
Quadro 21 - Diretrizes de natureza processual para a implementação do PMP.....	162
Quadro 22 - Diretrizes de natureza organizacional para implementação do PMP	164
Quadro 23 - Diretrizes de natureza técnica para a implementação do PMP.....	166

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização dos entrevistados.....	54
Tabela 2 - Origem das publicações da Revisão Sistemática de Literatura.....	58
Tabela 3 - Estratégia de pesquisa das publicações analisadas.....	59
Tabela 4 - Distribuição dos países.....	60
Tabela 5 - Total de recomendações de literatura alusivas aos aspectos processuais.....	85
Tabela 6 - Total de recomendações de literatura alusivas aos aspectos organizacionais.....	86
Tabela 7 - Total de recomendações de literatura alusivas aos aspectos técnicos.....	86
Tabela 8 - Total de recomendações conforme aspectos de implementação.....	87
Tabela 9 - Total de práticas de PMP.....	107
Tabela 10 - Práticas formais e informais adotadas no estudo de caso.....	107
Tabela 11 - Benefícios do PMP.....	111
Tabela 12 - Dados estatísticos do IDP do projeto.....	115
Tabela 13 - Dados estatísticos do IRR do projeto.....	116
Tabela 14 - Total de restrições e média de dias de atraso por categorias de restrições.....	116
Tabela 15 - Total de restrições concluídas dentro e fora do prazo.....	118
Tabela 16 - Categorias de restrições concluídas dentro e fora do prazo.....	119
Tabela 17 - Causas de atraso do projeto.....	120
Tabela 18 - Dados estatísticos do PPC do projeto.....	121
Tabela 19 - Causas de não conclusão das atividades.....	121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB	Activity-Based
ADC	Automated Data Collection
ANOVA	Análise de variância
BIM	Building Information Modeling
CF	Cronograma Físico
COD	Commercial Operating Date
COP	Conference of the Parties
CPM	Critical Path Method
DSR	Design Science Research
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EAR	Estrutura Analítica de Riscos
ELP	Estrutura de Locais do Projeto
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
ENTAC	Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
IA	Índice de Aderência global
IAMP	Índice de Aderência do Médio Prazo
ID	Identify (Identidade)
IDP	Índice de Desempenho de Prazo
IGLC	International Group for Lean Construction (Grupo Internacional para Construção enxuta)
IoT	Internet of Things
IPS	Integrated Production Schedule
IRR	Índice de Remoção de Restrições
KPI	Key Performance Indicator
LB	Location-Based
LDCC	Linked-data based construction constraint-checking
LBMS	Location Based Management System
LC	Lean Construction

LAP÷	Lean Approach Process÷
LOB	Line of Balance
LPS÷	Last Planner System÷
MS	Microsoft
NPR	Nºmero de Priorizao do Risco
PCP	Planejamento e Controle da Produo
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PDEs	Plano Decenal de Expansão de Energia
PMP	Planejamento de Médio Prazo
PPC	Percentual do Planejamento Cumprido
QSMS	Qualidade, Segurana, Meio ambiente e Saúde
RDO	Relatório Diário de Obra
RFID	Radio Frequency Identification
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SIBRAGEC	Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construo
StArt	State of the Art through Systematic Review
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
TA	Tarefas Antecipadas ou Task Anticipated
TMR	Tarefas Prontas para Execuo ou Tasks Made Ready
TQC	Total Quality Management
KI-VP	Knowledge Innovation/Visual Planning
VM	Visual Management
WoS	Web of Science

SUMÉRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Contextualização da pesquisa.....	16
1.2 Justificativa	17
1.3 Questão da pesquisa	20
1.4 Objetivos.....	21
1.4.1 Objetivo Geral	21
1.4.2 Objetivos Específicos	21
1.5 Delimitação do trabalho.....	21
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 Lean Construction	22
2.2 Last Planner System ÷	23
2.3 Interface entre o Planejamento de Longo e Médio Prazo.....	27
2.4 Planejamento de Médio Prazo.....	28
2.4.1 Preparação das tarefas no PMP	30
2.4.2 Tipos de restrições	31
2.4.3 Análise de restrições	33
2.4.4 Modelo para implantação do PMP em projetos de construção	34
2.5 Métricas de Planejamento	37
2.6 Gerenciamento de riscos	38
2.7 Considerações sobre este capítulo.....	41
3. MÉTODO DE PESQUISA	42
3.1 Enquadramento metodológico	42
3.2 Delineamento da pesquisa.....	43
3.2.1 Fase de Compreensão.....	45
3.2.2 Fase de Estudo Empírico	48
3.2.3 Fase de reflexão (lições aprendidas e proposição de diretrizes para o PMP)	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1 Resultados da Revisão Sistemática de Literatura	57

4.1.1 Análise descritiva da amostra de trabalhos	57
4.1.2 Aspectos da implementação do PMP	61
4.1.3 Contribuições da literatura para implementação e aprimoramento do PMP – luz dos aspectos processuais, organizacionais e técnicos.....	62
4.1.4 Síntese das principais abordagens empregadas para implementação e aprimoramento do PMP	81
4.2 Implementação do LPS÷ no empreendimento.....	87
4.2.1 Implementação do planejamento de longo prazo.....	88
4.2.2 Implementação do Planejamento de Médio Prazo (PMP).....	92
4.2.3 Implementação do planejamento de curto prazo.....	112
4.3 Análise dos indicadores do LPS÷	114
4.3.1 Análise do indicador de longo prazo.....	115
4.3.2 Análise dos indicadores do PMP.....	116
4.3.3 Relação entre as categorias de restrições e as principais causas de atraso do projeto	119
4.3.4 Análise dos indicadores de curto prazo	120
4.4 Análise das dificuldades e das sugestões para implementação do PMP.....	122
4.4.1 Dificuldades para implementação do PMP e sugestões de melhorias sob o prisma dos aspectos processuais	122
4.4.2 Dificuldades para implementação do PMP e melhorias adotadas sob o prisma dos aspectos organizacionais.....	139
4.4.3 Dificuldades para implementação do PMP e melhorias adotadas sob o prisma dos aspectos técnicos.....	148
4.4.4 Linha do tempo das ações implementadas para melhoria do PMP.....	151
4.4.5 Síntese das dificuldades mapeadas e das propostas de melhorias do PMP	153
4.5 Sugestões de melhorias para o modelo de PMP de Angelim (2019).....	156
4.6 Considerações sobre este capítulo.....	158
5. DIRETRIZES PARA PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO	159
5.1 Proposição de diretrizes – luz dos aspectos processuais de implementação do PMP	159
5.2 Proposição de diretrizes – luz dos aspectos organizacionais de implementação do PMP	163
5.3 Proposição de diretrizes – luz dos aspectos técnicos de implementação do PMP.....	165

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	167
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	170
APNDICE A - ROTEIRO DA OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE (ADAPTADO DE ANGELIM, 2019)	186
APNDICE B - ROTEIRO DA ANÁLISE DOCUMENTAL	187
APNDICE C - ROTEIRO DA ENTREVISTA	188
APNDICE D - MODELO DO CADERNO DE RESTRIÇÕES UTILIZADO.....	189
APNDICE E - CADERNO DE RESTRIÇÕES DA ATIVIDADE DE RESISTÊNCIA DE ISOLAÇÃO DO CABO BT CA.....	190
ANEXO I - GRÁFICO E TABELA DO IDP SEMANAL DO PROJETO	192
ANEXO II - GRÁFICO E TABELA DO IRR SEMANAL DO PROJETO	193
ANEXO III - MODELO DA PLANILHA DE APOIO PARA A ANÁLISE DAS RESTRIÇÕES	194
ANEXO IV - MODELO DA PLANILHA DE PROGRAMAÇÃO SEMANAL	195

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a contextualização da pesquisa, justificativa do tema proposto, questão da pesquisa e objetivos.

1.1 Contextualização da pesquisa

A gestão de projetos de construção é conhecida por ser fragmentada e desconectada entre as etapas de projeto, fornecimento e construção, havendo pouco compartilhamento de informações entre os diferentes atores (Biotto et al., 2022). Além disso, o setor da construção civil apresenta desafios relacionados à alta competitividade, à complexidade dos projetos, à baixa lucratividade, a problemas de fluxos de caixa, à baixa qualificação dos trabalhadores, a problemas referentes ao meio ambiente, à saúde e segurança (Murguía, 2022), à pouca colaboração, ao alto índice de retrabalho, à baixa qualidade do projeto e ao pouco controle sobre o cronograma de construção (Xing, 2019). Tais fatores têm concorrido para constantes quedas nos índices de produtividade, o que tem colocado a indústria da construção civil sob forte pressão (El Damhoury; Hanna, 2020).

Nesse contexto, as empresas do ramo da construção têm buscado estratégias competitivas que promovam maior segurança para a produção, agreguem valor ao produto final, reduzam as incertezas e asseverem salubridade financeira aos projetos. Um dos caminhos trilhados, nesse objetivo, passa pela adoção de diferentes métodos de planejamento e controle propostos pela construção enxuta (Biotto et al., 2022; Gao; Chan; Hendy, 2023). Como exemplo, cita-se o Last Planner System® (LPS®), que tem apresentado bons resultados para as construtoras, em todo o mundo (Castillo; Alarcón; Salvatierra, 2016).

Dentre os benefícios do LPS®, a literatura cita: melhoria da produtividade da mão de obra, aumento da colaboração, possibilidade de desenvolvimento de aprendizado contínuo (Lappalainen, 2022), melhoria na coordenação e comunicação do projeto (Kemmer et al., 2016), maximização da cooperação entre os membros da equipe, melhoria da gestão visual, minimização da variabilidade dos fluxos de trabalho, melhor gerenciamento do projeto, desenvolvimento de planos de trabalho mais robustos (Tayeh et al., 2019), aumento da confiabilidade, transparência e controle em todas as tarefas (Barbosa et al., 2013), organização de recursos e melhor liderança para os projetos (Cervera-Romero et al., 2013).

Desde a criação do Last Planner System®, por Ballard e Howell, estudos foram conduzidos para avaliar a implementação do LPS®, em diferentes projetos de construção, ao redor do mundo. A maioria se debruça sobre projetos de hospitais (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008; Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2009; Seppanen; Ballard; Pesonen, 2010; Alves; Britt, 2011; Dave et al., 2016), laboratórios (Samudio; Alves, 2012), indústria farmacêutica (Power; Sinnott; Mullin, 2020; Power et al., 2023), edificações residenciais e comerciais (Conte, 1998; Mendes Jr; Heineck, 1999; Kim; Jang, 2005; Bortolazza; Formoso, 2006; Lim; Yu; Kim, 2006; Kemmer et al., 2007; Hattab; Zankoul; Hamzeh, 2014; Seppanen; Modrich; Ballard, 2015; Toledo; Olivares; Gonzalez, 2016; Chen et al., 2020; Hamerski; Formoso; Isatto, 2023) e habitação de interesse social (Bortolazza; Formoso, 2006; Bellaver et al., 2022; Conte et al., 2022).

Diferentemente, poucos estudos registraram o processo de implementação do Last Planner System®, em grandes projetos de infraestrutura (Kassab; Young; Laedre, 2020; Belayutham et al., 2021; Formoso et al., 2021; Antonini et al., 2023), apesar do elevado valor e da importância estratégica desses empreendimentos para as nações, regiões ou organizações (Dave; Boddy; Koskela, 2013).

1.2 Justificativa

Em projetos de construção, o controle de produção desempenha importante papel na criação de estabilidade e previsibilidade do fluxo de trabalho (Bortolazza; Formoso, 2006). O Método do Caminho Crítico (CPM) ainda é o método mais frequentemente empregado, no planejamento e controle de projetos (Dave et al., 2015; Olivieri; Granja; Picchi, 2016). Contudo, críticas são tecidas a este método em face do baixo poder de interface entre os diferentes horizontes de planejamento (longo, médio e curto prazo), da falta de informações espaciais das tarefas e da ausência de visibilidade das programações (Dave et al., 2015). À luz destas e de outras inadequações, o Last Planner System® surge como uma alternativa que visa preencher tais lacunas (Dave et al., 2015).

A inspiração para o desenvolvimento do LPS® foi a baixa confiabilidade do fluxo de trabalho em projetos de construção (Ballard, 2021). O controle do fluxo de trabalho coordena o curso laboral e permite a continuidade e o sequenciamento adequados do trabalho (Ballard, 2000). O Last Planner System® propõe controlar a produção por meio da aproximação de três horizontes de tempo, a saber: (1) o que deve ser feito (‘should’) com aquilo que pode ser feito

(`can_), (2) o que pode ser feito (`can_) com aquilo que ser@feito (`will_) e, finalmente, (3) o que ser@feito (`will_) com aquilo que foi efetivamente realizado (`did_) (Ballard; Vaagen, 2017).

Dentro do LPS÷, o lookahead planning ou planejamento de m¶dio prazo (PMP) tem a funo de controle do fluxo de trabalho (Ballard, 2000). Ele ¶ uma etapa fundamental que abrange desde o nvel do planejamento mestre at¶ o nvel do planejamento de curto prazo (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008). No PMP, as atividades do projeto so submetidas a um processo de anlise de restries que permite identificar as barreiras que devem ser eliminadas para que uma tarefa esteja apta para execuo (Ballard, 2000).

Em que pese sua importncia para os projetos de construo, o PMP ainda ¶ fracamente implementado nos empreendimentos (Lagos et al., 2023; E tges et al., 2020; Fireman et al., 2020; Power et al., 2023; Angelim et al., 2020; Utomo Dwi Hatmoko et al., 2018; Daniel; Pasquire; Dickens, 2015). Essa inadequada implementao, aliada  ausncia de entendimento sobre a relao entre restries de produo e o fluxo de trabalho, pode explicar o PPC (Porcentagem de Planos Concludos) relativamente baixo nos projetos de construo (Bortolazza; Formoso, 2006; Abdelhamid, Jain e Mrozowski, 2010). Ademais, falhas de execuo do PMP, especialmente na identificao de restries, podem contribuir para atrasos nos empreendimentos (Toledo et al. (2014).

Segundo Abdelhamid, Jain e Mrozowski (2010), inexistem mecanismos que antecipem os impactos de restries no removidas na confiabilidade do fluxo trabalho. Na ausncia de anlise de restries, a tendncia dos gestores ¶ assumir uma mentalidade reativa (Ballard, 2000) com emisso de respostas aps a ocorrncia do fato em si (Abdelhamid et al., 2009). Assim, a linha de produo pode ser vitimada pelas incertezas do meio, jque os pacotes de trabalho no esto devidamente protegidos das restries que impedem o incio e continuidade do fluxo de trabalho (Samudio; Alves, 2012).

Al¶m dos problemas de implementao do PMP, cumpre destacar que existe uma escassez de estudos alusivos ao m¶dio prazo em obras de diferentes segmentos da construo (Antonini et al., 2023; Mohamed et al., 2021; Kim; Jang, 2006; Javanmardi et al., 2018), como infraestrutura de energia, por exemplo.

No Brasil, o setor de infraestrutura de energia tem crescido de forma significativa, nos ltimos anos (Tolmasquim, 2012), com o governo brasileiro fomentando a implantao de fontes renovveis para diversificar a matriz energtica (Stilpen; Cheng, 2015). Na 21 Conferncia das Partes (COP 21), realizada em Paris no ano de 2015, o pas se comprometeu

em reduzir as emissões de gases de efeito estufa e aumentar a participação de fontes renováveis de energia na matriz energética nacional (Brasil, 2015).

No Plano Decenal de Expansão de Energia 2034, nomeadamente PDEs 2034, o governo brasileiro sublinhou que o setor de infraestrutura de energia deve apresentar investimentos no intervalo de 2024 a 2034, por meio do modelo de concessões (Brasil, 2024a). Além disso, foi realçada a meta de alcançar, até 2030, 50% de participação das fontes renováveis na composição da matriz energética nacional (Brasil, 2022).

Tal cenário de aumento de investimentos em fontes renováveis (Souza, 2017) associado com a corrida para redução da emissão de gases do efeito estufa tem gerado pressão para o encurtamento dos prazos de execução dos projetos relacionados às fontes renováveis de energia (Fireman et al., 2024). Em 2023, estas fontes já somavam 49,1% de participação na matriz energética (Brasil, 2024) com destaque para a geração solar que despontava como sexta maior fonte de energia renovável do país (Brasil, 2024b), tendo crescido 51,5% entre 2021 e 2022 (Brasil, 2023) e 41,7% entre 2022 e 2023 (Brasil, 2024b).

Naturalmente, o cenário de ampliação da geração solar e a demanda por prazos menores tem criado desafios de gestão relacionados à construção dos parques solares. Segundo Fireman et al. (2024), as barreiras gerenciais dos projetos de infraestrutura de energia relacionam-se sobretudo com: prazos exíguos, aumento da competitividade, elevada quantidade de partes interessadas, processo de licenciamento, complexidade de montagem do sistema de geração e implantação de parques em locais inóspitos e com barreiras significativas de infraestrutura.

Tal conjuntura tem promovido uma busca por soluções de gestão que auxiliem na condução destes projetos. Assim, tendo em vista os progressos da implantação do LPS⁺ em diferentes segmentos da indústria da construção (Kemmer et al., 2007; Seppanen; Ballard; Pesonen, 2010; Alves; Britt, 2011; Seppanen; Modrich; Ballard, 2015; Dave et al., 2016; Toledo; Olivares; Gonzalez, 2016; Chen et al., 2020; Power; Sinnott; Mullin, 2020; Power et al., 2023; Bellaver et al., 2022; Conte et al., 2022; Hamerski; Formoso; Isatto, 2023; Fireman et al., 2024), é natural que sua adoção avance na direção de outros tipos de projetos de construção, como usinas fotovoltaicas, por exemplo.

Contudo, inexistem, até o momento, pesquisas relacionadas à implementação do LPS⁺, com destaque para o PMP, no contexto da construção de usinas fotovoltaicas. Assim, o presente trabalho almeja colmatar tal lacuna, apresentando um estudo de caso da implementação do PMP em um projeto de construção de um parque solar de grande porte. Para

tanto, a pesquisa pretende evidenciar as particularidades da implementação do médio prazo e as adequações realizadas em razão do contexto físico da usina.

Deste modo, o presente trabalho torna-se relevante uma vez que tenciona:

- 1) Discutir a implementação do LPS, com ênfase no planejamento de médio prazo, em um projeto de construção de uma usina fotovoltaica de grande porte;
- 2) Analisar os aspectos da implementação do PMP que devem ser observados, durante a implementação do médio prazo, em uma usina fotovoltaica;
- 3) Explorar as abordagens ou rotinas de PMP que podem ser empregadas, em uma usina fotovoltaica de grande porte, e os possíveis desafios atrelados a elas;
- 4) Exibir os caminhos técnicos e práticos percorridos para a implementação do PMP, em usinas fotovoltaicas;
- 5) Contribuir para a disseminação das melhores práticas relacionadas ao médio prazo, em uma usina fotovoltaica de grande porte;
- 6) Auxiliar gestores e pesquisadores na busca por soluções de gestão para os projetos de construção de usinas fotovoltaicas de grande porte.

1.3 Questão da pesquisa

Em face da lacuna de pesquisa relacionada à implementação do LPS, em obras de infraestrutura (Kassab; Young; Laedre, 2020; Belayutham et al., 2021; Formoso et al., 2021; Antonini et al., 2023), e em razão das deficiências e falhas da implementação do PMP em construtoras (Lagos et al., 2023; Etges et al., 2020; Fireman et al., 2020; Power et al., 2023; Angelim et al., 2020; Utomo Dwi Hatmoko et al., 2018; Daniel; Pasquire; Dickens, 2015), a questão geral de pesquisa consiste em: como implementar o planejamento de médio prazo, em usinas fotovoltaicas de grande porte, tendo em vista os seus desafios e as suas características específicas?

Com base nesta questão, formulou-se as seguintes questões secundárias:

- a) Quais são os desafios e soluções identificados, no processo de implementação do planejamento de médio prazo da usina fotovoltaica estudada?
- b) Como as intervenções realizadas nos procedimentos de PMP da usina fotovoltaica auxiliaram na melhoria do médio prazo?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Propor diretrizes para implementação do PMP, em usinas fotovoltaicas, a partir de lições aprendidas em um projeto de construção de uma usina fotovoltaica de grande porte.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Levantar as práticas empregadas para implementação do PMP, em projetos de construção;
- b) Analisar o processo de implementação do PMP em um projeto de construção de uma usina solar;
- c) Discutir as dificuldades ou barreiras encontradas para implementação do planejamento de médio prazo;
- d) Analisar as soluções formuladas para sobrepujar os desafios da implementação do PMP.

1.5 Delimitação do trabalho

A presente pesquisa foi realizada em um projeto de construção de uma usina fotovoltaica de grande porte e tem como objeto de estudo a implementação do planejamento de médio prazo. A Usina foi construída, em um estado do nordeste brasileiro, por um consórcio formado por duas empresas. Além disso, uma consultoria especializada em lean construction também participou do processo de gestão da obra.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo aborda a fundamentação teórica acerca dos principais conceitos do Lean Production, do LPS, do planejamento de médio prazo, das métricas de planejamento e do gerenciamento de risco, em projetos de construção.

2.1 Lean Construction

O lean construction é uma abordagem adaptada, por Lauri Koskela, a partir do lean production (Koskela, 1992). Segundo Koskela et al. (2002), o lean é uma maneira de projetar sistemas de produção com vistas à minimização de desperdício de materiais, tempo e esforço e com o objetivo de gerar o máximo de valor possível. O cerne desta filosofia está na observação de que existem dois tipos de atividades, nos sistemas de produção, a saber: atividades de transformação e de fluxo (Koskela, 1992).

As atividades de transformação são aquelas que agregam valor ao produto final (Koskela, 1992), caracterizando-se pela conversão de entradas em saídas, pela ênfase naquilo que deve ser feito e pela busca da eficiência dos processos produtivos (Koskela, 2000). As atividades de fluxo, por sua vez, são aquelas que não agregam valor, devendo ser reduzidas ou eliminadas (Koskela, 1992). Em geral, as atividades de fluxo são de suporte à transformação, sendo compostas por inspeção, esperas e movimentação (Koskela, 2000).

O conceito de geração de valor está ligado ao atendimento dos requisitos do cliente (Koskela, 2000), à diminuição do custo da produção, à melhoria da eficiência dos processos e à diminuição ou eliminação de todas as atividades que não agregam valor ao produto (CONTE, 1998). Para Ebbes e Pasquire (2018), a geração de valor é obtida principalmente com a otimização do todo e não apenas com partes individuais.

Koskela et al. (2002) enfatiza que as visões de transformação, fluxo e geração de valor são fundamentais para a gestão da produção, devendo ser equilibradas e integradas. Uma abordagem geral desta integração de conceitos é realizada pela teoria TFV, composta pelas definições, princípios, técnicas e objetivos relacionados à Transformação (T), Fluxo (F) e Valor (V) (Koskela, 2000). Todos os sistemas que perseguem os objetivos da TFV são, em princípio, definidos como enxutos (Koskela et al., 2002). O quadro 1 exibe a visão integrada desta teoria.

Quadro 1 - Visão integrada de transformação, fluxo e valor (TFV)

	Transformação	Fluxo	Geração de valor
Conceito de produção	Produção como transformação de entradas em saídas.	Produção como fluxo, composto por transformação, inspeção, movimentação e espera.	Produção como um processo, em que o valor para o cliente é criado por meio do atendimento de seus requisitos.
Princípios	Obter eficiência dos sistemas produtivos.	Eliminar desperdícios.	Eliminar a perda de valor
Principais contribuições	Cuidar daquilo que deve ser feito	Reduzir ou eliminar atividades desnecessárias	Cuidar para que os requisitos do cliente sejam atendidos da melhor maneira possível

Fonte: Koskela (2000)

A fim de melhorar a eficiência das atividades, Koskela (1992) propõe também 11 princípios a serem aplicados nos sistemas de produção, de modo a obter maior eficiência das atividades de fluxo e de conversão. São eles: (1) Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor, (2) aumentar o valor da produção por meio consideração sistemática dos requisitos dos clientes, (3) reduzir a variabilidade, (4) reduzir o tempo de ciclo, (5) simplificar processos com a redução do número de etapas, (6) aumentar a flexibilidade das saídas, (7) aumentar a transparência do processo, (8) focar no controle do processo como um todo, (9) implantar a melhoria contínua nos processos, (10) manter o equilíbrio entre as melhorias das atividades de fluxo e de conversões e (11) empregar benchmarking.

Do exposto, nota-se que o lean construction aplicou uma nova forma de gestão aos empreendimentos da construção, buscando maximizar o desempenho para o cliente, aplicar o controle de produção ao longo da vida do produto, desde o projeto até a entrega (Howell, 1999), promover a transparência, alavancar a melhoria contínua, proteger a produção contra variações de fluxo (Salem et al., 2006), reduzir ou eliminar as atividades que não agregam valor e reduzir o tempo de ciclo (Koskela, 1992), dentre outros.

2.2 Last Planner System

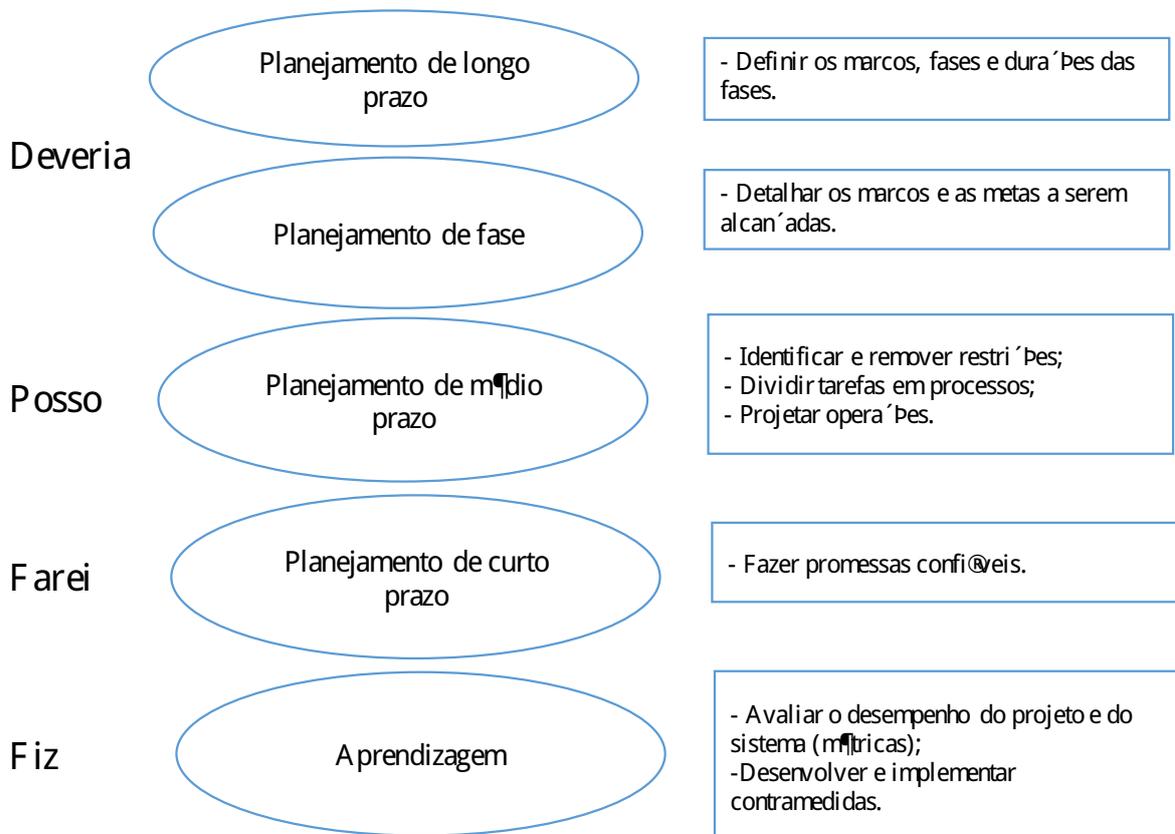
O Last Planner System é uma ferramenta da construção enxuta que visa aumentar a estabilidade dos fluxos de trabalho (Kim; Jang, 2005), melhorar o desempenho da produção e maximizar a confiabilidade do planejamento (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2009). É tido como a ferramenta mais desenvolvida do Lean Construction e enfatiza o relacionamento entre planejamento e controle da produção (Adamu; Howell, 2012). Trata-se de uma abordagem que

oferece solução para enfrentar os problemas de gerenciamento de produção em canteiros de obras (Dave et al., 2015), buscando equilibrar o que deve ser feito com aquilo que pode ser feito (Aslesen; Tommelein, 2016).

Aprender a fazer o que está previsto, no contexto do LPS, uma das chaves para alcançar uma melhor confiabilidade dos fluxos de trabalho (Ballard, 2021) e da produtividade do trabalho (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008). Naturalmente, isto requer julgar o que é possível fazer e buscar as formas de alcançá-lo (Aslesen; Tommelein, 2016).

O LPS estratifica o planejamento e controle da produção em níveis hierárquicos, cujas dimensões correspondem a diferentes funções e horizontes do Projeto (Ballard, 2000); (Ballard, 2021). Estes níveis são: planejamento de longo prazo (master scheduling), planejamento de fase (phase scheduling), planejamento de médio prazo (lookahead planning), planejamento de curto prazo (commitment planning) e aprendizagem (learning) (Ballard, 2021). A figura 1 ilustra a estratificação do LPS.

Figura 1 - Estratificação do LPS



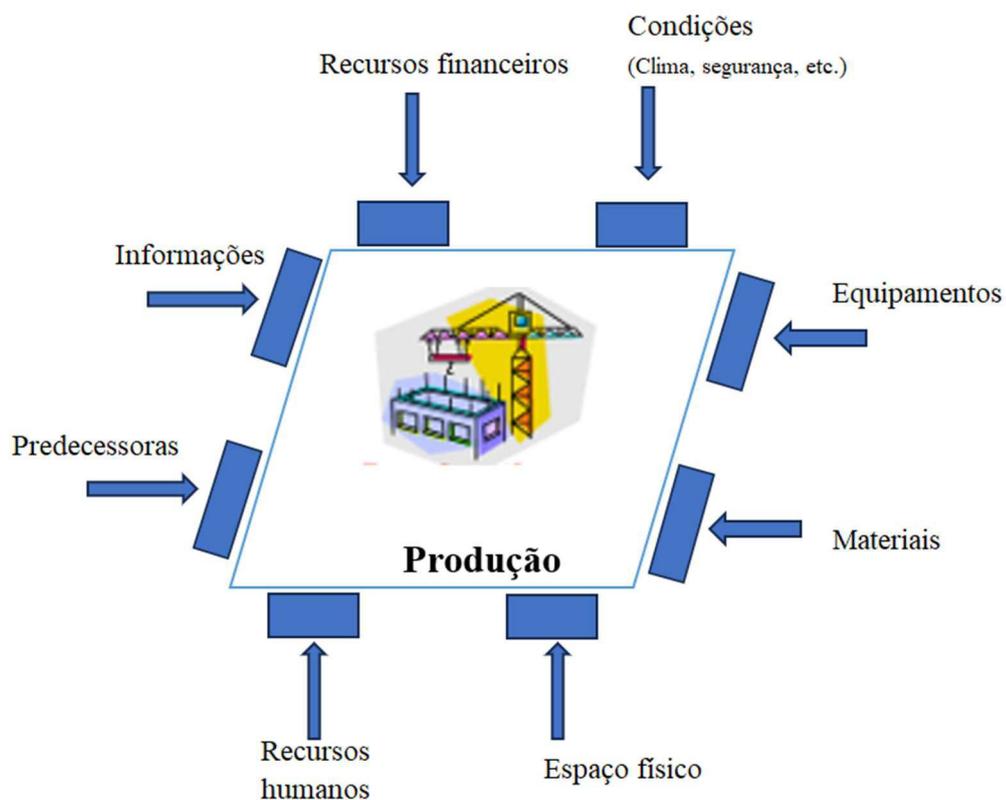
Fonte: Adaptado de Ballard (2021)

O planejamento de longo prazo (master scheduling) corresponde ao gerenciamento dos grandes marcos do projeto, destacando as entregas a serem liberadas, quando o marco estiver concluído (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2009). Apresenta, geralmente, baixo nível de detalhamento, devido à falta de informações sobre as durações e entregas reais (Ballard, 1997).

O planejamento de fase (phase scheduling), por sua vez, detalha e planeja, de forma colaborativa, os marcos descritos, no longo prazo (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2009). Este nível estabelece as metas a serem alcançadas (Ballard; Howell, 2003), e é o elo entre o planejamento de longo prazo e o planejamento de médio prazo (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2009).

O planejamento de médio prazo (lookahead planning), por seu lado, é responsável por identificar e remover as restrições que impedem o início das atividades, em uma determinada janela de tempo (em geral, de 3 a 12 semanas), tornando possível a liberação de tarefas para a programação de curto prazo (Ballard, 2000). No nível do médio prazo, as restrições são identificadas, categorizadas e removidas, de modo a possibilitar a entrada das atividades na produção (Ballard, 2000).

Figura 2 – Preparação das tarefas



Fonte: Adaptado de Hamzeh (2010)

No nível do planejamento de curto prazo, realiza-se o gerenciamento das tarefas liberadas, pelo PMP, e expressa-se o que será feito no período do plano (Ballard, 2021). Usualmente, o período pode variar de um dia de trabalho até uma quinzena (Machado, 2003). Recomenda-se que engenheiros, encarregados e subcontratados estejam envolvidos no plano de projeto de curto prazo com vistas a torná-lo confiável e eficaz (Friblick; Olsson; Reslow, 2009; Kim; Jang, 2005).

Segundo Ballard (2000), o desempenho de um sistema de planejamento, no nível da unidade de produção, está diretamente relacionado à qualidade dos planos produzidos. Assim, as falhas e acertos dos planos devem ser analisadas, buscando medidas de mitigação, no caso de não atendimento dos planos, ou oportunidades de repetição e possível incorporação de prática, no caso de acerto (Ballard, 2021). Esta última etapa consiste na aprendizagem (learning).

Para Friblick, Olsson e Reslow (2009), o LPS é mais eficiente em um ambiente com alto nível de comprometimento, onde todo o pessoal (gerentes, subcontratados e colaboradores da produção) é movido pela vontade de melhorar. Aslesen e Tommelein (2016) enfatizam que o planejamento, no LPS, é uma dinâmica social, na qual fatores humanos podem facilitar ou dificultar a previsibilidade do projeto e a construção de um cronograma. Com efeito, os autores afirmam que garantir o consenso entre as partes envolvidas pode ser mais apropriado do que tentar colocar diferentes informações em um plano (Aslesen; Tommelein, 2016).

Para Power, Sinnott e Lynch (2021), a existência de um colaborador exercendo a função de facilitador do LPS é outro ponto fundamental na implementação Lean, e traz, como benefícios, a melhoria dos fluxos de trabalho, o aumento da produtividade, a propagação e o treinamento de colaboradores na cultura Lean, a melhoria no PPC, dentre outros.

Kassab, Young e Laedre (2020) realçam também a importância da construção de uma relação de confiança entre os colaboradores, com vistas a superação dos desafios de implementação do LPS. Para tanto, sugerem: (1) realização de treinamentos (responsabilidade dos formadores), (2) maior envolvimento dos participantes (responsabilidade dos colaboradores) e (3) desenvolvimento de confiança no sistema e manutenção dos compromissos por parte dos envolvidos (responsabilidade do facilitador) (Kassab; Young; Laedre, 2020).

Aslesen e Tommelein (2016), por meio de uma abordagem sociológica, concluem que existem quatro padrões comportamentais de planejamento, a saber: o Game Player, Gang Pusher, Yes Man e Last Planner. Cada tipo é definido conforme seus conhecimentos

conceituais sobre o LPS e com base em seu nível de comprometimento. Para os autores, o last planner seria o tipo com maior conhecimento teórico e com maior grau de comprometimento, enquanto o Gang Pusher seria o planejador com menor conhecimento e com reduzido nível de compromisso. Além disso, o gang pusher teria um pensamento de empurrar a produção, ao passo que o último planejador estaria mais adaptado a uma lógica de puxar a produção (Aslesen; Tommelein, 2016)

2.3 Interface entre o Planejamento de Longo e Médio Prazo

O Planejamento de fase realiza a interface entre o planejamento mestre e o planejamento de médio prazo (Kim; Jang, 2005). Os marcos do planejamento de longo prazo são "empurrados" para o planejamento de fase (Biotto et al., 2022) e este, por sua vez, planeja as fases do projeto desde a data prevista de conclusão (deadline) até a data prevista de início, ou seja, de trás para frente, empregando uma lógica de "puxar" a produção (Ajarcon; Betanzo; Diethelm, 2004; Ballard, 2021).

Biotto et al. (2022) destacam que para desenvolver um sistema puxado na construção é necessário ainda planejar o sistema de produção para além das atividades da etapa de construção, isto é, levando em consideração a cadeia de suprimentos e a etapa de projetos. Vale ressaltar que o planejamento de fase é realizado de maneira colaborativa, sendo as partes convidadas a participarem ativamente (Ballard; Howell, 2003; Ballard, 2000) com o propósito de desenvolver uma correta sequência de atividades e produzir um fluxo de trabalho aceitável (Ballard, 2021).

Nas sessões de planejamento de fase, quando a data de início é ultrapassada, um replanejamento é necessário, de forma a adequar o cronograma de fase às datas do cronograma mestre (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2009). A orientação puxada do planejamento de fase é também transmitida para o planejamento de médio prazo, no qual é criado um banco ou reserva de atribuições confiáveis e capazes de puxar o trabalho até o nível do plano de curto prazo (Aslesen; Tommelein, 2016).

Nesse contexto, os objetivos do planejamento de fases são (1) produzir um plano para uma fase do projeto que possa ser compreendido e apoiado por todos os envolvidos e (2) produzir um plano a partir no qual as atividades programadas possam ser explodidas em detalhes operacionais, no planejamento de médio prazo, e que possam ser preparadas para inserção nos planos de trabalho de curto prazo (Ballard; Howell, 2003).

Biotto et al. (2022) destacam que os participantes do projeto devem focar na remoção de restrições, atualização dos planos e, quando necessário, replanejamento do projeto. Ademais, sugerem a utilização de cronograma baseado em localização (LBMS) e o desenvolvimento do planejamento do projeto por meio de lógica inversa, ou seja, partindo da data limite do projeto para a data de início (Biotto et al., 2022).

2.4 Planejamento de Médio Prazo

O planejamento tradicional costuma concentrar esforços no longo e no curto prazo, não efetuando uma correta interface entre estes horizontes (Bellaver et al., 2022). Tal abordagem apresenta falhas, pois não leva em conta problemas de campo, não permite uma gestão visual, pretere o processo de colaboração necessário para o correto sequenciamento das atividades e elimina o elemento colaborativo e social do Last Planner (Bellaver et al., 2022). Segundo Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008), quanto maior a lacuna entre o longo e o curto prazo, menor é o PPC e menor é a capacidade de previsão do sistema de planejamento.

O planejamento de médio prazo surge, nesse contexto, como uma etapa fundamental do LPS, uma vez que promove a interface entre o planejamento de longo e de curto prazo (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008; Hamzeh; Zankoul; Sakka, 2016), mantendo o cronograma de longo prazo conforme planejamento inicial (Mendez Júnior; Heineck, 1999).

O papel do PMP é largamente citado na literatura. Para Power et al. (2023), o PMP protege a produção contra os efeitos adversos da incerteza. Hamzeh, Ballard e Tommelein (2011) destacam que o PMP divide as atividades no nível de operações, identifica restrições, atribui responsabilidades e prepara atribuições por meio do processo de remoção de restrições. Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008) afirmam que o PMP é capaz de: (1) remover restrições que impedem a execução das atividades, (2) dimensionar o fluxo de trabalho e (3) criar um acúmulo de atividades viáveis para inserção nos planos de curto prazo. Ballard (1997) enfatiza que o PMP busca moldar o fluxo de trabalho, combinar carga e capacidade, manter um acúmulo de tarefas satisfeitas e identificar operações. Bellaver et al. (2022) salientam que o PMP é uma fonte de dados para tomada de decisões técnicas, análise de indicadores e desburocratização das empresas.

Machado (2003) destaca ainda que o PMP desempenha funções de: (1) formatação da sequência e do ritmo do fluxo de trabalho, (2) harmonização entre fluxo da produção e capacidade do sistema, (3) decomposição das atividades do cronograma mestre em pacote de

trabalho e operações, (4) desenvolvimento de métodos de trabalho detalhados, (5) criação de estoques de serviços disponíveis para execução e (6) atualização e revisão do planejamento de fase e de longo prazo quando necessário. O autor frisa que tais funções são alcançadas por meio de processos, como: definição das atividades, análise de restrições, programação puxada, balanceamento entre carga de trabalho e capacidade do sistema de produção, dentre outros.

Segundo Coelho (2003), o PMP apresenta funções básicas, cujo atendimento é obrigatório em qualquer situação de implementação. As funções básicas são: (1) proteger a produção, (2) integrar os diferentes níveis de planejamento e (3) realizar o controle e aprendizagem. Além das funções básicas, Coelho (2003) sustenta que o PMP também possui funções secundárias ou acessórias que, embora não sejam obrigatórias, podem contribuir para o processo de PCP. As funções secundárias são: (1) analisar os fluxos físicos, (2) gerir custos e planejar e (3) controlar a segurança (Coelho, 2003).

Para proteger a produção de incertezas, o PMP detalha as tarefas do cronograma de fases em atribuições e define suas restrições (Seppanen; Ballard; Pesonen, 2010; Chen et al., 2020). As atribuições de qualidade protegem a produção da incerteza do fluxo de trabalho (Ballard; Howell, 1998). A análise de restrições permite identificar as barreiras que devem ser eliminadas para que uma tarefa esteja apta para execução (Ballard, 2000). Nesse sentido, o PMP molda o fluxo de trabalho, liberando para produção atividades que podem ser executadas e excluindo tarefas que deveriam entrar nos planos semanais, mas que, em função de uma ou mais restrições, não podem ser executadas (Ballard, 1997).

Apesar das vantagens de um bom PMP, algumas pesquisas mostram que sua implementação ainda é ineficiente, resultando em uma fraca interface entre o longo prazo e o curto prazo (Lagos et al., 2023; Power et al., 2023; Fireman et al., 2020; Etges et al., 2020; Angelim et al., 2020; Utomo Dwi Hatmoko et al., 2018; Daniel; Pasquire; Dickens, 2015; Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008; Ballard, 1997). De acordo com Fireman et al. (2020) e Power et al. (2023), o PMP é a etapa de planejamento que tem execução menos efetiva, na construção civil.

Quando aplicado, o PMP resume-se, muitas vezes, a uma rotina mensal entre o planejador e o gerente de obra, utilizando apenas o planejamento Pert-CPM do MS Project e preterindo o aspecto social e colaborativo do PMP (Bellaver et al., 2022). As tarefas, muitas vezes, são programadas para execução sem a remoção total das incertezas (Hamzeh et al., 2012). Isto ocorre, sobretudo, pela falta de um planejamento robusto, pela falta de informações ou simplesmente por pressão para uma ação cíclica (Hamzeh et al., 2012). Além disso, existe

uma escassez de literatura que mostre aos profissionais como implementar o planejamento de médio prazo, em projetos de construção (Power et al., 2023; Angelim, 2019).

2.4.1 Preparação das tarefas no PMP

Uma etapa importante do PMP é a preparação das tarefas que equivale, basicamente, as etapas de identificação e remoção das restrições antes do agendamento e liberação para execução (Ballard, 1997; Lindhard; Wandahl, 2012). O objetivo da análise de restrições é remover restrições e minimizar a incerteza antes que as atribuições sejam liberadas (Kim; Jang, 2006).

Uma restrição consiste em qualquer coisa que possa interromper o fluxo de entrega de um projeto (Ebbes; Pasquire, 2018), como, por exemplo, modo de obra, máquinas, ferramentas, materiais e relações de precedência, dentre outros. A abordagem tradicional do método CPM fornece meios para resolver restrições relacionadas às relações de interdependência entre tarefas (David; Shen, 2001). Contudo, outros tipos de restrições não são rastreados, pelo método CPM, e podem ficar ocultos, no planejamento das tarefas, o que dificulta a realização da atividade, conforme planejado (David; Shen, 2001).

Se as restrições de uma tarefa não forem eliminadas, seu início será comprometido, o que pode gerar os seguintes problemas para o PCP: (1) a tarefa sucessora terá seu início atrasado e (2) os recursos a serem alocados poderão ficar ociosos ou (3) serem deslocados para outra frente de serviço (Davis, 2009). Assim, um elemento essencial para a remoção efetiva da restrição é sua correta e oportuna identificação (Samudio; Alves, 2012). Segundo Alves e Britt (2011), as restrições são normalmente detectadas por meio de cronogramas mestre, especificações do projeto e reuniões de coordenação.

Ballard (2000) sugere que o PMP cubra um intervalo de três a doze semanas, com base nas características do projeto, na confiabilidade do sistema de planejamento e nos prazos de aquisição de informações, materiais, modo de obra e equipamentos. Isto se coaduna com as recomendações de Chen et al. (2020). Hamzeh et al. (2015) acrescenta que este intervalo também está associado às incertezas que afetam a remoção de restrições.

Semanalmente, as restrições devem ser acompanhadas pela equipe da obra, a fim de acompanhar o andamento planejado e evitar imprevistos tardiamente identificados. (Olivieri; Granja; Picchi, 2016). Um processo eficiente de triagem de tarefas, identificação de restrições, priorização e resolução contribui para facilitar o fluxo de trabalho, aumentar o entusiasmo da

equipe, promover maior colaboração entre os envolvidos (Power et al., 2023) e auxiliar no desenvolvimento de buffers apropriados para proteger a produção das incertezas relativas à disponibilidade de recursos (Machado, 2003).

Após a remoção de restrições, o PMP utiliza uma lógica de planejamento puxado, criando um banco de tarefas viável e deixando-as prontas para entrada no plano semanal (curto prazo) (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008). Tal abordagem converte-se em uma ferramenta para melhorar a confiabilidade do fluxo de trabalho (Kim; Jang, 2006).

Frisa-se, contudo, que, em projetos com significativa quantidade de mudanças, a equipe precisa se manter diligente na busca por restrições (Samudio; Alves, 2012). As reuniões de médio prazo proporcionam, nesse sentido, a colaboração e a comunicação vitais para o processo de identificação de restrições e para o enfrentamento das variáveis que continuamente ameaçam a linha de produção (Samudio; Alves, 2012).

Power et al. (2023) sugerem envolver a equipe de gestão mais ampla e os líderes das frentes de serviço, de modo a criar uma compreensão comum e compartilhada dos desafios e peculiaridades do projeto. Antonini et al. (2023) adicionam que, apenas com o envolvimento dos responsáveis das frentes de serviço, é possível obter as informações necessárias para o andamento da reunião, criando, assim, um plano funcional de sequenciamento de atividades com fluxos e transformações.

2.4.2 Tipos de restrições

A divisão das restrições em categorias também parece ser um mecanismo importante para tornar o PMP mais eficaz (Formoso et al., 2022). Ebbs e Pasquire (2018) salientam que as restrições podem ser de diversos tipos e costumam depender do propósito do projeto. Koskela (1999), por exemplo, cita sete categorias de restrições que devem ser observadas para adimplemento das datas planejadas das tarefas. São elas: projeto, materiais, mão de obra, equipamentos, espaço, relação de interdependência entre tarefas e condições externas.

Outros autores acrescentam, à lista de Koskela (1999), aspectos de segurança do trabalho (Hamerski et al., 2021; Hamzeh, 2008; Lindhard; Wandahl, 2012; Bellaver et al., 2022), condições climáticas (Hamzeh, 2008; Lindhard; Wandahl, 2012; Santos, 2004), condições contratuais (Ballard, 2000; Choo; Tommelein, 2000; Kim; Jang, 2006; Wehbe;

Hamzeh, 2013; Bellaver et al., 2022), prioriza²o do trabalho (E bbs; Pasquire, 2018), dentre outros. O quadro 2 compila exemplos de tipos de restri¹ões, na vis²o de diferentes autores.

Quadro 2 - Tipos /categorias de restri¹ões propostos na literatura

Categorias de restri ¹ ões	Refer ¹ ncias
Contrato, projeto, propostas, materiais, pr ¹ é-requisitos de trabalho, espa ¹ o, equipamento, m ² o de obra, licen ¹ ças, inspe ¹ ões e aprova ¹ ões.	Ballard (2000)
Contrato, engenharia, material, m ² o de obra, equipamento e conclus ² o do trabalho anterior.	Choo; Tommelein (2000)
Condi ¹ ões clim ¹ áticas, pr ¹ é-requisitos do trabalho em fun ² o de projetos m ² o conclu ² dos, acesso aos locais de trabalho, sequenciamento e condi ¹ ões de solo.	Santos (2004)
Contratos, projetos, materiais, pr ¹ é-requisitos de trabalho, permiss ¹ ões, inspe ¹ ões, aprova ¹ ões, espa ¹ o e equipamentos	Kim e Jang (2006)
Conclus ² o das atividades predecessoras, materiais, informa ¹ ões, diretrizes, m ² o de obra e equipamentos	Ballard (2007)
Informa ¹ ões, conclus ² o do trabalho anterior, equipamentos, materiais, recursos, condi ¹ ões (clim ¹ áticas, legais, seguran ¹ a, dentre outros)	Hamzeh (2008)
Projeto e gerenciamento da constru ² o, componentes e materiais, m ² o de obra, equipamentos, espa ¹ o, predecessoras, condi ¹ ões clim ¹ áticas, condi ¹ ões de trabalho conhecidas e condi ¹ ões de trabalho seguras	Lindhard e Wandahl (2012)
Informa ¹ ões, espa ¹ o, conclus ² o do trabalho anterior, recursos (m ² o de obra e equipamentos), condi ¹ ões contratuais e externas	Wehbe e Hamzeh (2013)
Informa ¹ ões, equipamentos, materiais, recursos, prioridade de trabalho, condi ¹ ões externas, seguran ¹ a	E bbs e Pasquire (2018)
M ² o de obra, espa ¹ o, equipamentos, projeto e seguran ¹ a	Hamerski et al. (2021)
Informa ¹ ões, espa ¹ o, sequ ¹ ncia executiva, recursos, condi ¹ ões contratuais e condi ¹ ões externas.	Velasquez, Carhuamaca e Farje (2021)
M ² o de obra, materiais, projeto, acessos, equipamentos e ferramentas, seguran ¹ a e contrato	Bellaver et al. (2022)

Fonte: elaborado pela autora

Nota-se que certas categorias de restri¹ões citadas na literatura se repetem, o que sugere uma preocupa²o comum com estas tipifica¹ões. Angelim (2019) adota a maioria das restri¹ões acima listadas e sintetiza-as, conforme quadro abaixo.

Quadro 3 – Categorias de restrições de Angelim (2019)

Categorias de restrições	
Informações	
Recursos	M ² o de obra, material e equipamentos/ferramentas
Segurança, saúde e meio ambiente	EPI e EPC
	Projeto de instalações de segurança
	Treinamento
	Saúde
	Meio Ambiente
Espaço (disponível e seguro)	
Trabalho anterior e qualidade	
Condições climáticas	
Condições de trabalho conhecidas	
Partes interessadas	

Fonte: Angelim (2019)

2.4.3 Análise de restrições

De acordo com Santos (2004), a análise de restrições é uma área de conhecimento que se destina ao estudo da descontinuidade nos processos de produção; podendo ser empregada como ferramenta gerencial para identificação de gargalos do sistema de produção. Goldratt e Cox (2002) definem gargalo como o recurso, cuja capacidade é igual ou inferior a demanda imposta a ele. Para os autores, os recursos gargalo determinam a capacidade de produção de um sistema. Logo, para balancear o fluxo de produto, em uma fábrica, por exemplo, é necessário igualar a capacidade do recurso gargalo à demanda de mercado (Goldratt; Cox, 2002).

Goldratt e Cox (2002) também denominam os recursos gargalos como restrições e sugerem alguns mecanismos para identificá-los, a saber:

- Buscar em bancos de dados a ocorrência de gargalos anteriormente detectados;
- Listar áreas com pouca capacidade de produção;
- Indagar os responsáveis pelas frentes de serviço sobre áreas com pouca capacidade de produção ou com gargalos anteriormente identificados;
- Identificar os recursos com estoque em processo na sua frente, ou seja, com um fila de produtos para produção (Goldratt; Cox, 2002).

Para projetos de construção, Ballard (2021) propõe que o início da análise de restrições ocorra 6 semanas antes do início agendado da atividade. Normalmente, as restrições alusivas a informações (projetos, relatórios de sondagem, dentre outros) e materiais são as mais difíceis de remover, devendo ser priorizadas (Ballard, 2021). Outras restrições podem ser

eliminadas no prazo de 2 a 3 semanas, após o detalhamento dos pacotes de trabalho em operátes, na semana 3. (Ballard, 2021).

Angelim (2019) defende que a análise de restrições seja fomentada pelos seguintes mecanismos: consulta a uma lista de lições aprendidas de restrições para os serviços obtida da experiência com outros projetos similares, distribuição de informações dos serviços que serão discutidos nas reuniões de médio prazo e ampla participação dos trabalhadores de campo nas reuniões.

Goldratt e Cox (2002) sublinham que, após a identificação de uma restrição ou recurso gargalo, é necessário explorar sua utilização pelo sistema observando tempo produtivo, tempo improdutivo, capacidade de produção real, estoque aguardando processamento, dentre outros. Após isto, a equipe deve subordinar o ritmo dos recursos não-gargalos ao ritmo dos gargalos (Goldratt; Cox, 2002). Os autores preconizam ainda que os gargalos devem ter sua capacidade elevada, com intuito de maximizar a produção do sistema. Adicionalmente sugerem a utilização de buffers a fim de criar um pulmão ou reserva, para eventuais casos de desbalanceamento do fluxo (Goldratt; Cox, 2002).

2.4.4 Modelo para implantação do PMP em projetos de construção

Angelim (2019) apresenta um modelo conceitual para implementação do PMP, em projetos de construção (figura 3). Tal modelo, tem como ponto de partida, o detalhamento do horizonte de 6 semanas, obtido pela visualização das atividades previstas, no planejamento de fase. Após o detalhamento das atividades, o modelo de Angelim (2019) preconiza o dimensionamento dos pacotes de trabalho e a solicitação de pré-requisitos das novas atividades, tendo em vista a consulta aos procedimentos executivos da qualidade e as premissas de prazos de aquisição de materiais.

Em seguida, o modelo defende que deve ocorrer a preparação de informações para as reuniões de PMP, com elaboração de pautas, análise individual de restrições, consulta de lições aprendidas de restrições de serviços, consulta aos documentos relacionados às inspeções de qualidade e terminalidade e verificação das restrições não removidas do mês anterior (Angelim, 2019). As reuniões devem contar com a máxima participação das partes interessadas e a colaboração deve ser fomentada pela alta administração (Angelim, 2019).

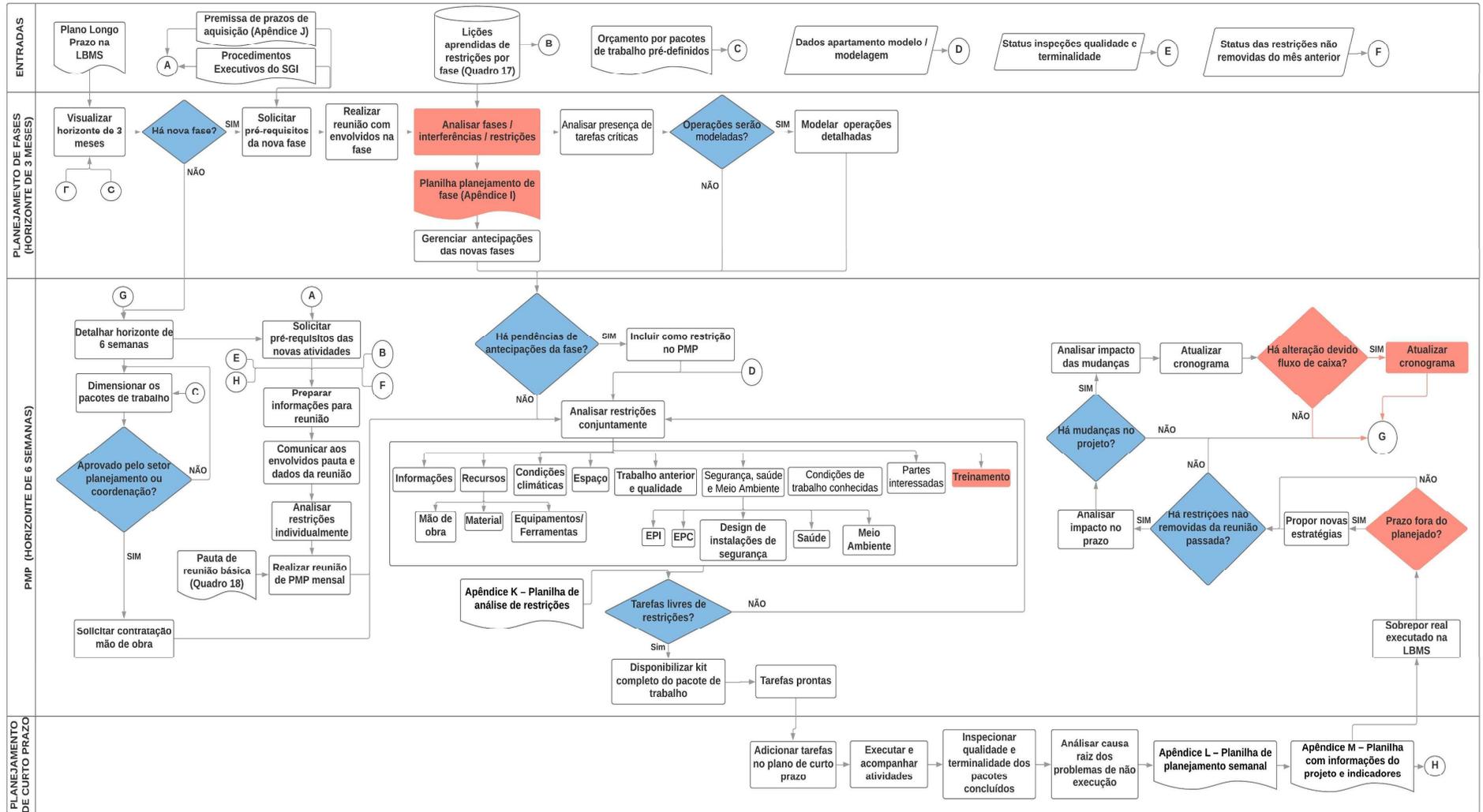
Durante as reuniões de PMP, Angelim (2019) propugna uma análise conjunta das restrições, com base nas categorias de restrições adotadas, pelo projeto. A autora sustenta ainda

que as restrições devem ser registradas em planilhas padronizadas e que, somente após atendimento dos pré-requisitos ou eliminação das restrições, as tarefas podem ser reputadas como prontas, seguindo para o planejamento de curto prazo. Caso contrário, as tarefas devem retornar para as pautas das reuniões de PMP e serem submetidas novamente ao processo de identificação e remoção de restrições (Angelim, 2019).

O modelo conceitual de Angelim (2019) preconiza ainda que as informações de curto prazo relacionadas à qualidade, à terminalidade e às causas de não conclusão das tarefas devem ser utilizadas para alimentar o executado em campo, no LBMS do projeto. Adicionalmente, a autora recomenda a adoção de indicadores para medição de desempenho (PPC, TA, IRR, % de atividades não concluídas por falha no PMP, incidência de problemas que impossibilitaram a produção e % de atividades concluídas com qualidade e terminalidade).

Uma lacuna da pesquisa de Angelim (2019) refere-se à ausência de implementação do modelo conceitual em estudo de caso real, carecendo, assim, de uma exposição das possíveis dificuldades de implantação e das eventuais soluções gerenciais adotadas para superação das barreiras identificadas. Além disso, o modelo surgiu a partir de experiências com projetos de edificações, preterindo as especificidades de outros tipos de projetos de construção.

Figura 3 - Modelo teórico de Planejamento de Médio Prazo



Fonte: Angelim (2019)

2.5 Métricas de Planejamento

A principal dimensão de desempenho de um sistema de planejamento, no nível da unidade de produção, diz respeito à qualidade dos planos produzidos (Ballard, 2000). Para medir a eficiência dos planos de curto prazo, utiliza-se o PPC (percentual de conclusão do plano), cuja fórmula exprime, em percentual, a razão do número de tarefas concluídas pelo número de tarefas planejadas (Conte, 1998; Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008; Toledo et al., 2014).

Segundo Ballard (1997), a identificação dos motivos de eventuais não conclusões das tarefas programadas e a criação de planos para eliminação e/ou mitigação destes motivos são fundamentais para a melhoria do PPC, em projetos. Outros autores ressaltam que a melhoria do PPC pode ocorrer por meio de treinamento dos colaboradores (Kim; Jang, 2005; Power; Sinnott; Lynch, 2021), pela maior participação das partes interessadas (Kim; Jang, 2005; Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008), pela presença de facilitador LPS para educar, mediar e orientar reuniões (Power; Sinnott; Lynch, 2021) e pela implementação de planejamento de médio prazo (Hamzeh; Zankoul; Sakka, 2016; Hamzeh; Aridi, 2013; Bortolazza; Formoso, 2006; Auada Júnior.; Scola; Conte, 1998; Ballard, 1997).

No nível do médio prazo, um indicador importante é o IRR (Índice de Remoção de Restrições) que consiste na relação entre o número de restrições retiradas tempestivamente pelo número total de restrições do período (Hamzeh; Zankoul; Sakka, 2016). As pesquisas de Hamzeh, Zankoul e Sakka (2016), Bortolazza e Formoso (2006), Ballard (1997) e Auada Júnior, Scola e Conte (1998) sustentam que existe uma correlação direta entre o IRR e o PPC, o que significa que o aumento do IRR resulta no aumento do PPC.

Outros indicadores do PMP propostos, na literatura, são:

- i. Tarefas Antecipadas ou Task Anticipated (TA): para medir o desempenho do PMP na antecipação de tarefas antes da data de execução prevista no curto prazo (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008; Hamzeh; Aridi, 2013; Hamzeh; Zankoul; Sakka, 2016). A respeito da TA, cumpre destacar que Hamzeh et al. (2015) formularam, por meio de simulação computacional, a hipótese de que aumentar a TA (Tarefas Antecipadas ou Task Anticipated) pode produzir durações de projeto menores. Segundo os autores, o aumento da TA pode ser alcançado com uma divisão adequada do cronograma de fases em processos e operações, com o desenho de operações eficiente, com uma acurada

identificação de restrições e com remoção oportuna das mesmas. Os autores, entretanto, não testaram a hipótese em um estudo de caso real.

- ii. Tarefas Prontas para Execução ou Tasks Made Ready (TMR): refere-se à porcentagem de tarefas preparadas e inseridas antecipadamente no Plano Semanal. (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008; Hamzeh; Aridi, 2013; Hamzeh; Zankoul; Sakka, 2016). A TMR é um bom preditor da duração do projeto (Hamzeh; Zankoul; Sakka, 2016);
- iii. Média de dias de atraso por responsável ou por categoria: consiste no cálculo estatístico da média de dias de atraso para resolução de restrições (Antonini et al., 2023). Seu cálculo pode ser efetuado por categoria de restrições ou por colaborador responsável pelas restrições (Antonini et al., 2023).

No âmbito do longo prazo, um indicador relevante é o IDP (Índice de Desempenho de Prazo), cuja fórmula compara o progresso real acumulado do cronograma com o progresso esperado, conforme dados da linha de base do cronograma mestre (Lagos et al., 2023). Segundo Erazo-Rondinel, Vila-Comum e Alva (2020), o IDP de um projeto tende a apresentar melhorias, quando ocorre uma adequada implementação de práticas do LPS, como por exemplo: emprego de facilitador, gestão de restrições, análise de causas de não-conclusão, realização de reuniões de planejamento, utilização de gestão visual com quadros brancos e notas autoadesivas e realização de treinamentos.

2.6 Gerenciamento de riscos

Os fluxos de trabalho de um projeto de construção podem ser interrompidos por diversas incertezas (Chua; Jun; Hwee, 1999). As características dos projetos de construção, como produção local, produto único e complexidade, geram incertezas significativas, ao longo da vida dos empreendimentos (Salem et al., 2006), o que impacta consideravelmente em parâmetros de custo e prazo (Wehbe; Hamzeh, 2013). Estas incertezas podem ser interdependentes e exibir tipificações (Ballard. Howell, 1998). Altos níveis de incerteza e risco manifestam-se expressivamente em medida que o tamanho e a complexidade do projeto aumentam (Wehbe; Hamzeh, 2013).

Nesse contexto, o processo de gerenciamento de riscos, em projetos, desponta como uma cadeia de práticas voltadas para o planejamento, execução e controle de ações e resultados com vistas à manutenção de determinados aspectos do projeto (tempo, custo, qualidade, dentre outros) (Rodrigues-da-Silva; Crispim, 2014). O risco é, normalmente, expresso em termos de

fontes de risco, eventos potenciais, consequências e probabilidade (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018).

A ameaças e oportunidades são, geralmente, avaliadas multiplicando a probabilidade de ocorrência pelo impacto esperado (Ballard, 2021). O resultado obtido traduz a importância relativa do risco e destaca a necessidade de mitigação ou exploração de oportunidades (Ballard, 2021). Wambeke, Liu e Hsiang (2012), Cisterna, Alarcón e Alarcón (2013) e Erazo-Rondinel, Vila-Comun e Alva (2020) sugerem a utilização de matriz de risco para mensurar a importância relativa do risco. Estas matrizes são compostas por duas dimensões: criticidade e probabilidade (Cisterna; Alarcón; Alarcón, 2013).

Na dimensão criticidade, Cisterna, Alarcón e Alarcón (2013) propõem a utilização de alguns indicadores para quantificar a importância de cada atividade, quais sejam: caminho crítico, número de relações de interdependência (predecessoras e sucessoras), duração da atividade e recursos atribuídos. Na dimensão probabilidade, os autores preconizam o emprego dos indicadores: razões para conclusão de tarefas, Índice de Remoção de Restrições (IRR), confiabilidade dos responsáveis e registros do PPC.

A combinação destas duas dimensões determina o impacto final do risco, cuja classificação é composta por quatro níveis: baixo, médio, alto e extremo (Cisterna; Alarcón; Alarcón, 2013). O impacto resultante pode então ser priorizado para mitigação e/ou eliminação (Wambeke; Liu; Hsiang, 2012; Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva, 2020).

Na prática, todavia, o gerenciamento de riscos ainda é pouco empregado no planejamento de projetos, o que favorece o fraco desempenho de muitos empreendimentos da construção (Kululanga; Kuotcha, 2010; Wehbe; Hamzeh, 2013; Ebbs; Pasquire, 2018). Wambeke, Liu e Hsiang (2012) alertam que os riscos, quando não corretamente tratados, podem se converter em uma forma de desperdício, cujos efeitos apresentam potencial para impactar significativamente a produtividade do trabalho.

Nesse sentido, Wehbe e Hamzeh (2013) sublinham que o planejamento precisa considerar os riscos relacionados ao projeto, de modo a responder tempestivamente às suas causas. Segundo os autores, a análise de riscos e a análise de restrições devem ocorrer simultaneamente e as tarefas devem ser liberadas para execução somente após a eliminação dos riscos e das restrições mapeadas.

Ademais, Wehbe e Hamzeh (2013) frisam que a consideração do risco deve ser acompanhada de uma assertiva implementação de práticas de gestão de riscos, de forma que a

equipe do projeto logre eficiência na identificação, análise, resposta e monitoramento dos diferentes riscos de um projeto de construção.

Sob tal cenário, Wanbeke, Liu e Hsiang (2012) propõem o emprego de matriz de risco associada ao LPS÷ para identificar atividades com maior variabilidade. Os citados pesquisadores apresentam uma pesquisa conduzida junto a um empreiteiro mecânico, na qual constataram que uso do LPS÷ reduziu e/ou eliminou as variáveis de atividades, melhorando a produtividade em até 35%.

Além disso, Wanbeke, Liu e Hsiang (2012) salientam que adoção da matriz de risco auxiliou o processo de priorização das causas de variação que deveriam ser objeto de mitigação e/ou eliminação. Isto está de acordo com a pesquisa de Erazo-Rondinel, Vila-Comun e Alva (2020), na qual também houve o emprego de matriz de risco a fim de identificar e priorizar as restrições com maior criticidade.

Cisterna, Alarcón e Alarcón (2013) também sugerem o emprego do LPS÷ associado a uma matriz de risco para identificar as tarefas de alto impacto e alertar a equipe de projeto sobre sua criticidade. Os autores exploram a utilização de um algoritmo que manipula dados históricos do projeto, como registro de motivos de não conclusão, PPC, IRR, recursos atribuídos às atividades, dentre outros.

Um exemplo de aplicação da matriz fornecido, por Cisterna, Alarcón e Alarcón (2013), conforme a seguir: `se uma atividade possui restrições que devem ser liberadas pelo encarregado X e o encarregado X possui um histórico de baixa confiabilidade neste processo, portanto a atividade terá um alto risco de não conclusão_ (Cisterna; Alarcón; Alarcón, 2013). Os autores, entretanto, não chegaram a testar a eficácia da matriz, em um estudo de caso real.

Em margem dos estudos acima, salienta-se que ainda existem poucas pesquisas voltadas para o uso do LPS÷, em especial do PMP, conjugado com análise de riscos. Para alguns autores (Cisterna; Alarcón; Alarcón, 2013; Wanbeke; Liu; Hsiang, 2012; Wehbe; Hamzeh, 2013; Davis, 2009; Velasquez; Carhuamaca; Farje, 2021), entretanto, estas abordagens são complementares. Nesse contexto, mais trabalhos são necessários, a fim de demonstrar as melhores práticas a serem adotadas e possíveis caminhos a serem trilhados, no emprego do PMP associado ao gerenciamento de riscos.

2.7 Considerações sobre este capítulo

Este capítulo apresentou os conceitos fundamentais relacionados ao lean construction, ao Last Planner System®, ao planejamento de médio prazo e ao gerenciamento de riscos. No âmbito do PMP, o capítulo explorou o processo de preparação de tarefas, a tipificação de restrições, a análise de restrições e as prescrições conceituais para implementação do PMP, em projetos de construção.

O processo de preparação das tarefas mostrou a relevância do mapeamento e da remoção tempestiva de restrições para a proteção do fluxo da produção. A tipificação das restrições, por sua vez, expôs as diferentes categorias de restrições aplicáveis aos projetos de construção e balizou a seleção das categorias adotadas, por esta pesquisa. Além disso, a tipificação descartou os pré-requisitos que devem ser observados para liberação de uma tarefa para a produção.

A análise de restrições, por seu turno, evidenciou a importância da identificação dos recursos gargalos, tendo em vista que sua capacidade de produção dita a capacidade de produção do sistema. Ademais, análise de restrições realçou a necessidade de subordinação do ritmo de recursos não-gargalos ao ritmo do gargalo e enfatizou o aspecto de exploração e maximização da capacidade dos gargalos.

Foi apresentado também um modelo conceitual, existente na literatura, para implementação do PMP, em projetos de construção. O modelo exibiu um procedimento para realização do PMP e trouxe a interface com os horizontes de planejamento de longo e de curto prazo. Vale ressaltar que o citado modelo não foi testado em um estudo de caso real, o que impossibilita, por conseguinte, o conhecimento das dificuldades práticas de sua aplicação.

Do exposto, observa-se que o capítulo mostrou os conceitos relacionados ao PMP e os fundamentos teóricos para sua implementação, no âmbito dos projetos de construção. Cumpre destacar que a implantação do médio prazo ainda carece de efetividade, o que exige adequações aos procedimentos de PMP usualmente empregados.

O capítulo investigou ainda as métricas de planejamento preconizadas, pela literatura, e abordou a interação entre o PMP e o gerenciamento de riscos. Notou-se, neste particular, que a consideração de riscos ainda é pouco efetuada, no planejamento de projetos de construção.

3. MSTODO DE PESQUISA

Este capítulo apresenta o método de pesquisa adotado pelo trabalho e subdivide-se em enquadramento metodológico e delineamento da pesquisa. No enquadramento metodológico, o trabalho  classificado quanto a forma de abordagem do problema, quanto a natureza e quanto aos objetivos. Jno delineamento, o trabalho exp suas fases e os passos concebidos com vistas a responder  questão da pesquisa. Adicionalmente, apresenta-se a estratégia de pesquisa selecionada e os pressupostos teóricos que justificam sua escolha.

3.1 Enquadramento metodológico

Esta pesquisa enquadra-se, do ponto de vista da forma de abordagem do problema, como qualitativa, uma vez que busca coletar e interpretar dados do planejamento de médio prazo da construo de uma usina fotovoltaica, vinculando-os a um determinado contexto, e atribuindo-lhes significados (Prodanov; Freitas, 2013). Além disso, o presente trabalho não emprega dados estatísticos como o centro do processo de análise de um problema (Prodanov; Freitas, 2013), e concentra-se em palavras e em observaes para expressar a realidade estudada e para descrever as pessoas e fatos envolvidos (Amaratunga et al., 2002).

Para Godoy (1995), trata-se de uma abordagem que não possui uma proposta rigidamente estruturada, o que permite aspectos imaginativos e criativos na proposio de novos trabalhos e na explorao de novos enfoques. A pesquisa qualitativa  defendida como uma estratégia adequada para descobrir e explorar uma nova área, desenvolver hipóteses e para conectar percepes humanas ao mundo real (Amaratunga et al., 2002). De acordo com Yin (2016), cinco características sublinham a pesquisa qualitativa, a saber:

- 1) Investigar o significado da vida das pessoas, em seu contexto real;
- 2) Representar as opiniões e perspectivas das pessoas envolvidas, em um estudo;
- 3) Inserir o contexto de vida, nos quais os participantes estão imersos;
- 4) Contribuir com explicaes sobre conceitos existentes ou novos acerca do comportamento social humano;
- 5) Utilizar múltiplas fontes de evidências (Yin, 2016).

Quanto  sua natureza, a presente pesquisa classifica-se como aplicada, visto que emprega conhecimentos teóricos do lean construction, do LBMS e do LPS para soluço de problemas relacionados ao PMP, em projetos de construo (Prodanov; Freitas, 2013).

A pesquisa enquadra-se ainda, quanto aos seus objetivos, como exploratória-descritiva. Conforme Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa exploratória caracteriza-se por ter planejamento flexível e por envolver, em geral, levantamento bibliográfico, entrevistas com especialistas e estudos de caso. Segundo Cooper e Schindler (2011), a pesquisa exploratória é particularmente útil quando não se sabe, com precisão, os problemas que serão encontrados, durante o estudo.

A pesquisa descritiva, por seu turno, busca descrever os fatos observados e estabelecer relações entre eles (Prodanov; Freitas, 2013), fundamentando-se na experimentação (Allyrio, 2009). Na presente pesquisa, este aspecto é observado na descrição da implementação do PMP, na usina fotovoltaica objeto do estudo de caso.

Figura 4 - Enquadramento metodológico

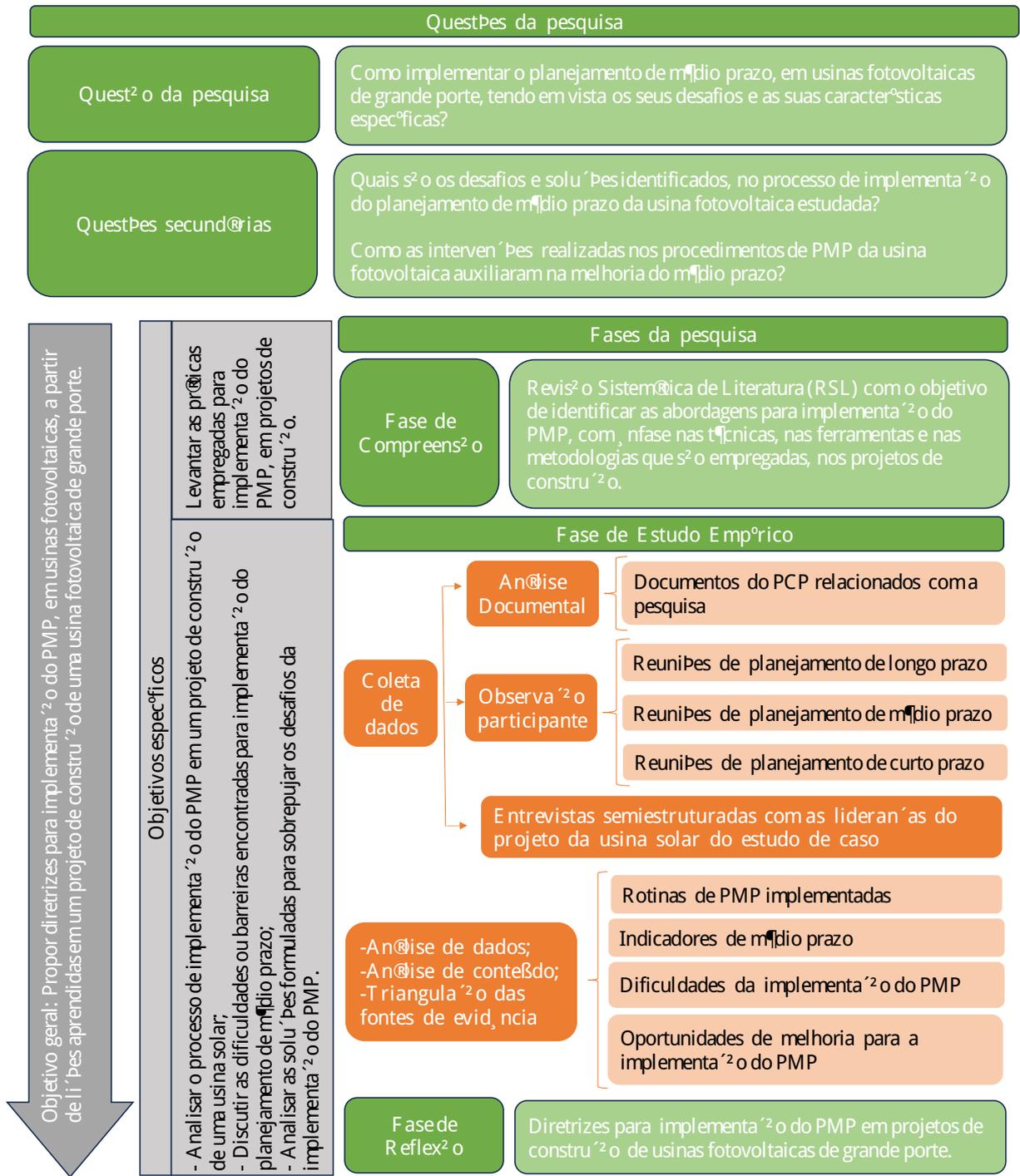


Fonte: Elaborada pela autora

3.2 Delineamento da pesquisa

O trabalho foi construído em três fases, conforme figura 5. A primeira fase é de compreensão e caracteriza-se por uma investigação na literatura acerca das abordagens de PMP adotadas em projetos de construção. Esta etapa busca atingir o objetivo específico relacionado ao levantamento das práticas empregadas para implementação do método prático em projetos da área de construção (item 1.4.2, alínea a).

Figura 5 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora

A segunda fase, por sua vez, é de estudo empírico, sendo composta por um estudo de caso acerca da implementação do planejamento de médio prazo, em uma usina fotovoltaica de grande porte, cuja capacidade instalada é de 446MWp e a extensão territorial é de, aproximadamente, 1.100 hectares. Por meio deste estudo, espera-se alcançar os objetivos específicos da pesquisa referentes a: analisar o processo de implementação do PMP (item 1.4.2,

alinea `b_), discutir as dificuldades ou barreiras encontradas para implanta o do médio prazo (item 1.4.2, alinea `c_) e analisar as solu es formuladas para superar os desafios da implementa o do PMP (item 1.4.2, alinea `d_).

A terceira fase deste trabalho   de reflexão e concentra-se nos principais achados, aprendizagens e contribui es da pesquisa. Nesta etapa, a pesquisa alicerçar-se-  nas recomenda es de literatura e nas li es aprendidas, no estudo de caso, de modo a propor diretrizes para implementa o do PMP, em projetos de infraestrutura. Na fase de reflexão, a pesquisa busca atender o objetivo geral de apresentar orienta es atinentes   implementa o do PMP, em projetos da área de infraestrutura.

3.2.1 Fase de Compreensão

Esta pesquisa realizou uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) com o objetivo de identificar as abordagens para implementa o do PMP, com ênfase nas técnicas, nas ferramentas e nas metodologias que são empregadas nos projetos de constru o. A contribui o da RSL está relacionada   compila o das principais práticas para implementa o do PMP e apresenta o de como elas podem se conectar com um estudo de caso real, conduzido em um projeto de constru o de uma usina fotovoltaica.

A RSL   considerada um estudo secundário que se apoia em estudos primários como fonte de dados (Galvão; Pereira, 2014), de modo a responder um problema de pesquisa (Campos; Caetano; Gomes, 2023). De acordo com Galvão e Pereira (2014), a RSL exibe etapas específicas, como: 1) formula o da pergunta de pesquisa, (2) busca na literatura, (3) sele o dos artigos, (4) extra o dos dados, (5) síntese dos dados, (6) avalia o da qualidade das evidências e (7) reda o dos resultados.

O problema de pesquisa da RSL realizada, neste trabalho, foi: quais as abordagens para implementa o do PMP, em projetos de constru o? Com ênfase nesta questão, a pesquisa buscou estudos, nas seguintes bases de dados: Web of Science (WoS), Scopus e anais do International Group for Lean Construction (IGLC). A escolha da Scopus ocorreu em face de ser reconhecida como uma base de dados confiável para revisões de literatura de estudos relativos   constru o (Gao; Chan; Hendy, 2023). O IGLC, por sua vez, foi escolhido em razão da hospedagem de publica es específicas sobre lean construction oriundas de diferentes países (Jacobs, 2010; Daniel; Pasquire; Dickens, 2015). J a escolha da WoS ocorreu em fun o da

ampla abrangência de periódicos internacionais constante em seu banco de dados (Angelim, 2019).

Adicionalmente, o trabalho buscou publicações nacionais relacionadas temática da pesquisa. Para tanto, foram consultados os anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), do Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC) e do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), bem como a base de dados Scielo.

A pesquisa utilizou, como ferramenta de apoio para a RSL, o software StArt (State of the Art through Systematic Review), cujas funcionalidades permitiram a elaboração do planejamento da revisão sistemática, a identificação de estudos relevantes para o tema, a seleção das publicações conforme critérios de aceitação ou exclusão e a extração dos textos que foram aceitos, pela pesquisadora (Hernandes et al., 2012).

A fase de planejamento da RSL foi formalizada em um protocolo de pesquisa (Campos; Caetano; Gomes, 2023), no qual foram utilizadas as seguintes strings de busca: "lookahead planning" OR "look-ahead planning" OR "medium-term planning" AND "construction". Inicialmente, foram encontrados 463 artigos, nas bases de dados escolhidas. Estas publicações foram submetidas à leitura de título e resumo. A avaliação da elegibilidade das publicações ocorreu conforme os critérios de inclusão e exclusão elaborados, no protocolo da revisão sistemática e exibidos no quadro 4.

Quadro 4: Critérios de inclusão e exclusão das publicações

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Trabalhos com temática relacionada ao planejamento de médio prazo e direcionados à construção civil	Artigos duplicados
Trabalhos com temática relacionada à implementação do Last Planner System® na construção civil e com apresentação de resultados relacionados ao horizonte de médio prazo.	Artigos que não traziam resultados alusivos à implementação do PMP, em projetos de construção

Fonte: Elaborada pela autora

Durante a etapa de seleção e extração, foram identificados 7 artigos em duplicidade e 377 sem atendimento aos critérios de inclusão. Assim, do montante inicial de 463 publicações, 79 foram consideradas elegíveis. Este arcabouço teórico foi submetido à leitura completa, sendo realizada, na sequência, a síntese dos dados, a avaliação qualitativa das publicações e a redação dos resultados (Galvão; Pereira, 2014). Embora a RSL tenha buscado a compreensão da implementação do PMP na construção civil de forma ampla, houve uma atenção especial com

as experiências e recomendações dos estudos que tratavam de projetos de grande porte e complexidade.

Ressalta-se que em uma RSL o processo de síntese de dados visa agregar, discutir, organizar e comparar os estudos selecionados (Okoli, 2015). A avaliação qualitativa e a redação dos resultados buscam destacar a relevância e apresentar os principais resultados encontrados (Sampaio; Mancini, 2007).

No tocante à relevância das publicações estudadas, cumpre destacar que esta RSL adotou os critérios de Angelim (2019) e considerou a seguinte classificação:

- a) Trabalhos de alta relevância: são aqueles que possuem título e questão de pesquisa relacionada ao PMP;
- b) Trabalhos de média relevância: compreendem os estudos que abordam a implementação do LPS com resultados significativos sobre o PMP;
- c) Trabalhos de baixa relevância: correspondem as pesquisas com baixo nível de informações sobre o PMP (Angelim, 2019).

No total, 37 publicações foram classificadas como de alta relevância, 27 publicações de média relevância e 15 de baixa relevância, conforme quadro 5.

Quadro 5 – Relevância das publicações da Revisão Sistemática de Literatura

Relevância	Referências
Alta	Lagos et al. (2023); Power et al. (2023); Gupta; Devkar (2023); Antonini et al. (2023); Amer; Jung; Golparvar-Fard (2023); Soman; Molina-Solana (2022); Bellaver et al. (2022); Chen et al. (2022); Botega et al. (2022); Hamerski et al. (2021); Velasquez; Carhuamaca; Farje (2021); Mohamed et al. (2021); Etges et al. (2020); Soman; Molina-Solana; Whyte (2020); Chen et al. (2020); Soman (2019); Abou-Ibrahim et al. (2019); Eleutério; Melo (2019); Ebbs e Pasquires (2018); Javanmardi et al. (2018); Rodrigues et al. (2017); Hamzeh; Zankoul; Sakka (2016); Hamzeh et al. (2015); Toledo et al. (2014); Wehbe; Hamzeh (2013); Samudio; Alves (2012); Hamzeh et al. (2012); Alves; Britt (2011); Alencar; Almeida; Mota (2011); Hamzeh; Langerud (2011); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Kemmer et al. (2007); Kim; Jang (2006); Ju; Chua; Hwee (2000); David; Shen (2001); Chua; Jun; Hwee (1999); Ballard (1997)
Média	Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Gao; Chan; Hendy (2023); Pourrahimian; Shehab; Hamzeh (2023); Carvalho et al. (2023); Castro; Watanuki (2021); Formoso et al. (2022); Conte et al. (2022); Pikas et al. (2022); Sbiti et al. (2021); Malkowski et al. (2020); Vieira; Borges; Barros Neto (2020); Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020); Daniel et al. (2018); Utomo Dwi Hatmoko et al. (2018); Nesteby (2016); Dave et al. (2016); Toledo; Olivares; Gonzalez (2016); Jansson; Viklund; Lidell (2016); Dave; Seppanen; Modrich (2016); Seppanen; Modrich; Ballard (2015); Hamzeh; Aridi (2013); Dave; Boddy; Koskela (2013); Kalsaas; Skaar; Thorstensen (2013); Seppanen; Ballard; Pesonen (2010); Davis (2009); J unnonen; Seppanen (2004); Mendes Jr; Heineck (1999)
Baixa	Tayeh et al. (2019); Limenih; Demisse; Haile (2022); Power; Sinnott; Mullin (2020); Joshi et al. (2020); Antillon et al. (2011); Kalsaas; Grindheim; Laeknes (2014); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2009); Lim; Yu; Kim (2006); Choo; Tommelein (2000); Hattab; Zankoul; Hamzeh (2014); Dave; Boddy; Koskela (2010); Belayutham et al. (2021); Daniel; Pasquire; Dickens (2015); Cervera Romero et al. (2013); Kassab; Young; Laedre (2020)

Fonte: elaborada pela autora.

3.2.2 Fase de Estudo Empírico

3.2.2.1 Estudo de Caso

O estudo de caso é um tipo de pesquisa qualitativa e/ou quantitativa que busca o estudo de uma unidade de análise (sujeito, grupo de pessoas, comunidades, dentre outros) de forma aprofundada (Prodanov; Freitas, 2013). Normalmente, um estudo de caso coleta os dados de um ambiente natural, sem controle experimental ou manipulação, com vistas a investigar o que está acontecendo e auxiliar o pesquisador na compreensão de certas características ou efeitos (Wambeke; Liu; Hsiang, 2012).

Segundo Yin (2015), o estudo de caso é uma estratégia especialmente apropriada, quando:

- 1) As questões de pesquisa são do tipo "como" e "por que";
- 2) O pesquisador tem pouco controle sobre os eventos;
- 3) A ênfase está em um fato contemporâneo imerso em um contexto real (Yin, 2015).

Para Yin (2015), um estudo de caso deve conter cinco componentes de um projeto de pesquisa, a saber:

- 1) Questão da pesquisa: refere-se à problemática a ser estudada;
- 2) Propósitos do estudo: são formulações que dirigem a atenção do pesquisador para algo que deve ser pesquisado;
- 3) Unidade de análise: consiste em definir o caso a ser estudado;
- 4) Vinculação dos dados às proposições: consiste em analisar as evidências do estudo e relacioná-las às proposições;
- 5) Critérios para interpretação dos dados: trata-se de estabelecer parâmetros ou referenciais para interpretar os resultados encontrados. Em estudos quantitativos, por exemplo, as estimativas estatísticas, normalmente, são exemplos de critérios para interpretação dos dados (Yin, 2015).

A estratégia de pesquisa adotada por este trabalho foi estudo de caso único. Segundo Dyer e Wilkins (1991) e Jansson, Viklund e Lidell (2016), em um estudo de caso único, o pesquisador assume um compromisso mais crítico e busca uma compreensão profunda de um contexto social específico, beneficiando-se de comparações realizadas dentro do mesmo

contexto organizacional estudado. Assim, trata-se de uma estratégia que permite a análise pormenorizada de novas relações teóricas e o questionamento de antigas (Dyer; Wilkins, 1991).

De acordo com Yin (2015), o estudo de caso único apresenta contribuição significativa para a formação de conhecimento, permitindo a confirmação, o questionamento ou a ampliação de uma teoria. O autor destaca ainda que, a partir de um estudo de caso único (peculiar ou comum), é possível apresentar fenômenos não acessíveis e revelar informações descritivas importantes para análise de proposições teóricas.

Para Dyer e Wilkins (1991), a teoria que nasce da compreensão das dinâmicas subjacentes de um estudo de caso único é mais precisa e apropriadamente experimental, visto que considera a complexidade e as particularidades de um determinado contexto. Ademais, o estudo de caso único sublinha um constructo e sua aplicação em um contexto social, o que produz narrativas e descrições mais coerentes e credíveis (Dyer; Wilkins, 1991).

Prodanov e Freitas (2010) e Miguel (2007) realçam que o estudo de caso único permite um aprofundamento na investigação de uma determinada temática. Power et al. (2023) acrescentam ainda que um único caso é considerado aceitável desde que atenda aos objetivos da pesquisa.

Neste trabalho, o estudo de caso foi conduzido em uma usina fotovoltaica, no qual um consórcio de duas empresas foi o responsável pelo desenvolvimento dos projetos executivos e pela execução das obras civis, de montagem eletromecânica e de comissionamento da Usina. Para fins deste trabalho, o consórcio supradito e as empresas que o constituem não terão suas identidades reveladas, sendo denominados como `consórcio responsável pela execução_ ou apenas `consórcio X_', `empresa A_' e `empresa B_'.

Sublinha-se que a empresa A foi fundada em 1974 e apresenta expertise na construção de edificações comerciais, residenciais, hospitalares, industriais e shopping centers. A empresa B, por outro lado, foi criada em 2014 e exibe experiência com obras de infraestrutura de energia, com ênfase em obras solares e eólicas.

O consórcio X não apresentava experiência com o Lean Construction, no contexto de obras de parques solares. Nesse sentido, uma consultoria especializada foi contratada para implementar e acompanhar as rotinas da construção enxuta. Novamente, este trabalho não fará a identificação da consultoria, denominando-a doravante, apenas, como `consultoria L_'.

A construção da usina iniciou-se em fevereiro de 2023 e apresentava previsão de 13 meses para execução dos escopos civil, montagem mecânica, instalações elétricas e comissionamento. O valor total do contrato foi de 432 milhões de reais.

Durante sua execução, o projeto estudado exibiu desafios relacionados:

- 1) Localização: a usina solar foi construída no interior nordeste e estava distante 40 km do centro urbano mais próximo e 160km da capital mais próxima, o que dificultava as condições de logística;
- 2) Contratação e gestão da mão de obra: o projeto contou, em seu pico, com cerca de 1.700 colaboradores diretos e indiretos;
- 3) Elaboração de projetos: o empreendimento adotou engenharia simultânea e, conforme ser descrito no capítulo de resultados, o paralelismo entre a etapa de elaboração dos projetos executivos e a etapa de construção contribuiu para a redução do tempo de análise de projetos, de análise de restrições e de aquisições de materiais e de locação de equipamentos e veículos. Além disso, frisa-se que houve entrada tardia dos escritórios responsáveis pela elaboração de projetos (itens 4.3.1, 4.3.3 e 4.4.1.1);
- 4) Experiência com lean e com projetos de construção de usinas solares: os participantes das rotinas de médio prazo apresentavam experiência limitada com os conceitos LC e com obras solares (item 4.4.2.1);
- 5) Resistência à implementação: os colaboradores demonstraram resistência inicial com a implementação do LPS (item 4.4.2.1);
- 6) Falhas no processo de análise de restrições: os colaboradores apresentaram dificuldades em identificar restrições no horizonte de 8 semanas (item 4.4.1.1);
- 7) Aquisições fundamentadas em projetos básicos: a tecnologia de projetos de construção de usinas solares utiliza insumos de origem nacional e internacional. Nos casos das compras com lead time maiores que 90 dias, como cabos, postes, dentre outros, houve necessidade de aquisições baseadas em listas de materiais preliminares, com posterior adequação dos quantitativos a partir da emissão dos projetos executivos (itens 4.3.1, 4.3.3, 4.4.1.1 e 4.4.1.2);
- 8) Atraso na entrega de estacas e trackers (estrutura de suporte dos módulos fotovoltaicos): salienta-se que a montagem de estacas e de trackers eram restrições ou gargalos da usina solar. O ritmo de ambos ditava a produção dos demais serviços sucessores e delimitava a data de término do empreendimento. Contudo, o proprietário da usina atrasou a entrega dos trackers em 30 dias e realizou também fornecimento das estacas fora da ordem prevista de execução (itens 4.3.1 e 4.3.2).

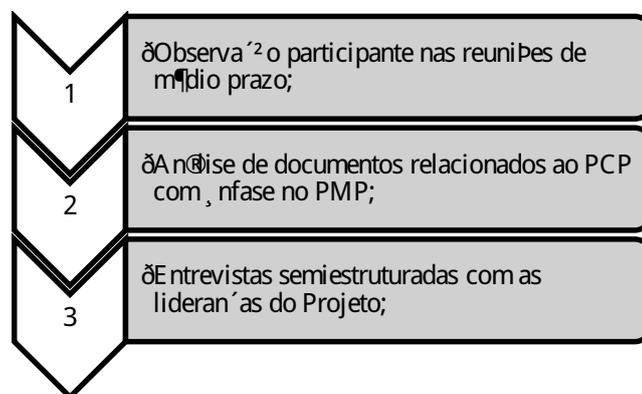
As dificuldades relatadas acima, bem como a dinamicidade do ambiente, s²o caracter²sticas que requerem o trabalho coordenado e paralelo de diferentes ²reas especializadas, conforme previsto na engenharia simult²nea. Da² a necessidade de uma estrutura descentralizada dos escrit²rios sede, com vistas a promover maior autonomia e fluidez aos processos de trabalho (Chiavenato, 2021). Assim, foram criadas estruturas aut²nomas, no canteiro de obras, para gest²o de suprimentos, administra²o contratual, gest²o do planejamento, gest²o de custos, gest²o da qualidade, dentre outros.

3.2.2.2 Coleta de dados

A coleta de evid²ncias deu-se por m²ltiplas fontes, a saber: observa²o participante, entrevistas semiestruturadas e an²lise dos documentos do projeto. O objetivo do emprego de m²ltiplas fontes foi realizar uma triangula²o dos dados, de modo a tornar mais s²eridas e precisas as informa²es obtidas (Prodanov; Freitas, 2013) (Vieira; Borges; Barros Neto, 2020). Para Power, Sinnott e Mullin (2020), a triangula²o ² obtida comparando os dados da an²lise documental, da observa²o participante, das entrevistas e da revis²o sistem²ica de literatura, com vistas ao aprofundamento, a melhoria da qualidade e a validade dos resultados da pesquisa.

A coleta de dados foi iniciada com observa²o participante e an²lise de documentos. Posteriormente, foram realizadas as entrevistas semiestruturadas, conforme sintetizado na figura 6. Tal ordem, buscou esclarecer, por meio de diferentes pontos de vistas dos entrevistados, os dados obtidos da observa²o participante e da an²lise documental (Daniel et al., 2018).

Figura 6 - Fontes de evid²ncia para a pesquisa



Fonte: elaborado pela autora

A observação participante é definida como um processo no qual o pesquisador se coloca como observador de uma situação, com a finalidade construir uma investigação científica (Minayo, 2007). Trata-se de uma abordagem particularmente vantajosa para o estudo de caso, uma vez que proporciona captar o ponto de vista de pessoas internas a um estudo, obter dados com maior facilidade e manipular eventos menores; como, por exemplo, convocar reuniões com grupos de pessoas (Yin, 2015). O roteiro da observação participante realizada por esta pesquisa consta no apêndice A.

Como supradito, outra fonte de evidências utilizada foi a análise documental relacionada aos arquivos do PCP da usina fotovoltaica. Salienda-se que a pesquisa documental tem como objeto de estudo a investigação de documentos (Alves et al., 2021), caracterizando-se, assim, por utilizar materiais que ainda não receberam um tratamento analítico ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa (Gil; 2008).

Cellard (2008) preconiza que, na análise documental, seja efetuada, inicialmente, uma análise preliminar com exame de contexto, autoria, confiabilidade, natureza do texto e lógica interna. Posteriormente, os dados devem ser reunidos e interpretados, sob a ótica da temática da pesquisa (Cellard, 2008).

Neste trabalho, a análise documental foi conduzida, consoante roteiro exposto no Apêndice B. O período de medição dos dados compreendeu o intervalo de fevereiro de 2023 a fevereiro de 2024 e os documentos analisados constam no quadro 6.

Quadro 6 - Documentos analisados

Identificação do documento	Descrição do documento
Documento 1	Cronograma de longo prazo elaborado no software MS Project
Documento 2	LBMS desenvolvido no software Prevision
Documento 3	Planilha de progresso do empreendimento, desenvolvida no software MS Excel, contendo as curvas de avanço físico e o IDP (Índice de Desempenho de Prazo) do projeto
Documento 4	Planilha de análise de riscos elaborada no software MS Excel
Documento 5	Planilha de análise de restrições elaborada no software MS Excel
Documento 6	Programas semanais elaboradas no software MS Excel
Documento 7	Relatórios semanais da implementação do LPS elaborados pela consultoria
Documento 8	Manual de implementação do LPS elaborado pela consultoria
Documento 9	Planilhas de suprimentos obtidas do sistema TOTVS
Documento 10	Planilha de plano de ação para mitigação de atrasos, elaboradas no software MS Excel
Documento 11	Cadernos de restrições das atividades de comissionamento

Fonte: elaborado pela autora

Após as etapas de observação participante e de análise documental, o presente trabalho realizou entrevistas semiestruturadas, de acordo com o roteiro do Apêndice C. O roteiro das entrevistas visou identificar o perfil dos entrevistados e explorar a visão dos profissionais entrevistados acerca da implementação do PMP no projeto, registrando as dificuldades, os benefícios e as oportunidades de melhoria. O roteiro das entrevistas foi analisado e validado pelo coordenador da consultoria L e pelo gerente de planejamento e controle do projeto.

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), as entrevistas se constituem na obtenção de informações sobre um determinado assunto, por meio de indagações a pessoas. Quando apresentam caráter exploratório, as entrevistas são semiestruturadas (Prodanov; Freitas, 2013), ou seja, combinam perguntas fechadas e abertas e possibilitam ao entrevistado discorrer sobre o tema, em detrimento da indagação efetuada (Minayo, 2007). Yin (2015) sublinha que as entrevistas são uma fonte essencial de evidência para um estudo de caso, uma vez que os entrevistados podem proporcionar informações importantes sobre determinado assunto ou problema.

Esta pesquisa realizou entrevistas semiestruturadas com os seguintes profissionais do consórcio X: o gerente de produção eletromecânica, o gerente de comissionamento, o gerente de suprimentos, o gerente de planejamento, o coordenador de engenharia, o coordenador de qualidade, o engenheiro de produção civil, a gerente de administração contratual, o coordenador de segurança do trabalho e com o multiplicador lean. Além destes profissionais, foi efetuada uma entrevista semiestruturada com o coordenador da implementação do lean pertencente à consultoria L.

As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas para análise. A duração média das entrevistas foi de 31 minutos. A caracterização dos profissionais entrevistados é apresentada na tabela 1, na qual são listadas suas atribuições laborais no projeto de construção da usina fotovoltaica e seus respectivos tempos de experiência com projetos de construção e com o Sistema Last Planner.

Os entrevistados foram escolhidos com vistas a atingir um espectro diversificado de informantes e para representar os diversos níveis da organização do projeto, uma vez que o LPS recomenda o amplo envolvimento dos colaboradores no processo de planejamento (Nestey et al., 2016).

Tabela 1 - Caracterização dos entrevistados

Entrevistado	Atribuições	Experiência com projetos de construção	Experiência anterior com LPS
Entrevistado 1	Responsável por gerenciar as obras de montagem mecânica e de instalações elétricas	17 anos	8 anos
Entrevistado 2	Responsável por gerenciar os ensaios realizados nos equipamentos e nos cabos	7 anos	0 anos
Entrevistado 3	Responsável por gerenciar a área de suprimentos, incluindo processos de compra, logística e armazenamento	22 anos	8 anos
Entrevistado 4	Responsável por gerenciar o planejamento e controle da produção	25 anos	7 anos
Entrevistado 5	Responsável por coordenar os processos de elaboração e revisão dos projetos executivos	10 anos	2 anos
Entrevistado 6	Responsável por coordenar as inspeções de qualidade, a emissão de protocolos, a elaboração de procedimentos executivos e por realizar os treinamentos das equipes, conforme procedimentos executivos	21 anos	12 anos
Entrevistado 7	Responsável por coordenar as obras civis	12 anos	2 anos
Entrevistado 8	Responsável pela elaboração e análise jurídica de contratos, pelo desenvolvimento de pleitos contratuais, pela análise jurídica dos relatórios semanais de performance da obra, dos Relatórios Diários de Obra (RDOs) e das atas de reuniões com o cliente. Responsável também pela elaboração de notificações contratuais e pelo desenvolvimento de respostas às notificações contratuais emitidas pelo cliente	18 anos	0 anos
Entrevistado 9	Responsável por coordenar as áreas de segurança do trabalho, saúde e responsabilidade social	17 anos	10 anos
Entrevistado 10	Responsável pelos treinamentos relacionados ao LC e pela coordenação da implementação e acompanhamento dos processos do LPS	20 anos	5 anos
Entrevistado 11	Responsável por multiplicar a filosofia LC, no empreendimento	2 anos	1 ano

Fonte: elaborado pela autora

3.2.2.3 Análise dos dados

Os dados coletados pelas múltiplas fontes foram analisados à luz da questão da pesquisa e de seus objetivos (Cellard, 2008). Assim, buscou-se perscrutar, nas entrevistas semiestruturadas, nos documentos analisados e na observação participante, quais são os aspectos capitais para a implementação do PMP em projetos de usinas fotovoltaicas de grande porte.

Inicialmente, a pesquisa buscou compreender, por meio dos dados coletados, como se deu a implementação do LPS, na usina fotovoltaica (item 4.2). Para tanto, o trabalho

examinou as rotinas que foram adotadas, nos horizontes de longo, médio e curto prazo, imprimindo maior ênfase ao PMP, haja vista ser o objeto da pesquisa.

Durante esta etapa, a análise documental outorgou a investigação do procedimento de implementação do LPS÷ concebido pela consultoria L e relatado no manual de implementação do LPS÷ (documento 8 indicado no quadro 6) elaborado pela citada consultoria. As entrevistas semiestruturadas, por sua vez, mostraram as diferentes perspectivas dos profissionais entrevistados acerca da introdução do PMP.

Além disso, cumpre destacar que a pesquisadora participou do treinamento da consultoria L e das reuniões semanais de médio prazo, o que possibilitou (1) entender as abordagens do LPS÷ e, em especial, do PMP que foram implementadas, (2) investigar a aceitação dos participantes, (3) analisar a qualidade e a tempestividade das restrições criadas e (4) analisar a adequação das abordagens de PMP implantadas, sob o prisma das recomendações da literatura (item 4.1).

Na sequência, o trabalho buscou explorar a evolução dos indicadores de planejamento, no intervalo de fevereiro de 2023 a fevereiro de 2024 (item 4.3). Nesta etapa, a pesquisa alicerçou-se na análise dos documentos 1, 2, 3, 5 e 6 descritos no quadro 6. Adicionalmente, foram utilizados dados das entrevistas semiestruturadas para referendar as conclusões obtidas.

Em seguida, o trabalho procurou discutir as barreiras da implementação do PMP e as soluções gerenciais, propostas pela consultoria L e pela equipe de planejamento e controle do consórcio X, para superação dos desafios mapeados (item 4.4). Os objetivos, nesta etapa, foram (1) compreender quais os aspectos de implementação do PMP eram afetados, (2) quais as rotinas ou abordagens do PMP enfrentaram adversidades e (3) quais as soluções gerenciais cabíveis para as barreiras identificadas.

Assim, os documentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 11 foram analisados, visando a identificação de dificuldades da implementação do PMP e de possíveis caminhos gerenciais para sobrepujar tais dificuldades. Ademais, a pesquisa explorou as informações de indicadores do empreendimento, buscando desvios negativos que evidenciassem potenciais problemas. Igualmente, analisou os resultados de indicadores após a introdução de melhorias, de forma a revelar um possível sucesso do aprimoramento proposto.

Os dados da observação participante também foram consultados, com intuito de mapear eventuais resistências à implementação, problemas de condução de reuniões, desafios atinentes à análise de restrições e sugestões de melhorias. Adicionalmente, o trabalho se valeu

das entrevistas semiestruturadas para obter o ponto de vista dos profissionais entrevistados acerca das dificuldades da introdução do médio prazo no empreendimento e de possíveis sugestões de melhoria para o PMP. Em seguida, as barreiras de implantação do PMP e as soluções gerenciais identificadas foram agrupadas, conforme os aspectos de implementação do PMP propostos por Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008).

Vale salientar que o trabalho se ancorou nas propostas de aprimoramento do PMP (item 4.4) para sugerir possíveis melhorias ao modelo teórico de PMP de Angelim (2019) (item 4.5). Neste particular, foram evidenciadas abordagens não contempladas pela referida autora e que podem ser aplicadas em projetos futuros, tendo em vista a experiência da usina fotovoltaica do estudo de caso.

3.2.3 Fase de reflexão (lições aprendidas e proposição de diretrizes para o PMP)

A RSL sintetizou as principais abordagens para implementação e aprimoramento do PMP, em projetos de construção (item 4.1), e o estudo de caso apresentou os resultados da implementação do médio prazo, descrevendo e analisando as etapas da implantação do LPS (item 4.2), os principais indicadores do PMP (item 4.3), as dificuldades encontradas pela equipe (item 4.4) e as correlatas ações para melhoria para o médio prazo (item 4.4). Cumpre destacar que as sugestões de melhoria para o PMP foram concebidas à luz das propostas dos entrevistados, das sugestões de literatura e de aprimoramentos realizados, durante a execução do projeto.

Com fulcro nestas sugestões e nas lições aprendidas no estudo de caso, o trabalho propôs, na fase de reflexão, diretrizes para implementação do PMP, em projetos de construção de usinas fotovoltaicas de grande porte (item 5). As diretrizes foram agrupadas, sob o prisma dos aspectos de implementação do PMP propostos por Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008). Em suas considerações finais (item 6), o trabalho trouxe as principais contribuições da pesquisa e as sugestões de novos estudos relacionados temática do PMP.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo expõe os resultados da RSL e da implementação do LPS, com ênfase no PMP, no contexto da usina fotovoltaica do estudo de caso. O capítulo está estruturado em 6 subcapítulos, sendo o primeiro (item 4.1) voltado para a revisão sistemática acerca das abordagens ou rotinas sugeridas na literatura para implementação e aprimoramento do PMP. O segundo subcapítulo (item 4.2) destina-se a análise da implementação do LPS, na usina fotovoltaica do estudo de caso, descortinando, em especial, a implantação do planejamento de médio prazo. A subseção seguinte (item 4.3) alberga a análise dos indicadores do LPS e realça os dados de médio prazo da usina fotovoltaica estudada. No quarto subcapítulo (item 4.4), a pesquisa aborda as dificuldades da implementação do PMP e traz as sugestões de melhorias ou aprimoramentos cabíveis. Na quinta subseção (item 4.5), o trabalho apresenta sugestões de melhorias para um modelo teórico de PMP existente na literatura. Finalmente, no último subcapítulo (item 4.6), a pesquisa exhibe suas considerações finais acerca das temáticas supracitadas.

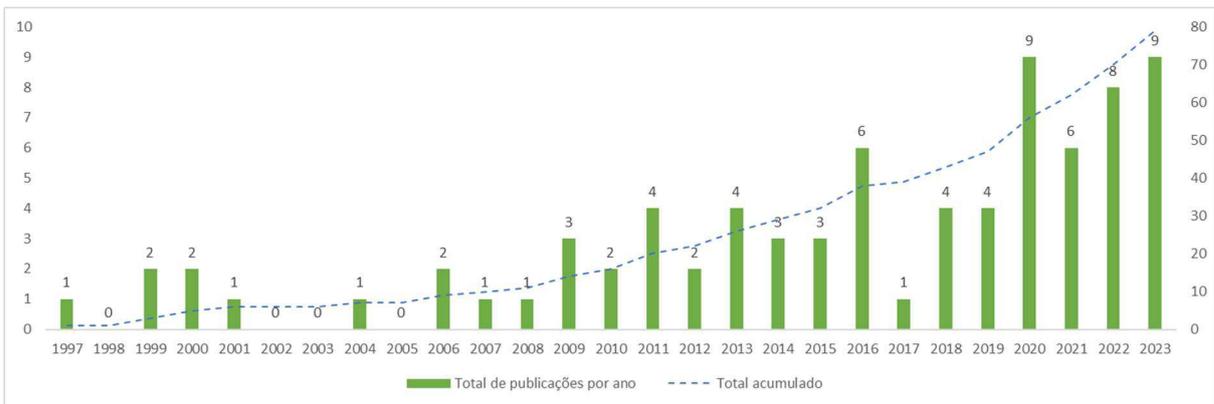
4.1 Resultados da Revisão Sistemática de Literatura

4.1.1 Análise descritiva da amostra de trabalhos

Esta Revisão Sistemática de Literatura apresenta o estado da arte das pesquisas relacionadas ao PMP, em projetos de construção. Para tanto, exhibe uma síntese das sugestões da literatura para implementação e aprimoramento do PMP, além da adoção de técnicas, ferramentas, metodologias e de outras abordagens aplicáveis, no âmbito da construção.

Conforme citado no item 3.2.1, 79 artigos foram selecionados para compor a RSL. A figura 7 mostra a distribuição anual dos artigos e evidencia que o número de publicações alusivas à temática do PMP era relativamente baixo nas décadas de 1990 e 2000. Porém, na década de 2010 e início da década de 2020, apresentou um ligeiro aumento no montante anual de publicações.

Figura 7 - Distribuição do total anual das publicações da Revisão Sistemática de Literatura



Fonte: elaborada pela autora.

A tabela 2 compila o total de publicações por periódico ou conferência de origem. Nota-se que houve predominância de publicações do IGLC. A este respeito, Jacobs (2010) e Daniel, Pasquire e Dickens (2015) destacam o banco de dados do IGLC hospeda, atualmente, a maioria das publicações sobre lean construction, em todo o mundo. Logo, é compreensível que a presente RSL exiba uma predominância de publicações advindas do IGLC.

Tabela 2 - Origem das publicações da Revisão Sistemática de Literatura

Períódico ou conferência de origem	Total	Tipo
International Group for Lean Construction (IGLC)	48	Conferência
Automation in Construction	6	Periódico
Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC)	3	Conferência
Construction Innovation	3	Periódico
Sustainability	2	Periódico
Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)	2	Conferência
Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC)	1	Conferência
Construction Management and Economics	1	Periódico
Ambiente construído	1	Periódico
Engineering, Construction and Architectural Management	1	Periódico
Advances in Civil Engineering	1	Periódico
Energy Procedia	1	Periódico
Production planning & control	1	Periódico
MATEC Web of Conferences	1	Conferência
Winter Simulation Conference (WSC)	1	Conferência
Procedia Engineering	1	Periódico
The TQM Journal	1	Periódico
European Conference on Computing in Construction	1	Conferência
Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)	1	Conferência
Buildings	1	Periódico
Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)	1	Conferência
	√Publicações	79

Fonte: elaborada pela autora

A tabela 3 indica a estratégia de pesquisa adotada pelas publicações da RSL. Nota-se que estudos de caso e Design Science Research (DSR) foram amplamente utilizados pelos trabalhos analisados.

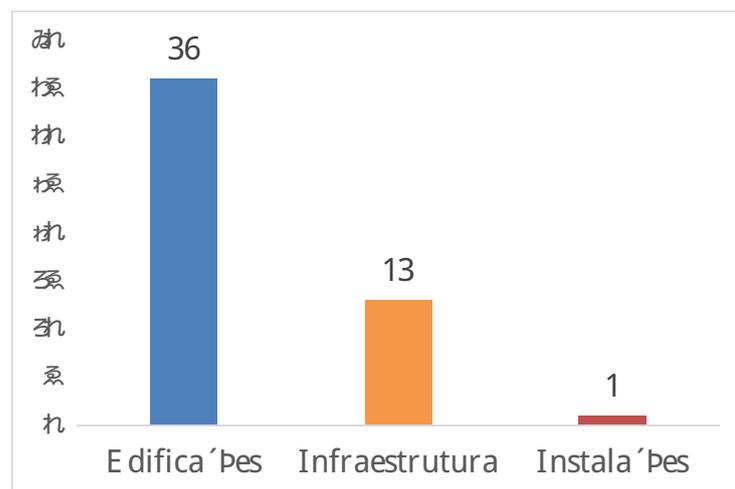
Tabela 3 - Estratégia de pesquisa das publicações analisadas

Estratégia de pesquisa	Total de publicações
Estudo de caso	38
Design Science Research	22
Pesquisa a ² o	10
Simulação computacional	6
Revisão Sistemática de Literatura	3
√ Publicações	79

Fonte: elaborada pela autora.

A figura 8 ilustra o escopo do projeto das publicações selecionadas para a RSL. Dentre as 79 publicações analisadas, apenas 50 especificaram o escopo do projeto. A figura revela também que as obras de edificações totalizaram 36 publicações, enquanto as obras de infraestrutura somaram 13 publicações, das quais 2 tratavam de infraestrutura de energia, especificamente parques eólicos. Estes dados realçam a escassez de publicações alusivas a LPS no contexto de projetos de infraestrutura de energia e sublinham a predominância de estudos relativos a edificações.

Figura 8 - Escopo dos projetos da Revisão Sistemática de Literatura



Fonte: elaborada pela autora.

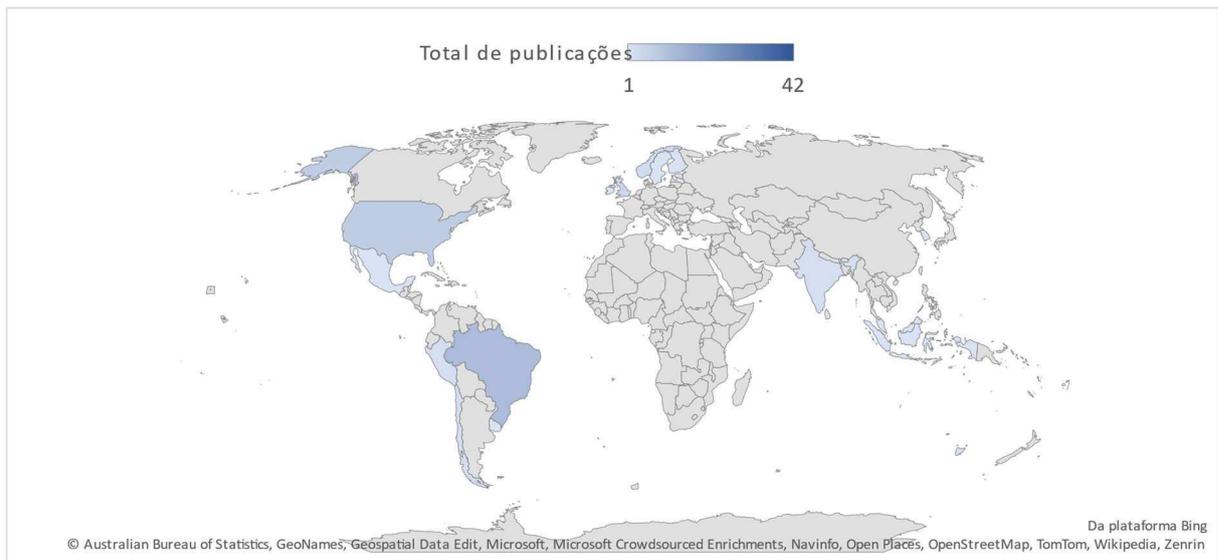
No tocante ao local (países) de realização dos estudos de caso ou da pesquisa a²o, nota-se que Brasil, Estados Unidos da América, Reino Unido e Noruega despontaram nas primeiras colocações, de acordo com a tabela 4 e com a figura 9. Ressalta-se, contudo, que apenas 42 publicações trouxeram indicação de localidade, sendo que duas delas foram realizadas em dois países, o que gerou um total de 44 localidades apontadas.

Tabela 4 - Distribuição dos países

Países	Total de publicações
Brasil	14
Estados Unidos da América	7
Reino Unido	4
Noruega	3
Índia	2
Chile	2
Peru	2
Irlanda	1
Coreia do Sul	1
Uruguai	1
Finlândia	1
Indonésia	1
Austrália	1
Malásia	1
Estônia	1
México	1
Suécia	1
√ Publicações	
	44

Fonte: elaborada pela autora.

Figura 9 - Distribuição mundial das publicações da Revisão Sistemática de Literatura



Fonte: elaborada pela autora.

Nos próximos capítulos, o presente trabalho apresenta os principais achados da RSL. Inicialmente, realiza-se, no item 4.1.2, uma explanação dos aspectos de implementação do PMP propostos por Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008). Na sequência, são mostradas as principais recomendações da literatura para implementação e aprimoramento do PMP (item 4.1.3). No item 4.1.4, a pesquisa oferece uma síntese das práticas de médio prazo preconizadas pelos diferentes trabalhos analisados.

4.1.2 Aspectos da implementação do PMP

No âmbito do PMP, Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008) salientam a importância do atendimento a aspectos processuais, organizacionais e técnicos, durante a implantação do médio prazo. As diretrizes dos autores para cada um destes aspectos são:

- a) Aspectos processuais: (1) desenvolver o PMP a partir do planejamento de fase, considerando as atividades a serem executadas no horizontes de 6 semanas, por exemplo; (2) analisar restrições das atividades oriundas do filtro de 6 semanas; (3) explodir as tarefas selecionadas em processos, operações e etapas; (4) desenvolver planos detalhados para a execução dos trabalhos; (5) detalhar as atividades do PMP – medida que se aproximam do plano de curto prazo; (6) utilizar métricas como o PPC, TA e TMR;
- b) Aspectos organizacionais: (1) envolver gerentes, engenheiros, supervisores, encarregados, projetistas, subempreiteiros, agências reguladoras e fornecedores, no desenvolvimento do PMP, de modo a estabelecer um senso de propriedade por parte dos envolvidos; (2) monitorar e divulgar o plano; (3) coletar feedback;
- c) Aspectos técnicos: utilizar software de planejamento que integre as informações dos horizontes de longo, médio e curto prazo, do LPS. Tal ação visa unir os planos desenvolvidos em cada horizonte, reduzir dupla entrada e facilitar acesso às informações de planejamento do projeto (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2008).

À luz da Teoria dos Sistemas, a subdivisão em sistemas organizacionais, processuais e técnicos é merecedora de críticas, visto que os sistemas existem dentro de outros sistemas maiores e, ao mesmo tempo, cada sistema é formado por subsistemas ou sistemas menores (Chiavenato, 2021). Ademais, os sistemas são abertos e trocam informações entre si e com seu ambiente (Chiavenato, 2021; Tejeida-Padilla; Badillo-Piçá; Morales-Matamoros, 2010). Assim, a subdivisão proposta por Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008) deveria levar em consideração a intercambialidade que existe entre as dimensões processuais, organizacionais e técnicas.

No presente trabalho, apesar da crítica construída acima, optou-se pela adoção da nomenclatura proposta pelos citados autores, já que se trata de uma divisão que preconiza o atendimento de práticas formais que estão alinhadas com a literatura clássica acerca do LPS (Hamerski; Formoso; Isatto, 2023; Ballard; Tommelein, 2021; Ballard, 2000; Ballard; Howell, 1998; Ballard, 1997), como por exemplo a publicidade dos planos, a promoção da colaboração

e a análise de restrições. Adicionalmente, a divisão realça a necessidade de adimplemento de abordagens informais nascidas do emprego de outras práticas que dão suporte à implementação do Last Planner System® (Hamerski; Formoso; Isatto, 2023), como por exemplo a utilização de softwares.

Nesse contexto, a RSL realizou a análise das práticas de PMP propugnadas na literatura, sob o prisma dos aspectos de implementação processuais, organizacionais e técnicos defendidos por Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008). Para tanto, considerou-se, no âmbito do aspecto processual, as práticas que estavam relacionadas diretamente ou indiretamente com as orientações exibidas na alínea *a* desta subseção (item 4.1.2), ou seja, que estavam ligadas aos processos necessários para suportar a execução do PMP. Assim, no item 4.1.3.1, são expostas recomendações da literatura para implementação e aprimoramento do PMP com ênfase na padronização de processos, na criação de cadernos de restrição, na adoção de categorias de restrições, na utilização do LBMS e na realização de análise de riscos das restrições, dentre outras.

Na vertente organizacional, foram classificadas as práticas associadas com as orientações da alínea *b*, isto é, com a dimensão social do PMP e com a publicidade das informações. Considerou-se também as rotinas relacionadas com a gestão visual e com a transparência do fluxo de informações, uma vez que tais abordagens apoiam diretamente a diretriz de publicidade dos planos (alínea *b*, item 4.1.2). Desse modo, no item 4.1.3.2, são aventadas as rotinas de PMP relacionadas com a promoção da colaboração, apoio da alta gestão, treinamentos e incorporação de valores, entre outras.

Finalmente, no âmbito técnico, foram consideradas as práticas concernentes à utilização de softwares e de outras tecnologias da informação voltadas para uma maior integração dos diferentes horizontes do LPS® e para uma melhor qualidade dos planos produzidos. Logo, evidencia-se, no item 4.1.3.3, trabalhos que enfatizam a utilização de softwares específicos para o PMP, o emprego do BIM associado ao PMP, o uso do RFID para alimentação dos planos de médio prazo, a aplicação de análise de redes sociais e o uso de Internet das Coisas (IoT).

4.1.3 Contribuições da literatura para implementação e aprimoramento do PMP – luz dos aspectos processuais, organizacionais e técnicos

Nos próximos tópicos, as recomendações de literatura para implementação e aprimoramento do PMP são agrupadas, conforme adequação aos aspectos e diretrizes

processuais, organizacionais e técnicos de implementação do PMP propostos por Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008) (item 4.1.2).

4.1.3.1 Contribuições da literatura relacionadas a aspectos processuais

A pesar da importância da oportuna resolução de restrições, Bellaver et al. (2022) concluíram, a partir de um estudo de caso realizado em 176 canteiros de obras no Brasil, que 56% das restrições não são removidas a tempo, 23% das ações apresentam atrasos e 42% das ações são concluídas com atraso com relação à data indicada nas reuniões de médio prazo.

Isto corrobora os resultados da pesquisa de Hamerski et al. (2021) que, por meio de um estudo de caso em uma loja de departamentos, detectaram que muitas restrições são removidas durante a semana de execução das atividades. Ademais, Hamerski et al. (2021) notaram que o processo de identificação e remoção de restrições apresenta complexidade não prevista; sugerindo, segundo os autores, a ausência de uma discussão profunda sobre as restrições nas reuniões de PMP.

Power et al. (2023) salientaram ainda que raramente são produzidos procedimentos específicos para o processo de preparação e liberação das tarefas no Planejamento de Médio Prazo. Alves e Britt (2011) adicionaram que a falta de padronização do processo de preparação e que o desafio de ter a pessoa certa na sala faz com que as restrições não sejam identificadas corretamente ou que sejam esquecidas pelos participantes do Projeto.

Nesse contexto, a fim de promover uma melhor padronização no processo de preparação das tarefas, Bellaver et al. (2022) destacaram a relevância da disciplina com as rotinas de PMP e sugeriram a elaboração de uma lista de verificação ou caderno de restrições para identificação dos pré-requisitos que impactam o início e a continuidade dos pacotes de trabalho. Segundo os autores, objetivo da lista de verificação é (1) tornar a equipe menos dependente das experiências de encarregados e engenheiros e mais dependente do processo e (2) melhorar a capacidade de identificação das restrições.

A implementação da lista de verificação foi realizada, por Bellaver et al. (2022), em um estudo de caso múltiplo conduzido no Brasil. De acordo com os autores, os seguintes benefícios foram percebidos: maior adesão das equipes, incremento da agilidade e assertividade no levantamento de restrições e aumento da qualidade das reuniões.

Todavia, uma observação que pode ser feita acerca do trabalho de Bellaver et al. (2022) é a ausência de exposição dos resultados do indicador IRR após a implementação da lista de verificação. Isto dificulta a análise da melhoria introduzida nos projetos do estudo de

caso. Adicionalmente, os autores não detalharam o processo de criação do caderno de restrições e não esclareceram como as reuniões foram conduzidas com base na lista de verificação.

Além da pesquisa de Bellaver et al. (2022), outras recomendações de padronização do processo de preparação das tarefas podem ser vistas nos trabalhos de Angelim (2019), Seppanen, Ballard e Pesonen (2010) e Gao, Chan e Hendy (2023).

Angelim (2019) propôs uma integração do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) com o planejamento da obra. Para tanto, a autora indicou a necessidade dos procedimentos de qualidade trazerem uma lista de todas as restrições relativas a materiais, mão de obra, equipamentos, ferramentas, EPIs, EPCs, normas e informações que possam ser impeditivas para o início das atividades.

Na mesma linha de abordagem de Angelim (2019), a pesquisa de Seppanen, Ballard e Pesonen (2010) recomendou a elaboração de uma lista de verificação das atividades. O propósito dos autores foi comparar, durante as reuniões de médio prazo, a lista de verificação com as tarefas listadas no LBMS para o período de 4 a 6 semanas.

Gao, Chan e Hendy (2023) ampliaram a padronização de processos para as reuniões do LPS. Os autores propuseram a criação de guias ou roteiros para o processo de realização de reuniões. Na visão de Gao, Chan e Hendy (2023), isto auxiliaria na formação lean dos envolvidos e facilitaria a passagem de conhecimento e/ou formação de novas pessoas em casos de alta rotatividade de colaboradores.

A partir de um estudo de caso realizado no Brasil, Malkowski et al. (2020) salientaram também a importância da criação de bancos de dados de lições aprendidas. Segundo estes pesquisadores, as restrições que impedem o início e a continuidade das tarefas devem ser registradas durante o empreendimento e, caso surjam novas restrições, o banco de dados deve ser atualizado.

Hamzeh e Langerud (2011), Hamzeh et al. (2015) e Hamzeh, Zankoul e Sakka (2016) defenderam a utilização e maximização do desempenho de indicadores do PMP como forma de reduzir as durações de projetos, melhorar o PPC e aumentar a capacidade da equipe de planejar operações no médio prazo. Os resultados da simulação computacional de Hamzeh e Langerud (2011) e Hamzeh et al. (2015) indicaram que o aumento do indicador TA pode produzir: (1) aumento no PPC, (2) redução nas durações de projeto e (3) melhoria na capacidade de planejamento das operações.

Já na pesquisa de Hamzeh, Zankoul e Sakka (2016), o aumento do indicador da TMR esboçou efeitos positivos para as durações de projetos, gerando redução nos prazos

previstos. Observa-se, portanto, que os estudos dos autores foram pautados por simulação computacional e não exibiram comprovação em estudos de caso reais.

Outros indicadores para avaliação do médio prazo são analisados por Eleutério e Melo (2019). São eles: (1) Índice de Adesão do Médio Prazo (IAMP) para medir a relação do total de pacotes de trabalho planejados no médio prazo e liberados para o curto prazo pelo total de pacotes planejados pelo médio prazo e liberados para execução e o (2) Índice de Adesão global (IA) para aferir a adesão entre os horizontes de médio e de curto prazo. Eleutério e Melo (2019) aplicaram estes indicadores em um estudo de caso no Brasil e detectaram falta de adesão entre os horizontes de médio e de curto prazo e baixa qualidade do fluxo de informações entre os planos. Vale destacar, portanto, que a pesquisa dos autores não apresentou as causas da falta de adesão e não mostrou a interface com o horizonte de longo prazo.

Antonini et al. (2023) sugeriram o emprego de planejamento logístico associado à implementação do LPS, com vistas a aprimorar o PMP, reduzir ociosidades, aumentar o PPC e imprimir maior produtividade. Além disso, propuseram um modelo constituído seis etapas, quais sejam: (1) análise de escopo, (2) sequenciamento de frentes, (3) logística de abastecimento, (4) ciclo de fornecimento de materiais, (5) dimensionamento de recursos e (6) análise de restrições. O modelo foi testado em uma rodovia brasileira e exibiu, como resultados, redução de 68% no total de horas paradas dos equipamentos, aumento do PPC de 20% para 52%, aumento dos indicadores de produtividade e aumento da colaboração (Antonini et al., 2023).

Power et al. (2023) recomendaram, para aprimorar o PMP, a aplicação de técnicas de estruturação do trabalho e de estudos de primeira execução (first run study). De acordo com os autores, a estruturação do trabalho deve ser subsidiada pela promoção da colaboração e pela utilização de abordagens de planejamento como o pull planning e o takt planning. O objetivo da técnica de estruturação do trabalho é estabelecer um ritmo adequado, equilibrar a capacidade da equipe, definir o tamanho dos pacotes de trabalho e melhorar o fluxo de trabalho (Power et al., 2023). Além disso, Power et al. (2023) sublinharam a importância dos estudos de primeira execução para identificação prévia de restrições, otimização das atividades e melhoria a produtividade.

Hamzeh et al. (2015) salientaram que o estudo de primeira execução completa o desenho das operações e garante atendimento aos aspectos de prazo, custo, qualidade, segurança e aprendizagem da atividade. Wehbe e Hamzeh (2023) sugeriram que o estudo de primeira execução fosse realizado 3 a 6 semanas antes de iniciar uma nova tarefa, como um

processo de ensaio e aprendizagem, outorgando a identificação dos recursos disponíveis, dos recursos necessários e das relações de precedência com outras tarefas ou operações.

Formoso et al. (2022) propuseram a implementação de dois níveis distintos para a análise e eliminação de restrições. O primeiro nível foca nas restrições de curto prazo, com horizonte de um mês, enquanto o segundo concentra-se nas restrições de longo prazo (Formoso et al., 2022). Além disso, os autores destacaram a importância de categorizar as restrições e de refletir claramente no planejamento o acúmulo de tarefas concluídas.

Kim e Jang (2006) preconizaram um modelo de análise de restrições baseado na hierarquia organizacional. Neste modelo, denominado de análise de restrições hierárquicas, são apresentados três níveis hierárquicos de responsabilidade, a saber: (1) o nível do gerente da linha de frente da atividade, (2) o nível do gerente de projeto e (3) o nível do escritório sede (Kim; Jang, 2006). A abordagem de análise de restrições hierárquicas sustenta que, durante as reuniões diárias e semanais, as restrições devem ser identificadas e os responsáveis devem ser indicados com base na hierarquia organizacional (Kim; Jang, 2006).

Uma crítica que pode ser feita à pesquisa de Kim e Jang (2006) é a falta do nível operacional na hierarquia de responsabilidade proposta pelos autores. Isto contraria as orientações do LPS, cujos princípios defendem a ampla participação dos colaboradores (Ballard; Hammond; Nickerson, 2009), não se limitando a determinados níveis organizacionais.

O trabalho de Javanmardi et al. (2018) esboçou preocupação com a criação de uma diretriz para priorização das restrições. Para os autores, as categorias de restrições que apresentam uma discussão eficiente e que se traduzam em bons resultados de PPC devem assumir o primeiro lugar de prioridade. Em segundo, devem figurar as restrições que são discutidas de forma eficaz, porém com menor contribuição para a melhoria do PPC (Javanmardi et al., 2018). Em terceiro lugar, devem estar as restrições que são importantes para a melhoria do PPC, mas que não apresentam boa eficiência discursiva (Javanmardi et al., 2018). Por fim, em quarto lugar, devem ser alocadas as categorias que são discutidas com menos eficiência e que são menos importantes para o PPC (Javanmardi et al., 2018). Os autores salientaram ainda que as reuniões semanais de planejamento são mais adequadas para resolver problemas relacionados ao sequenciamento das tarefas. Assim, Javanmardi et al. (2018) sugeriram a realização de outras reuniões para discutir aspectos mais técnicos do projeto.

A pesquisa de Hamerski et al. (2021) defendeu o emprego de Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM) para modelar a variabilidade e as interações entre as funções gerenciais, no nível do PMP. O objetivo é verificar, por meio do FRAM, as diferenças entre o planejado e o realizado e a existência de atividades ocultas, cujas restrições podem

impactar nos planos de curto prazo. O estudo de Hamerski et al. (2021) debruçou-se sobre o projeto de uma loja de departamento construída no Brasil. Os resultados indicaram que as funções do PMP (como criação de uma reserva de atividades viáveis, divisão das tarefas em operações, identificação e remoção oportuna de restrições) não foram seguidas pelo projeto.

Abou-Ibrahim et al. (2019) fomentaram o equilíbrio entre a carga e capacidade dos planos de curto prazo com auxílio de dados do PMP. O modelo experimental dos autores propõe que o médio prazo cubra um intervalo de 6 semanas do projeto e que as atividades de construção sejam decompostas em processos, operações e etapas operacionais. Para os autores, entre as semanas 6 e 4 do PMP, as tarefas devem ser detalhadas no nível de processos. Estes, por sua vez, são divididos em operações entre as semanas 3 e 2 (Abou-Ibrahim et al., 2019). As operações, por seu turno, devem ser decompostas, caso necessário, em etapas operacionais na semana 1 (que antecede a semana de execução) (Abou-Ibrahim et al., 2019).

Adicionalmente, os seguintes dados devem ser identificados na semana 1: (1) quantidade de tarefas prontas para o curto prazo, (2) quantidade de tarefas que podem estar prontas, durante a semana de execução, e (3) quantidade das tarefas que não estão prontas (Abou-Ibrahim et al., 2019). A capacidade de trabalho é então calculada somando (1) e (2) e multiplicando por um fator de capacidade (Abou-Ibrahim et al., 2019). Tal fator pode ser estimado pelo planejador de forma aleatória ou com base em dados históricos do projeto (Abou-Ibrahim et al., 2019).

Segundo os resultados da simulação de Abou-Ibrahim et al. (2019), os planejadores que utilizam dados históricos do projeto são aqueles que alcançam um melhor balanceamento entre carga e capacidade. Além disso, estes planejadores (denominados de planejadores informados) conseguem otimização de buffers e um melhor desempenho de tempo e custo (Abou-Ibrahim et al., 2019).

Kemmer et al. (2007) evidenciaram a importância do PMP para proteger a produção contra incertezas, gerenciar dados de custo e reforçar aspectos de segurança. Para proteger a produção contra incertezas, os autores salientaram a necessidade de realização de reuniões de médio prazo com o objetivo de identificar as restrições que impedem o início das atividades. No que tange ao gerenciamento de custos, Kemmer et al. (2007) enfatizaram as seguintes ações: (1) desenvolver orçamento executivo com base nos pacotes de trabalho a serem executados, (2) utilizar o orçamento executivo como balizador para renegociação de ritmo de trabalho, datas de entrega de materiais, análise de fluxo de caixa, dentre outros. Finalmente, no que se refere à segurança, Kemmer et al. (2007) sublinharam que somente as tarefas que atendam aos critérios de segurança podem entrar nos planos de curto prazo.

Ainda no âmbito dos aspectos processuais do PMP, Hamerski, Formoso e Isatto (2023) realíam o papel capital de práticas relacionadas à análise de restrições, a realização de reuniões de PMP, a utilização de métricas e a adoção de buffers. Os autores destacaram também que a implementação do LPS é suportada por diferentes práticas, de modo a lidar com a complexidade dos projetos de construção. Em um estudo de caso relacionado à construção de uma loja de departamento, Hamerski, Formoso e Isatto (2023) descobriram que 48% das práticas empregadas eram informais, ou seja, não estavam presentes no manual da implementação e tampouco eram utilizadas sistematicamente.

Na literatura, outra recomendação para refinamento do PMP é a utilização conjunta do LBMS e do LPS (Carvalho et al., 2023; Formoso et al., 2022; Botega et al., 2022; Malkowski et al., 2020; Castro; Watanuki, 2021; Dave; Seppänen; Modrich, 2016; Seppänen; Modrich; Ballard, 2015; Kalsaas; Grindheim; Laeknes, 2014; Seppänen; Ballard; Pesonen, 2010; Kemmer et al., 2007).

Para Seppänen, Modrich e Ballard (2015), o LPS facilita a identificação de restrições que devem ser removidas para que o fluxo de trabalho não sofra interrupções. O LBMS, por sua vez, enfatiza problemas relacionados à capacidade e às taxas de produção (Seppänen; Modrich; Ballard, 2015). Segundo os autores, qualquer problema relacionado a restrições ou à produção real deve ser investigado em termos de suas causas principais, e ações devem ser implementadas para resolver essas causas fundamentais.

Caso as ações impactem os recursos e a produtividade planejadas, deve-se realizar novo dimensionamento das equipes e da taxa de produção esperada (Seppänen; Modrich; Ballard, 2015). Quando todas as restrições relacionadas a um local forem eliminadas, este poderá ser liberado para produção (Seppänen; Modrich; Ballard, 2015). Um gráfico de controle poderá ainda ser utilizado para acompanhar, de forma visual, as tarefas com restrições resolvidas e a resolver (Seppänen; Modrich; Ballard, 2015).

No nível do médio prazo, Seppänen, Ballard e Pesonen (2010) enfatizaram a importância de atualizar semanalmente o progresso das tarefas no LBMS, de modo a obter previsões mais coerentes com a realidade do projeto. Após a atualização, o novo planejamento deve ser discutido com encarregados e supervisores, em uma reunião de médio prazo (Seppänen; Ballard; Pesonen, 2010). Os planos de trabalho de médio e curto prazo devem ser desenvolvidos a partir da previsão do LBMS (Seppänen; Ballard; Pesonen, 2010).

Além do LBMS, uma outra abordagem literária para o aprimoramento do médio prazo é a análise de riscos em conjunto com o PMP. Nesse contexto, Wanbeke, Liu e Hsiang (2012) sugeriram o uso de uma matriz de risco associada ao LPS para identificar atividades

com maior variabilidade. Na mesma linha, Erazo-Rondinel, Vila-Comun e Alva (2020) também advogaram a implementação de uma matriz de risco para mapear e priorizar as restrições mais críticas.

Em tal contexto, Cisterna, Alarcón e Alarcón (2013) propuseram a utilização de uma matriz com cálculo automático dos impactos. A investigação dos autores emprega algoritmos baseados em dados históricos do projeto (como registros de motivos para não conclusão, PPC, IRR, recursos alocados às atividades, entre outros). O intuito é identificar, por meio da matriz de risco, as tarefas de alto impacto e informar a equipe do projeto sobre sua criticidade (Cisterna; Alarcón; Alarcón, 2013).

O trabalho de Alencar, Almeida e Mota (2011), por sua vez, preconizou a utilização de um modelo baseado no método multicritério PROMETHEE para determinar as atividades a serem priorizadas no PMP. Uma crítica à pesquisa dos autores é a mudança de critérios, já que, para cada intervalo do PMP, ter-se-ia uma listagem nova de atividades, o que pode levar a várias alterações e tornar o processo demorado. Além disso, o modelo de Alencar, Almeida e Mota (2011) é limitado à experiência do gerente de projetos, sem incorporar o aspecto colaborativo do LPS.

Davis (2009) desenvolveu um algoritmo que examina restrições, riscos, recursos e relações de interdependência com intuito de prever eventuais impactos em cronograma e oferecer maior flexibilidade para lidar com as modificações na rede PERT/CPM. O objetivo do autor é reduzir o impacto da reorganização das relações de interdependência em um cronograma, caso ocorram atrasos em atividades. O algoritmo foi testado em um estudo de caso e demonstrou a capacidade de agendar mais cedo as atividades com alta probabilidade de atraso, minimizando a necessidade de buffers e diminuindo os possíveis impactos devido a atrasos nas tarefas (Davis, 2009).

A pesquisa de Junnonen e Seppänen (2004), por seu turno, recomendou o emprego de listas de verificação para identificação de potenciais riscos e problemas. Os autores também sugeriram: (1) a análise dos riscos com vistas a mensurar possíveis consequências, caso o risco aconteça; e (2) a elaboração e incorporação de ações preventivas, como alterações de planejamento, reuniões, melhoria contínua ou alterações contratuais.

Ebbs e Pasquire (2018) propuseram uma abordagem para identificação de restrições e riscos por meio de coletas individuais e em grupo. Os citados autores concluíram que o risco não é explicitamente considerado nos processos de planejamento e que as equipes apresentam problemas em incorporá-los em seus planos, sobretudo em razão de seu caráter incerto. Na visão de Ebbs e Pasquire (2018), isto pode inclusive ajudar a explicar as dificuldades que os

profissionais possuem com o processo de preparação de tarefas do PMP, haja vista que a inserção de algo que pode não acontecer, muitas vezes, não é valorizada. Nesse sentido, os pesquisadores destacaram a necessidade de investigações futuras que integrem o risco no planejamento da produção.

Mohamed et al. (2021) enfatizaram a importância do PMP considerar os riscos relacionados a fatores climáticos, de modo a gerar planos de médio prazo mais fiáveis. Nesse sentido, os autores defenderam melhorar as práticas de PMP com uma abordagem baseada em simulação computacional, na qual são gerados planos com horizonte de 14 dias, a partir de informações meteorológicas (relativas a chuva, vento e temperatura) e de informações de progresso das atividades. O modelo foi testado em um parque eólico e trouxe bons resultados, no tocante a previsibilidade dos impactos climáticos sobre a duração e a produtividade das atividades (Mohamed et al., 2021). Uma crítica a pesquisa de Mohamed et al. (2021) é que ela se restringe a fatores climáticos, preterindo outros tipos de restrições, como mão de obra e material, por exemplo.

Ainda no contexto do PMP, Wehbe e Hamzeh (2013) defenderam um modelo que conjuga a técnica de gerenciamento de riscos Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) com o processo de análise de restrições. No modelo, os autores propõem uma primeira rodada de estudos (a ser realizada de 3 a 6 semanas antes do início da tarefa) para identificação de melhores práticas, recursos e relações de interdependência. Na sequência, recomendam a análise de restrições das tarefas, análise de riscos, planos de mitigação de risco e planejamento de contingência (Wehbe; Hamzeh, 2013).

Wehbe e Hamzeh (2013) sustentam ainda que o processo de análise de risco deve ocorrer em paralelo com a análise de restrições. Assim, segundo os autores, após realizar o procedimento FMEA com todas as suas etapas, deve-se verificar se o risco e as restrições da tarefa foram removidos ou não. Em caso positivo, a tarefa será considerada como tarefa pronta; mas, em caso negativo, a tarefa será movida para um banco de atividades restritas, onde será liberada apenas se um compromisso de preparação for assumido (Wehbe; Hamzeh, 2013).

A pesquisa de Wehbe e Hamzeh (2013) se alinha com o estudo de Velasquez, Carhuamaca e Farje (2021), no qual também foi sugerido um modelo que conjuga o FMEA e o PMP. O trabalho de Velasquez, Carhuamaca e Farje (2021) foi conduzido, no Peru, em um projeto de construção de um edifício multifamiliar. Os autores propuseram uma abordagem estruturada em três fases, a saber: (1) fase de divisão das tarefas, (2) fase de desenho das operações e (3) fase de eliminação de restrições.

De acordo com Velasquez, Carhuamaca e Farje (2021), a análise de risco das restrições deve atender os seguintes passos: (1) preparação para análise (consiste na coleta de informações relacionadas a falhas, efeitos e causas), (2) identificação e priorização do risco por meio do círculo, através de tabelas, do Número de Priorização do Risco (NPR), (3) identificação, por meio do NPR, das atividades de alto risco e (4) elaboração das ações de mitigação e dos planos de contingência para as atividades com alto risco identificadas no passo anterior (Velasquez; Carhuamaca; Farje, 2021).

Nota-se que as pesquisas de Wehbe e Hamzeh (2013), Cisterna, Alcon e Alcon (2013) e Velasquez, Carhuamaca e Farje (2021) expressaram preocupação em identificar riscos e verificar sua criticidade junto aos participantes de um projeto. Esta preocupação é compartilhada por Alves e Britt (2011) em um estudo de caso sobre a implementação do PMP, no qual relataram dificuldades em deixar claro a todos os envolvidos o que é crítico eram as restrições. Frisa-se que Alves e Britt (2011) não utilizaram ferramentas de gestão de risco, o que pode ter contribuído para a não compreensão dos aspectos de criticidade das tarefas por parte da equipe. Ademais, não entender corretamente a relação entre as restrições da produção e o fluxo de trabalho também pode impedir a diferenciação das restrições de alto ou baixo impacto (Abdelhamid; Jain; Mrozowski, 2010). Esta, inclusive, pode ser uma das causas subjacentes do baixo PPC de alguns projetos (Abdelhamid; Jain; Mrozowski, 2010).

Não obstante sua importância para os projetos de construção, as práticas de gestão de risco ainda são subutilizadas no planejamento da indústria da construção (Wehbe; Hamzeh, 2013; Ebbs; Pasquire, 2018). Segundo Wambeke, Liu e Hsiang (2012), poucas pesquisas se debruçam sobre as causas dos riscos e o que deve ser feito para reduzi-los e/ou eliminá-los. Isto se coaduna com as conclusões de Mohdi Ali et al. (2018) que, a partir de um estudo de caso conduzido em um projeto de construção de um hospital, constataram a existência de barreiras para a implementação eficaz e sistemática do gerenciamento de riscos em projetos.

Com base nos trabalhos apresentados, nesta subseção, a pesquisa conclui que, do ponto de vista processual, a implementação e o aprimoramento do PMP passam pela adoção de diferentes práticas. Assim, viu-se estudos que ratificam as rotinas de médio prazo clássicas da literatura (como, por exemplo: analisar restrições, detalhar processos e operações, padronizar processos, dentre outros) e exibiu-se também práticas complementares (como, por exemplo: analisar riscos, utilizar takt planning, empregar FRAM, entre outras) que são utilizadas para dar sustentabilidade à implantação do médio prazo em contextos distintos. Isto se alinha com os achados da pesquisa de Hamerski, Formoso e Isatto (2023), na qual evidenciou-se que o LPS ÷ necessita de práticas complementares para lidar com a complexidade de projetos.

No item 4.1.4, a pesquisa sintetiza, por meio do quadro 7, as diferentes práticas de PMP relacionadas aos aspectos processuais de implementação.

4.1.3.2 Contribuições da literatura relacionadas a aspectos organizacionais

No arcabouço teórico estudado, observou-se também pesquisas que sublinharam a importância da compreensão da cultura da organização e do país para o sucesso da implementação do LPS (Cervera e Romero et al., 2013). Além disso, notou-se trabalhos que enfatizaram a necessidade de uma maior integração e colaboração entre os participantes de um projeto, com vistas a maximizar a visibilidade dos fluxos de trabalho e melhorar o processo de identificação e remoção das restrições que impedem o início das atividades (Daniel et al., 2018; Power; Sinnott; Mullin, 2020; Alves; Britt, 2011).

Hamzeh et al. (2012) destacaram, nesse sentido, a importância da presença de encarregados e supervisores de campo, nas reuniões de médio e curto prazo, de modo a alcançar maior colaboração e melhorar o planejamento. Toledo, Olivares e Gonzalez (2016) recomendaram que cada participante da reunião de PMP revisasse as atividades de médio prazo antes do encontro semanal com a equipe, a fim de analisar melhor os pacotes de trabalho e identificar possíveis restrições. Hamerski, Formos e Isatto (2023) ressaltaram a relevância da participação de diferentes áreas funcionais de um projeto (segurança, qualidade, produção, custos, dentre outras) para o desempenho resiliente do LPS.

O aspecto da colaboração foi também estudado por Pourrahimian, Shehab e Hamzeh (2023), por meio de simulação computacional. Os autores mostraram que, quando ocorre alta colaboração nos níveis de longo, médio e curto prazo, obtém-se a menor duração possível para o projeto. Por outro lado, quando a colaboração é alta nos níveis de longo e médio prazo, ocorre aumento de cerca de 9% na duração total do projeto (Pourrahimian; Shehab; Hamzeh, 2023). Quando a colaboração é alta nos níveis de médio e curto prazo, tem-se aumento de 13% (Pourrahimian; Shehab; Hamzeh, 2023). Finalmente, quando a colaboração é baixa no médio prazo e alta no longo e curto prazo, tem-se um aumento de 20%, na duração (Pourrahimian; Shehab; Hamzeh, 2023). Isto denota que, quanto mais cedo houver a colaboração entre as partes interessadas, menores serão as durações de um projeto (Pourrahimian; Shehab; Hamzeh, 2023).

Lagos et al. (2023) propuseram uma metodologia para avaliar quantitativamente a colaboração no âmbito do médio prazo e seus impactos no desempenho do LPS. Os autores utilizaram análise de rede social e, por meio de um estudo de caso múltiplo, concluíram que a

colaboração estava diretamente correlacionada com as métricas do PMP (TA, TMR e IRR), com o PPC e com os indicadores de longo prazo.

Gupta e Devkar (2023) destacaram, a partir de estudo de caso múltiplo conduzido na Índia, a importância da colaboração e da comunicação para o planejamento de um projeto. Os autores utilizaram análise de rede social e constataram que a colaboração e a comunicação foram capazes de reduzir o aparecimento de tarefas não previstas no PMP e na programação de curto prazo, melhorar a compreensão do planejamento por parte dos envolvidos e facilitar o processo de identificação e resolução de restrições que impedem o fluxo do trabalho.

Além disso, os autores realçaram a importância da participação de supervisores e encarregados, nas reuniões de médio prazo, visto que estes são os últimos planejadores do projeto. Adicionalmente, Gupta e Devkar (2023) enfatizaram a relevância do treinamento e da formação, nos conceitos do last planner system, uma vez que encarregados e supervisores podem ter dificuldades em compreender a linguagem utilizada nas reuniões.

Power, Sinnott e Mullin (2020) e Belayuham et al. (2021) sublinharam a necessidade da implementação do LPS ocorrer de forma não apressada e com paulatina familiarização dos membros do projeto com os conceitos do LPS.

Belayuham et al. (2021) pontuaram a importância de introduzir valores fundamentais do LPS, como envolvimento, colaboração, comunicação, transparência e melhoria contínua. Para os autores, a implementação destes valores pode ser realizada por treinamentos e pelo apoio da alta administração.

Gao, Chan e Hendy (2023) ressaltaram, a partir de um estudo de caso conduzido em projetos de infraestrutura na Austrália, a necessidade de fornecer treinamento e suporte para os últimos planejadores. Adicionalmente, os autores pregaram a participação precoce de parceiros, em especial subcontratados. Limenih, Demisse e Haile (2022) e Pourrahimian, Shehab e Hamzeh (2023) reforçaram a relevância da entrada o mais cedo possível das partes interessadas.

Kassab, Young e Laedre (2020) sugeriram que o treinamento dos colaboradores fosse realizado, em duas etapas: (1) formação em sala de aula e (2) aprender fazendo. Na primeira etapa, são fornecidos os conceitos fundamentais para que os colaboradores construam uma base intelectual a respeito do tema (Kassab; Young; Laedre, 2020). Na segunda etapa, os colaboradores são convidados a fazer o planejamento, tendo em vista os conhecimentos adquiridos na fase anterior (Kassab; Young; Laedre, 2020). Uma observação sobre a pesquisa de Kassab, Young e Laedre (2020) é sua capacidade de incentivar os envolvidos a realizar o planejamento de forma independente, fundamentado em uma base teórica pré-estabelecida.

Vieira, Borges e Barros Neto (2020), a partir de um estudo de caso realizado em um escritório de projetos, recomendaram um conjunto de melhorias para o planejamento e controle. No âmbito dos aspectos organizacionais, as melhorias dos autores relacionaram-se com: (1) realizar de treinamentos, (2) promover da transpar, ncia no tocante a datas e escopo dos projetos e (3) incentivar as abordagens de gest²o visual. Cumpre salientar, entretanto, que as sugest²es dos autores n²o chegaram a ser implementadas no estudo de caso, n²o sendo poss²vel validar sua efic²cia no contexto da empresa estudada.

A partir dos resultados de um estudo de caso com um empreiteiro de instala²es mec²nicas, Ballard (1997) estabeleceu passos para a realiza²o do PMP e elencou as seguintes sugest²es de melhoria: treinamento da m²o de obra, compartilhamento de informa²es entre os envolvidos, cria²o de processos e realiza²o de reuni²es entre as partes interessadas.

Erazo-Rondinel, Vila-Comun e Alva (2020) advogaram, com base em um estudo de caso de um projeto de infraestrutura conduzido no Peru, a implementa²o das seguintes a²es de melhoria para o PMP: (1) empregar facilitador LPS² para acompanhar restri²es e apoiar nas reuni²es de m²dio prazo, (2) utilizar gest²o visual com quadros brancos e com notas autoadesivas coloridas (post-its) a fim de dar maior publicidade e transpar, ncia ao PMP, (3) adotar big room para melhorar a colabora²o e (4) treinar os colaboradores na filosofia do PMP, especialmente no tocante ²o de restri²es.

Outra sugest²o para aprimoramento do PMP est²contida no trabalho de Ebbs e Pasquire (2018). Os autores apresentaram uma abordagem denominada `flow walk_, cujo objetivo ²o identificar, de forma colaborativa, o maior n²mero poss²vel de restri²es e riscos para projetos. O flow walk foi tamb²m recomendado por Power et al. (2023). A abordagem consiste em cinco rodadas de reuni²es que objetivam identificar restri²es por meio de din²micas individuais e grupais (Ebbs; Pasquire, 2018). Uma cr²tica que pode ser tecida ao flow Walk diz respeito ao elevado n²mero de reuni²es e a aus²ncia de listas de verifica²o que possam auxiliar os participantes na identifica²o dos pr²requisitos que impedem o in²cio e a continuidade dos fluxos de trabalho.

Jansson, Viklund e Lidel²ow (2016) propuseram o emprego do PMP associado ao m²todo Knowledge Innovation/Visual Planning (KI-VP), cuja base se assenta (1) na exist²ncia de uma sala Obeya (big room), (2) na utiliza²o de gerenciamento visual, (3) no uso de planilhas padronizadas para acompanhar atividades, (4) na coleta de feedback da experi, ncia di²ria e (5) na an²lise de processos por parte dos envolvidos.

A recomenda²o dos autores foi testada em um estudo de caso de um projeto de habita²o na Su²cia. Inicialmente, foi elaborado um cronograma de fase e, a partir deste, foram

desenvolvidos os planos de médio prazo do projeto (Jansson; Viklund; Lidelow, 2016). O gerenciamento visual foi suportado por meio de quadros magnéticos, de modo a possibilitar maior visibilidade e transparência ao fluxo processos (Jansson; Viklund; Lidelow, 2016).

Além disso, foram realizadas reuniões diárias na sala Obeya com o objetivo de trocar conhecimento e coletar feedback da experiência individual dos participantes (Jansson; Viklund; Lidelow, 2016). Mensalmente, eram feitas também reuniões de análise dos processos (Jansson; Viklund; Lidelow, 2016). Para Jansson, Viklund e Lidelow (2016), as reuniões (diárias e mensais) permitiram desenvolver inovações de conhecimento, o que é um dos pilares do método KI-V P. A abordagem do PMP apoiada pelo gerenciamento visual fomentou ainda, segundo os autores, o segundo pilar do KI-V P, que é o planejamento visual.

Uma limitação do trabalho de Jansson, Viklund e Lidelow (2016) é que não considera os fluxos relativos à execução das casas, concentrando-se apenas em desenvolvimento de projetos e na fabricação dos módulos. Outro ponto é que o KI-V P foi bastante utilizado como uma lista de itens a serem observados e um sistema de suporte para questionar o estado atual do processo, preterindo, porém, maiores incentivos no tocante à melhoria contínua (Jansson; Viklund; Lidelow, 2016).

A pesquisa de Kemmer et al. (2007) apoiou a utilização de um conjunto de práticas de PMP para proteger a produção contra incertezas. Entre as rotinas propostas pelos autores, destacam-se a seguir as que estão alinhadas com os aspectos organizacionais da implementação do PMP: divulgar os planos, utilizar gestão visual, promover a aprendizagem e incentivar a transparência dos fluxos físicos de trabalho.

Com base no exposto acima, esta subseção apresentou o arcabouço teórico relacionado às abordagens de implementação do médio prazo sob a perspectiva dos aspectos organizacionais. Os diferentes estudos destacados enfatizaram as características sociais do médio prazo, ressaltando a importância da colaboração, do apoio da alta gestão e da participação precoce das partes interessadas. Paralelamente, os trabalhos sublinharam a relevância de práticas de médio prazo relativas à gestão visual, à promoção da transparência dos fluxos de trabalho e de informação, à adoção de sala Obeya, dentre outras. No item 4.1.4, a pesquisa materializa, no quadro 8, o conjunto de rotinas organizacionais de PMP derivadas da análise das publicadas selecionadas para a RSL.

4.1.3.3 Contribuições da literatura relativas a aspectos técnicos

No LPS, as notas adesivas coloridas são bastante empregadas no planejamento de médio e de curto prazo (Dave et al., 2015). No entanto, estas notas são uma forma manual de gerenciamento de informações e não sincronizam com outros sistemas de planejamento e programação (Dave et al., 2015). Embora o LPS prescreva a análise sistemática de restrições, os meios atualmente utilizados, como papéis adesivados e planilhas do MS Excel, não auxiliam diretamente na identificação de restrições e tampouco abordam funções de programação (Dave et al., 2015). Nesse contexto, Aslesen e Tommelein (2016) afirmam que a utilização de programas pode contribuir para uma maior padronização dos processos e melhoria na entrada de informações.

A relevância da tecnologia da informação para o planejamento e controle de projetos de construção também é evidenciada na pesquisa de Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008), que recomendou a adoção de software de planejamento capaz integrar todas as etapas do sistema Last Planner e de facilitar a interação entre as diferentes partes interessadas. Os autores também ressaltaram que o uso de tais softwares pode diminuir a duplicidade de informações e promover um planejamento colaborativo.

Similarmente aos estudos supraditos, outros trabalhos propuseram a adoção de softwares para apoiar as práticas de PCP. Power et al. (2023), por exemplo, empregaram o Trello como ferramenta virtual de gestão das restrições do projeto. Alves e Britt (2011) abordaram a implementação do MS Excel, do Primavera P6 e de um software de visualização 2D, em um estudo de caso de um projeto de construção de uma unidade de saúde na Califórnia. Toledo, Olivares e Gonzalez (2016) e Toledo et al. (2014) recomendaram o emprego de um modelo 4D para facilitar a visualização e o compartilhamento de informações.

Bellaver et al. (2022) apresentaram a utilização (1) de planilhas eletrônicas do MS Excel, (2) do SharePoint e, posteriormente, (3) de um aplicativo desenvolvido na plataforma Power Apps. A pesquisa de Bellaver et al. (2022) foi conduzida em projetos imobiliários no Brasil. Os resultados demonstraram, de acordo com os autores, um aumento na quantidade de dados e de ações por parte das equipes. No entanto, é importante observar que o estudo de Bellaver et al. (2022) enfrentou desafios na implementação de ferramentas digitais, principalmente devido à baixa digitalização do ambiente de obras e à falta de habilidades dos colaboradores para manuseio de aplicações digitais.

Gao, Chan e Hendy (2023) discutiram a utilização do MS Excel em um projeto de infraestrutura na Austrália. Os autores relataram que os usuários encontraram maior facilidade

ao utilizar planilhas eletrônicas em comparação com o software LPS÷ adotado pelo projeto. Segundo os pesquisadores citados, as planilhas são mais facilmente atualizáveis e apresentam uma interface comum e familiar para os participantes.

Uma crítica ao trabalho de Gao, Chan e Hendy (2023) é que o uso de planilhas pode apresentar problemas devido à falta de integração automática com outros softwares e ausência de segurança, especialmente no que diz respeito a possíveis alterações na formatação e modificações de informações importantes pelos colaboradores.

As pesquisas de Erazo-Rondinel, Vila-Comum e Alva (2020) e de Hamerski, Formoso e Isatto (2023) sublinharam o emprego de aplicativos de mensagens, como o WhatsApp, para facilitar a comunicação entre as diferentes partes envolvidas. Neste particular, é importante destacar que o uso de aplicativos de mensagem pode apresentar barreiras, como a condução de conversas informais e a falta de participação ampla de todos os colaboradores, o que pode comprometer os aspectos de colaboração e transparência do LPS÷.

Soman (2019) propugnou o emprego da linguagem de computação Shapes Constraint Language a fim de modelar: (1) restrições de precedência, (2) restrições alusivas à capacidade de recursos e (3) restrições relacionadas a espaço e tempo. Segundo o autor, a modelagem foi testada para um conjunto de dados e o modelo gerado foi capaz de identificar e validar restrições de forma eficaz. Soman (2019) sublinhou, entretanto, que o modelo não foi testado em caso real e que existe necessidade de criação de uma interface mais intuitiva para desenvolvimentos futuros. Outra limitação da pesquisa dos autores é não consideração de diferentes categorias de restrições, como por exemplo materiais, segurança do trabalho e condições contratuais.

Em guisa do estudo de Soman (2019), o trabalho de Soman e Molina-Solana (2022) exibiu um algoritmo baseado em aprendizado de máquina capaz de gerar um planejamento de médio prazo, a partir de entrada de dados relacionadas a projetos, processos de construção e restrições de programação, dentre outros. O algoritmo, segundo os autores, pode ser utilizado em reuniões de PMP, de modo a suportar decisões e auxiliar na compreensão de impactos de prazo e custo (Soman; Molina-Solana, 2022).

Conte et al. (2022) buscaram implementar a ferramenta digital MIRO (que é um quadro branco colaborativo online) para o PMP de quatro projetos de habitação de interesse social construídos no Brasil. Observaram, todavia, que a ferramenta se mostrou adequada apenas para o nível estratégico da empresa, havendo certa dificuldade nos níveis tático e operacional. No âmbito do médio prazo, por exemplo, foi necessária a transição do MIRO para as ferramentas tradicionais de VM (com quadros físicos e utilização de notas autoadesivas

coloridas) (Conte et al., 2022). Os autores aventaram dificuldades relacionadas ao manuseio e ausência de automatização da ferramenta.

Pikas et al. (2022) também desenvolveram e testaram o emprego de quadro branco digital, nos processos de planejamento e controle de projetos colaborativos. No total, foram estudados quatro projetos no Reino Unido e três na Estônia. No Reino Unido, os resultados se coadunaram com a pesquisa de Conte et al. (2022), havendo boa usabilidade da ferramenta VM no nível do planejamento mestre e de fase. No caso da Estônia, entretanto, houve maior ênfase e êxito do quadro branco no planejamento de médio e de curto prazo. Para medir a performance do médio prazo, Pikas et al. (2022) aplicaram TA e a TMR, obtendo médias de 70% e 60%, respectivamente. Isto, na visão dos autores, demonstra a eficácia das reuniões virtuais com uso do quadro branco para identificar e resolver com antecedência as restrições das tarefas.

Além das ferramentas digitais mencionadas, diferentes pesquisas têm explorado a sinergia de softwares de autoria BIM com o LPS. Soman, Molina-Solana e Whyte (2020), por exemplo, defenderam um modelo que integra BIM, coleta automatizada de dados (Automated Data Collection - ADC) e um método baseado em dados vinculados (linked-data) para automatizar a criação e monitoramento de restrições de projetos.

O modelo dos autores citados foi batizado de Linked-Data Based Construction Constraint-checking ou LDCC. Nele, o BIM 4D apoia registro de informações do projeto. A ADC suporta a etapa de coleta de dados via RFID ou outros tipos de sensores e faz o rastreamento e monitoramento de pré-requisitos das atividades. O linked-data promove a interoperabilidade entre sistemas, percorrendo dados de diferentes fontes e fazendo inferências quanto a situação das restrições.

O LDCC combina estruturas de aprendizado de máquina e ferramentas de simulação para reprogramação de processos e/ou apoio na tomada de decisão (Soman; Molina-Solana; Whyte, 2020). De acordo com os pesquisadores, o modelo é capaz de modelar restrições e monitorar seu estado. Adicionalmente, o LDCC armazena o conhecimento de construção oriundo das reuniões de planejamento (Soman; Molina-Solana; Whyte, 2020).

Assim como o trabalho de Soman, Molina-Solana e Whyte (2020), as pesquisas Chen et al. (2020), Chen et al. (2022) e Dave et al. (2016) também propuseram a utilização de sistemas que conjugam o PMP, o BIM e o RFID. No trabalho de Chen et al. (2020), especificamente, o sistema foi denominado de BIM-RFID-LAP. Nele, o BIM é usado para armazenar e trocar informações de materiais de construção, ao passo que o RFID é empregado para gerar informações de entrega de materiais (Chen et al., 2020). Essas informações são registradas em tags RFID, cuja leitura identifica a localização do material (Chen et al., 2020).

O PMP, no contexto do sistema, detalha o planejamento de 6 a 8 semanas e identifica as restrições para produção e envio de materiais (Chen et al., 2020).

O sistema BIM-RFID-PMP preconizado por Chen et al. (2020) foi simulado em um projeto de construção de um edifício de 22 andares, obtendo os seguintes resultados: redução das durações do projeto, melhoria da comunicação entre as partes, maior digitalização dos documentos de projeto, melhor processo de tomada de decisão, integração dos dados de médio prazo às informações de projeto modelados no BIM e integração dos dados de médio prazo ao real status de fabricação e entrega de materiais, através das etiquetas RFID.

A utilização do BIM associada ao PMP foi também explorada por Etges et al. (2020), em um estudo de caso múltiplo. Segundo os autores, a modelagem no BIM das categorias de restrições de equipamentos, de materiais, de planejamento, de projeto e de segurança pode auxiliar na identificação de restrições, uma vez que o BIM carrega dados de geometria e de informações sobre objetos. Adicionalmente, o BIM pode ser empregado no médio prazo para simulações e visualização da posição das equipes, equipamentos e sequência de atividades e para visualização e compreensão de fluxos de trabalho (Etges et al., 2020).

A sinergia BIM-LPS foi ainda visitada por Sbiti et al. (2021). Os autores listaram as seguintes ferramentas com interface BIM-LPS e com módulos voltados para o PMP: WorkPlan, IPS, LEWIS, VCD, KanBIM, ConstructSim Visilean e vPlanner. Dentre as ferramentas citadas, o Visilean se destaca por oferecer o maior número de funcionalidades no âmbito do PMP (Sbiti et al., 2021). Para os autores, o Visilean permite que os últimos planejadores gerenciem restrições, detalhem processos em operações e visualizem os processos planejados. O VisiLean foi testado em um projeto de infraestrutura rodoviária no Reino Unido e recebeu uma avaliação positiva, especialmente no que diz respeito à natureza visual do planejamento e ao suporte oferecido ao processo de gestão de restrições (Dave; Boddy; Koskela, 2013). As limitações da aplicação, entretanto, relacionam-se com a escassez de automatização e a necessidade extra de informação de custos e quantidades de modelos BIM.

Rodrigues et al. (2017) desenvolveram um plug-in capaz de promover a integração entre o software Revit 2017 da Autodesk e um software de planejamento. O plug-in foi testado em um projeto de construção de um shopping center e possibilitou a identificação de restrições relacionadas ao plano de obra, materiais e especificações do projeto (Rodrigues et al., 2017). Além disso, o plug-in permitiu marcações, em modelos 3D do projeto, para identificação dos locais com e sem restrições, outorgando o gerenciamento visual dos locais liberados para execução, no curto prazo (Rodrigues et al., 2017). Uma limitação da pesquisa de Rodrigues et al. (2017)

foi a não consideração de outras categorias de restrições, como, por exemplo, atividades predecessoras, condições de segurança do trabalho e disponibilidade de máquinas.

Amer, Jung e Golparvar-Fard (2023) sugeriram utilizar aprendizado de máquina para identificar restrições implícitas nas relações de interdependência de cronogramas e criar planos de médio prazo a partir da análise de flexibilidade das relações predecessor/successor das atividades. O protótipo foi testado em dois estudos de caso simulados e obteve, como resultado, durações mais curtas para o projeto (Amer; Jung; Golparvar-Fard, 2023). No entanto, é importante destacar que, assim como na pesquisa de Rodrigue et al. (2017), o trabalho de Amer, Jung e Golparvar-Fard (2023) não abordou diferentes categorias de restrições, limitando-se a pré-requisitos relacionados a precedência entre tarefas.

Dave, Boddy e Koskela (2010) propuseram um framework baseado em web service que integra as diversas informações de um projeto. Segundo os autores, o sistema pode auxiliar elaboração dos planos de médio e curto prazo, no fornecimento de dados reais sobre recursos e compartilhamento de informações com as partes interessadas (Dave; Boddy; Koskela, 2010).

A pesquisa de Davis (2009) propôs a utilização de um algoritmo para o planejamento de fases que considere as restrições e riscos das tarefas e que permita definir uma duração mínima para mitigá-los (Davis, 2009). Além disso, o estudo recomendou a implementação de dinâmicas para a avaliação de riscos, com vistas a identificação das atividades com maior criticidade. O autor também enfatizou a importância de utilizar pulsos de tempo (buffers) para estas atividades (Davis, 2009).

Choo e Tommelein (2000) investigaram a utilização de um programa denominado workmoveplan destinado ao planejamento de pacotes de trabalho. O programa integra os níveis de longo, médio e curto prazo do LPS e compartilha os planos de todos os subempreiteiros, permitindo a troca de informações e a identificação de eventuais conflitos (Choo; Tommelein, 2000). Além disso, cada pacote de trabalho apresenta as restrições que devem ser eliminadas antes que a tarefa seja liberada para a construção (Choo; Tommelein, 2000).

Chua, Jun e Hwee (1999) e Ju, Chua e Hwee (2000) propuseram a utilização de uma ferramenta digital denominada Integrated Production Schedule (IPS). A ferramenta auxilia na realização das programações de médio prazo e na identificação de restrições relacionadas a recursos, informações e processos (Chua; Jun; Hwee, 1999; Ju; Chua; Hwee, 2000). Outros aspectos relevantes do IPS dizem respeito (1) – capacidade de enviar mensagens automáticas para os participantes, (2) – publicidade das informações por meio da internet e (3) – colaboração e interação ativa via sistema (Ju; Chua; Hwee, 2000). As limitações da ferramenta, entretanto,

s²o o n²o envolvimento dos ßltimos planejadores, a considera²o reduzida de categorias de restri²es e a aus,ncia de interface com modelos 3D.

Do exposto, nota-se que a presente subse²o apresentou um panorama da utiliza²o de diferentes tecnologias da informa²o, no contexto do PMP. Foram elencadas as barreiras das aplica²es digitais, bem como os benef²cios de sua ado²o para projetos de constru²o. Na subse²o a seguir, a pesquisa oferece uma compila²o do conjunto de pr²ticas relacionadas aos aspectos de implementa²o do m²dio prazo. No quadro 9, s²o apresentadas as pr²ticas alusivas a dimens²o t²cnica da implanta²o do PMP.

4.1.4 S²ntese das principais abordagens empregadas para implementa²o e aprimoramento do PMP

Neste item, a pesquisa sintetiza, nos quadros 7, 8 e 9, as pr²ticas empregadas para implementa²o e aprimoramento do PMP.

Quadro 7 - Recomenda²es da literatura para implementa²o do PMP - luz dos aspectos processuais

Aspectos	Pr²ticas para implementa²o e aprimoramento do PMP	Refer,ncia
Processual	Promover a an²lise de restri²es (esta rotina alcan²a o processo de prepara²o das tarefas, a cria²o de n²veis de restri²es, a cria²o de categorias de restri²es e o desenvolvimento de mecanismos para prioriza²o de restri²es)	Power et al. (2023); Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Formoso et al. (2022); Bellaver et al. (2022); Velasquez; Carhuamaca; Farje (2021); Castro; Watanuki (2021); Malkowski et al. (2020); Javanmardi et al. (2018); Ebbs e Pasquire (2018); Wehbe e Hamzeh (2013); Antillon et al. (2011); Alencar; Almeida; Mota (2011); Lim; Yu; Kim (2006); Kim; Jang (2006); Choo e Tommelein (2000)
	Utilizar m²tricas do LPS÷ para mensurar a performance dos planos de m²dio prazo	Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Lagos et al. (2023); Carvalho et al. (2023); Kassab; Young; LNdre (2020); Malkowski et al. (2020); Eleut²rio; Melo (2019); Hamzeh; Zankoul; Sakka (2016); Hamzeh et al. (2015); Hamzeh; Aridi (2013); Hamzeh; Langerud (2011); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2009); Kalsaas; Skaar; Thorstensen (2009); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Mendez Jßnior; Heineck (1999); Ballard (1997)
	Realizar reuni²es de m²dio prazo	Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Gao; Chan; Hendy (2023); Bellaver et al. (2022); Pikas et al. (2022); Castro; Watanuki (2021); Malkowski et al. (2020); Tayeh et al. (2019); Samudio; Alves (2012); Seppanen; Ballard; Pesonen (2010); Kemmer et al. (2007); Ballard (1997)

Continua

Quadro 7 - Recomendações da literatura para implementação do PMP - luz dos aspectos processuais (continuação)

Aspectos	Práticas para implementação e aprimoramento do PMP	Referência
Processual	Realizar análise de riscos	Mohamed et al. (2021); Velasquez; Carhuamaca; Farje (2021); Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020); Ebbs e Pasquire (2018); Cisterna; Alcon; Alcon (2013); Wehbe; Hamzeh (2013); Wanbeke; Liu; Hsiang (2012); Alencar; Almeida; Mota (2011); Davis (2009); Junnonen; Seppanen (2004)
	Utilizar o LBMS para o planejamento de longo prazo e, a partir deste, extrair as atividades do médio prazo, detalhando, se necessário, processos em operações	Carvalho et al. (2023); Formoso et al. (2022); Botega et al. (2022); Castro; Watanuki (2021); Malkowski et al. (2020); Dave; Seppanen; Modrich (2016); Seppanen; Modrich; Ballard (2015); Kalsaas; Grindheim; Laeknes (2014); Kemmer et al. (2007); Seppanen; Ballard; Pesonen (2010)
	Padronizar os processos do PMP (esta rotina relaciona-se com a padronização do processo de preparação das tarefas e do planejamento de operações)	Gao; Chan; Hendy (2023); Pikas et al. (2022); Bellaver et al. (2022); Vieira; Borges; Barros Neto (2020); Tayeh et al. (2019); Samudio; Alves (2012); Seppanen; Ballard; Pesonen (2010); Junnonen; Seppanen (2004); Ballard (1997)
	Empregar o Pull Planning para desenvolvimento dos cronogramas de médio prazo	Gupta; Devkar (2023); Power et al. (2023); Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020); Power; Sinnott; Mullin (2020); Kassab; Young; LNdre (2020); Alves; Britt (2011)
	Empregar caderno de restrições ou listas de verificação das atividades	Gao; Chan; Hendy (2023); Bellaver et al. (2022); Samudio; Alves (2012); Seppanen; Ballard; Pesonen (2010); Junnonen; Seppanen (2004)
	Empregar pulmões de tempo (buffers) nos planos de médio prazo	Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Abou-Ibrahim et al. (2019); Davis (2009); David; Shen (2001); Ballard (1997)
	Realizar estudos de primeira execução (first run studies)	Power et al. (2023); Velasquez; Carhuamaca; Farje (2021); Daniel; Pasquire; Dickens (2015); Wehbe; Hamzeh (2013)
	Utilizar o Takt Planning	Power et al. (2023); Jansson; Viklund; Lideløw (2016); Daniel; Pasquire; Dickens (2015)
	Promover o mapeamento de processos	Lim; Yu; Kim (2006); Chua; Jun; Hwee (1999)
	Criar reuniões de PMP específicas para tratar de temas técnicos	Javanmardi et al. (2018)
	Adotar o Lean Approach Process (LAP)	CerveraRomero et al. (2013)
	Utilizar planejamento logístico	Antonini et al. (2023)
	Empregar de dados históricos para melhor dimensionamento de recursos e desenvolvimento de planos de médio prazo	Abou-Ibrahim et al. (2019)
	Desenvolver o orçamento operacional compatível com os pacotes de trabalho	Kemmer et al. (2007)
	Implementar o Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM)	Hamerski et al. (2021)
Desenvolver banco de dados de restrições e de lições aprendidas	Malkowski et al. (2020)	

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 8 - Recomendações da literatura para implementação do PMP - luz dos aspectos organizacionais

Aspectos	Práticas para implementação e aprimoramento do PMP	Referência
Organizacional	Promover a colaboração	Pourrahimian; Shehab; Hamzeh (2023); Lagos et al. (2023); Gupta; Devkar (2023); Gao; Chan; Hendy (2023); Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Bellaver et al. (2022); Pikas et al. (2022); Limenih; Demisse; Haile (2022); Belayutham et al. (2021); Power; Sinnott; Mullin (2020); Malkowski et al. (2020); Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020); Daniel et al. (2018); Utomo Dwi Hatmoko et al. (2018); Jansson; Viklund; Lidell (2016); Kalsaas; Grindheim; Laeknes (2014); Hamzeh et al. (2012); Antillon et al. (2011); Kalsaas; Skaar; Thorstensen (2009); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Kemmer et al. (2007); Lim; Yu; Kim (2006); Ju; Chua; Hwee (2000); Choo; Tommelein (2000); Ballard (1997)
	Realizar o gerenciamento visual, incluindo abordagens tradicionais e digitais	Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Power et al. (2023); Antonini et al. (2023); Carvalho et al. (2023); Bellaver et al. (2022); Formoso et al. (2022); Conte et al. (2022); Pikas et al. (2022); Kassab; Young; Lindre (2020); Malkowski et al. (2020); Vieira; Borges; Barros Neto (2020); Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020); Tayeh et al. (2019); Jansson; Viklund; Lidell (2016); Seppanen; Modrich; Ballard (2015); Daniel; Pasquire; Dickens (2015); Dave; Boddy; Koskela (2013); Hamzeh; Aridi (2013); Samudio; Alves (2012); Alves; Britt (2011); Kemmer et al. (2007); Kim; Jang (2006); Mendez Jbnior; Heineck (1999)
	Realizar treinamentos	Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Gupta; Devkar (2023); Conte et al. (2022); Gao; Chan; Hendy (2023); Bellaver et al. (2022); Belayutham et al. (2021); Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020); Kassab; Young; Lindre (2020); Vieira; Borges; Barros Neto (2020); Power; Sinnott; Mullin (2020); Hamzeh; Ballard; Nesteby (2016); Tommelein (2009); Lim; Yu; Kim (2006); Ballard (1997)
	Promover a transparência dos fluxos	Carvalho et al. (2023); Formoso et al. (2022); Belayutham et al. (2021); Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020); Vieira; Borges; Barros Neto (2020); Utomo Dwi Hatmoko et al. (2018); Kemmer et al. (2007); Chua; Jun; Hwee (1999); Ballard (1997)
	Fazer melhoria contínua	Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Carvalho et al. (2023); Limenih; Demisse; Haile (2022); Formoso et al. (2022); Belayutham et al. (2021); Malkowski et al. (2020); Kemmer et al. (2007)
	Adotar big room ou sala Obeya	Carvalho et al. (2023); Joshi et al. (2020); Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020); Kassab; Young; Lindre (2020); Jansson; Viklund; Lidell (2016); Dave; Boddy; Koskela (2013)
	Dar publicidade aos planos de médio prazo	Vieira; Borges; Barros Neto (2020); Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020); Malkowski et al. (2020); Kemmer et al. (2007); Ju; Chua; Hwee (2000)

Continua

Quadro 8 - Recomendações da literatura para implementação do PMP - luz dos aspectos organizacionais (continuação)

Aspectos	Práticas para implementação e aprimoramento do PMP	Referência
Organizacional	Promover a participação precoce das partes interessadas	Gao, Chan e Hendy (2023); Pourrahimian, Shehab e Hamzeh (2023); Limenih, Demisse e Haile (2022)
	Implementar um facilitador ou multiplicador lean para acompanhar restrições e apoiar nas reuniões de médio prazo	Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020); Kassab; Young; LNdre (2020); Kim; Jang (2006)
	Promover o apoio da alta gestão	Belayutham et al. (2021); Kalsaas; Skaar; Thorstensen (2009)
	Implementar o método flow walk	Power et al. (2023); Ebbs e Pasquires (2018)
	Realizar a preparação prévia dos participantes antes das reuniões de médio prazo	Nestebey (2016); Toledo; Olivares; Gonzalez (2016)

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 9 - Recomendações da literatura para implementação do PMP - luz dos aspectos técnicos

Aspectos	Práticas para implementação e aprimoramento do PMP	Referência
Técnico	Empregar ferramentas digitais para PMP	Amer; Jung; Golparvar-Fard (2023); Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Soman e Molina-Solana (2022); Chen et al. (2022); Pikas et al. (2022); Conte et al. (2022); Botega et al. (2022); Sbiti et al. (2021); Mohamed et al. (2021); Malkowski et al. (2020); Soman; Molina-Solana; Whyte (2020); Soman (2019); Rodrigues et al. (2017); Dave et al. (2016); Daniel; Pasquire; Dickens (2015); Hattab; Zankoul; Hamzeh (2014); Dave; Boddy; Koskela (2013); Alves; Britt (2011); Dave; Boddy; Koskela (2010); Davis (2009); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); David; Shen (2001); Choo; Tommelein (2000); Ju; Chua; Hwee (2000); Chua; Jun; Hwee (1999)
	Utilizar o BIM associado ao PMP	Chen et al. (2022); Sbiti et al. (2021); Etges et al. (2020); Chen et al. (2020); Soman; Molina-Solana; Whyte (2020); Rodrigues et al. (2017); Dave et al. (2016); Toledo; Olivares; Gonzalez (2016); Daniel; Pasquire; Dickens (2015); Toledo et al. (2014); Dave; Boddy; Koskela (2013)
	Empregar RFID para monitoramento de entregas e retroalimentação dos planos de médio prazo	Chen et al. (2022); Chen et al. (2020); Soman; Molina-Solana; Whyte (2020); Dave et al. (2016)
	Empregar Análise de Redes Sociais para mensurar aspectos de colaboração e seus impactos	Gupta; Devkar (2023); Lagos et al. (2023)
	Utilizar aplicativos de mensagens, como o WhatsApp	Hamerski; Formoso; Isatto (2023); Erazo-Rondinel; Vila-Comun; Alva (2020)
	Utilizar IoT como camada de comunicação	Dave et al. (2016)

Fonte: elaborado pela autora

Nas tabelas 5, 6 e 7, o trabalho mostra o total de recomendações da literatura no intervalo de 1997 a 2023. Os dados foram agrupados em intervalos de 5 anos, com exceção do período entre os anos de 1997 e 2000 e entre 2021 e 2023. Da análise das tabelas supraditas, observa-se que as práticas relacionadas a promover a colaboração, utilizar ferramentas digitais para o PMP, empregar o gerenciamento visual, realizar treinamentos, utilizar o BIM associado ao PMP e analisar restrições estão entre as abordagens mais citadas na literatura.

Tabela 5 - Total de recomendações de literatura alusivas aos aspectos processuais

Aspectos	Práticas para implementação e aprimoramento do PMP	1997 a 2000	2001 a 2005	2006 a 2010	2011 a 2015	2016 a 2020	2021 a 2023	Total de recomendações da literatura
Processual	Promover a análise de restrições (esta rotina alcança o processo de preparação das tarefas, a criação de níveis de restrições, a criação de categorias de restrições e o desenvolvimento de mecanismos para priorização de restrições)	1	0	2	3	3	6	15
	Utilizar métricas do LPS	2	0	3	3	4	3	15
	Realizar reuniões de médio prazo	1	0	2	1	3	4	11
	Realizar análise de riscos	0	1	1	4	2	2	10
	Utilizar o LBMS	0	0	2	2	2	4	10
	Padronizar os processos do PMP (esta rotina relaciona-se com a padronização do processo de preparação das tarefas e do planejamento de operações)	1	1	1	1	2	3	9
	Empregar o Pull Planning	0	0	0	1	3	2	6
	Empregar caderno de restrições ou listas de verificação das atividades	0	1	1	1	0	2	5
	Empregar buffers nos planos de médio prazo	1	1	1	0	1	1	5
	Realizar estudos de primeira execução (first run studies)	0	0	0	2	0	2	4
	Utilizar o Takt Planning	0	0	0	1	1	1	3
	Promover mapeamento de processos	1	0	1	0	0	0	2
	Criar reuniões de PMP específicas para tratar de temas técnicos	0	0	0	0	1	0	1
	Adotar o Lean Approach Process	0	0	0	1	0	0	1
	Utilizar planejamento logístico	0	0	0	0	0	1	1
	Empregar de dados históricos para dimensionamento de recursos e desenvolvimento do PMP	0	0	0	0	1	0	1
	Desenvolver o orçamento operacional compatível com os pacotes de trabalho	0	0	1	0	0	0	1
	Implementar o Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM)	0	0	0	0	0	1	1
	Desenvolver banco de dados de restrições e de lições aprendidas	0	0	0	0	1	0	1

Fonte: elaborado pela autora

Tabela 6 - Total de recomendações de literatura alusivas aos aspectos organizacionais

Aspectos	Práticas para implementação e aprimoramento do PMP	1997 a 2000	2001 a 2005	2006 a 2010	2011 a 2015	2016 a 2020	2021 a 2023	Total de recomendações da literatura
Organizacional	Promover a colaboração	3	0	4	3	6	9	25
	Realizar o gerenciamento visual, incluindo abordagens tradicionais e digitais	1	0	2	6	6	8	23
	Realizar treinamentos	1	0	2	0	5	6	14
	Promover a transparência dos fluxos	2	0	1	0	3	3	9
	Fazer melhoria contínua	0	0	1	0	1	5	7
	Adotar big room ou sala Obeya	0	0	0	1	4	1	6
	Dar publicidade aos planos de médio prazo	1	0	1	0	3	0	5
	Promover a participação precoce das partes interessadas	0	0	0	0	0	3	3
	Implementar um facilitador ou multiplicador lean para acompanhar restrições e apoiar nas reuniões de médio prazo	0	0	1	0	2	0	3
	Promover o apoio da alta gestão	0	0	1	0	0	1	2
	Implementar o método flow walk	0	0	0	0	1	1	2
	Realizar a preparação prévia dos participantes antes das reuniões de médio prazo	0	0	0	0	2	0	2

Fonte: elaborado pela autora

Tabela 7 - Total de recomendações de literatura alusivas aos aspectos técnicos

Aspectos	Práticas para implementação e aprimoramento do PMP	1997 a 2000	2001 a 2005	2006 a 2010	2011 a 2015	2016 a 2020	2021 a 2023	Total de recomendações da literatura
Técnico	Empregar ferramentas digitais para PMP	3	1	3	4	5	9	25
	Utilizar o BIM associado ao PMP	0	0	0	3	6	2	11
	Empregar RFID para monitoramento de entregas e retroalimentação dos planos de médio prazo	0	0	0	0	3	1	4
	Empregar Análise de Redes Sociais para mensurar aspectos de colaboração e seus impactos	0	0	0	0	0	2	2
	Utilizar aplicativos de mensagens, como o WhatsApp	0	0	0	0	1	1	2
	Utilizar IoT como camada de comunicação	0	0	0	0	1	0	1

Fonte: elaborado pela autora

Na tabela 8, a pesquisa evidencia o total de sugestões da literatura para implementação do PMP, de acordo com os aspectos de implementação. Percebe-se que as recomendações relacionadas aos aspectos processuais são as mais numerosas, seguidas pelas

recomendações de natureza organizacional e, por último, de natureza técnica. Isto sugere que os aspectos de implementação do PMP referentes a processo e organização têm sido objetos de uma maior quantidade de estudos. Tal constatação pode ajudar a explicar os resultados da pesquisa de Gao, Chan e Hendy (2023), na qual observou-se predominância de práticas relacionadas aos aspectos processuais e de organizacionais, no contexto da implementação do LPS⁺ em um projeto de infraestrutura.

Tabela 8 – Total de recomendações conforme aspectos de implementação

Total de recomendações conforme aspectos de implementação	1997 a 2000	2001 a 2005	2006 a 2010	2011 a 2015	2016 a 2020	2021 a 2023	Total
Aspecto processual	7	4	15	20	24	32	102
Aspecto organizacional	8	0	13	10	33	37	101
Aspecto técnico	3	1	3	7	16	15	45

Fonte: elaborado pela autora

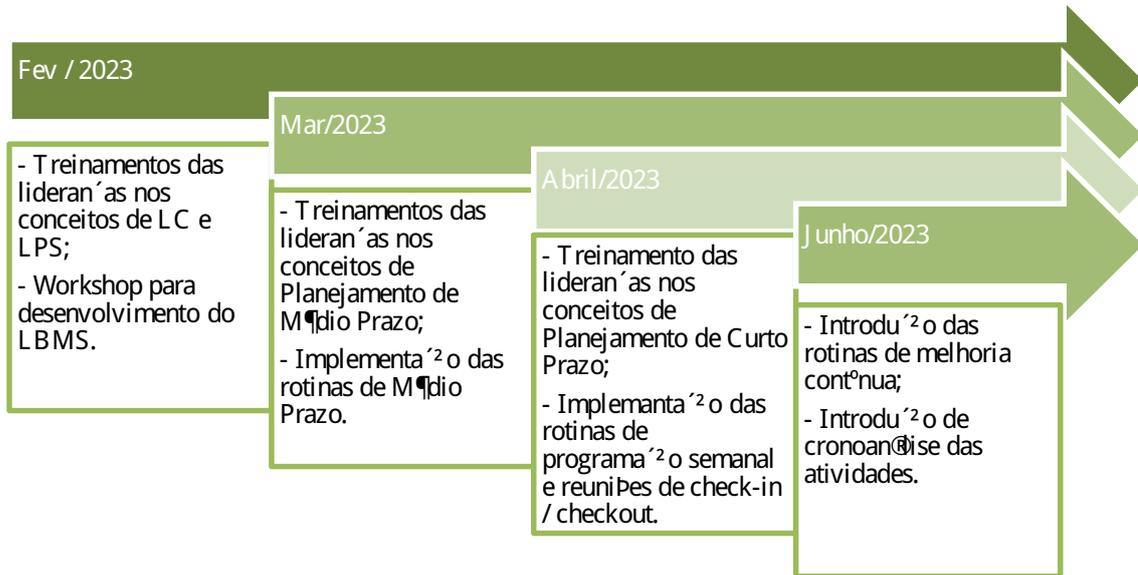
Cumpre destacar, entretanto, que os aspectos técnicos têm exibido expressivo aumento no número de estudos, nos últimos 13 anos, conforme a tabela 8. Este cenário denota uma maior preocupação da comunidade acadêmica com a introdução de softwares, com a digitalização de processos e com a automatização.

Finalmente, salienta-se que, apesar dos resultados da presente RSL apontarem para diferentes caminhos para a implementação e aprimoramento do PMP, esta pesquisa focar-se sobretudo nas práticas relacionadas aos aspectos processuais e organizacionais, tendo em vista as dificuldades encontradas durante a implementação do PMP, as restrições orçamentárias para introdução de novas tecnologias e o contexto físico do projeto (itens 4.2.2.4 e 4.4).

4.2 Implementação do LPS⁺ no empreendimento

Este subcapítulo visa apresentar a implementação do LPS⁺, no contexto da usina fotovoltaica estudada. A análise da implementação do PMP foi realizada à luz dos aspectos técnicos, processuais e organizacionais. A implementação do LPS⁺ iniciou-se, em fevereiro de 2023, com a introdução das rotinas de longo prazo. As rotinas de médio prazo foram implantadas, em março de 2023. Na sequência, foram iniciadas, em abril de 2023, as práticas pertinentes ao horizonte de curto prazo. As rotinas de melhoria contínua, por sua vez, foram realizadas a partir de junho de 2023 (figura 10).

Figura 10 – Etapas de implementação do LPS÷



Fonte: elaborada pela autora

4.2.1 Implementação do planejamento de longo prazo

A implementação do planejamento de longo prazo seguiu as recomendações de literatura que enfatizam a importância do treinamento para implementação do LPS÷ (item 4.1.4, quadro 8). A consultoria lean do projeto realizou o treinamento, em duas etapas, a saber: (1) formação em sala de aula e (2) aprender fazendo (item 4.1.3.2).

Na primeira etapa, foram realizados dois workshops destinados à capacitação das lideranças. Foram treinados, nos conceitos lean e LPS÷, os seguintes profissionais: gerentes, engenheiros, supervisores de campo e outros colaboradores relacionados às áreas de administração contratual, recursos humanos, financeiro, qualidade e segurança. Na segunda etapa do treinamento, a equipe debruçou-se sobre a construção do LBMS do empreendimento.

Figura 11 - Treinamento para implementação do LPS



Fonte: autora (2023)

4.2.1.1 Definição do LBMS

Esta etapa contou com a presença do gerente de planejamento e controle, do gerente de produção civil, do gerente de produção eletromecânica, da coordenadora de planejamento e controle, do engenheiro de produção civil e do engenheiro de produção elétrica. O processo foi realizado de forma colaborativa, com uso de notas autoadesivas coloridas (Post-its) e painéis quadriculados.

Conforme documento 8 (ver quadro 6), a elaboração do LBMS seguiu os seguintes passos: (1) estruturação do macrofluxo, (2) definição do lote de produção e do plano de ataque, (3) definição da escala temporal de acompanhamento, (4) mapeamento dos marcos contratuais, (5) apresentação dos pacotes de atividades, (6) ritmo (takt) de execução dos pacotes de serviço, (7) avaliação do LBMS e (8) análise de cenários.

O macrofluxo do empreendimento consistia, de acordo com documento 8, na representação dos processos executivos da obra por meio de um fluxograma dos pacotes de serviços a serem executados. No total, foram realizadas duas reuniões online de cerca de 2 horas cada para estruturação do macrofluxo.

Após a construção do macrofluxo, a equipe definiu os lotes de produção. No primeiro exercício de construção do LBMS, o lote escolhido foi subcampo. Mais tarde, na transcrição para o software Prevision, trabalhou-se com subparque e subcampos, como lotes de produção.

No tocante ao plano de ataque, o cliente indicou a sequência executiva a ser implementada. A escala temporal adotada foi semanas. Posteriormente, quando houve a transcrição para o software Prevision, a escala passou a ser diária. Após a definição da escala temporal, a equipe identificou os marcos contratuais do projeto. Conforme figura 12, os marcos foram destacados com notas autoadesivas (Post-it) na cor preta.

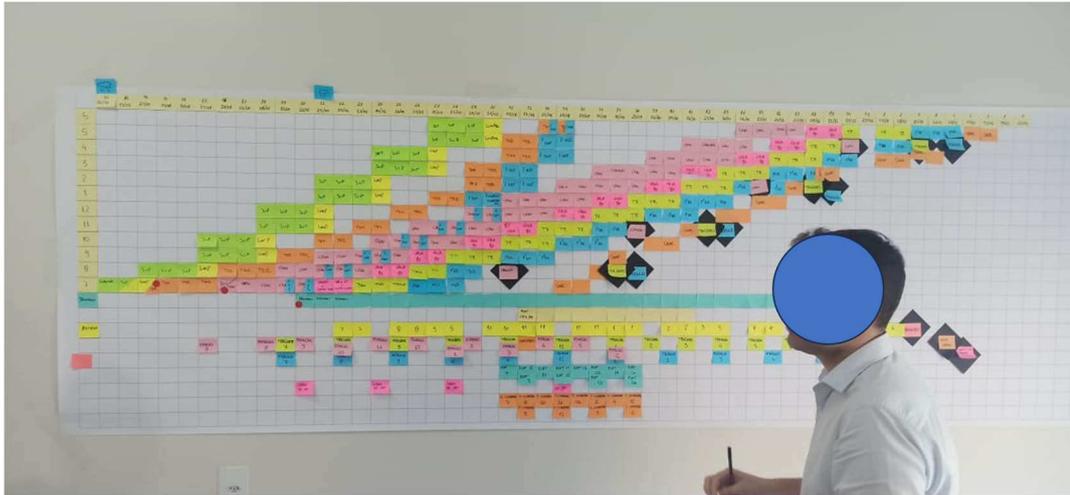
Figura 12: Marcos contratuais



Fonte: Autora (2023)

Em seguida, a equipe definiu os pacotes de trabalho e estimou o ritmo (takt) de cada pacote. Ao término desta etapa, efetuou-se a análise do LBMS buscando determinar possíveis discontinuidades ou pulmões de tempo (buffers) existentes. No total, foram realizadas duas reuniões presenciais de cerca de 4h para a construção do LBMS, no painel quadriculado. A figura 13 apresenta o LBMS desenvolvido para o projeto.

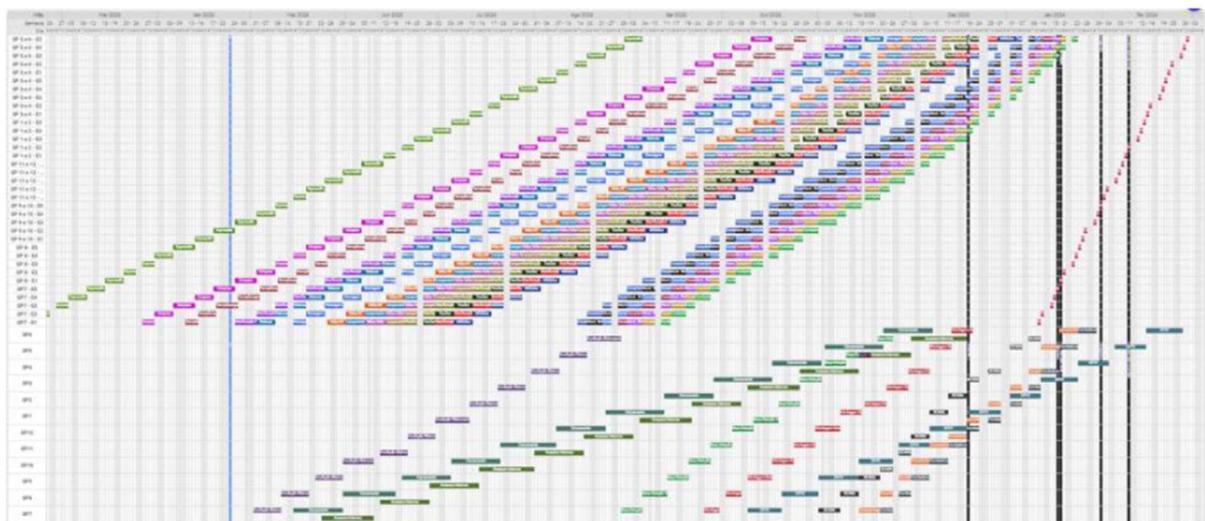
Figura 13 - LBMS do projeto



Fonte: Autora (2023)

Conforme relatório da consultoria L de 31 de março de 2023 (documento 7), houve posteriormente transcrição do LBMS para o software Prevision, e introdução de rotina de atualização semanal, na citada ferramenta digital. O LBMS desenvolvido no Prevision é o documento 2 indicado no quadro 6 e reproduzido na figura 14.

Figura 14 - LBMS desenvolvida no software Prevision



Fonte: dados da pesquisa

4.2.1.2 Definição do cronograma físico em MS Project

Além do LBMS, a equipe do projeto também precisou desenvolver o cronograma físico, no software MS Project (documento 1 do quadro 6). Este cronograma foi uma exigência contratual do cliente e apresentou, - guisa do LBMS, frequência de atualização

semanal. A dinâmica para construção do cronograma contou com o gerente de planejamento e engenharia, a coordenadora de planejamento, o gerente de produção civil, o gerente de produção eletromecânica, o gerente de orçamentos e propostas, o gerente de planejamento do cliente, a analista de planejamento do cliente e os dois gerentes de produção do cliente.

Ao contrário do processo de construção do LBMS, o desenvolvimento do cronograma físico demandou cerca de 15 dias e culminou em um documento de 4.196 linhas, contendo atividades relacionadas à elaboração de projetos, itens críticos de suprimentos, protocolos de qualidade e atividades de construção do parque (obras civil, montagem eletromecânica e comissionamento). Tal EAP era uma exigência contratual e precisou ser atendida, pela equipe de PCP do projeto.

Ressalta-se que as reuniões para elaboração do CF foram exclusivamente virtuais e que as discussões eram direcionadas durante os encontros citados e por meio de conversas em grupos de WhatsApp. Ao término, a pesquisadora observou que a equipe do consórcio X teve dificuldades para compreender a EAP. O principal motivo relacionava-se ao seu tamanho e, conseqüentemente, à dificuldade para localizar as tarefas, sobretudo no caso dos colaboradores que não apresentavam conhecimentos aprofundados da ferramenta MS Project. Nesse sentido, a equipe apoiava-se frequentemente na coordenadora de planejamento para extração de informações e montagem das programações, no MS Excel.

4.2.1.3 Métricas adotadas para o longo prazo

O projeto adotou como métricas para acompanhamento do planejamento de longo prazo o IDP. Adicionalmente, curvas S de avanço para diferentes disciplinas e atividades foram aplicadas, atendendo a uma exigência contratual do projeto. O IDP e as curvas de avanço físico eram atualizados semanalmente, sendo registrados em uma planilha de progresso desenvolvida, no MS Excel (documento 3). No item 4.3.1, a pesquisa apresenta uma análise da evolução do IDP, no decorrer do empreendimento.

4.2.2 Implementação do Planejamento de Médio Prazo (PMP)

Neste item, a pesquisa apresenta a implementação do PMP, no contexto da usina fotovoltaica estudada. As rotinas de médio prazo adotadas são discutidas à luz dos aspectos processuais, organizacionais e técnicos de implementação do médio prazo.

4.2.2.1 Implementação do PMP – luz dos aspectos processuais

O primeiro passo do processo de PMP, concebido pela consultoria L, era a realização, a partir do LBMS (documento 2), de um filtro das atividades a serem executadas, no horizonte de médio prazo. Os gerentes de produção manifestaram desejo de visualizar, pelo menos, dois meses à frente. Logo, o intervalo de tempo estabelecido para o PMP era de 8 semanas.

Em seguida, era feito o dimensionamento dos recursos necessários para execução dos pacotes de trabalho, tendo em vista o orçamento operacional do projeto. Caso houvesse necessidade, os pacotes de trabalho eram divididos em operações pelos gerentes de produção, em conjunto com a coordenadora de planejamento e controle e com a gerência de custos.

Após estas etapas, o multiplicador lean do projeto iniciava a preparação da sala de reuniões. As atividades eram transcritas para um quadro padrão de médio prazo¹ (figura 15). Nas colunas desse quadro, eram plasmadas as 8 semanas do horizonte vislumbrado, pelo PMP. Nas linhas, eram inseridas as atividades e sua ocorrência, dentro do horizonte mencionado. O preenchimento do quadro ocorria por meio de notas adesivas de diferentes cores. Cada atividade era representada por uma determinada cor.

Figura 15 – Quadro padrão de médio prazo



Fonte: Elaborado pela consultoria L e pela equipe de PCP do projeto, 2023

¹ Trata-se de um painel quadriculado, fabricado em acrílico.

Além do painel quadriculado com a programação de médio prazo, havia um segundo painel (figura 16), na sala de reuniões, destinado ao preenchimento das restrições apontadas pela equipe, durante a reunião de médio prazo.

Figura 16 – Sala com os quadros do PMP



Fonte: Autora (2023)

No painel de restrições eram inseridas as categorias de restrições adotadas pelo projeto (quadro 10) e as respectivas restrições criadas pela equipe. Salienta-se que a definição das categorias de restrições ocorreu na primeira reunião de PMP, realizada no estudo de caso.

Quadro 10 – Categorias de restrições adotadas pelo projeto

Categorias de restrições
M ² o de obra
Material
Equipamentos pesados
Qualidade
Projetos
Segurança do trabalho
Meio ambiente
Saúde do trabalhador
Logística
Comunicação / TI
Contrato
Ferramentas / equipamento leve
Espaço disponível
Atividades predecessoras concluídas
Método
Cliente

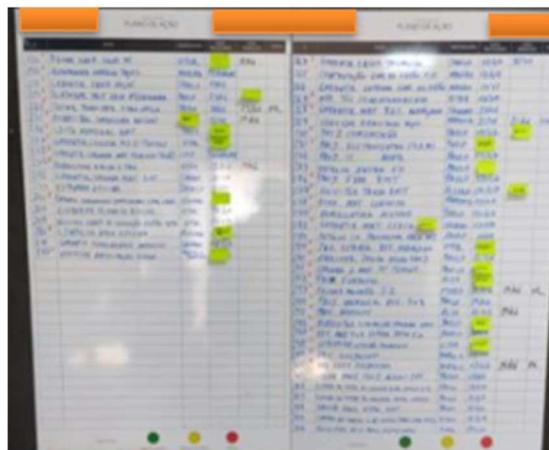
Fonte: elaborado pela autora

Observa-se que foram adotadas as seguintes categorias propostas, na literatura (quadro 2): m^o de obra, material, equipamentos, seguran^a do trabalho, qualidade, projetos, meio ambiente, sa^ude do trabalhador, contrato, ferramentas, espa^o dispon^ovel e atividades predecessoras conclu^odas.

Al^om deste agrupamento, foram tamb^om criadas as categorias de log^ostica, comunica^oTI, m^otodo e cliente. Estas β ltimas nasceram de solicita^oes dos colaboradores, em face das particularidades do estudo de caso proposto. As categorias de log^ostica e comunica^oTI, por exemplo, surgiram em raz^o das grandes propor^oes de β rea do projeto (mais de 1.000 hectares), onde havia constante necessidade de comunica^o e de estudo log^ostico para fins de facilidade e otimizac^o da movimenta^o de pessoal, materiais, ve^oculos e equipamentos. A categoria cliente, por sua vez, foi sugerida em virtude da alta interface com o cliente para diferentes defini^oes do projeto. Finalmente, a categoria m^otodo nasceu de mudan^{as} de estrat^ogia de execu^o.

Um terceiro painel ou quadro existente na sala de reuni^oes era o quadro do plano de a^o (figura 16). Nele eram realizados os registros das seguintes informa^oes: ID da restri^o (c^odigo sequencial que servia para identificar as restri^oes na planilha de controle), descri^o breve da restri^o, nome do respons^ovel por resolv^o-la, data prevista para atendimento, data real do atendimento e status (figura 17).

Figura 17 - Painel do plano de a^o



Fonte: Elaborado pela consultoria L, 2023

A p^os preenchimento do planejamento das 8 semanas, no quadro padr^o de m^odio prazo mostrado na figura 15, o multiplicador convidava as lideran^{as} para a reuni^o semanal de PMP. Esta reuni^o acontecia em uma sala espec^ofica do canteiro de obras destinada as rotinas LC do projeto. No β mbito do m^odio prazo, a sala era utilizada para (1) realizar os encontros

semanais de médio prazo com as lideranças do projeto, (2) dar publicidade aos planos de médio prazo e (3) expor os indicadores de planejamento.

Inicialmente, a equipe de PCP do projeto adotou a quinta-feira para realização da reunião de PMP com horário reservado das 15:00h às 16:30h, visto que a duração média dos encontros semanais era de 1,5 horas. A fim de padronizar o roteiro das reuniões, o multiplicador iniciava as sessões expondo o planejamento das próximas 8 semanas. Na sequência, indagava aos participantes acerca das restrições de cada atividade divulgada no horizonte de médio prazo.

Uma medida que os envolvidos na reunião se manifestavam, o multiplicador registrava, em notas autoadesivas coloridas, a descrição das restrições, os nomes dos responsáveis e as datas previstas para resolução. Este processo era repetido até a última atividade do planejamento das 8 semanas. Depois disso, os participantes eram convidados a tirarem fotos de suas restrições ou criarem anotações por outro meio de sua preferência.

No início, o projeto não contava com uma lista de verificação dos pré-requisitos necessários para liberação de um pacote de trabalho. Contudo, foi necessário posteriormente introduzir o caderno de restrições, como forma de apoiar o processo de mapeamento de restrições. A criação dos cadernos foi fomentada pelas dificuldades da equipe com a tempestividade e a qualidade das restrições criadas, consoante ser observado nos itens 4.4.1.1 e 4.4.1.3.

Após a reunião de PMP, o multiplicador transcrevia as restrições para uma planilha de análise de restrições elaborada no MS Excel (documento 5) e para o quadro do plano de ação mostrado na figura 17. A planilha era utilizada para gestão semanal de restrições e para a geração de indicadores do médio prazo. O modelo da planilha utilizado consta no anexo III deste trabalho.

O multiplicador era o responsável por cobrar a resolução das restrições. Inicialmente, não havia uma rotina específica para esta cobrança. Mais tarde, todavia, foi preciso, conforme ser observado no item 4.4.1.2, criar reuniões curtas de acompanhamento diário das restrições.

Cumpre destacar que, ao passo que as restrições eram resolvidas e as atividades liberadas, o multiplicador avisava o coordenador de planejamento e controle. Esta, por sua vez, deliberava, junto aos gestores de produção, sobre a entrada da atividade nos planos de curto prazo (programação semanal das atividades).

Por outro lado, quando uma atividade não era liberada dentro do prazo previsto, era necessário devolvê-la para o início do processo de preparação das tarefas. Com efeito, o pacote

de trabalho identificado como restrito era novamente apresentado na reunião de médio prazo e submetido, mais uma vez, a todo o processo de preparação de tarefas.

Adicionalmente, o pacote restrito era sujeito a uma análise de custos e de prazo. Caso não houvesse impactos, o LBMS e o cronograma em MS Project eram atualizados, conforme nova programação do pacote de trabalho restrito (não pronto). Entretanto, na hipótese de eventuais impactos de custo e/ou prazo, a equipe era convidada a elaborar estratégias, concebendo um plano de ação para recuperação do atraso. Se aprovado pelo gerente de contrato, o plano era utilizado para atualização do orçamento operacional, do LBMS e do cronograma em MS Project.

Salienta-se ainda que os pacotes de trabalho que seguiam para execução eram apropriados diariamente no tocante a produção realizada e aos recursos do tipo trabalho (mão de obra e equipamentos) empregados. Estas informações eram recebidas pelo setor de planejamento que, por sua vez, compilava os dados em planilhas específicas de acompanhamento diário das atividades. No final da semana, estas planilhas eram usadas para retroalimentar os histogramas de mão de obra e equipamentos, o cronograma em MS Project e o LBMS no prevision.

Durante a semana de execução, as causas de não conclusão dos pacotes de trabalho eram comunicadas, pelos encarregados, nas reuniões de checkout e os planos de ação eram criados, no decorrer das citadas reuniões, conforme ser visto no item 4.2.3. O PPC e as causas de não conclusão eram compilados numa planilha padrão elaborada no MS Excel (documento 6), cujas abas guardavam o registro de cada semana. O modelo da planilha consta no anexo IV.

No que tange aos indicadores de médio prazo, a equipe de PCP consolidava semanalmente os seguintes dados: IRR geral, IRR dos setores, média de dias de atraso geral, média de dias de atraso dos setores, número de reprogramações geral e número de reprogramações por setores. Os resultados dos indicadores de médio prazo eram divulgados nas reuniões de PMP que ocorriam nas quintas-feiras e nas reuniões de planejamento e controle que aconteciam nas sextas-feiras. No item 4.4, este trabalho apresenta uma análise dos indicadores do PMP alcançados pelo empreendimento.

Vale destacar que o mote das reuniões semanais de planejamento e controle que aconteciam nas sextas-feiras era a exposição dos indicadores dos diferentes setores da obra com posterior discussão entre as lideranças. Estes encontros semanais eram denominados de reuniões da torre de controle (figura 18) e tinham duração média de 1h.

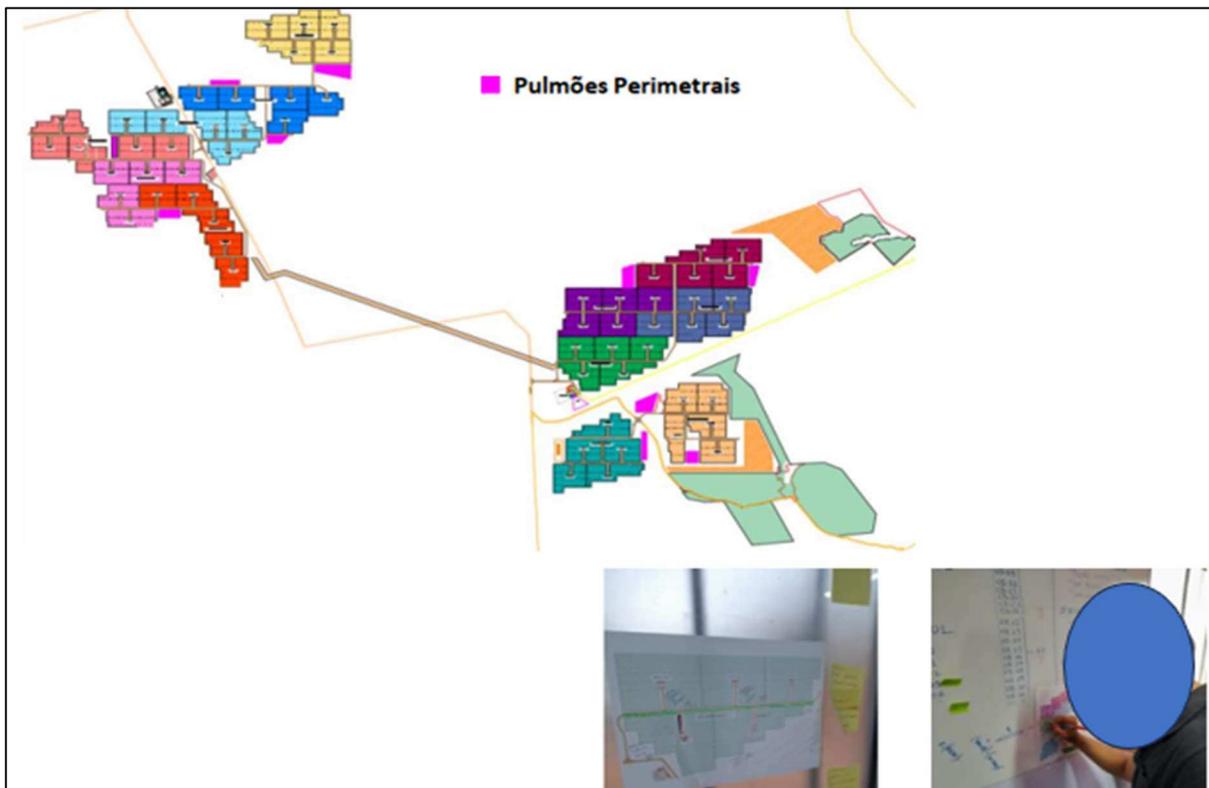
Figura 18 - Reunião da torre de controle



Fonte: Consultoria L (2023)

Outra abordagem processual que a consultoria L buscou implementar foi o planejamento logístico. A fim de facilitar e otimizar a movimentação de veículos e equipamentos, dada as grandes dimensões de área do projeto, a equipe da consultoria L, juntamente com o gestor de produção eletromecânica e o com coordenador de logística da obra, reuniu-se para definir as áreas de estocagem de materiais, a saber: um dos lados dos acessos do parque (onde não havia valas de cabos), as áreas de fundo dos eletrocentros e os pulmões periféricos (figuras 19 e 20).

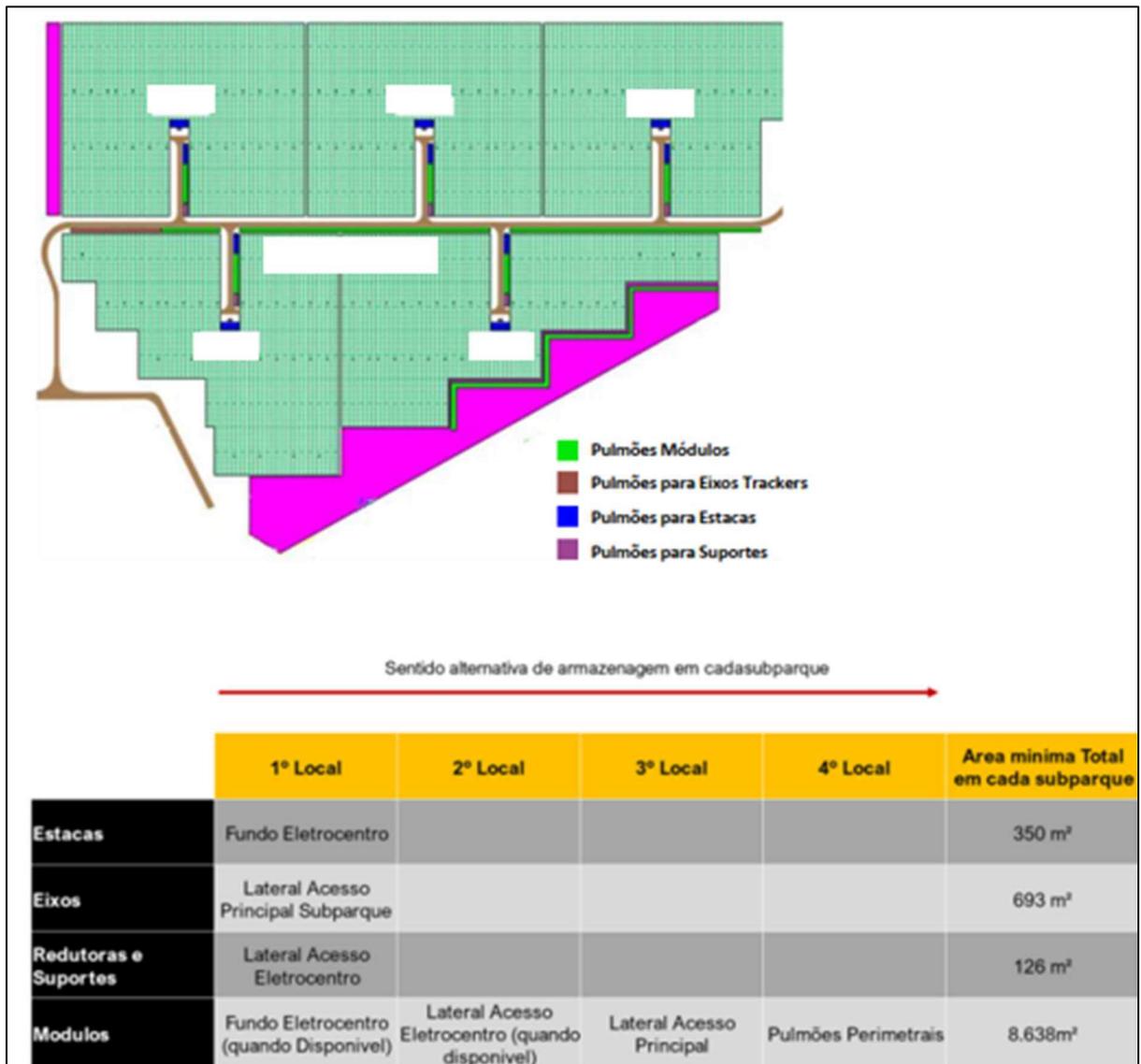
Figura 19 - Pulmões periféricos para estocagem de material



Fonte: Elaborado pela consultoria L, 2023

O planejamento logístico era utilizado para desenvolvimento das programações de descarga de materiais e igualmente para balizamento das programações de médio prazo, tendo em vista as entregas de materiais realizadas e sua disposição, no parque.

Figura 20 - Área de estocagem no fundo dos eletrocentros e na lateral dos acessos



Fonte: Elaborado pela consultoria L, 2023

Além do planejamento logístico de materiais, a equipe também realizava mapeamento de processos para identificação de possíveis gargalos. Assim, alguns estudos foram executados, durante o empreendimento, como por exemplo: logística de movimentação dos ônibus, processo de contratação de mão de obra e processo de contratação de veículos e equipamentos.

Cumpra ainda destacar que, inicialmente, as rotinas de PMP propostas vislumbravam apenas uma reunião semanal com os envolvidos. Mais tarde, contudo, foi

necessário criar mais duas reuniões, conforme ser exposto nos itens 4.4.1.5 e 4.4.1.6. Uma delas era específica para tratar de temáticas alusivas a projetos executivos e outra era destinada ao planejamento das operações das próximas 8 semanas.

A reunião de projetos ocorria às quartas, no intervalo das 14:00 às 16:00, e os seguintes profissionais participavam: o gerente de contrato do cliente, o gerente de projetos do cliente, o gerente de produção do cliente, a engenheira de planejamento do cliente, os projetistas dos escritórios de engenharia subcontratados pelo consórcio X, o coordenador de engenharia do consórcio X, o gerente de planejamento e controle do consórcio X, a coordenadora de planejamento e controle do consórcio X e os gerentes de produção civil e eletromecânica do consórcio X. Eventuais atas eram transcritas para uma ata de reunião, cuja atualização e acompanhamento eram realizados ao término de cada encontro.

As reuniões de detalhamento dos pacotes de trabalho e de planejamento das operações das próximas 8 semanas, por seu turno, eram efetuadas também às quartas-feiras, no intervalo das 10:00 às 11:00. Os seguintes profissionais eram envolvidos: o gerente de planejamento e controle, a coordenadora de planejamento e controle, o gerente de produção civil, o engenheiro de produção civil, o supervisor civil, o gerente de produção eletromecânica, o engenheiro de produção elétrica, um supervisor de produção mecânica, um encarregado de produção mecânica, dois supervisores de produção elétrica, o gerente de comissionamento e o supervisor de comissionamento.

Os encontros semanais para planejamento das operações eram conduzidos pela coordenadora de planejamento e controle e foram implementados a partir de dezembro de 2023. Estas reuniões nasceram da necessidade de analisar as interfaces entre as diferentes disciplinas e de programar as tarefas com maior detalhamento, tendo em vista a proximidade da data de disponibilidade para operação comercial do parque (prevista inicialmente para março de 2024).

Destaca-se que, para planejamento das operações, eram empregadas técnicas de planejamento reverso (pull planning) e dados históricos de produção para dimensionamento das equipes e para programação das tarefas. Além disso, a equipe utilizava pulmões de tempo (buffers) e simulava diferentes cenários (realista, pessimista e otimista) para o planejamento das próximas 8 semanas. A programação resultante destes encontros era exibida, na reunião de quinta-feira com todos os setores.

4.2.2.2 Implementa o do PMP – luz dos aspectos organizacionais

Conforme citado anteriormente, a implementa o do PMP iniciou-se, em março de 2023, e, em guisa do longo prazo, a equipe foi convidada para um treinamento conceitual acerca do PMP. O treinamento durou cerca de uma hora e, logo na sequência, o consultor lean (colaborador da consultoria L) liderou a primeira reunião de médio prazo do projeto com apoio da coordenadora de planejamento do consórcio X. Inicialmente, o quadro de médio prazo não estava pronto e equipe precisou improvisar com painel em papel (figura 21).

Figura 21 – Primeira reunião de médio prazo do projeto



Fonte: autora (2023)

Foram convidados o gerente de produ o civil, o gerente de produ o eletromecânica, a gerente de administra o contratual, o gerente de planejamento, o gerente de contrato, o gerente administrativo financeiro, a coordenadora de planejamento, o coordenador de engenharia, o engenheiro de segurança, o comprador líder do setor de suprimentos (neste momento, o projeto ainda não tinha um gerente de suprimentos), o gerente de recursos humanos (RH) e dois assistentes administrativos que prestavam suporte ao setor administrativo-financeiro.

O gerente do contrato utilizou o espaço para sublinhar a importância da implementa o e chegou a afirmar que: `lean   bíblia do projeto`. Nos primeiros três meses da implementa o, este comportamento do gerente se repetiu e, durante as reuniões de médio prazo, ele reforçava com os participantes a importância do lean e do LPS. A postura do gerente de contrato alinha-se com as recomenda es de Belayutham et al. (2021) e Kalsaas, Skaar e Thorstensen (2009), acerca do apoio da alta gestão (item 4.1.3.2 ou quadro 8 do item 4.1.4).

O entrevistado 4, que era o responsável por gerenciar o planejamento e controle da produção do projeto, também destacou a importância do apoio da alta gestão para a implementação. Conforme o entrevistado 4:

O médio prazo deve ser capitaneado pelos líderes do projeto, pelo principal líder que é o gerente da obra, pelos diretores, para isso permear de cima para baixo, e todos a nível gerencial e supervisores e encarregados, comprarem a ideia. Sem isso, a coisa não vai para frente.

Ainda na fase de treinamento, foi introduzida a figura do multiplicador ou facilitador lean. Inicialmente, a coordenadora de planejamento e controle do projeto realizava esta função. Todavia, no final do mês de abril de 2023, foi contratado um colaborador para atuar exclusivamente, nesta incumbência. No relatório semanal de 28 de abril de 2023 (documento 7), a consultoria L ressalta: “como ponto positivo vale destacar a contratação do multiplicador [...] com dedicação total ao lean”.

O multiplicador ou facilitador lean iniciou suas demandas, em maio de 2023, sendo o responsável por difundir a cultura do LC e por moderar as reuniões do LPS. No âmbito do médio prazo, o multiplicador conduzia as reuniões de médio prazo, tomava nota das restrições e fazia o acompanhamento das restrições junto à equipe do projeto. A inclusão desta figura de facilitação e multiplicação da cultura LC, como visto na RSL (item 4.1.3.2 ou quadro 8 do item 4.1.4), converge para as recomendações de Erazo-Rondinel, Vila-Comum e Alva (2020) e Kassab, Young e Lindre (2020).

Para dar maior visibilidade e transparência ao médio prazo, a equipe do projeto criou ainda uma sala Obeya ou big room, consoante citado no item anterior (4.2.2.1). A sala foi denominada de “torre de controle” e nela aconteciam as reuniões de médio prazo. Na sala, como visto anteriormente (item 4.2.2.1), eram expostos: (1) os painéis quadriculados do médio prazo, com a visão de 8 semanas, (2) as restrições registradas em notas adesivas, (3) os planos de ação em andamento e (4) os indicadores do médio prazo. A sala Obeya é também sugerida, na literatura (item 4.1.3.2 ou quadro 8 do item 4.1.4).

Além disso, o multiplicador realizava um filtro de 8 semanas do LBMS e transcrevia a programação para uma tabela em formato A3. A tabela continha a listagem das atividades e sua ocorrência no horizonte de 8 semanas (figura 22) e era distribuída para os participantes da reunião. O objetivo era promover a análise das atividades, antes do encontro semanal. Esta ação alinha-se com a sugestão de Toledo, Olivares e Gonzalez (2016) que preconiza a análise das atividades antes das reuniões, de modo a fomentar a preparação prévia dos participantes (item 4.1.3.2).

Figura 22 - Programa 2o de 8 semanas

Marcos	21/08/2023 2023 34	28/08/2023 2023 35	04/09/2023 2023 36	11/09/2023 2023 37	18/09/2023 2023 38	25/09/2023 2023 39	02/10/2023 2023 40	09/10/2023 2023 41
PARQUE 7	Modulos	Vala MT	Aterramento	Aterramento	Aterramento			CFTV
	Vala MT		Lançamento F.O.	Base Est. Meteorológica				
	Eletrocentro			Lançamento F.O.				
PARQUE 8	Drenagem	Drenagem	Drenagem	Modulos	Modulos	Aterramento	Aterramento	Aterramento
	Trackers	Trackers	Trackers		Base Est. Meteorológica	Lançamento F.O.		
	Modulos	Modulos	Modulos		Lançamento F.O.			
	Vala Solar	Vala Solar	Vala Solar					
PARQUE 9	Drenagem	Trackers	Trackers	Trackers	Trackers	Modulos	Lançamento F.O.	Lançamento F.O.
		Vala Solar	Modulos	Modulos	Modulos	Base Est. Meteorológica		
			Vala Solar	Vala Solar	Vala Solar			
			Eletrocentro					
PARQUE 10	Drenagem	Drenagem	Drenagem	Drenagem	Drenagem	Trackers	Trackers	Trackers
	Estacas	Estacas	Estacas	Vala Solar	Trackers	Vala Solar	Modulos	Modulos
	Est. String inverter	Est. String inverter	Est. String inverter		Vala Solar		Vala Solar	Vala Solar
	Vala BT	Vala MT	Vala Solar				Base Est. Meteorológica	Vala Solar
	Vala MT	Vala BT	Eletrocentro				Lançamento F.O.	Lançamento F.O.
	Vala F.O.							

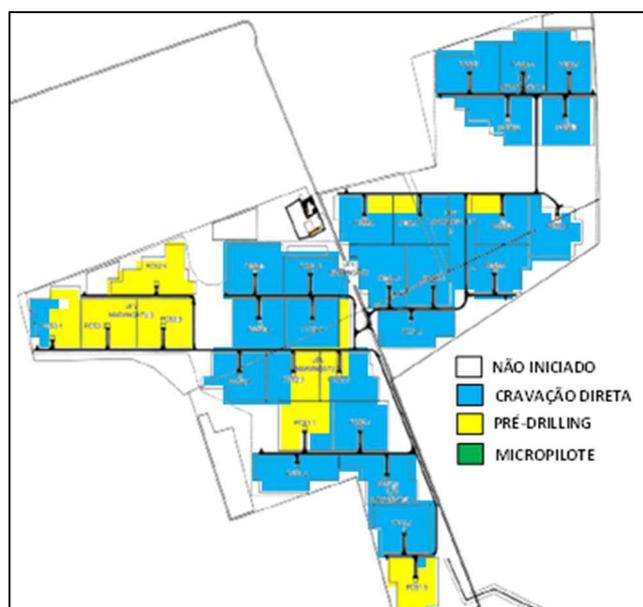
Fonte: elaborada pela equipe de planejamento e controle do projeto (2023)

Durante as reuniões de PMP, o planejamento das 8 semanas era exibido no monitor existente na sala e no painel em acrílico preenchido com notas adesivas. Esta ação visava franquear uma melhor gestão visual e dar publicidade ao PMP, conforme recomenda a literatura (item 4.1.3.2 ou quadro 8 do item 4.1.4).

Outra ação implementada para promoção da gestão visual foi confecção de um quadro metálico, contendo o layout da planta do parque devidamente adesivado sobre a superfície. Na planta impressa, a equipe de PCP do projeto inseriu o layout de valas de cabos de baixa tensão, de valas de cabos de média tensão, de valas de cabos de comunicação e de valetas e travessias de drenagem. O objetivo era visualizar e identificar, com ímãs coloridos, as possíveis áreas com restrições.

Além disso, a equipe contava com pictogramas digitais para acompanhamento do avanço das atividades (figura 23). Os pictogramas eram utilizados como suporte, no médio prazo, para os casos de necessidade de consulta daquilo que já estava realizado ou que tinha interferência, em face de outra atividade. Nesse contexto, o quadro metálico com layout da planta e os pictogramas das atividades eram empregados sobretudo para apoiar a gestão visual do empreendimento.

Figura 23 - Pictograma de cravação de estacas



Fonte: elaborado pela equipe de PCP do projeto (2023)

4.2.2.3 Implementação do PMP - luz dos aspectos técnicos

No tocante aos aspectos técnicos da implementação, a equipe de PCP do projeto trabalhou com os softwares Prevision[®] e MS Project[®] para planejamento do longo prazo do empreendimento. Semanalmente, a equipe extraía, a partir de um filtro no LBMS do software Prevision, a programação das 8 semanas seguintes do projeto.

Conforme citado anteriormente (item 4.2.2.1), programação era utilizada nas reuniões de médio prazo com vistas a obtenção dos pré-requisitos (restrições) que impediam o início previsto das atividades. As restrições eram registradas em uma planilha elaborada no software MS Excel[®], sendo compartilhada por e-mail e por grupo de WhatsApp com os participantes das rotinas de médio prazo. O modelo da planilha é apresentado no anexo III.

Cumprido destacar que, nos meses de abril e maio de 2023, o projeto tentou implantar o aplicativo Planner da Microsoft para gestão das restrições. Entretanto, os participantes demonstraram dificuldades com a citada aplicação, conforme ser exposto no item 4.4.3.1. Assim, em junho de 2023, a equipe de PCP do projeto deliberou empregar apenas a planilha desenvolvida no software MS Excel. Esta mudança será discutida nos itens 4.4.3.1 e 4.4.3.2.

No que tange aos softwares empregados para acompanhamento visual das restrições, destaca-se o software Auto-Cad 2D da Autodesk. Além disso, relativo ao controle de materiais, ressalta-se o emprego do TOTVS.

4.2.2.4 Análise da implementação do PMP – luz das abordagens compiladas na RSL

Do exposto, nota-se que a equipe de PCP do projeto, juntamente com a consultoria L, adotou a maioria das abordagens de natureza processual e organizacional (quadros 11 e 12), mencionadas na literatura. É possível que a ausência de experiências anteriores com a cultura LC, por parte do consórcio X, tenha contribuído para esta fase inicial, nas abordagens supracitadas, visto que não havia processo implementado anteriormente e tampouco familiaridade organizacional com a metodologia LC.

Os quadros 11 e 12, respectivamente, mostram ainda que as abordagens nominadas empregar cadernos de restrições e promover a participação precoce das partes interessadas foram parcialmente implementadas, no contexto da usina fotovoltaica estudada. No caso do caderno de restrições, consoante ser discutido no item 4.4.1.4, sua introdução deu-se no decorrer do empreendimento e não alcançou a totalidade das atividades. Com relação a prática alusiva a participação precoce das partes interessadas, conforme ser visto nos itens 4.3.1, 4.4.2.1 e 4.4.1.1, não houve contratação tempestiva dos escritórios de engenharia e da equipe de planejamento e controle do projeto. Assim, a implementação das citadas abordagens foi considerada como parcial, pela pesquisa.

No que tange aos aspectos técnicos, observa-se que apenas duas práticas foram adotadas pelo projeto do estudo de caso (quadro 13). Neste particular, destaca-se que restrições orçamentárias do projeto não possibilitaram o emprego de outras tecnologias citadas na RSL.

Quadro 11 – Aspectos processuais implementados

Aspectos	Técnicas, ferramentas e outras abordagens para implementação e aprimoramento do PMP	Implementado? (Sim / Não)
Processual	Promover a análise de restrições	Sim
	Utilizar métricas do LPS para mensurar a performance dos planos	Sim
	Realizar reuniões de médio prazo	Sim
	Realizar análise de riscos	Sim
	Utilizar o LBMS para extrair as atividades do médio prazo	Sim
	Padronizar os processos do PMP	Sim
	Empregar o Pull Planning para desenvolvimento dos cronogramas de médio prazo	Sim
	Empregar caderno de restrições ou listas de verificação das atividades	Sim, porém parcialmente
	Empregar buffers nos planos de médio prazo	Sim
	Realizar estudos de primeira execução (first run studies)	Não
	Utilizar o Takt Planning, visando imprimir ritmo adequado às atividades	Sim
	Promover mapeamento de processos	Sim

Continua

Quadro 11 - Aspectos processuais implementados (continua²o)

Aspectos	Técnicas, ferramentas e outras abordagens para implementação e aprimoramento do PMP	Implementado? (Sim / Não)
Processual	Criar reuniões de PMP específicas para tratar de temas técnicos	Sim
	Adotar o Lean Approach Process ² (LAP) para análise do estado atual do processo de planejamento e identificação dos fatores críticos da implementação.	Não
	Utilizar planejamento logístico	Sim
	Empregar de dados históricos para melhor dimensionamento de recursos e desenvolvimento de planos de médio prazo	Sim
	Desenvolver o orçamento operacional compatível com os pacotes de trabalho e que possibilite um balizamento estratégico para os gestores, nas reuniões de médio prazo	Sim
	Implementar o Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM) para modelar a variabilidade e as interações entre as funções gerenciais, no nível do PMP	Não
	Desenvolver banco de dados de restrições e de lições aprendidas	Sim

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 12 - Aspectos organizacionais implementados

Aspectos	Técnicas, ferramentas e outras abordagens para implementação e aprimoramento do PMP	Implementado? (Sim / Não)
Organizacional	Promover a colaboração	Sim
	Realizar o gerenciamento visual, incluindo abordagens tradicionais e digitais	Sim
	Realizar treinamentos	Sim
	Promover a transparência dos fluxos	Sim
	Fazer melhoria contínua	Sim
	Adotar big room ou sala Obeya	Sim
	Dar publicidade aos planos de médio prazo	Sim
	Participação precoce das partes interessadas	Sim, porém parcialmente
	Implementar um facilitador ou multiplicador lean	Sim
	Promover o apoio da alta gestão	Sim
	Implementar o método flow walk	Não
	Realizar a preparação prévia dos participantes antes das reuniões de PMP	Sim

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 13 - Aspectos técnicos implementados

Aspectos	Técnicas, ferramentas e outras abordagens para implementação e aprimoramento do PMP	Implementado? (Sim / Não)
Técnico	Empregar ferramentas digitais para PMP	Sim
	Utilizar o BIM associado ao PMP	Não
	Empregar RFID para monitoramento de entregas e retroalimentação do PMP	Não
	Empregar Análise de Redes Sociais	Não
	Utilizar aplicativos de mensagens, como o WhatsApp	Sim
	Utilizar IoT como camada de comunicação	Não

Fonte: Elaborado pela autora

A partir da análise dos quadros 11, 12 e 13, vê-se que o projeto de construção da usina fotovoltaica implementou 29 das 37 práticas de PMP levantadas na RSL. Isto representa 78,38% das rotinas mapeadas na literatura, conforme dados da tabela 9.

Tabela 9 - Total de práticas de PMP

Aspectos de Implementação	Total de práticas levantadas na RSL	Total de práticas da RSL adotadas pelo estudo de caso	Total de práticas adotadas em %
Processual	19	16	84,21%
Organizacional	12	11	91,67%
Técnico	6	2	33,33%
Total	37	29	78,38%

Fonte: Elaborado pela autora

Além disso, sublinha-se que um total de 17 das 29 práticas adotadas estavam prescritas no manual da implementação do LPS[÷] (documento 8), enquanto 12 não estavam devidamente formalizadas no citado documento. As rotinas que constavam no manual foram nominadas, neste trabalho, de práticas formais, ao passo que as práticas não escritas, no documento 8, foram chamadas de informais. Tal nomenclatura foi utilizada na pesquisa de Hamerski, Formoso e Isatto (2023), na qual constatou-se que 48% das práticas introduzidas na construção de uma loja de departamentos eram informais (item 4.1.3.1).

A tabela 10 exibe o total de práticas formais e informais implementadas na usina fotovoltaica do presente estudo de caso. Observa-se que 41,38% das rotinas de PMP adotadas não constavam no manual de implementação (documento 8). Este montante corrobora os resultados de Hamerski, Formoso e Isatto (2023) acerca do elevado número de abordagens informais e destaca a importância destas práticas para sustentação da implementação do PMP

Tabela 10 - Práticas formais e informais adotadas no estudo de caso

Aspectos de Implementação	Total de práticas da RSL adotadas pelo estudo de caso	Práticas adotadas e formalizadas no manual de implementação do LPS [÷] (formais)		Total de práticas adotadas e não formalizadas no manual de implementação do LPS [÷] (informais)	
		Total	%	Total	%
Processual	16	9	56,25%	7	43,75%
Organizacional	11	7	63,64%	4	36,36%
Técnico	2	1	50,00%	1	50,00%
Total	29	17	58,62%	12	41,38%

Fonte: Elaborado pela autora

4.2.2.5 Análise da implementação do PMP – luz do modelo proposto por Angelim (2019)

Este item alberga uma análise da implementação do PMP, – luz de um modelo conceitual de planejamento de médio prazo proposto por Angelim (2019) (item 2.4.4). Para tanto, a pesquisa exhibe, no quadro 14, uma comparação entre o procedimento de PMP defendido por Angelim (2019) (figura 3) e o procedimento introduzido no estudo de caso da usina fotovoltaica.

Quadro 14 – Procedimento de PMP proposto por Angelim (2019) e procedimento de PMP do estudo de caso

Procedimento de PMP do modelo de Angelim (2019)	Procedimento de PMP do estudo de caso
Detalhar horizonte de 6 semanas	Detalhar horizonte de 8 semanas
Dimensionar pacotes de trabalho, empregando como apoio o orçamento por pacote de trabalho	Dimensionar pacotes de trabalho, tendo em vista o orçamento operacional do projeto
Modelar operações por meio do BIM	Nº implantado
Solicitar pré-requisitos das novas atividades (consultar premissas de prazo de aquisição e procedimentos executivos da qualidade)	Consultar pré-requisitos com apoio do caderno de restrições
Preparar informações para reunião, com auxílio dos seguintes documentos: status das inspeções de qualidade e terminalidade, planilha com informações do projeto e indicadores, lições aprendidas de restrições por fase, status das restrições nº removidas do mês anterior	Preparar sala de reuniões: 1) Atualizar quadro da programação das 8 semanas, consultando filtro do LBMS atualizado; 2) Atualizar quadro do plano de ação e o painel de restrições, utilizando como apoio a planilha de análise de restrições.
Elaborar pauta de reunião	Nº implantado
Comunicar a pauta aos envolvidos	Nº implantado
Analisar restrições individualmente	Analisar restrições individualmente, com apoio do caderno de restrições, durante as reuniões de acompanhamento diário
Realizar reunião mensal de PMP	Realizar reunião semanal de PMP
Analisar restrições conjuntamente	Analisar restrições conjuntamente
Empregar categorias de restrições	Empregar categorias de restrições
Alimentar planilha de análise de restrições	Alimentar planilha de análise de restrições
Liberar tarefas prontas (livres de restrições) para o curto prazo	Liberar tarefas prontas (livres de restrições) para o curto prazo
Sobrepor real executado ao planejado no LBMS, a partir dos dados da planilha de informações do projeto (PPC, qualidade e terminalidade dos pacotes de trabalho e causa raiz da conclusão dos pacotes)	-Sobrepor real executado ao planejado no cronograma em MS project e no LBMS constante no Prevision, a partir dos dados da planilha de programação semanal e das planilhas de controle diário da produção, nas quais são compiladas as informações de apropriação da equipe e a quantidade realizada diariamente; -Discutir indicadores nas reuniões de torre de controle.
Em caso de atrasos, propor estratégias	Em caso de atrasos, propor plano de ação e submeter a validação do gerente de contrato
Analisar impactos de prazo das novas estratégias	Analisar impactos de prazo das novas estratégias
Em caso de mudanças de projeto, analisar impactos de custo e prazo	Em caso de mudanças de projeto, analisar impactos de custo e prazo

Fonte: Elaborado pela autora

As divergências e similaridades dos procedimentos de PMP da pesquisa de Angelim (2019) e do projeto de construção da usina fotovoltaica são apresentadas nas análises seguintes.

a) Horizonte de médio prazo

Conforme quadro 14, Angelim (2019) propôs um horizonte de 6 semanas para detalhamento das atividades do planejamento de médio prazo, ao passo que o estudo de caso adotou 8 semanas. Vale salientar que a literatura não tem uma regra pré-definida para a definição do número de semanas do horizonte de PMP. Ballard (2000), por exemplo, sugere de 3 a 12 semanas.

b) Dimensionamento dos pacotes de trabalho

Ambos os procedimentos de PMP propugnaram o dimensionamento dos pacotes de trabalho com base no orçamento dos pacotes de trabalho.

c) Modelagem de operações

O modelo de Angelim (2019) defendeu a modelagem das operações com apoio do BIM. As rotinas do estudo de caso da usina fotovoltaica, entretanto, não chegaram a empregar o BIM com esta finalidade, em face de limitações orçamentárias do projeto.

d) Consulta de pré-requisitos

Ambos os procedimentos de PMP preparam a adoção de listas de verificação de pré-requisitos para liberação dos pacotes de trabalho. Angelim (2019) recomendou, em seu modelo, que toda a listagem de materiais, mão de obra, equipamentos, ferramentas, EPIs, EPCs e informações (como os projetos necessários e normas relacionadas) constasse no procedimento da qualidade do serviço. Adicionalmente, a autora preconizou a vinculação das listas de verificação ao Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ).

No estudo de caso do parque solar, os pré-requisitos foram listados no documento nominado caderno de restrições (item 4.4.1.4).

e) Preparação das reuniões de PMP

Angelim (2019) recomendou que as restrições deveriam ser analisadas individualmente e as premissas de prazos de aquisição deveriam ser consultadas com antecedência, a partir de documentos padrões.

Diferentemente, no procedimento de PMP do estudo de caso, as restrições eram discutidas individualmente durante as reuniões de acompanhamento diário, com base no caderno de restrições e no conhecimento teórico e prático dos participantes (ver item 4.4.1.2). Em seguida, o multiplicador realizava a preparação da sala Obeya para a reunião semanal de PMP, atualizando os quadros de restrições e os painéis de controle de restrições de plano de ação (item 4.2.2.1).

f) Preparação de pauta

Outro aspecto importante do modelo de Angelim (2019) é a criação de pauta para a reunião de PMP e o emprego de planilhas com premissas de prazo de aquisição, de modo a balizar as datas limites de restrições associadas às aquisições de materiais, equipamentos e ferramentas, dentre outras. Estas sugestões de Angelim (2019) não foram implementadas, pelo modelo de PMP adotado no estudo empírico.

g) Reunião de PMP

O modelo de Angelim (2019) aventou reuniões com frequência mensal, ao passo que o estudo de caso da presente pesquisa trabalhou com frequência semanal. Tal decisão foi deliberada, pela equipe de PCP do consórcio X e pela consultoria L, em razão da mutabilidade do ambiente e da necessidade de mapear o máximo restrições, tendo em vista a complexidade e o tamanho do projeto.

h) Análise conjunta de restrições e alimentação de planilhas de controle

Ambos os procedimentos de PMP defenderam a análise conjunta de restrições durante as reuniões de PMP e a alimentação de planilhas de apoio ao gerenciamento de restrições. A planilha do estudo de caso da usina fotovoltaica (anexo III) e a planilha do modelo de Angelim (2019) exibiram similaridades no tocante as colunas de identificação das restrições, categorias, responsáveis e data limite.

Porém, o modelo de planilha do estudo de caso do consórcio X adicionou as colunas de data limite revisada, número de reprogramações, duração do atraso, prioridade e status. O objetivo destas colunas era promover uma análise das prioridades e dos indicadores relacionados – média de dias de atraso das restrições e ao número de reprogramações. Além disso, a coluna status informava quais restrições eram removidas dentro e fora do prazo, o que auxiliava na análise das categorias e dos responsáveis que exibiam maior ou menor tempestividade na resolução das restrições, sob sua responsabilidade.

i) Liberação das atividades prontas

Após percorrer todo o processo de PMP, as abordagens do presente estudo de caso e do modelo de Angelim (2019) sugeriram a liberação das tarefas prontas para os planos de curto prazo. Por atividades prontas, entende-se aquelas que estão livres de restrições e que, portanto, podem seguir para execução no curto prazo.

j) Discussão de indicadores

O estudo de caso da usina fotovoltaica introduziu a discussão dos indicadores de longo, médio e curto prazo, nas reuniões semanais de torre de controle (itens 4.2.2.1 e 4.2.2.2). O modelo de Angelim (2019), contudo, não contemplou as reuniões de torre de controle.

k) Proposição de plano de ação e análise de impactos

Ambas as abordagens de médio prazo sustentaram a proposição de estratégias, em caso de atrasos dos pacotes de trabalho, e a análise de custos e de prazos das eventuais mudanças.

i) Considerações finais

Salienta-se que o modelo de Angelim (2019) foi proposto a partir de experiências com projetos de edificações, ao passo que o procedimento da presente pesquisa se balizou na experiência de um projeto de construção de uma usina fotovoltaica de grande porte. Nota-se, entretanto, que as divergências entre as abordagens foram pontuais e que não anulam sua adoção, no outro ambiente, o que pode indicar (1) a aplicabilidade do modelo conceitual de Angelim (2019) em outros tipos de projetos e (2) a intercambialidade dos dois processos apresentados.

4.2.2.6 Benefícios da implementação do PMP

Na tabela 11, a pesquisa apresenta os benefícios apontados, pelos profissionais entrevistados, acerca da implementação do PMP, no contexto da usina fotovoltaica estudada.

Tabela 11 - Benefícios do PMP

	Entrevistados											Total
	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4	Entrevistado 5	Entrevistado 6	Entrevistado 7	Entrevistado 8	Entrevistado 9	Entrevistado 10	Entrevistado 11	
Benefícios apontados nas entrevistas												
Promover antecipações de ações	x	x	x	x	x	x		x			x	8
Mapear restrições	x				x	x			x		x	5
Promover a colaboração e a comunicação				x						x	x	3
Dar publicidade ao planejamento de médio prazo	x	x										2
Minimizar ou evitar problemas				x		x						2
Integrar a equipe				x							x	2
Ajudar na liberação das atividades para execução							x		x			2
Levantar potenciais riscos de restrições		x										1
Ter um horizonte mais amplo das frentes de serviço								x				1
Otimizar prazos										x		1
Melhoria nos resultados de custo										x		1
Resolver restrições dentro do prazo											x	1

Fonte: elaborado pela autora

Nota-se que o benefício mais citado, pelos entrevistados, foi a antecipação das ações. A este respeito, o entrevistado 4 destaca:

Primeiro é a antecipação de eventuais problemas. Ou seja, você, no médio prazo, analisando de 6 a 8 semanas, você tem como [...] ajudar muito nessa antecipação, porque é uma coisa que eu sempre digo [...] equipe, mão de obra [...] eu sei que eles fazem, mas se não der as condições para eles fazerem, como materiais, ferramentas e equipamentos, você pode estar com a melhor equipe do mundo, mas a obra não vai sair. Então, a questão do médio prazo é muito dessa antecipação, não, principalmente nessa parte de compras [...]. Mas isso vai muito das frentes de serviço. Por isso, a grande importância de cada um dos gerentes e respectivas equipes conseguir pensar e mapear, não, porque sem eles estarem gerando as restrições, a ferramenta, que é muito boa, não acontece. Esse é um ponto fundamental para a efetividade do processo. Outro resultado que eu enxergo também é uma maior unidade, uma maior união da equipe, porque você, estando ali, sempre reunido com outros pares, compartilhando necessidades, eu acho que isso traz uma condição benéfica para o projeto. [...] Isso traz uma melhoria da comunicação. Está todos ali dentro da mesma página compartilhando necessidades. (Entrevistado 4).

O entrevistado 11 também realça o aspecto capital da comunicação:

O incremento da comunicação, em um planejamento de médio prazo, é muito positivo para o projeto, porque traz todos os setores para o mesmo nível de comunicação das restrições (quais são as restrições, que prazo tem para resolver, quando isso vai ocorrer). Então, essa questão da melhoria da comunicação também é um fator muito bom para os resultados de um projeto. (Entrevistado 11).

O entrevistado 1, por seu turno, pontua sobre os benefícios relacionados à antecipação de riscos e à publicidade gerada pelo PMP, para os participantes: `Eu acho que um ponto positivo é que, além de mapear, ele deixa explícito para todos do projeto qual a interferência que eles teriam no processo final. [...] Eu acho que a gente consegue antecipar restrições, antecipar ações, antecipar pontos de fragilidade, antecipar riscos_ (Entrevistado 1).

Para a profissional entrevistada 8, o PMP proporcionou, além da antecipação de restrições, uma maior visibilidade dos horizontes de planejamento, conforme trecho a seguir: `ter um horizonte mais amplo de todas as frentes e conseguir também antecipar situações críticas_ (Entrevistada 8).

Destaca-se ainda que os profissionais entrevistados responderam, de forma unânime, que recomendariam, para projetos futuros, o procedimento de PMP aplicado na usina fotovoltaica.

4.2.3 Implementação do planejamento de curto prazo

Conforme documento 8, o planejamento de curto prazo do empreendimento tinha como objetivo determinar e detalhar o plano semanal da produção. Assim, após a resolução das restrições e liberação das atividades para a execução, a equipe de planejamento e controle do

projeto, juntamente com as gerências de produção, deliberava sobre a entrada das atividades no programa de curto prazo.

Esta programação era desenvolvida, no software MS Excel, e continha o planejamento diário das atividades, no horizonte de uma semana. Além disso, apresentava campos para preenchimento da descrição das atividades, da unidade de serviço, do encarregado responsável, da equipe prevista e dos quantitativos de serviço planejados e realizados, no decorrer da semana. O modelo da planilha consta no anexo IV.

A programação semanal de atividades era elaborada, aos sábados, e contava com a participação dos seguintes colaboradores: o analista de planejamento e controle, a coordenadora de planejamento e controle, o multiplicador lean, o gerente de produção civil, o engenheiro de produção civil, o supervisor de obras civis, o gerente de produção mecânica, o engenheiro de produção elétrica, dois supervisores de mecânica, dois supervisores de elétrica, o gerente de comissionamento, o supervisor de comissionamento e a engenheira de comissionamento.

Os supervisores, juntamente com o multiplicador lean, eram os responsáveis por transmitir a programação da semana seguinte para os encarregados. Além disso, no decorrer da semana de execução, o multiplicador lean comunicava, no início do dia, nas reuniões de check-in², as atividades previstas e as metas de produção do dia. Ao término do dia, o multiplicador era informado, pelos encarregados, nas reuniões de checkout³, acerca da produção diária e das causas de não-conclusão. Quando uma meta não era cumprida, o multiplicador lean tomava nota da causa de não conclusão e criava, ainda durante o checkout, um plano de ação para resolução. Este plano continha o responsável e a data prevista de resolução.

Salienta-se ainda que, caso uma atividade não houvesse sido executada, em razão de restrições não mapeadas, ela voltava para as reuniões de médio prazo e era submetida novamente ao processo de preparação das tarefas (item 4.2.2.1).

As reuniões de check-in / checkout ocorriam em espaço aberto (figura 23), onde eram expostas as metas previstas e alcançadas pelos encarregados, bem como os planos de ação eventualmente criados. Em função da alta quantidade de encarregados, eram realizadas 3 reuniões de check-in/checkout, cada uma com cerca de 20 minutos de duração. As reuniões eram divididas por área, a saber: civil, eletromecânica e comissionamento. A presença de encarregados e supervisores era obrigatória nas reuniões de check-in / checkout.

² A reunião de check-in tratava-se, de acordo com manual da implementação (documento 8), de um encontro diário com os encarregados para alinhamento das atividades que seriam realizadas no dia.

³ Conforme documento 8, o checkout era uma reunião diária que tinha como objetivo acompanhar as metas diárias firmadas no programa de curto prazo e identificar gargalos e problemas que impossibilitassem o progresso das atividades.

Figura 24 - Reunião de check-in / checkout



Fonte: autora, 2023

Nas segundas-feiras, um dos analistas de planejamento e controle do consórcio X calculava na planilha de programação semanal das atividades (anexo IV) o % executado de cada atividade e o PCP da semana anterior. Adicionalmente, o analista compilava e registrava as causas de não conclusão das tarefas que eram comunicadas nas reuniões de check-out. Estes resultados eram apresentados e discutidos nas reuniões de torre de controle (itens 4.2.2.1 e 4.2.2.2).

Na sequência a seguir, a pesquisa apresentará uma análise dos indicadores do LPS, com ênfase no planejamento de médio prazo. Os indicadores de longo e de curto prazo do empreendimento serão brevemente descritos, nos itens 4.3.1 e 4.3.4.

4.3 Análise dos indicadores do LPS

Nesta seção, a pesquisa traz os dados numéricos alusivos aos indicadores do LPS obtidos pelo empreendimento. Para tanto, o trabalho expõe a evolução do IDP, a quantidade de restrições criadas no médio prazo, a média de dias de atraso para resolução das restrições, a quantidade de restrições dirimidas no prazo, a quantidade de restrições resolvidas com atraso, o IRR médio do projeto, a quantidade de restrições por setor e por categorias de restrições, dentre outros indicadores.

4.3.1 Análise do indicador de longo prazo

Por meio da análise do documento 3, notou-se que o empreendimento albergou um IDP médio de 0,85, alcançando máximo de 1,03 e mínimo de 0,40. A tabela 12 sintetiza os dados de média, mediana, máximo, mínimo, desvio padrão, quartis inferior, quartis superior e tamanho da amostra. No anexo I, a pesquisa apresenta a evolução semanal do IDP, no intervalo de fevereiro de 2023 a fevereiro de 2024.

Tabela 12 - Dados estatísticos do IDP do projeto

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Quartis inferior (Q1)	Mediana (Q2)	Quartis superior (Q3)	Máximo	Tamanho da amostra
IDP	0,85	0,15	0,40	0,79	0,90	0,96	1,03	56

Fonte: dados da pesquisa

Da análise do anexo I, observou-se que o IDP apresentou uma queda acentuada entre as semanas 7 de 2023 e 13 de 2023. Com base na investigação dos documentos 1, 2 e 7, constatou-se que a causa principal estava relacionada com a elaboração e a aprovação de projetos.

Inicialmente, foram contratados dois escritórios para elaboração dos projetos executivos⁴. Contudo, tal contratação ocorreu em fevereiro de 2023, ou seja, no mesmo mês de início da obra, resultando em uma entrada tardia dos projetistas.

Logo, apesar dos escritórios desenvolverem os projetos por subparque, não houve tempo hábil para os processos de mobilização de mão de obra e equipamentos, bem como para os processos de aquisição de materiais, culminando em atrasos no campo. Este paralelismo entre a etapa de elaboração de projetos e a etapa de construção permeou o empreendimento, entre fevereiro de 2023 e novembro de 2023, e reverberou no médio prazo, conforme ser exposto no item 4.4.

Entre as semanas 24 e 34, observou-se nova queda do IDP. Neste intervalo, consoante estudo dos documentos 1 e 2, o projeto exibiu atraso de fornecimento de itens críticos (estacas, trackers e inversores), por parte da contratante. Isto afetou as atividades de cravação de estacas, montagem de tracker, montagem de módulos, montagem de inversores, vala solar, colocação de terminais, conexão e comissionamento.

⁴ O empreendimento emitiu um total de 420 documentos de projetos executivos, sendo 123 de escopo civil e 297 de escopo eletromecânico.

4.3.2 Análise dos indicadores do PMP

A partir da análise do documento 5, notou-se que, de 22/03/2023 a 29/02/2024, o consórcio X mapeou 868 restrições e apresentou um IRR médio de 66,5%, alcançando máximo de 96,30% e mínimo de 16,33%. A mediana foi de 70,00% e o desvio padrão foi de 14,68%, conforme tabela 13. A evolução do IRR, no intervalo supracitado, é mostrada no anexo II.

Tabela 13 - Dados estatísticos do IRR do projeto

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Quartil inferior (Q1)	Mediana (Q2)	Quartil superior (Q3)	Máximo	Tamanho da amostra
IRR	66,50%	14,68%	16,33%	61,00%	70,00%	75,86%	96,30%	49

Fonte: dados da pesquisa

Observou-se também que a categoria de restrições que apresentou maior número de itens foi a de materiais, com 22,35% do total de restrições levantadas para o projeto. Na sequência, despontaram as categorias de projetos com 18,89%, de equipamentos com 11,75% e de qualidade com 10,94% (tabela 14).

Tabela 14 - Total de restrições e média de dias de atraso por categorias de restrições

Categorias de restrições	Total de restrições	%	% acumulado	Média de dias de atraso
Material	194	22,35%	22,35%	18
Projetos	164	18,89%	41,24%	21
Equipamentos	102	11,75%	53,00%	11
Qualidade	95	10,94%	63,94%	29
Mão de obra	72	8,29%	72,24%	14
Ferramentas / Equipamento Leve	49	5,65%	77,88%	21
Segurança do trabalho	44	5,07%	82,95%	17
Método	39	4,49%	87,44%	9
Contrato	36	4,15%	91,59%	16
Meio ambiente	25	2,88%	94,47%	32
Predecessora concluídas	18	2,07%	96,54%	13
Cliente	13	1,50%	98,04%	18
Comunicação / TI	8	0,92%	98,96%	36
Logística	4	0,46%	99,42%	13
Espaço disponível	3	0,35%	99,77%	16
Saúde do trabalhador	2	0,23%	100,00%	7

Fonte: dados da pesquisa

É possível que a alta quantidade de restrições na categoria de materiais relacione-se com a expressiva quantidade de insumos adquiridos, pelo empreendimento. No total, foram comprados cerca de 3.158 itens de materiais com especificações distintas, conforme dados das planilhas de controle de suprimentos extraídas do sistema TOTVS (documento 9).

No que tange a média de dias de atraso da categoria de materiais, destaca-se que o cenário de engenharia simultânea e o atraso na contratação dos escritórios de projetos (item

4.3.1) reduziram o tempo entre a emissão do projeto e a compra do material, impactando o lead time das aquisições de insumos. Isto pode ter contribuído para a média de 18 dias de atraso da referida categoria. A este respeito, o entrevistado 3 salientou:

A gente tem dificuldades em encontrar bons fornecedores que atendam, no prazo, e principalmente voltados para esse tipo de tecnologia de solar, que em sua maior parte [...] são itens que não são produzidos no Brasil. A gente tem um prazo muito extenso para produção e entrega em obra. Às vezes, atrapalha isso. [...] A gente solicitar tarde e acaba sobrecarregando o setor de suprimentos. Isso aí acaba entrando como uma rotina fatídica, reunido após reunido, mesmo sabendo dessas dificuldades. (Entrevistado 3)

O entrevistado 11 acrescentou: “com o atraso do projeto, a gente tem dificuldade para comprar o material. E aí impacta o pessoal de suprimentos que não tem tempo hábil para fazer todo processo de compra.” (Entrevistado 11).

Os fatores mencionados (engenharia simultânea e atraso na contratação dos escritórios de projetos) também se refletiram na categoria de restrições de projetos, cujo percentual de restrições albergou 18,89% do total de restrições criadas, com média de dias de atraso de 21 dias. A cerca deste cenário, o entrevistado 9 realçou:

A gente teve um atraso muito grande com relação a emissão de projeto. Acho que um erro que talvez não tenhamos cometido aqui, no começo, em não ter uma equipe de engenharia robusta, já no início, para antes de começar a atividade, inclusive, já estar fazendo o projeto e tudo mais. Eu acho que talvez isso pode ter impactado bastante. (Entrevistado 9)

Os atrasos nas remoções de restrições relativas a materiais e projetos ecoaram diretamente no início das atividades. Da análise dos documentos 1 e 2, notou-se que a atividade de drenagem, por exemplo, iniciou um mês mais tarde, em face da demora na emissão dos projetos. Houve atraso ainda no fornecimento de materiais (tubos de drenagem, biomanta, dentre outros), o que gerou uma postergação de 55 dias na data de término prevista da atividade de drenagem.

O serviço de cravação de estacas, a título de ilustração, também atrasou, conforme documentos 1 e 2. Neste caso, houve atraso inicial no fornecimento das estacas por parte do contratante e fornecimento fora da sequência prevista, consoante investigação dos documentos 1 e 2. O proprietário da usina regularizou a entrega somente dois meses após o início do fornecimento. O impacto final para a data de término da tarefa de cravação de estacas foi de 14 dias de atraso.

Outros itens críticos, relacionados a materiais que sofreram atraso, foram o fornecimento de trackers, o fornecimento de inversores, a aquisição de cabos de média tensão,

o fornecimento de postes e a aquisição dos acessórios da rede de média tensão, consoante documentos 1, 2 e 10. Evidentemente, todos estes itens foram objeto de planos de ação para recuperação do atraso, conforme análise dos documentos 4 e 10, nos quais foram previstos incremento de equipes, adoção de horas extras, compra de materiais em outros fornecedores com menor lead time (menor margem da condição de preço) e, em alguns casos, trabalhos noturnos.

Naturalmente, as contingências supracitadas (documentos 4 e 10) implicaram na necessidade de mão de obra e equipamentos inicialmente não previstos, o que também pode ter contribuído para o aumento de restrições nas categorias de mão de obra e de equipamentos.

Ademais, a execução acelerada levou também a problemas de terminalidade das atividades, o que se traduziu em um aumento de restrições referente à qualidade. Relativo a isto, o entrevistado 6 enfatizou que: “para mim, a principal causa [de atraso] é a falta de terminalidade na execução de serviços. A gente acompanha o cronograma físico, mas não consegue a entrega 100% pela falta de terminalidade.” (Entrevistado 6).

Outro ponto observado foi que as categorias de comunicação/TI e de meio ambiente exibiram a maior média de dias de atraso, conforme tabela 14. No caso da categoria comunicação/TI, isto se deve sobretudo às dificuldades com o sistema de rádios do projeto (mau funcionamento de canais) que não chegaram a afetar o progresso dos pacotes de trabalho, mas que eram objeto de reclamações, nas reuniões de médio prazo.

No caso da categoria de caso do meio ambiente, houve demora com o licenciamento de uma das jazidas de cascalho utilizadas pelo projeto e na outorga de dois pontos de água. Salienta-se, porém, que isto não chegou a promover impactos nas atividades, uma vez que havia outras jazidas e pontos licenciados.

No que tange ao número total de restrições concluídas no prazo, sublinha-se que 573 restrições (66,01% do total) foram equacionadas tempestivamente, ao passo que 295 (33,99% do total) sofreram atrasos, consoante análise do documento 5. Estes dados são evidenciados pela tabela 15.

Tabela 15 - Total de restrições concluídas dentro e fora do prazo

Status de conclusão	Total	%
Concluída no prazo	573	66,01%
Concluída com atraso	295	33,99%
Total:	868	

Fonte: dados da pesquisa

Ainda de acordo com o documento 5, a categoria de material apresentou 65,46% das restrições retiradas no prazo e 35,54% com atraso. A categoria de projetos, por sua vez, exibiu 40,24% das restrições removidas com atraso. Estas informações constam na tabela 16.

Tabela 16 - Categorias de restrições concluídas dentro e fora do prazo

Categorias de restrições	Concluída no prazo	Concluída com atraso
Material	65,46%	35,54%
Projetos	59,76%	40,24%
Equipamentos	69,61%	30,39%
Qualidade	65,26%	34,74%
M ² o de obra	70,83%	29,17%
Ferramentas / Equipamento Leve	63,27%	36,73%
Segurança do trabalho	75,00%	25,00%
Método	79,49%	20,51%
Contrato	72,22%	27,78%
Meio ambiente	44,00%	56,00%
Predecessora concluídas	66,67%	33,33%
Cliente	84,62%	15,38%
Comunicação / TI	50,00%	50,00%
Logística	50,00%	50,00%
Espaço disponível	66,67%	33,33%
Saúde do trabalhador	50,00%	50,00%

Fonte: dados da pesquisa

Ressalta-se ainda que a média de atraso para resolução das restrições foi de 18 dias conforme investigação do documento 5 e a média de dias atraso do empreendimento, com relação a data de término prevista para as atividades, foi de 28 dias consoante análise do documento 1.

Finalmente, no tocante a data de disponibilidade para entrada em operação comercial (COD), evidenciou-se, por meio do documento 1, que o projeto apresentou atraso de 10 dias. O COD era um marco contratual do projeto que materializava o término das obras civil, eletromecânicas e de comissionamento necessárias para entrada em operação comercial da usina fotovoltaica. A data contratual inicialmente prevista para o COD era 30/03/2024. A data real foi 09/04/2024.

4.3.3 Relação entre as categorias de restrições e as principais causas de atraso do projeto

A tabela 17 apresenta as principais causas de atraso do projeto, segundo os dados coletados nas entrevistas semiestruturadas. Nota-se que projetos, materiais, falta de terminalidade (que é um problema de qualidade das entregas dos serviços) e mobilização de m²o de obra e equipamentos são as causas mais citadas pelos entrevistados.

Tabela 17 - Causas de atraso do projeto

Principais causas de atrasos do projeto	Entrevistados											
	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4	Entrevistado 5	Entrevistado 6	Entrevistado 7	Entrevistado 8	Entrevistado 9	Entrevistado 10	Entrevistado 11	Total
Projetos executivos	x	x	x	x	x			x	x	x	x	9
Materiais	x				x			x	x	x	x	6
Execução de atividades com restrições não removidas, o que gerou falta de terminalidade e necessidade de retornar, posteriormente, ao local para retrabalhos	x				x	x	x					4
Mobilização de mão de obra				x			x					2
Mobilização de equipamentos				x			x					2
Curva de aprendizagem lenta das equipes, em face da baixa qualificação dos colaboradores		x							x			2
Condições contratuais								x		x		2
Condições climáticas							x					1

Fonte: elaborado pela autora

Conforme exposto na tabela 14 (item 4.3.2), as categorias de restrições com maior número de itens levantados foram materiais, projetos, equipamentos, qualidade, mão de obra e ferramentas/equipamentos leves. Com efeito, percebe-se uma convergência entre as principais causas de atraso levantadas pelos entrevistados (tabela 17) e as categorias de restrições com maior número de restrições criadas (tabela 14).

A tabela 17 expõe também que 9 dos 11 profissionais entrevistados apontaram a não tempestividade da emissão dos projetos executivos, como causa do atraso do empreendimento. Para o entrevistado 2, por exemplo: “no nosso caso aqui, de fato, [a maior causa de atraso] foi a falta de projetos aprovados antes do início das atividades” (entrevistado 2).

O entrevistado 5 acrescentou ainda que o “projeto foi uma causa de atraso. [...] A decisão dos gestores de iniciar a engenharia de forma tardia. O interessante seria antecipar os processos de engenharia [...]. Então, o atraso da engenharia foi o efeito de uma decisão que foi tomada lá atrás” (entrevistado 5).

4.3.4 Análise dos indicadores de curto prazo

A partir da análise do documento 6, notou-se que a média do PPC do projeto foi de 36,3%, tendo atingido máximo de 85,71% e mínimo de 2,94%. O desvio padrão foi de 15,33% e a mediana 32,93%, conforme tabela 18. Destaca-se que o PPC de 2,94% foi obtido, na última

semana de dezembro de 2023, na qual houve acentuado absenteísmo, em razão das festividades de final de ano, o que comprometeu a execução das atividades previstas.

Tabela 18 - Dados estatísticos do PPC do projeto

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Quartis inferior (Q1)	Mediana (Q2)	Quartis superior (Q3)	Máximo	Tamanho da amostra
PPC	36,27%	15,33%	2,94%	27,74%	32,93%	40,00%	85,71%	48

Fonte: dados da pesquisa

Por meio da análise do documento 6, foi possível observar também as causas de não conclusão das atividades do empreendimento (tabela 19).

Tabela 19 - Causas de não conclusão das atividades

Causas de não conclusão das tarefas	Total	Total acumulado
Atraso das atividades predecessoras	21,31%	21,31%
Quebra de equipamento/A bastecimento	15,89%	37,20%
Falta material	12,78%	49,98%
Mudança de frente de serviço	9,98%	59,97%
Retrabalho	8,19%	68,15%
Falta de mão de obra	6,36%	74,51%
Problemas climáticos	5,70%	80,21%
Interferências com outras frentes	5,22%	85,42%
Deslocamento	5,18%	90,60%
Falta de equipamento	3,56%	94,16%
Falta de projeto	3,42%	97,58%
Separação/organização de materiais/ferramentas	1,24%	98,83%
Paralisações pelo sindicato	0,28%	99,10%
Incidente ou acidente de trabalho	0,24%	99,34%
Dificuldades de acesso	0,24%	99,59%
Embargos fundiários	0,17%	99,76%
Aprendizagem lenta da equipe	0,17%	99,93%
Paralisação pelo SMS	0,07%	100,00%

Fonte: dados da pesquisa

Uma observação oriunda da análise da tabela 14 é que a categoria de restrições denominada predecessoras concluídas representou apenas 2,07% das restrições criadas. Por outro lado, de acordo com a tabela 19, o atraso nas atividades predecessoras representou 21,31% das causas apontadas pelos encarregados, nas reuniões de checkout, para a não conclusão das atividades. Isto denota que as restrições alusivas às atividades predecessoras podem não ter sido corretamente mapeadas e/ou a atividade foi liberada com restrições ocultas (item 4.4.1.1), causando atrasos na execução e impactando as atividades sucessoras.

4.4 Análise das dificuldades e das sugestões para implementação do PMP

Esta subseção é dedicada à análise das dificuldades encontradas para implementação do PMP, sob luz dos aspectos processual, organizacional e técnico de implementação do médio prazo, no projeto de construção da usina fotovoltaica. O item aborda também as melhorias introduzidas, com vistas a contornar os desafios identificados.

No total, foram levantadas 30 barreiras para implementação do PMP, sendo 13 de natureza processual, 14 de natureza organizacional e 3 de natureza técnica. Estas dificuldades foram agrupadas, com base nos aspectos de implementação e nas práticas de PMP que foram afetadas, conforme apresentado nos próximos subitens e nos quadros 15, 16 e 17.

4.4.1 Dificuldades para implementação do PMP e sugestões de melhorias sob o prisma dos aspectos processuais

No total, foram mapeadas 13 barreiras de natureza processual, sendo 8 relacionadas à análise de restrições, 3 à padronização de processos e 2 referentes ao processo das reuniões de PMP. O quadro 15 exibe estas dificuldades e respectivas fontes de evidência.

Quadro 15 – Dificuldade para implementação do PMP sob o prisma dos aspectos processuais

Aspecto de implementação do PMP	Prática impactada	Dificuldade mapeada	Entrevistados											Análise documental	Observação participante	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
Processual	Análise de restrições	Levantamento de restrições de forma não tempestiva e com visão de curto prazo				x							x		x	x
		Dificuldade em identificar restrições, em razão do contexto de engenharia simultânea, e do pouco tempo para análise de projeto	x			x				x					x	x
		Ausência de uma análise aprofundada das restrições				x									x	x
		Liberação de atividades restritas para execução							x						x	x
		Dificuldades em mapear restrições relacionadas às atividades predecessoras													x	

Continua

Quadro 20 – Dificuldade para implementação do PMP sob o prisma dos aspectos processuais (continuação)

Aspecto de implementação do PMP	Prática impactada	Dificuldade mapeada	Entrevistados											Análise documental	Observação participante				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
Processual	Análise de restrições	Restrições não identificadas no início do projeto															x	x	
		Restrições ocultas																x	x
		Dificuldade nas cobranças e na priorização das restrições com maior criticidade	x	x															
	Padronização de processos	Dependência da memória dos participantes													x	x			x
		Dificuldades para adequar o modelo de PMP de obras de edificações para obras de infraestrutura																	
		Dificuldade em manter as rotinas																x	x
	Reuniões	Excesso de pacotes de trabalho sendo apresentados	x															x	x
		Reuniões longas	x															x	x

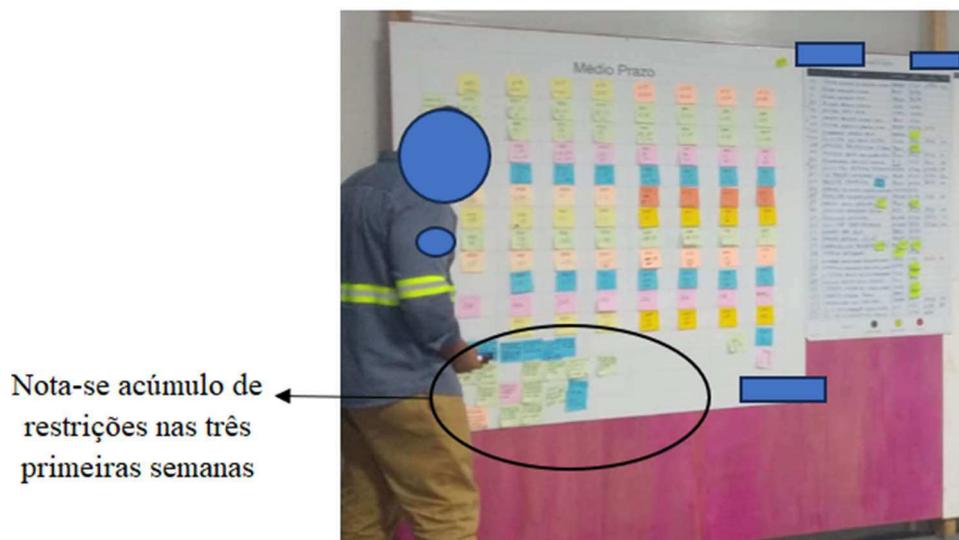
Fonte: elaborado pela autora

Nos próximos subitens, a pesquisa promove uma discussão acerca das práticas de PMP impactadas, das barreiras levantadas e das sugestões de melhorias cabíveis.

4.4.1.1 Análise de restrições – Dificuldades

Durante a execução do empreendimento, observou-se dificuldades da equipe em vislumbrar as restrições das atividades no horizonte de 8 semanas. A ocorrência das reuniões, era rotineira a existência de um acúmulo de notas autoadesivas, nas primeiras semanas do quadro de restrições (figura 25). Tal cenário foi corroborado pela análise do documento 5, no qual verificou-se uma predominância de registros de impedimentos também nas primeiras semanas.

Figura 25 – Restrições acumuladas nas três primeiras semanas do horizonte do PMP



Fonte: Autora (2023)

Esta visão de curto prazo dos envolvidos foi mencionada ainda, na entrevista semiestruturada com profissional entrevistado 4, consoante a trecho a seguir:

A nossa equipe ainda tinha um horizonte mais de curto prazo, do que de médio prazo. Era colocada situação de uma, duas, três, até quatro semanas com muito mais ênfase, não, e destaque, do que uma sétima e oitava semana. Então, eu via na equipe uma certa dificuldade de ir mais para o limite superior do médio prazo que são 7 a 8 semanas. Então, se concentrava mais na primeira, segunda e terceira semana. (Entrevistado 4)

O profissional entrevistado 10 também evidenciou esta problemática: `tem essa questão de o pessoal não ter uma visão de médio prazo, e sim de curto prazo. E trazer restrições nas primeiras semanas, não entendendo o médio prazo_ (Entrevistado 10).

Vale salientar que, para o profissional entrevistado 4, a causa da visão de curto prazo pode estar relacionada com a pouca preparação prévia dos participantes antes das reuniões de médio prazo, conforme ser abordado no item 4.4.2.5.

Outra barreira observada, pela equipe do consórcio X e da consultoria L, diz respeito ao contexto de engenharia simultânea e de contratação tardia dos escritórios responsáveis pela elaboração de projetos executivos (itens 4.3.1 e 4.3.2). Tais fatores propiciaram um curto intervalo de tempo entre a emissão de projetos e a execução das atividades, dificultando uma análise mais aprofundada dos projetos e a oportuna solicitação de materiais (itens 4.3.1 e 4.3.2).

Segundo o profissional entrevistado 1, por exemplo:

A grande dificuldade é a proximidade de projeto e execução com suprimentos no meio de tudo isso. Então, tem muita coisa que você não tem como enxergar no médio prazo,

porque voc, n2o tem detalhamento de projeto de maneira antecipada. Isso  muito inerente do modelo de projeto que a gente t@ Tipo...eu j@fiz...esse  o oitavo [projeto de constru o de uma usina solar]. E todos eu senti essa mesma dificuldade. S/que aqui o problema maior, porque a gente t@quase finalizando a execu o com o projeto terminando junto. (Entrevistado 1)

A profissional entrevistada 8,  guisa do entrevistado acima, também enfatizou que a emiss2o n2o tempestiva do projeto gerou diversas interfer,ncias e dificultou o mapeamento de restri es. `Muita interfer,ncia do projeto n2o emitido no momento adequado. [...] Ent2o, a gente estava sempre com o curso mudando_ (Entrevistada 8).

Para o profissional entrevistado 4, a demora na contrata o dos projetistas, no início do empreendimento, foi a principal causa de atraso da implanta o da usina fotovoltaica. Segundo ele:

A quest2o maior foi engenharia mesmo. Isso da contrata o tardia de projetistas. Essa contrata o tardia gerou um atraso de alguns poucos meses. E depois pra tirar, dentro de uma obra de tiro curto como essa, um atraso de dois a tr, s meses,  um negAcio difícil. Para recuperar depois, fica um negAcio muito desafiador (Entrevistado 4)

Esta vis2o do entrevistado 4 foi corroborada por mais 9 dos 11 entrevistados, conforme mostrado na tabela 17 do item 4.3.3. Além disso, com base no exposto na tabela 14 do item 4.3.2, os projetos executivos representaram 18,89% das restri es criadas nas reuniões de médio prazo.

O profissional entrevistado 4 acrescentou ainda que a velocidade de execu o do empreendimento foi outro ponto que atrapalhou uma análise mais aprofundada das restri es do projeto. Segundo o entrevistado 4:

Para mim, no nosso caso, onde se teve uma velocidade de obra muito, muito acelerada, faltou um pouco de uma certa antecipa o ou análise mais aprofundada. N2o que n2o tenha sido feito an ises, n2o que n2o tenha sido trabalhado com restri es, mas eu acho que poderia ter sido mais aprofundado. Ent2o, qual a grande desafio? A grande dificuldade? esse envolvimento ou comprometimento de um pouco mais de tempo dos gerentes de área para trabalhar com um pouco mais de antecipa o. [...]

A coloca o do entrevistado 4, acerca do pouco aprofundamento, desperta aten o para a qualidade das restri es criadas. Da análise do documento 5, por exemplo, notou-se exist,ncia de restri es relacionadas a pedido de cabos complementares, em dezembro de 2023. Contudo, pelo cronograma, o lançamento de cabos estava previsto para finalizar na primeira semana de janeiro de 2024. Logo, n2o houve antecipa o da equipe na análise dos  ltimos projetos emitidos e na confer,ncia das quantidades de cabos compradas, no início do empreendimento, culminando com compras complementares e com a cria o de gargalos no fluxo de trabalho do sistema.

Naturalmente, este aprofundamento n^o eficiente dos colaboradores com o processo de mapeamento de restrições tamb^m contribuiu para a liberaç^o de atividades n^o prontas (atividades com restrições n^o removidas) para a execuç^o. Isto promovia, conforme observado nas reuniões de curto prazo e na an^lise do documento 6, duas situações: (1) a mudan^a de local, por parte da equipe, em busca de frente de servi^o ou (2) execuç^o de atividades sem terminalidade, culminando com a necessidade de retrabalhos futuros e com impactos nas atividades sucessoras.

Este cen^{ario} ajuda a explicar dos dados apresentados na tabela 19 do item 4.3.4, na qual se constatou que a 1^a, a 4^a e a 5^a maiores causas de n^o conclus^o das atividades do empreendimento foram: atividades predecessoras n^o conclu^odas, mudan^{as} das frentes de servi^o e retrabalhos.

Outra dificuldade da equipe diz respeito a n^o identificaç^o de restrições no in^ocio do empreendimento. Isto ocorreu porque a implementaç^o do PMP aconteceu em mar^o de 2023, no 2^o m^{es} de execuç^o do empreendimento (item 4.2, figura 10). Ademais, a equipe apresentou dificuldade com o mapeamento antecipado de restrições ocultas oriundas de falhas de projetos. Um exemplo desta situaç^o foram os tipos de funda^{es} das estacas. Conforme documentos 1 e 5, a equipe se baseou em um mapa de funda^{es} fornecido pelo contratante. Contudo, o referido documento n^o se mostrou assertivo e houve alteraç^o no tipo de funda^o. Isto causou mudan^a nas frentes de servi^o programadas, problemas de terminalidade das atividades e contrataç^o de equipamentos inicialmente n^o previstos.

Al^{em} dos pontos supraditos, a equipe encontrou barreiras na cobran^a e resoluç^o, dentro do prazo, de restrições cr^oticas. O profissional entrevistado 1 ressaltou:

Eu acho que tem algumas [restrições] que esmeram um pouco mais de risco. E estas que esmeram um pouco mais de risco deveriam ter se tomado um pouco mais de atenç^o e pouco mais de cobran^a. [...] Acho que a cobran^a com foco mais naquilo que ^ocr^otico [...], acho que faltou. (Entrevistado 1)

A colocaç^o do entrevistado 1 sugere que a equipe apresentou dificuldades para mostrar o qu^o cr^oticas eram determinadas restrições. Vale salientar que, na pesquisa de Alves e Britt (2011), esta dificuldade ^otamb^m relatada (item 4.1.3.1 da RSL).

4.4.1.2 An^lise de restrições - Sugestões de melhorias

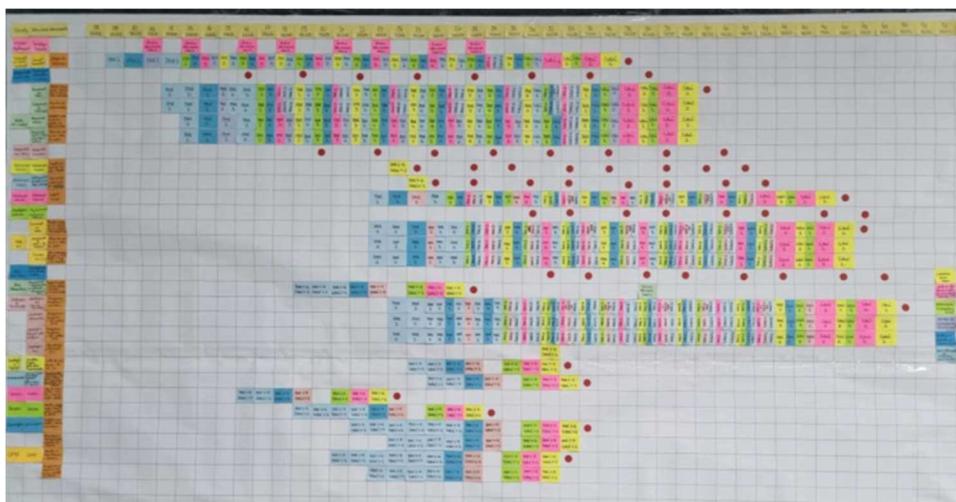
Neste item, a pesquisa discute as a^{es} de melhorias que foram implementadas, na usina fotovoltaica, com vistas a superar as dificuldades relacionadas ao processo de an^lise de

restrições. No tocante a visão de curto prazo dos participantes, uma das melhorias criadas foi a introdução do caderno de restrições, cujo objetivo era listar os pré-requisitos necessários para início e continuidade das atividades, de modo a vencer a dependência da memória dos participantes e maximizar o mapeamento de impedimentos do projeto. O caderno de restrições será discutido com maior ênfase no item 4.4.1.4.

No que se refere ao contexto de engenharia simultânea, no qual o empreendimento estava imerso, também foram tomadas ações, de modo a mitigar o problema do curto intervalo de tempo entre a emissão de projeto e a execução das atividades. As ações foram: (1) redimensionar carga e capacidade dos escritórios de projeto contratados, realocando parte do escopo do escritório responsável pela disciplina eletromecânica para um segundo escritório de projetos, (2) contratação de um projetista específico para a disciplina de drenagem com vistas a analisar e otimizar o projeto inicial, (3) emissão de listas parciais para compra de materiais e (4) realização de pull planning para engenharia com o objetivo de fixar novas datas de entrega de projetos com base nas datas de execução das atividades e no lead time de materiais.

O pull planning e a contratação do segundo escritório destinado aos projetos eletromecânicos ocorreram em junho de 2023. A contratação do projetista de drenagem, por sua vez, aconteceu em julho de 2023. Ressalta-se que, no relatório semanal da consultoria L (documento 7) de 16 de junho de 2023, a realização do pull planning foi destacada como ponto positivo para o empreendimento. De acordo com o relatório citado: "Pull planning com excelente contribuição do time de engenharia e planejamento. Expectativa de uso contínuo do cronograma tem a tendência de auxiliar na maior assertividade de entrega dos projetos" (Consultoria L).

Figura 26 - Pull Planning de engenharia



Fonte: Elaborado pela equipe de planejamento e controle e pela consultoria L (2023)

Embora as ações tomadas tenham resultado na emissão dos projetos, conforme as novas datas pactuadas, observou-se, nas reuniões de médio e de curto prazo, que alguns desenhos eletromecânicos não exibiram detalhamentos suficientes ou estudos de compatibilidade com outras disciplinas. Isto resultou em dúvidas das gerências de produção e solicitações de revisão dos desenhos. Por consequência, houve problemas com a emissão de pedidos de compra com a antecedência devida e houve ainda problemas na execução dos serviços com terminalidade.

Tal cenário sugere a importância da contratação antecipada de projetistas de usina solar, tendo em vista seus reflexos para as etapas de suprimentos, execução e qualidade. Adicionalmente, a entrada mais cedo das partes interessadas auxilia na identificação antecipada de restrições. Neste particular, as pesquisas de Gao, Chan e Hendy (2023), Limenih, Demisse e Haile (2022) e Pourrahimian, Shehab e Hamzeh (2023) destacaram que o envolvimento precoce é um fator fundamental para o desempenho do PCP (item 4.1.3.2).

É importante salientar ainda que a recomendação alusiva à participação precoce das partes interessadas é de natureza organizacional, já que está relacionada à dimensão social do PMP. Contudo, foi apontada como solução gerencial para duas das dificuldades relativas às práticas processuais (quadros 15 e 18), em razão de sua interação com as diferentes rotinas do médio prazo. Vale ressaltar que, consoante explicitado na RSL (item 4.1.2), a divisão em sistemas organizacional, processual e técnico deve considerar, à luz da Teoria dos Sistemas, a interação que existe entre os sistemas.

Com relação às dificuldades de análise mais aprofundada das restrições, uma melhoria implementada, além da listagem dos pré-requisitos, foi o acompanhamento diário das restrições. Esta melhoria foi inserida, nas rotinas de PMP, em julho de 2023. O acompanhamento diário consistia em reuniões diárias curtas (com duração de, no máximo, 10 minutos) entre o multiplicador e cada gerente ou responsável de área.

Nestes encontros, o multiplicador indagava aos responsáveis sobre as restrições em aberto e tomava notas das ações para resolução dentro do prazo. O objetivo era melhorar o gerenciamento de restrições e a preparação dos participantes antes das reuniões de médio prazo. Além disso, o multiplicador divulgava, em grupo de WhatsApp, no final da semana, as restrições que não foram resolvidas e solicitava celeridade.

O profissional entrevistado 4 destacou a importância do acompanhamento diário, conforme trecho a seguir:

E a coisa legal do negócio é você, realmente vir acompanhando diariamente. Por quê? Porque dentro de um determinado período, entre reuniões, você tem necessidade

obviamente distintas, entre as datas a se resolverem restrições, não e obviamente, você tem que ter essa gestão. Então, como se enxergava que não estava tendo essa gestão por parte dos gerentes [...], a turma ia para a reunião do lean meio que de peito aberto. (Entrevistado 4)

O entrevistado 7 também citou a relevância do acompanhamento diário para o projeto, consoante segue: "É acho que é essencial a atitude de ser o moderador que ia nos setores e cobrava as resoluções das restrições, em aberto. Não era simplesmente exposto, era também cobrada a resolução" (Entrevistado 7).

Após implementação do acompanhamento diário, notou-se que o IRR do mês de julho de 2023 saiu de 58%, na primeira semana do mês, para 78%, na última semana do mês. Tais valores denotam um efeito positivo do acompanhamento diário das restrições sobre o IRR.

Junto às dificuldades de cobranças e priorização das restrições com maior criticidade, uma melhoria implementada foi a criação, em julho de 2023, de uma hierarquia para a solicitação de resolução das restrições. Esta melhoria é uma adaptação do modelo proposto por Kim e Jang (2006), no qual as restrições eram atribuídas conforme níveis de responsáveis (item 4.1.3.1). Na usina solar do presente estudo de caso, as restrições eram designadas para colaboradores de diferentes níveis hierárquicos. Contudo, a solicitação para resolução iniciava-se com o multiplicador lean e, dependendo da criticidade ou de iminentes atrasos, poderia alcançar a coordenadora de PCP, o gerente de PCP ou o gerente de contrato.

Assim, durante a reunião de acompanhamento diário, o multiplicador reforçava importância da resolução dentro do prazo, de modo a não impactar o início das atividades. Porém, quando o multiplicador era informado pelo responsável sobre um possível atraso, a solicitação de resolução da restrição passava para a coordenadora de PCP ou para o gerente de PCP. Estes, por sua vez, se dirigiam ao responsável pela restrição e reforçavam a solicitação, requisitando as ações necessárias e acompanhando o tema, junto ao responsável. Na hipótese de manutenção da não resolução, o assunto entrava na esfera do gerente de contrato ou retornava ao estágio inicial do processo de preparação de tarefas, sendo submetido novamente à discussão em reunião com fixação de nova data para resolução.

No que diz respeito às dificuldades de implementação oriundas de restrições ocultas, as sugestões de melhoria da pesquisa foram: análise de projetos e emprego do caderno de restrições (item 4.4.1.4). Outra sugestão cabível, porém, não implementada, relaciona-se com a realização de estudos de primeira execução (first run study). Tais estudos, conforme mencionado na RSL (item 4.1.3.1 ou quadro 7 do item 4.1.4), auxiliam na identificação de restrições e na antecipação de eventuais problemas.

No que tange a barreira de implanta²o do PMP relativa⁷ defini²o da criticidade das restri⁷es, a pesquisa adotou, como solu²o gerencial, as an⁸ises qualitativas⁵ e quantitativas⁶ de riscos. Com base nestas an⁸ises, a equipe era informada, nas reuni⁷es, sobre poss⁷veis impactos de prazo e de custo das restri⁷es atreladas aos riscos mapeados.

Esta a²o iniciou-se, em setembro de 2023, por sugest²o da coordenadora de planejamento e controle. A contribui²o desta rotina foi apontar para a equipe, a partir de par⁷metros de custo e de prazo, as restri⁷es que deveriam ser priorizadas, pelos respons⁷veis. Contudo, apesar de sua introdu²o, n⁷o foi constatada melhorias no IRR decorrentes de seu emprego.

Al⁷em disso, 3 dos 11 profissionais entrevistados argumentaram que a an⁸ise quantitativa de custos n⁷o teve o devido aprofundamento. Para o entrevistado 1, por exemplo: `eu acho que elas [as rotinas de gerenciamento de riscos] foram necess⁷rias, foram objetivas, mas eu acho que faltou olhar mais o custo. Eu acho que a gente olhou pouco o custo. Faltou mergulhar fundo no custo [...]_ (Entrevistado 1).

O profissional entrevistado 4 tamb⁷em real⁷ou a necessidade de um maior aprofundamento da parte de custos, conforme abaixo:

Eu gosto muito de gerenciamento de risco, sempre adotei em tudo que fiz na minha vida; inclusive, at⁷ na minha vida pessoal. Quest⁷es associadas a cen⁷rios, n⁷o. E obviamente cen⁷rios est²o associados a riscos, n⁷o. Mas, acredito que foi muito pouco revisitado ou analisado ou estudado, inclusive aquelas situa⁷es associadas a impacto financeiro. Que obviamente precisaria de um estudo mais aprofundado do setor de custos. Eu achei aquilo assim pouco efetivo, no nosso caso. (Entrevistado 4)

Adicionalmente, o entrevistado 4 pontuou sobre a relev⁷ncia da compila²o dos riscos de projetos de constru²o de usinas solares, com cria²o de banco de dados e associa²o ao sistema de gest²o da qualidade. Segundo o entrevistado 4:

Eu vejo que tudo que a gente tenha de base de dados, que a gente consiga mostrar o que de bom e de ruim aconteceu, para a gente n⁷o repetir os erros e tamb⁷em nesse outro projeto a gente seguir em implementar e tentar melhorar, eu acho sempre muito v⁷ido. (Entrevistado 4).

O entrevistado 2 tamb⁷em corroborou esta vis²o:

Voc⁷, j⁷antecipa bem antes potenciais riscos que podem acontecer na pr⁷xima obra. Tudo que foi registrado de levantamento de riscos para essa obra j⁷vai ajudar para a

⁵ A an⁸ise qualitativa de riscos era realizada uma vez por m⁷s, por meio de uma matriz de risco, na qual os participantes classificavam os riscos conforme a probabilidade de ocorr⁷ncia e o impacto esperado.

⁶ A an⁸ise quantitativa de riscos era efetuada uma vez por m⁷s e tinha como objetivo mensurar os impactos de prazo e de custos dos riscos levantados pelos colaboradores do projeto.

próxima obra. Ele pode ser usado como uma fonte de dados, uma base de dados, para que as ações possam ser tomadas bem antes. (Entrevistado 2).

O primeiro passo para materialização da sugestão de construção de banco de dados foi a criação do caderno de restrições, cuja contribuição foi promover uma compilação de itens a serem verificados, em novos empreendimentos. Cumpre destacar, portanto, que as empresas A e B não possuem bancos de dados de restrições e de riscos oriundos das lições aprendidas de empreendimentos anteriores.

Logo, é possível que esta ausência tenha dificultado o processo de preparação das tarefas. Além disso, a inexistência de dados de restrições e de riscos de projetos anteriores, somada a pouca experiência dos participantes com projetos de construção de usinas solares (item 4.4.2.1), também pode ter corroborado para as dificuldades de mapeamento de oportunidades, conforme se verificou por meio da análise do documento 4.

4.4.1.3 Padronização de processos - Dificuldades

Durante o processo de preparação das tarefas, uma dificuldade identificada, a partir das observações das reuniões, da análise dos documentos e das entrevistas semiestruturadas, foi a ausência de uma lista de verificação que facilitasse o mapeamento de restrições. Isto tornou a equipe fortemente dependente da memória dos participantes envolvidos.

A este respeito, o profissional entrevistado 11 comentou: `Muitas vezes, tem restrições para aquela atividade. Sabe que o cara não lembra ali na hora, está com diversos problemas na cabeça e não lembra no momento. E a gente acaba perdendo essas restrições_ (Entrevistado 11).

Outro obstáculo, apontado nas entrevistas semiestruturadas, foi a adequação do PMP para o contexto de obras de infraestrutura. Conforme o profissional entrevistado 3:

Eu tive a oportunidade de trabalhar com projetos residenciais com o lean. Vi que foi mais fácil. [...] Funcionou muito bem. [...] Você tem, no mesmo andar, 4 apartamentos, basicamente com o mesmo layout. Então, o trabalho é melhor sequenciado, melhor definido, com um número de funcionários menor, com um número de materiais menor, com uma variação menor de tudo que pode trazer problema para o projeto. Já o que eu senti aqui, em relação ao parque solar, é que a gente tem uma amplitude bem maior, uma complexidade maior, um envolvimento de tecnologia e uma necessidade de mão de obra, de fato, mais especializada. Então, eu acho que a grande dificuldade é isso: realizar uma adequação mais efetiva. Talvez, porque a tecnologia de parque solar é bem mais recente, comparada com a construção civil residencial. Então, eu ainda acho que é um caminho longo pela frente, nessa parte de adequação. (Entrevistado 3).

Além das barreiras discutidas acima, o profissional entrevistado 10 realçou dificuldades relacionadas à manutenção das rotinas dos processos de PMP, conforme segue: «uma dificuldade geral... a disciplina com as rotinas de médio prazo» (Entrevistado 10).

Esta dificuldade pode estar relacionada com aspectos de colaboração e de envolvimento, conforme ser visto no item 4.4.2.1. Vale salientar que a falta de disciplina com as rotinas de PMP é uma barreira também observada por Bellaver et al. (2022), a partir de um estudo de caso múltiplo em projetos de edificações (item 4.1.3.1)

4.4.1.4 Padronização de processos – Sugestões de melhorias

Com fulcro nas barreiras abordadas acima, a equipe de planejamento e controle juntamente com a consultoria L buscaram implementar mudanças que pudessem promover uma melhor padronização dos processos e que conseguissem alcançar uma menor dependência da memória dos colaboradores envolvidos. Em outubro de 2023, a coordenadora de planejamento e controle propôs a criação dos cadernos de restrição para as atividades restantes do projeto, a saber: as atividades relativas ao comissionamento da usina fotovoltaica. A inspiração para o caderno de restrições foi oriunda das pesquisas de Bellaver et al. (2022), Samudio e Alves (2012), Seppanen, Ballard e Pesonen (2010), Junnonen e Seppanen (2004), Gao, Chan e Hendy (2023), conforme exposto no item 4.1.3.1.

Em novembro de 2023, o gerente de planejamento e a coordenadora de planejamento do projeto convocaram uma reunião com a recém-chegada equipe de comissionamento do projeto com o objetivo de elaborar o caderno de restrições para as atividades de comissionamento do empreendimento. No total, foram realizadas três reuniões com duração de cerca de 3 horas, cada, totalizando 9 horas para o processo. Foram convidados para as reuniões: o gerente de eletromecânica, o gerente de comissionamento, o gerente de planejamento e controle, a coordenadora de planejamento e controle, um dos supervisores da equipe eletromecânica (que possuía expertise em comissionamento), o supervisor de comissionamento, o engenheiro de segurança do trabalho e o coordenador de qualidade.

As reuniões foram conduzidas pela coordenadora de planejamento e controle. No total, conforme documento 11, foram analisados 22 pacotes de trabalho. Antes da reunião, a coordenadora de planejamento e controle organizou a estrutura do caderno de restrições e o apresentou para o gerente de comissionamento e para o gerente de planejamento e controle. Inicialmente, a profissional e pesquisadora deliberou por lançar mão das 16 categorias de restrições que foram adotadas no início do projeto (quadro 10). Contudo, os dois gerentes

mencionados argumentaram que a estrutura estava muito longa e que exibia pouca praticidade para preenchimento e consulta.

Assim, a coordenadora de planejamento e controle reduziu para 9 categorias, a saber: m²o de obra, material, m²quinas, seguran^a, qualidade, projetos, meio ambiente, ferramentas e atividades predecessoras conclu^odas. A pesquisadora utilizou, como par^ometro de escolha, a quantidade de restri^oes criadas para cada categoria no contexto da usina fotovoltaica. Conforme mostrado na tabela 14 do item 4.3.2, as 9 categorias selecionadas est^o entre as 11 categorias com maior quantidade de restri^oes do projeto.

Nota-se tamb^{em} que as categorias de restri^oes alusivas a contrato e a m²todo foram exclu^odas da sele^o para o caderno de restri^oes. No caso de m²todo, arbitrou-se que, quando da defini^o da equipe padr^o (m²o de obra, equipamentos e ferramentas), os colaboradores j^o deveriam considerar o m²todo a ser empregado. No caso de contratos, observou-se que esta categoria abarcava sobretudo as restri^oes relacionadas ^o elabora^o de contratos com terceiros. Nesse sentido, optou-se por deix^ola apenas nas observa^oes de itens que empregassem terceiriza^oes de servi^os.

O gerente de planejamento e controle bem como a consultoria L concordaram com as categorias adotadas. Por outro lado, o gerente de comissionamento continuou achando a lista extensa. Segundo o supracitado profissional: `acho que o caderno tem itens que podem ser enxutos, de forma reduzir a quantidade de itens_ (Entrevistado 2). Esta nova redu^o, entretanto, n^o foi realizada, pois o gerente de planejamento e a consultoria L consideraram que poderiam comprometer a qualidade das informa^oes listadas.

Durante as reuni^oes para elabora^o dos cadernos, os participantes foram indagados, inicialmente, sobre as restri^oes associadas a cada uma das 9 categorias selecionadas. A primeira categoria foi a de atividades predecessoras conclu^odas. Assim, os envolvidos foram convidados a elencar as atividades predecessoras que precisariam estar finalizadas para in^ocio do pacote de trabalho que estava sendo discutido.

Na sequ^{encia}, os participantes definiram uma equipe padr^o (m²o de obra, m²quinas e ferramentas), a unidade de medida da produtividade e o KPI previsto para a equipe. Depois, os presentes foram convidados a analisar aspectos de seguran^a do trabalho, qualidade, projetos necess^orios para executar a atividade, materiais e aspectos relacionados a meio ambiente.

Ao t^{er}mino da ^oltima reuni^o, o caderno foi enviado para todos os participantes, objetivando uma segunda an^{alise}. O modelo do caderno de restri^oes consta no ap^{ndice} D.

Um exemplo desenvolvido pela equipe pode ser visto no apêndice E. Trata-se da atividade de ensaio de resistência de isolamento do cabo de baixa tensão com corrente alternada (cabo BT CA).

O modelo do caderno foi analisado também pelo coordenador da consultoria L. Após consolidação e aprovação de todos, o caderno de restrições passou a ser utilizado pelo multiplicador lean, nas reuniões de PMP. Basicamente, o caderno era empregado nas reuniões de acompanhamento diário com o gerente de comissionamento e nas reuniões semanais de PMP que ocorriam às quintas-feiras. Nos encontros semanais, especificamente, o multiplicador explorava a programação das próximas 8 semanas e apoiava-se, no caderno, para indagar os participantes acerca das restrições previstas para cada atividade relacionada ao comissionamento da usina.

Posteriormente à implementação do caderno de restrições, notou-se que o IRR saiu de 67% na primeira semana de novembro para 78% na última semana do referido mês (ver anexo II). Em dezembro, no entanto, em face do absenteísmo elevado nas duas últimas semanas do mês, houve queda do IRR. Em janeiro, por outro lado, o IRR apresentou média de 73% e, em fevereiro, média de 74%. Estas médias de janeiro e fevereiro são superiores à média geral do IRR de 66,5%, consoante exposto no item 4.3.2, tabela 6.

No relatório semanal da consultoria L (documento 7) de 10 de novembro de 2023, também foi destacado avanço na qualidade das restrições, conforme segue: `reunião de médio prazo com boa aderência dos gerentes e boa qualidade de restrições_ (Consultoria L).

Salienta-se ainda que todos os entrevistados foram unânimes quanto à melhoria no processo de preparação de tarefas promovida pela introdução do caderno de restrições. O entrevistado 2, por exemplo, sublinhou:

Naquele caderno, existiam itens que, pelo menos nas reuniões de médio prazo, a gente não conseguia ver. Eram itens mais micro, que não eram abordados nas reuniões de planejamento de médio prazo. [...] Com o caderno, a gente chegava num ponto... a gente ia no detalhe. Por exemplo: já temos os EPIs para essa atividade? Já emitimos os documentos para contratação do pessoal [...], ou seja, ia mais no detalhe. [...] Acho que o caderno foi bastante útil e creio que contribuiu. (Entrevistado 2)

O entrevistado 3 também avaliou como positiva a introdução do caderno:

Por mais que cada gestor, seja do comissionamento, seja de eletromecânica ou da civil, ele queira se envolver, ele queira estar à frente das adversidades de cada departamento, nem sempre tem condições, não, questões de tempo e espaço de levantar e listar cada um dos seus problemas. Deveria, não? Mas, a gente entende que, na prática, é uma dificuldade gigantesca em relação a isso. E um apoio com a equipe de planejamento, fazendo esse tipo de checklist, acho que contribui pra caramba, porque traz à tona problemas que ali passam despercebidos e a gente tem condições de antecipar essas situações e tratar de forma estratégica. Chegando, eliminando e buscando alternativas. (Entrevistado 3).

O entrevistado 1 acrescentou:

Acho que o caderno ajuda bastante, porque de maneira inicial, [...] você consegue avaliar o que é um predecessor, o que precisa de ferramentas. [...] É claro que cada projeto vai ter seu detalhe, mas acho que, de maneira mais genérica, você consegue se antecipar, fazendo um melhor planejamento. [...] Antecipa muito a realidade dos problemas. [...] Ajuda a gestão do planejamento. Ajuda algumas outras disciplinas que estão envolvidas com o processo de produção a enxergar um pouco mais no detalhe o que pode ser um problema. (Entrevistado 1)

O profissional entrevistado 7 realçou que o caderno auxilia inclusive na qualidade, consoante a seguir: "o caderno padroniza e auxilia ativamente na qualidade para não passar nenhuma atividade despercebida, não? Eu acredito que, quanto mais visado do todo, a gente tiver... quanto mais mapeado for... acho que isso reduz ativamente o tempo de curva de aprendizado, não? (Entrevistado 7).

Para a profissional entrevistada 8, o caderno foi usado ativamente mesmo para as demandas jurídicas do projeto. Segundo a entrevistada 8: "se eu tiver que mandar uma notificação aqui de alguma coisa, com o caderno, eu tenho uma noção da situação" (Entrevistada 8).

A entrevistada se refere, em sua fala, às notificações contratuais de conclusão das tarefas, nas quais são necessárias formalizações de término físico e documental das atividades (projetos aprovados, as-built aprovados, documentação de segurança, procedimentos de qualidade aprovados e protocolos de qualidade aprovados).

De acordo com o entrevistado 11, o caderno de restrições também contribuiu para melhorias no mapeamento de restrições:

Sim, melhorou consideravelmente. Numa reunião que a gente fazia ali [sem o caderno], a gente conseguia mapear 4 restrições. Já fazendo com o checklist, a gente conseguiu mapear 12 restrições, tendo uma melhoria considerável. Além disso, essa questão de não depender da memória é um ponto muito usado, porque o cara pode estar ali com diversos problemas e acaba meio que esquecendo. Então, o checklist acaba dando meio que esse horizonte ali e consegue balizar o mapeamento dessas restrições. (Entrevistado 11)

O profissional entrevistado 9 sublinhou que o caderno de restrições é uma ferramenta importante para levantamento das necessidades de cada atividade. Além disso, acrescentou que o caderno deveria ter alcançado todas as atividades, conforme abaixo:

Faz total diferença. Por quê? Porque é algo que já está ali conversado, analisado várias vezes. E, quando falta alguma coisa, a gente acrescenta. E, na hora da reunião, ele é fundamental por quê? Porque não vamos esquecer de nada. E, as vezes quando tá ali, e passa alguma coisa, a gente ainda lembra de acrescentar mais um item, levantar novas restrições. [...] Então, estando o checklist já pronto com antecedência, enquanto se apresenta, é mais fácil de as pessoas lembrarem de situações e necessidades que elas têm para execução das atividades. Acho que é fundamental isso e que deveríamos inclusive apresentar em todas as atividades. (Entrevistado 9)

O profissional entrevistado 10 pontuou, por sua vez, que o caderno é um guia para as reuniões de PMP: `acho muito bom, porque é um guia para quem estar participando da rotina. Então, é bastante eficaz para as rotinas do médio prazo_ (Entrevistado 10).

Cumprido destacar que a colocação do entrevistado 10 alinhou-se com as sugestões de melhoria do PMP propugnadas por Gao, Chan e Hendy (2023) e por Seppanen, Ballard e Pesonen (2010), consoante visto no item 4.1.3.1.

O profissional entrevistado 4 salientou a importância do caderno de restrições para novos empreendimentos, conforme trecho a seguir:

Da mesma forma como a gente tem os cadernos de encargos, acho importante a gente ter esse caderno de restrições com experiências prévias, onde você coloca em novos projetos, baseado nessa experiência. [...] Não que você acertar 100% das restrições, ou acontecer 100% igual, mas ali você vai ter um número bastante representativo, a nível de restrições que vão se repetir, em projetos com características semelhantes. Então, isso é uma base inicial muito boa para você trabalhar. (Entrevistado 4)

Nesse contexto, o caderno de restrições pode ser atualizado com base em dados obtidos de diferentes projetos, o que se coaduna com as sugestões de Abou-Ibrahim et al. (2019) mencionadas na RSL, sobre a utilização de dados históricos para melhor dimensionamento de recurso e desenvolvimento de planos de médio prazo (item 4.1.3.1).

A contribuição do caderno de restrições foi, por conseguinte, mostrar como as restrições de uma atividade podem ser antecipadas, tendo em vista sua listagem prévia. O caderno foi elaborado de forma multidisciplinar e compilou as restrições de diferentes categorias. Adicionalmente, mostrou-se útil no processo de condução das reuniões de PMP, servindo como roteiro para a realização dos encontros. Finalmente, destaca-se que o caderno pode ser aplicado a outros empreendimentos, sendo atualizado a cada projeto com as restrições identificadas pelos participantes.

4.4.1.5 Reuniões de médio prazo - Dificuldades

Na medida que o cronograma físico e o LBSM previam entrada de novas atividades de montagem mecânica, de instalações elétricas e de comissionamento, observou-se que uma grande quantidade de pacotes de trabalho era exposta, nas reuniões de PMP. Isto demandava um tempo considerável para explanação do planejamento e para o mapeamento de restrições. A pesquisadora participou das reuniões de PMP e verificou que duração média da reunião era de 1,5 horas, mas houve ocasiões em que atingiu 2 horas.

A consultoria L, no relatório semanal (documento 7) de 7 de julho de 2023, destacou o seguinte acerca dos encontros semanais: `reunião de médio prazo e da torre de controle estáo muito extensas, ocasionando desfoque da equipe quanto ao assunto principal da reunião_ (Consultoria L).

A profissional entrevistada 8, por sua vez, sublinhou: `as reuniões, às vezes, acabavam se estendendo muito, porque ali se falava de muitos temas_ (Entrevistada 8). O entrevistado 11 acrescentou ainda: `no decorrer das rotinas, não estava mais servindo, porque tinha muitas atividades, sendo executadas em um lugar sãe Aº foi preciso adequar. Então, a gente precisou adequar para que as atividades pudessem ser vistas_ (Entrevistado 11).

4.4.1.6 Reuniões de médio prazo – Sugestões de melhorias

A adequação mencionada acima pelo entrevistado 11 diz respeito à criação de uma reunião específica para a temática de projetos, com vistas a otimizar as reuniões de médio prazo. O gerente de planejamento e controle deliberou por manter a reunião de PMP às quintas-feiras com todos os setores e inseriu na agenda de reuniões um encontro específico para tratar dos projetos executivos, a partir de junho de 2023. Cumpre salientar que a criação da nova reunião se alinha com a sugestão de Javanmardi et al. (2016), cujo trabalho defende a criação de outros encontros de PMP para discussão de assuntos mais técnicos (item 4.1.3.2).

Na reunião de projeto, eram abordados: (1) assuntos técnicos relacionados à detalhamentos e especificação de engenharia e (2) assuntos alusivos à programação de datas para liberação dos projetos executivos. Os seguintes profissionais participavam da reunião específica de projetos: o gerente de contrato do cliente, o gerente de projetos do cliente, o gerente de produção do cliente, a engenheira de planejamento do cliente, os projetistas dos escritórios de engenharia subcontratados pelo consórcio X, o coordenador de engenharia do consórcio X, o gerente de planejamento e controle do consórcio X, a coordenadora de planejamento e controle do consórcio X e os gerentes de produção civil e eletromecânica do consórcio X. Esta reunião acontecia às quartas-feiras, no intervalo das 14:00 às 15:30.

Notobstante a realização de duas reuniões semanais, o profissional entrevistado 1, quando indagado a respeito das reuniões de PMP, realçou que seu tempo médio continuou significativo e sugeriu a criação de outras reuniões. Além disso, propugnou que os pacotes de trabalho fossem apresentados de forma mais resumida. Segundo o entrevistado 1: `O tempo que a gente gastava nela [na reunião], era relativamente grande. Talvez, não sei...quebrar ela em

outros momentos [outras reuniões] ou tentar resumir o número de pacotes. [...] De maneira geral, tentar fazer pacotes de trabalho mais macro_ (Entrevistado 1).

Devido a agenda de reuniões do empreendimento e aos compromissos dos outros participantes, o gerente de planejamento e controle do projeto decidiu por manter, até novembro de 2023, apenas as duas reuniões semanais citadas acima. No mês de dezembro de 2023, todavia, foi necessário criar uma terceira reunião para detalhar os pacotes de trabalho e definir o planejamento das operações que eram impeditivas para energização do parque e que estavam situadas no horizonte de 8 semanas.

Esta reunião ocorria às quartas-feiras, pela manhã, no intervalo das 10:00 às 11:00, e era conduzida pela coordenadora de planejamento e controle. Os seguintes profissionais eram envolvidos: o gerente de planejamento e controle, a coordenadora de planejamento e controle, o gerente de produção civil, o engenheiro de produção civil, o supervisor civil, o gerente de produção eletromecânica, o engenheiro de produção elétrica, um supervisor de produção mecânica, um encarregado de produção mecânica, dois supervisores de produção elétrica, o gerente de comissionamento e o supervisor de comissionamento.

A partir do planejamento definido na quarta-feira, o multiplicador conduzia o processo de preparação das tarefas (levantamento e remoção de restrições) na reunião de quinta-feira. No tocante aos pacotes de trabalho, o gerente de planejamento e controle, a coordenadora de planejamento e controle e a consultoria L concordaram em manter os pacotes de trabalho que haviam sido concebidos, no macrofluxo do empreendimento. Pacificou-se o entendimento, entre os profissionais citados, que uma possível redução ou apresentação resumida dos pacotes, conforme sugestão do entrevistado 1, poderia fragilizar a compreensão das atividades a serem executadas no horizonte do médio prazo, prejudicando, eventualmente, o processo de preparação das tarefas.

Os demais entrevistados, quando arguidos sobre as reuniões de PMP, manifestaram concordância com sua duração média e com a condução efetuada pelo multiplicador. Adicionalmente, afirmaram que conseguiam vislumbrar, por meio das reuniões, o horizonte de 8 semanas do projeto. O profissional entrevistado 2, por exemplo, afirmou o seguinte, sobre as reuniões de PMP: `Sim, creio que elas tinham um tempo adequado. [...] E, sim, elas ajudavam a enxergar o horizonte de 8 semanas a frente_ (Entrevistado 2). Para a profissional entrevistada 8, `com o passar do tempo, [as reuniões] foram ganhando uma agilidade maior, até porque, todo mundo foi se acostumando_ (Entrevistada 8).

4.4.2 Dificuldades para implementa o do PMP e melhorias adotadas sob o prisma dos aspectos organizacionais

No total, foram identificadas 14 barreiras de natureza organizacional, sendo 11 relacionadas   colabora o, 2   publicidade e 1   prepara o própria dos participantes. O quadro 16 apresenta estas dificuldades e respectivas fontes de evidência. Nas próximas subse es, a pesquisa realiza uma discussão das barreiras apontadas no quadro 16 e das respectivas sugestões de melhorias.

Quadro 16 - Dificuldade para implementa o do PMP sob o prisma dos aspectos organizacionais

Aspecto de implanta�o do PMP	Prática impactada	Dificuldade mapeada	Entrevistados											Análise documental	Observa�o participante		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
Organizacional	Colabora�o	Problemas de assiduidade											x	x		x	
		Pouco comprometimento dos líderes com a identifica�o e com a elimina�o de restri�es				x											
		Postura passiva de representantes das gerências										x					x
		Resistência inicial � metodologia LPS+, por parte de colaboradores sem experiência com o LC								x							
		Pouca experiência do time com projetos de constru�o de usinas solares											x				x
		Implementa�o não precoce do PMP								x					x		x
		Condu�o inicial de reuniões sem dinamismo				x											x
		PMP não envolvia encarregados			x					x		x					x
		As restri�es não chegavam até encarregados (limitavam-se a gerentes, engenheiros, coordenadores e supervisores de campo)								x							x
		Dependência de muitas pessoas externas ao processo					x										
	Falta de compreensão dos conceitos LC e LPS+										x						
	Publicidade	O PMP não era divulgado para encarregados			x					x		x					x
		A us�ncia de exposi�o visual das restri�es com alta criticidade		x													
	Prepara�o própria	Falta de prepara�o própria dos gestores e demais participantes antes das reuniões				x											

Fonte: elaborado pela autora

4.4.2.1 Colaboração - Dificuldades

Durante o treinamento e nas primeiras reuniões de médio prazo, a consultoria L, o multiplicador lean e a equipe de PCP acentuaram a importância da participação e da colaboração para o sucesso da implantação do LPS. O gerente de contrato, por exemplo, chegou a afirmar durante as reuniões de médio prazo que "o lean é a bíblia do projeto".

A despeito disso, observou-se, inicialmente, falta de assiduidade dos setores de segurança do trabalho, recursos humanos e administrativo-financeiro. Os líderes destas áreas alegavam possuir outras demandas e, por vezes, se atrasavam ou se ausentavam da sala de reuniões.

Este ponto foi, inclusive, mencionado nos relatórios semanais da consultoria L (documento 7). No relatório semanal de 21 de abril de 2023, por exemplo, a consultoria L sublinhou: "Nas rotinas de médio prazo, foi percebido um baixo engajamento e pontualidade das equipes, durante a reunião (Consultoria L). Posteriormente, no relatório semanal de 19 de maio de 2023, a consultoria L novamente pontuou: "destacamos a importância da participação de todas as áreas na reunião de médio prazo, pois não tivemos respostas em reunião de algumas áreas (Consultoria L).

Notou-se também que, quando os gerentes de área não conseguiam ir para as reuniões, seus representantes não eram capazes de responder adequadamente às restrições criadas, mantendo-se em silêncio ou apenas respondendo que iriam verificar após a reunião. A cerca desta situação, a consultoria L, no relatório semanal de 26 de maio de 2023, realçou:

Como ponto de melhoria, visualizamos a dificuldade de comunicação de alguns departamentos na resolução de ações que já impactam a produção. Destacamos a importância da participação de todas as áreas, na reunião de médio prazo, pois não tivemos atualizações de restrições de algumas áreas (Consultoria L).

A limitada participação dos setores de segurança do trabalho, recursos humanos e administrativo-financeiro pode estar relacionada à fase do LPS na dimensão da produção. No estudo de Hamerski, Formoso e Isatto (2023), este foco na produção foi exposto como uma barreira para o desempenho resiliente dos projetos complexos, visto que, nestes ambientes, diferentes dimensões funcionais interagem entre si e com o ambiente externo (item 4.1.3.2 da RSL).

Além das dificuldades mencionadas acima, a colaboração foi impactada pela resistência inicial dos funcionários que não tinham experiência com as rotinas do LPS. O profissional entrevistado 7, a título de ilustração, mencionou:

Acho que, como muita gente não tinha tido acesso a essa metodologia, então acredito que, no início, tinha uma certa rejeição, entendeu? [A equipe] achava que não, não valia a pena, que era melhor a gente agir logo, entendeu? Então, tinha uma certa reatividade. (Entrevistado 7).

A este respeito, sublinha-se que para Kassab, Young e Ladeira (2020) os projetos de construção tendem a enfrentar desafios semelhantes na fase de implantação, sobretudo ao usarem o LPS pela primeira vez. Tais desafios estão associados a aspectos comportamentais dos participantes, nomeadamente a resistência à mudança e o compromisso dos participantes com o novo sistema (Kassab; Young; Ladeira, 2020).

Segundo o profissional entrevistado 11, tal cenário se mostrou uma dificuldade da implementação: "você tentar mostrar para a pessoal da importância...isso foi um problema. Você ter que ir chamar de um por um, individualmente. Tinha a solicitação do gerente de contrato, [mas] o pessoal demorava a ir ou não queria ir." (Entrevistado 11).

Notou-se, ainda, que havia dispersão de alguns participantes. Houve situações, por exemplo, que os colaboradores estavam interagindo com seus aparelhos telefônicos ou conversando entre si, sobre temas diferentes daqueles tratados, na reunião. Na ocasião, o multiplicador era obrigado a parar o encontro semanal e pedir atenção dos participantes. O gerente do contrato, por sua vez, pedia que os celulares fossem desligados.

Adicionalmente, observou-se dificuldades de colaboração em decorrência da falta de experiência do time com projetos de construção de usinas solares. Segundo o entrevistado 10: "Outra dificuldade é que não temos poucos integrantes do time com experiência em obras solares." (Entrevistado 10).

Entre os profissionais que ocupavam cargos estratégicos, apenas 4 exibiam experiência com projetos de construção de usinas fotovoltaicas. Eram eles: o gerente de obras eletromecânicas, o gerente de comissionamento, o coordenador de engenharia e o coordenador da implementação do lean, por parte da consultoria L. Os demais profissionais, embora fossem oriundos de projetos de infraestrutura, não tinham experiência com parques solares. Tal quadro, evidentemente, pode ter corroborado com as dificuldades que a equipe apresentou, no processo inicial de preparação das tarefas.

Outro aspecto a se destacar é que, conforme item 4.3.1, os escritórios de engenharia foram contratados em fevereiro de 2023, ou seja, no mesmo mês do início previsto das atividades. Além disso, o PMP foi implementado somente, em março de 2023, isto é, dois meses após o início da obra. Estes eventos não oportunos também podem ter prejudicado o mapeamento das restrições no início do empreendimento, contribuindo para a liberação de atividades restritas, nos primeiros meses do projeto. Para o entrevistado 7, por exemplo:

Eu acredito que ele [o PMP] deveria ter sido implantado antes do início. Aqui foi muito em cima. A gente já estava com a obra rodando, já estava com supressão [vegetal] acontecendo e a primeira coisa foi que a gente começou a mapear os problemas. Mas a segunda coisa foi a partir por conta do consórcio em si, não? [...] Então, eu acredito que isso também, se ele tivesse sido antecipado, teria sido tão eficiente como foi a partir do momento que passou a ser adotado (Entrevistado 7).

Cumprido frisar que a implementação tardia do PMP decorreu do atraso na contratação da equipe de planejamento e controle e da consultoria L. Portanto, teve como causa uma decisão estratégica que postergou a entrada dos times citados.

Outro ponto observado foi que, embora as reuniões iniciais do PMP seguissem um roteiro, houve certa cansaço, na equipe, após seus primeiros 60 minutos. Além disso, o multiplicador lean contratado para o empreendimento tinha pouca experiência (apenas 3 meses) com o LC e o LPS e demonstrava também habilidades incipientes em conduzir reuniões. Para o entrevistado 4, por exemplo: “falando aqui do [multiplicador], que era a pessoa que conduzia a reunião, eu vi que, num primeiro momento quando chegou, existia uma certa falta de experiência em condução de reuniões com mais gente” (Entrevistado 4).

Adicionalmente, a equipe não conseguiu incorporar os encarregados às reuniões de PMP. Primeiramente, pela grande quantidade de encarregados presentes, no projeto (em seu pico, o consórcio X contou com 52 encarregados e 17 supervisores). Em segundo lugar, por conta da resistência das gerências de produção. Para o entrevistado 1, a título de ilustração, os encarregados não deveriam participar das reuniões de PMP: “Eu acho que não é o objetivo de uma reunião de médio prazo, porque acho que o médio prazo é mais para pessoas que conseguem decidir e gerir. É apoio, gestão e decisão” (Entrevistado 1).

Com efeito, a participação dos encarregados ficou restrita às reuniões de check-in / checkout, no planejamento de curto prazo (item 4.2.3). Somente, em dezembro de 2023, um dos encarregados da eletromecânica começou a participar das reuniões de programação das 8 semanas que ocorriam nas quartas-feiras (item 4.4.1.6).

Na margem dessa rotina, para o profissional entrevistado 7, os encarregados não compreendiam a relação de precedência entre tarefas e isto prejudicava o andamento das atividades no curto e no médio prazo. Segundo o entrevistado 7:

Acho que devia ser estendido para encarregado, para ter ciência das dificuldades. Muitas vezes, são colocadas metas e os caras não entendem a real importância daquela atividade, em relação às outras. [...] Então, se a gente fizesse uma reunião a parte com os encarregados para mostrar as dificuldades que a gente ia ter, se as metas não fossem batidas, acho que ia ser mais louvável, não? (Entrevistado 7).

A sugestão do entrevistado 7 não chegou a ser implementada no projeto, o que pode, naturalmente, ter tido implicações importantes, visto que os supervisores assumiram a posição de últimos planejadores nas reuniões, suplantando a presença dos reais últimos planejadores, a saber: os encarregados. Destaca-se ainda que, entre os 11 profissionais entrevistados, 3 citaram a ausência dos encarregados como barreira da implementação do PMP.

Outra dificuldade reportada, no tocante à colaboração, foi a dependência de informações para a elaboração de projetos. Segundo o entrevistado 5:

A elaboração de projeto depende de vários players, de várias pessoas. A gente não consegue aplicar ele como se fosse algo tão serial. Depende de várias particularidades. Então, por exemplo, depende do projetista está elaborando o projeto. Esse tempo é um tempo estimado e não é exato. Eu dependo de informações do cliente. Eu dependo de informações do campo. Então, tem algumas variáveis que depende de vários interlocutores que dificulta que o lean seja aplicado de uma forma mais rigorosa. (Entrevistado 5)

Do exposto, visando contornar as diversas barreiras alusivas à colaboração, foram implementadas melhorias, conforme discutido a seguir.

4.4.2.2 Colaboração - Sugestões de melhorias

Durante os primeiros três meses da implementação do PMP, o gerente do contrato pedia permissão para falar no início das reuniões e enfatizava a importância do LC e do LPS para o projeto. Na ocasião, explanava também sobre experiência de outras obras, onde havia laborado e sublinhava o papel diferencial do lean para os resultados obtidos.

Verificou-se que esta atuação do gerente de contrato, no sentido de cobrar e estimular a participação, foi importante para que os colaboradores do projeto dessem maior relevância ao lean, no contexto do empreendimento. Tal postura do gerente do contrato foi, inclusive, citada pelo entrevistado 11, conforme segue: “a princípio, o pessoal tinha dificuldade pra resolver e não deu tanta importância; mas, depois, começou a ser uma cobrança da gerência em si. Então o pessoal viu mais importância e começou a responder dentro do prazo.” (Entrevistado 11).

A atitude do gerente de contrato converge com as recomendações de Belayutham et al. (2021) e Kalsaas; Skaar; Thorstensen (2009) acerca do apoio da alta gestão, consoante exposto no item de resultados da RSL (item 4.1.3.2 e quadro 8 do item 4.1.4).

Adicionalmente, o multiplicador lean buscou, nos primeiros meses, envolver o máximo de colaboradores presentes, na sala, fazendo-lhes perguntas e incitando-lhes a pensar nos pré-requisitos para início e continuidade das tarefas, tendo em vista as categorias de

restrições adotadas pelo projeto. A ação do multiplicador se coaduna com as sugestões de literatura acerca da promoção da colaboração (item 4.1.3.2 e quadro 8 do item 4.1.4).

Os setores de produção, planejamento, engenharia e qualidade eram os mais atuantes, durante as reuniões. Por outro lado, os setores de segurança do trabalho, recursos humanos, suprimentos e administrativo-financeiros ainda exibiam participação discreta.

Em julho de 2023, houve a contratação de um novo gerente de suprimentos. O profissional era oriundo da área de edificações e apresentava bom conhecimento em LC e LPS. Após sua introdução no projeto notou-se uma maior participação da área de suprimentos.

Por outro lado, os setores de segurança do trabalho, recursos humanos e administrativo-financeiro permaneceram com posturas passivas nas reuniões. Esta foi uma situação que a equipe não conseguiu contornar. O entrevistado 9, que era o responsável por coordenar as atividades de segurança do trabalho, saúde e responsabilidade social, afirmou, quando indagado sobre as dificuldades de implementação do PMP, que:

Acho que as pessoas não entendem de fato, não? Por quê? Porque por mais que eu explicava, não se você vai na reunião, você tem que verificar isso e aquilo...o modelo é um modelo que nos atende, não, está dentro de padrão, que vai nos dar uma oportunidade de enxergar 8 semanas à frente, não? Mas, as pessoas elas não conseguiam de fato, não, se atentar a, para que pudesse ter uma participação ativa, não? Eu me lembro que [o multiplicador] me mandava mensagem, falava que ninguém do meu time abriu nenhuma restrição nas reuniões, não? Então, ficava preocupado, não, [...] tinha um receio de ter problemas. Então, assim, [...] eu acho que talvez a gente pudesse, não, pegar as lideranças de cada setor e fazer um treinamento, para que eles pudessem realmente entender, porque nem todo mundo entende a necessidade ter o lean ali e nem todo mundo, por mais que esteja numa gerência de área, [...] entende esse processo bem. Eu acho que eu tive um pouco de dificuldade na aplicação, não? (Entrevistado 9)

Em face da colocação do entrevistado 9, acerca da necessidade de treinamento, a pesquisadora o indagou sobre a suficiência do treinamento inicial realizado pela consultoria. O entrevistado apresentou, então, a seguinte resposta:

A empresa que vem implantar, ela vem e faz. Mas tem que ter alguém dentro da obra que após esse treinamento mostra, não, para essas pessoas o quanto grande é a importância, não, de ter o link dentro da empresa, para que elas realmente deem o devido valor. [...] O [multiplicador] então explicava [...] então começaram a pegar melhor. (Entrevistado 9)

A sugestão de mais treinamentos, por parte do entrevistado 9, não chegou a ser implementada na usina fotovoltaica. Além disso, o entrevistado 9 foi o único a mencionar questões alusivas a treinamento, embora, durante a execução do empreendimento, não tenha

explicitado tal necessidade para a consultoria L ou para a equipe de planejamento e controle do projeto.

Frisa-se, porém, que a melhoria sugerida poder ser testada em trabalhos futuros. Para tanto, a pesquisa propõe que o multiplicador analise a participação dos colaboradores e seu entendimento das dinâmicas. A avaliação poder ocorrer em função de parâmetros como assiduidade nas reuniões, entendimento das dinâmicas de médio prazo, quantidade de restrições criadas, remoção oportuna de restrições, dentre outros. A partir desta avaliação, espera-se que o multiplicador identifique os colaboradores que demonstram desconexão com os conceitos do LC e do LPS[÷] e que, por conseguinte, demandam mais treinamentos na filosofia.

No que tange a barreira relacionada à pouca experiência do time com projetos de construção de usinas fotovoltaicas, uma das ações tomadas foi o estreitamento das relações dos participantes com o gerente de produção eletromecânica, que era o colaborador com maior expertise em projetos de construção de usinas fotovoltaicas, dentro do corpo técnico do empreendimento. Assim, o citado colaborador era convidado para as reuniões de planejamento, de custos, de projetos e da administração contratual.

Adicionalmente, o empreendimento contratou um consultor especializado em projetos de construção de usinas solares, cujas atribuições estavam relacionadas à análise de projetos executivos e apoio às áreas de planejamento, orçamento e administração contratual.

Já no que se refere à falta de dinamismo inicial das reuniões de PMP, sublinha-se que a consultoria L reforçou os treinamentos com o multiplicador lean, com vistas a aperfeiçoar seu desempenho na condução dos encontros semanais de médio prazo. Para o profissional entrevistado 4, este treinamento e a mudança de postura do multiplicador foram fundamentais para a melhoria das reuniões. Segundo o profissional entrevistado 4:

Com relação ao tempo, eu acredito que houve uma evolução de nossa parte. [...] ele [o multiplicador] foi melhorando bastante isso e eu vejo que, do meio para o final, a gente já estava numa linha bastante interessante de condução, de dar a dinamismo para a reunião. Então, sim, o tempo passou a ser mais adequado e mais bem utilizado a partir dessa maior experiência em condução e dinamismo da condução da reunião. (Entrevistado 4)

Outro ponto observado é que, além da gradual evolução do multiplicador, houve também maior aceitação, no decorrer do empreendimento, acerca da implementação do LPS[÷]. O profissional entrevistado 7, por exemplo, ressaltou: “Após de um tempo foram vendo que era melhor, não? Foram absorvendo a metodologia.” (Entrevistado 7).

Esta paulatina familiaridade dos participantes do projeto está em sintonia com as recomendações de Belayuham et al. (2021) e Power, Sinnott e Mullin (2020), que enfatizam a

necessidade da implementação do LPS÷ ocorrer de forma não apressada e com gradual aderência dos membros do projeto aos conceitos do LPS÷ (item 4.1.3.2 da RSL).

Relativamente à aderência dos encarregados nas reuniões de PMP, a equipe de PCP e a consultoria L conseguiram incorporar um encarregado nas reuniões de programação das 8 semanas (item 4.4.1.6). Já no que tange a barreira apontada pelo entrevistado 5 sobre a dependência de muitas pessoas externas ao processo, uma ação de melhoria adotada foi a realização de uma reunião específica para o tema de engenharia, conforme item 4.4.1.6.

Finalmente, no que se refere ao cenário da implementação tardia do PMP, uma sugestão de melhoria preconizada pela literatura (item 4.1.3.2) diz respeito ao envolvimento precoce das partes interessadas. No estudo de caso, não foi evidenciada a entrada precoce das equipes de engenharia e de planejamento (item 4.3.2, 4.4.1.1. e 4.4.2.1), o que pode ter contribuído, conforme relatado nas subseções anteriores, para dificuldades com compra de materiais (itens 4.3.1, 4.3.2 e 4.4.1.1), com análise de projetos (item 4.4.1.1), com processo de preparação das tarefas (itens 4.3.2 e 4.4.1.1) e com a promoção oportuna da colaboração (item 4.4.2.1). Logo, é cabível, para aplicações futuras, envolver o mais cedo possível as partes interessadas, em especial projetistas.

4.4.2.3 Publicidade do PMP – Dificuldades

No tocante à publicidade do PMP, o entrevistado 2 frisou a necessidade de maior exposição das restrições com alta criticidade. Segundo entrevistado 2:

Expor, deixar mais a mostra as informações levantadas. [...] Como lidamos com uma grande quantidade de informações diariamente e com um dinamismo muito grande dessas informações, quanto mais essas informações críticas e sensíveis ficarem a nossa vista, mais aquilo ali vai nos chamar atenção e mais nós vamos dar atenção para resolver aquele assunto. (Entrevistado 2).

Outra barreira relacionada à publicidade do médio prazo foi a não divulgação dos planos de médio prazo para encarregados, consoante exposto no item 4.4.2.1.

4.4.2.4 Publicidade do PMP – Sugestões de melhorias

Para a barreira relacionada à não divulgação do PMP para os encarregados, a ação proposta pela literatura é a promoção da participação dos encarregados com divulgação do planejamento (item 4.1.3.2 ou quadro 8 do item 4.1.4). Esta ação foi implementada, em

dezembro de 2023, com a participação de um encarregado de produção mecânica nas reuniões de detalhamento dos pacotes de trabalho e planejamento das operações (item 4.4.1.6).

No tocante à exposição das restrições com alta criticidade, a melhoria defendida na literatura para a realização de gerenciamento visual por meio de abordagens tradicionais e digitais (item 4.1.3.2 ou quadro 8 do item 4.1.4). Nesse contexto, salienta-se que a equipe de PCP do consórcio X divulgava as restrições de duas formas: (1) painel de restrições da sala da torre de controle (ver figura 16 do item 4.2.2.1) e (2) compartilhamento por e-mail e por grupos de WhatsApp da planilha de análise de restrições (item 4.2.2.3).

Não havia, entretanto, um meio físico ou digital para divulgação, especificamente, das restrições com alta criticidade, tal qual apontou o entrevistado 2. De todo modo, frisa-se que a pesquisa de Ebbes e Pasquire (2018) sugere a utilização de pontos vermelhos (trata-se de adesivos circulares na cor vermelho) para destaque das restrições com maior nível de impacto (item 4.1.3.2 da RSL). Tal recomendação não chegou a ser testada, na usina fotovoltaica do estudo de caso. Mas, pode ser aplicada em projetos futuros.

4.4.2.5 Preparação e participação dos colaboradores – Dificuldades

A preparação e participação dos participantes para as reuniões de PMP foi outra dificuldade enfrentada, pelo empreendimento. Observou-se, por exemplo, em reunião realizada em junho de 2023, que um dos participantes, ao ser indagado sobre suas restrições em aberto, respondeu que não tinha resolvido e que também não se recordava das restrições mencionadas. Este fato foi, inclusive, mencionado pelo profissional entrevistado 4: “às vezes, você perguntava da restrição e a pessoa nem sabia o que era, ou seja, ia para a reunião sem saber o que é não?”.

Para o entrevistado 4, questões culturais e a curta duração do projeto podem ter contribuído para a pouca preparação e participação dos gestores, antes das reuniões de médio prazo.

Mas eu acho que tudo isso foi decorrência daquela falta de tempo que a gente viveu. [...] O que é que eu notei, e isso não é só nesse empreendimento, em qualquer outra coisa, [...] as pessoas (isso é característica atípica do brasileiro...acredito que isso é cultural), a gente tende a ver tudo com dez minutos antes, vinte minutos antes [...].

4.4.2.6 Preparação e participação dos colaboradores – Sugestões de melhorias

Como forma de contornar a barreira citada acima, o profissional entrevistado 4 abordou a implementação do acompanhamento diário das restrições⁷:

⁷ O acompanhamento diário de restrições foi discutido anteriormente no item 4.4.1.2.

Então assim, esse acompanhamento do multiplicador diariamente, indo de mesa em mesa, é óbvio que isso não era para existir, mas a gente sabe que o cultural nosso é muito forte [...] isso de sentar para planejar, pouquíssimas pessoas tem esse perfil, não, a gente é mais de usar a criatividade [...], a gente costuma a não se antecipar muito...brasileiro. Então, eu vejo essa condição [do acompanhamento diário das restrições por parte do multiplicador] como importante, porque ela foi implementada. Passou-se um período, eu notei que teve realmente um avanço. (Entrevistado 4)

O acompanhamento diário foi classificado como uma melhoria de natureza processual (item 4.4.1.2), haja vista sua relação com a diretriz processual de análise de restrições. Porém, ressalta-se que, à luz da Teoria dos Sistemas, as práticas agrupadas como processuais, organizacionais e técnicas interagem entre si e com o meio externo (item 4.1.2). Nesse contexto, o acompanhamento diário reverbera na prática organizacional de preparação e presença dos participantes, na medida que promove uma análise, por parte de cada envolvido, das restrições em aberto.

Saliena-se ainda que, com vistas a fomentar a preparação e presença dos participantes, o multiplicador divulgava, antes da reunião de médio prazo, o planejamento das próximas 8 semanas (item 4.2.2.2). O objetivo era (1) estimular uma análise prévia dos participantes e (2) otimizar o tempo de apresentação da programação de médio prazo durante a reunião semanal.

4.4.3 Dificuldades para implementação do PMP e melhorias adotadas sob o prisma dos aspectos técnicos

No total, foram identificadas 3 barreiras de natureza técnica, conforme quadro 17.

Quadro 17 – Dificuldade para implementação do PMP sob o prisma dos aspectos técnicos

Aspecto de implantação do PMP	Prática impactada	Dificuldade mapeada	Entrevistados											Análise documental	Observação participante				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
Técnico	Ferramentas digitais	A ausência de ferramentas digitais dotadas de um banco de dados de restrições e de riscos de outros projetos que pudessem balizar a qualidade e assertividade das restrições criadas															x	x	
		Dificuldades com a ferramenta planner da Microsoft																	x
		A ausência de automatização do PMP					x											x	x

Fonte: elaborado pela autora

4.4.3.1 Ferramentas digitais – Dificuldades

Os softwares empregados pelo empreendimento foram: MS Excel, o Auto-cad 2D da Autodesk, o Prevision e o TOTVS (item 4.2.2.3). Para o gerenciamento de restrições, especificamente, a equipe de planejamento e controle empregou, em março de 2023, uma planilha eletrônica elaborada no MS Excel (anexo III).

Nos meses de abril e maio de 2023, a equipe buscou substituir a planilha pelo aplicativo planner da Microsoft. No planner, a equipe de planejamento e controle cadastrava as restrições (descrição e data prevista de resolução) e indicava os responsáveis (nomes e e-mails). O aplicativo então comunicava aos participantes, através dos e-mails informados, as restrições criadas e as datas previstas para as remoções. O planner enviava também, quando da iminência da data de resolução, e-mails com alertas sobre a data de vencimento das restrições.

Em margem das funcionalidades do aplicativo, entretanto, observou-se dificuldades com a sua implementação. Os colaboradores não encerravam suas restrições na ferramenta digital e tampouco emitiam posição acerca do andamento das remoções. Adicionalmente, havia reduzida preocupação com os e-mails de alerta de vencimento.

A pesquisa não conseguiu identificar a causa destas adversidades. Todavia, é possível que a falta de disciplina com as rotinas do PMP (item 4.4.1.3) e a resistência inicial à implementação do lean (item 4.4.2.1) tenham colaborado para este cenário. Ademais, a baixa digitalização do canteiro de obras também pode ter concorrido para a pouca aceitação do planner. Isto corrobora a pesquisa de Bellaver et al. (2022), na qual foi constatada dificuldades com a introdução de ferramentas digitais, em face da baixa digitalização de canteiros de obras (item 4.1.3.3).

Nesse contexto, a equipe de PCP e a consultoria L optaram por desativar o planner e adotar somente a planilha eletrônica para apoio ao gerenciamento de restrições. O multiplicador lean era o responsável pelo preenchimento da planilha (item 4.2.2.1) e pelo acompanhamento diário das remoções junto a cada responsável (item 4.4.1.2). Além disso, o multiplicador tinha a incumbência de gerar semanalmente, por meio da planilha, os indicadores de médio prazo (item 4.2.2.1) e registrar também eventuais observações sobre as restrições.

Desse modo, a planilha eletrônica servia como: (1) ferramenta para acompanhamento e controle das restrições, (2) banco de dados para compilação das restrições criadas para o empreendimento e (3) uma aplicação para geração de indicadores semanais de desempenho alusivos ao médio prazo.

Entretanto, cumpre destacar que a planilha eletrônica carecia de comunicação com outros sistemas de gestão integrada e exigia alimentação manual de informações. Neste particular, o profissional entrevistado 5 demonstrou contrariedade com a utilização da planilha e enfatizou que o projeto poderia ter empregado uma ferramenta digital que proporcionasse maior automatização e velocidade para os processos. Segundo o entrevistado 5: “às vezes, na obra, a gente precisa de velocidade. E muitas vezes aqueles métodos mais tradicionais com papéis e etc, eles não são tão rápidos. Então, talvez, utilizar alguma ferramenta automática, talvez pudesse ajudar mais.” (Entrevistado 5).

A este respeito, observou-se que o multiplicador lean demorava cerca de 2 horas, realizando o preenchimento das notas autoadesivas, nos quadros de PMP da sala Obeya. Além disso, as reuniões, era necessário, em média, mais 1 hora para transcrever as restrições das notas autoadesivas para a planilha de médio prazo.

A partir da análise do documento 5, notou-se também que não havia, na planilha eletrônica, dados históricos de restrições de outros projetos de construção de usinas fotovoltaicas. Logo, a equipe não tinha um acervo ou uma compilação de restrições de outras obras, evidenciando, por conseguinte, a falta de um balizador da qualidade das restrições que estavam sendo criadas.

Finalmente, ressalta-se que a planilha eletrônica não apresentava automatização com a ferramenta digital 2D adotada, pelo projeto. Ou seja, a equipe de planejamento e controle, além de alimentar a planilha de apoio para a análise de restrições, realizava as atualizações das informações visuais do projeto no Auto-Cad 2D manualmente, sem automatizações.

4.4.3.2 Ferramentas digitais – Sugestões de melhoria

Em face das dificuldades dos envolvidos com o aplicativo planner, a equipe de planejamento, consoante explicado no item anterior, voltou a adotar planilha eletrônica como suporte para gerenciamento de restrições e para cálculo de indicadores. Quando indagados sobre a utilização da planilha eletrônica, 10 dos 11 profissionais entrevistados, manifestaram satisfação e satisfação com seu emprego. Isto se coaduna com o achado da pesquisa de Gao, Chan e Hendy (2023), na qual foi relatada maior facilidade de manuseio e de atualização por meio de planilhas eletrônicas em detrimento de outros softwares LPS (ver RSL no item 4.1.3.3).

De acordo com o profissional entrevistado 3, a planilha eletrônica mostrou-se um suporte, inclusive, para suas atividades, conforme abaixo:

Dentro da necessidade da obra, o que foi apresentado e o que foi trabalhado, ela é sim suficiente. Me auxiliou demais. Tanto que, por exemplo, meu acompanhamento das restrições, ele é uma cópia do que é utilizado pelo [multiplicador]. Então, é de fácil alimentação. Eu acompanho diariamente e isso me auxilia demais. (Entrevistado 3)

O profissional entrevistado 2 corroborou essa visão:

A utilização da planilha é bastante válida, até porque ela registra informações, e, na reunião seguinte, é uma forma muito fácil de você controlar o que já foi concluído, o que está em andamento e o que ainda está em atraso. Então, a utilização da planilha cumpre bem esse propósito. (Entrevistado 2)

Com relação às dificuldades oriundas da falta de automatização do PMP e da ausência de ferramentas digitais com bancos de dados de restrições e de riscos de projetos similares, a equipe de planejamento e controle do projeto não conseguiu implementar nenhuma melhoria. Porém, a literatura cita, conforme abordado na RSL (item 4.1.3.3), diversos softwares que podem ser testados em pesquisas futuras. Ademais, salienta-se que o caderno de restrições pode ser um primeiro passo na direção da criação de bancos de dados de restrições de atividades.

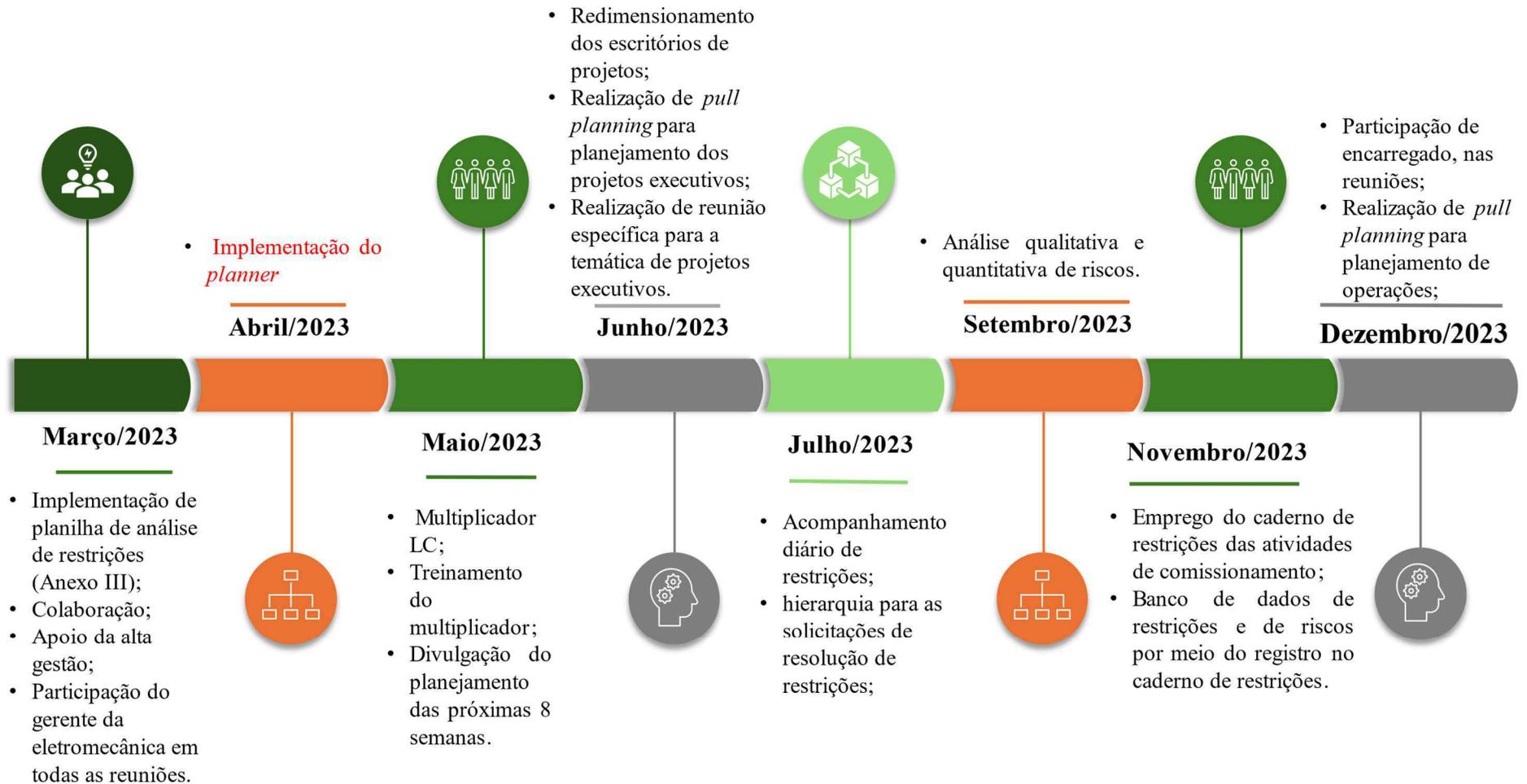
4.4.4 Linha do tempo das ações implementadas para melhoria do PMP

As ações de melhorias para o PMP, relatadas nos itens 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3, foram introduzidas em diferentes momentos do projeto de construção da usina fotovoltaica. A observação participante ajudou a compilar estas melhorias, em uma linha do tempo, cujo intervalo se estende de março de 2023 a dezembro de 2023 (período de proposição de sugestões para aprimoramento do PMP).

Cumprido destacar que a pesquisadora participou das reuniões de planejamento de médio prazo e chegou, inclusive, a conduzir algumas delas, no início do empreendimento (item 4.2.2.2). Além disso, conforme relatado no item 4.4, a pesquisadora sugeriu melhorias ao PMP empregado, tendo em vista as diferentes práticas do LPS – propostas na literatura. Logo, houve participação ativa da pesquisadora, no processo.

A linha do tempo das melhorias incorporadas ao procedimento de PMP do projeto de construção da usina fotovoltaica encontra-se materializada na figura 27. Observa-se que a implementação do aplicativo Planner aparece destacada em vermelho. Isto ocorre em razão do Planner ter sido descontinuado (item 4.4.3.1) na usina fotovoltaica.

Figura 27 - Linha do tempo das melhorias implementadas



Fonte: elaborado pela autora

4.4.5 Síntese das dificuldades mapeadas e das propostas de melhorias do PMP

No âmbito dos aspectos processuais de implementação do PMP, notou-se que a rotina mais impactada foi a de análise de restrições. Como sugestões de melhoria, observou-se que a introdução do caderno de restrições foi apontada para 7 das 13 barreiras de natureza processual. As reuniões de acompanhamento diário, por sua vez, foram sugeridas para 5 das dificuldades reportadas na pesquisa. Outras melhorias recomendadas relacionam-se com a análise quantitativa e qualitativa de riscos, realização de pull planning, criação de reuniões de PMP com temáticas mais técnicas, dentre outras. O quadro 18 apresenta uma síntese das dificuldades e das sugestões de melhorias abordadas no item 4.4.1.

Quadro 18 – Dificuldades de natureza processual e correlatas sugestões de melhorias

Aspecto de implantação do PMP	Prática impactada	Dificuldade mapeada	Sugestão de melhoria da pesquisa
Processual	Análise de restrições	Levantamento de restrições de forma não tempestiva e com visão de curto prazo	Utilizar caderno de restrições
		Dificuldade em identificar restrições, em razão do contexto de engenharia simultânea e do pouco tempo para análise de projeto	Envolver precocemente as partes interessadas ⁸ ; realizar pull planning para as atividades de elaboração de projetos; redimensionar carga e capacidade dos escritórios de projetos.
		Ausência de uma análise aprofundada das restrições	Aumentar a qualidade das restrições levantadas por meio da análise dos gerentes e/ou líderes de área; fazer acompanhamento diário de restrições; empregar caderno de restrições.
		Restrições ocultas	Empregar caderno de restrições; Estudos de primeira execução.
		Liberação de atividades restritas para execução	Empregar caderno de restrições; fazer acompanhamento diário de restrições.
		Dificuldades em mapear restrições relacionadas às atividades predecessoras	Empregar caderno de restrições; fazer acompanhamento diário de restrições.
		Restrições não identificadas no início do projeto	Envolver precocemente as partes interessadas ⁹ ; implementar o PMP desde o início do empreendimento;
		Dificuldade nas cobranças e na priorização das restrições com maior criticidade	Empregar hierarquia para as solicitações de resolução das restrições; utilizar análise qualitativa e quantitativa de riscos.

Continua

⁸ O envolvimento precoce das partes interessadas é uma prática de natureza organizacional. Contudo, conforme mencionado no item 4.4.1.2, trata-se de uma rotina que, à luz da Teoria dos Sistemas, interage com práticas processuais, auxiliando na superação de barreiras que impactam estas práticas.

⁹ Idem nota 8.

Quadro 18 - Dificuldades de natureza processual e correlatas sugestões de melhorias (continuação)

Aspecto de implantação do PMP	Prática impactada	Dificuldade mapeada	Sugestão de melhoria da pesquisa
Processual	Padronização de processos	Dependência da memória dos participantes	Empregar caderno de restrições.
		Dificuldades para adequar o modelo de PMP de obras de edificações para obras de infraestrutura	Adequar procedimento de PMP em luz das dificuldades encontradas nas obras de infraestrutura
		Dificuldade em manter as rotinas	Fazer acompanhamento diário de restrições; utilizar caderno de restrições
	Reuniões	Excesso de pacotes de trabalho sendo apresentados	Criar uma reunião específica para programação dos pacotes de trabalho; entregar a programação das 8 semanas com antecedência para os participantes da reunião.
		Reuniões longas	Dividir reunião em dois ou mais encontros semanais, conforme necessidade do projeto

Fonte: elaborado pela autora

Na dimensão organizacional da implementação do médio prazo, viu-se que a promoção da colaboração foi a prática com o maior número de obstáculos (quadro 16), implicando, por conseguinte, na necessidade de introdução de aprimoramentos, no contexto da usina fotovoltaica estudada. Tal preocupação com a promoção da colaboração alinha-se com os achados da RSL, no qual observou-se predominância de recomendações alusivas a esta temática (item 4.1.3.2 e tabela 6 do item 4.1.4).

O quadro 19 descortina, resumidamente, as dificuldades e respectivas recomendações de melhoria abordadas no item 4.4.2. Entre as sugestões de melhoria da pesquisa estão: promover o apoio da alta gestão por meio da participação do gerente de contrato e dos gerentes de área, instigar a participação dos colaboradores nas reuniões de PMP, indagando-lhes sobre possíveis restrições, envolver encarregados e colaboradores externos (como projetistas e representantes do cliente, por exemplo), fomentar a participação precoce das partes interessadas, realizar treinamentos; dentre outros.

Quadro 19 – Dificuldades de natureza organizacional e correlatas sugestões de melhorias

Aspecto de implantação do PMP	Prática impactada	Dificuldade mapeada	Sugestão de melhoria da pesquisa
Organizacional	Colaboração	Problemas de assiduidade	Promover o apoio da alta gestão
		Pouco comprometimento dos líderes com a identificação e com a eliminação de restrições	Promover o apoio da alta gestão; instigar a participação de todos os colaboradores nas reuniões de PMP.
		Postura passiva de representantes das gerências de área	Promover treinamentos; promover o apoio da alta gestão; instigar a participação de todos os colaboradores nas reuniões de PMP.
		Resistência inicial à metodologia LC, por parte de colaboradores sem experiência nos conceitos lean	Promover apoio da alta gestão; realizar treinamentos.
		Pouca experiência do time com projetos de construção de usinas solares	Reforçar os aspectos de colaboração entre participantes com e sem experiência em projetos de construção de usinas solares; aumentar a qualidade das restrições por meio de um maior envolvimento, estudo e análise dos projetos, por parte dos gerentes de produção, engenheiros de produção e demais líderes
		Implementação não precoce do PMP	Fomentar o envolvimento precoce das partes interessadas
		Condução inicial de reuniões sem dinamismo	Promover treinamentos com o facilitador da reunião
		Não envolvimento de encarregados no PMP	Envolver encarregados nas reuniões de PMP
		As restrições não chegavam até encarregados (limitavam-se a gerentes, engenheiros, coordenadores e supervisores de campo)	Envolver encarregados nas reuniões de PMP
		Dependência de muitas pessoas externas ao processo	Realização de reunião de médio prazo com o máximo possível de participantes externos, como cliente e projetistas subcontratados.
Organizacional	Publicidade	Falta de compreensão dos conceitos LC e LPS ¹⁰	Realizar treinamentos
		Ausência de exposição visual das restrições com alta criticidade	Promover gestão visual, utilizando, por exemplo, adesivos na cor vermelha, para destacar restrições de maior impacto
	Preparação prévia	Não divulgação do PMP para os encarregados	Envolver encarregados nas reuniões de PMP
		Ausência de exposição visual das restrições com alta criticidade	Promover gestão visual, utilizando, por exemplo, adesivos na cor vermelha, para destacar restrições de maior impacto
		Falta de preparação prévia dos gestores e demais participantes antes das reuniões	Realizar acompanhamento diário de restrições ¹⁰ ; divulgar programa de 8 semanas para os participantes

Fonte: elaborado pela autora

¹⁰ O acompanhamento diário é uma prática de natureza processual que, à luz da Teoria dos Sistemas (item 4.1.2) interage com práticas organizacionais, auxiliando na superação de barreiras que impactam o PMP (item 4.4.2.6).

Finalmente, sob a ógide dos aspectos técnicos de implementação, a pesquisa mostrou que a adoção de ferramentas digitais, no projeto de construção da usina fotovoltaica, careceu de automatizações e de uso de softwares específicos para o LPS. Esta tendência de utilização das ferramentas pode estar relacionada com a maior ênfase que a equipe de PCP e a consultoria L deram aos aspectos processuais e organizacionais da implantação do PMP. No quadro 20, a pesquisa sintetiza os obstáculos identificados, durante o estudo de caso, e as respectivas sugestões de melhoria, à luz dos aspectos técnicos.

Quadro 20 - Dificuldades de natureza técnica e correlatas sugestões de melhorias

Aspecto de implantação do PMP	Prática impactada	Dificuldade mapeada	Sugestão de melhoria da pesquisa
Técnico	Ferramentas digitais	Ausência de ferramenta digital dotada de um banco de dados de restrições e de riscos de projetos similares Resistência com a ferramenta planner da Microsoft Ausência de automatização do PMP	A dotar ferramentas que permitam integração de bancos de dados de restrições e de riscos Utilizar outras ferramentas digitais para o PMP Automatizar o PMP

Fonte: elaborado pela autora

Cumprido destacar, novamente, que o parque solar analisado na pesquisa foi o primeiro projeto de construção do consórcio X a implementar o LPS. Logo, seus colaboradores necessitavam de maior familiaridade com os processos lean. Ademais, a organização também reclamava por gradual internalização de conceitos, mudança de mentalidade de gestores, maior envolvimento dos participantes e adesão voluntária à filosofia do LPS. Com efeito, é possível que esta ênfase nos aspectos processuais e organizacionais tenha reduzido o enfoque no aspecto técnico.

4.5 Sugestões de melhorias para o modelo de PMP de Angelim (2019)

No item 4.2.2.5, observou-se que a usina fotovoltaica do estudo de caso adotou vários dos procedimentos de PMP preconizados pelo modelo de Angelim (2019). No item 4.4, entretanto, notou-se que, no decorrer do empreendimento, foram implementadas ações de melhorias não constantes na proposta conceitual da citada autora. Com efeito, o presente item apresenta sugestões para o aprimoramento do modelo de PMP de Angelim (2019), à luz das ações introduzidas no estudo empírico.

ã guisa dos itens anteriores da pesquisa, as sugestões foram agrupadas, conforme os aspectos de implementação do PMP propugnados por Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008). Cumpre destacar que o conjunto destas recomendações constituem a contribuição teórica do trabalho para a temática da implementação e aprimoramento do PMP, em projetos de construção, com ênfase na área de infraestrutura.

Com base nos resultados do estudo empírico (item 4.2, 4.3 e 4.4), as sugestões de melhoria para o modelo de Angelim (2019), à luz dos aspectos processuais, são:

- a) Realizar acompanhamento diário de restrições, visando melhorar o gerenciamento dos pré-requisitos que impedem o início previsto das atividades (item 4.4.1.2);
- b) Realizar pull planning, durante o planejamento das operações e para o planejamento das atividades de elaboração de projetos (itens 4.2.2.1 e 4.4.1.2);
- c) Trabalhar com pulmões de tempo (buffers) no planejamento das operações (itens 4.2.2.1 e 4.4.1.2);
- d) Empregar uma hierarquia para as solicitações de resolução das restrições (item 4.4.1.2);
- e) Utilizar análise qualitativa e quantitativa de riscos, com vistas a (1) determinar a criticidade das restrições e (2) estabelecer uma melhor priorização das restrições a serem removidas (item 4.4.1.2);
- f) Dividir as reuniões em dois ou mais encontros semanais, sobretudo no caso de temáticas mais técnicas, de modo a otimizar a duração das reuniões (item 4.4.1.6).

Sob o prisma organizacional, sugere-se as seguintes melhorias ao modelo conceitual de Angelim (2019):

- g) Empregar multiplicador lean para preparação e condução das reuniões de PMP e para realizar o gerenciamento de restrições (itens 4.2.2.2 e 4.4.2.2);
- h) Empregar gestão visual para dar publicidade as restrições (item 4.4.2.4);
- i) Divulgar programação das 8 semanas, por meio físico ou digital, para os participantes antes das reuniões (itens 4.2.2.2 e 4.4.2.6).

No tocante aos aspectos técnicos, a sugestão de melhoria limita-se a:

- j) A acrescentar riscos ao banco de dados de restrições (itens 4.4.1.2 e 4.4.3.2).

4.6 Considerações sobre este capítulo

O presente capítulo promoveu uma análise da implementação do PMP em uma usina fotovoltaica de grande porte. Notou-se, conforme quadros 11 e 12, exibidos no item 4.2.2.4, que a maioria das abordagens de PMP de natureza processual e organizacional foram albergadas, pelo consórcio X. As abordagens alusivas aos aspectos técnicos, entretanto, foram empregadas de forma tímida, de acordo com o quadro 13 do item 4.2.2.4.

Nas entrevistas semiestruturadas, os profissionais elencaram os benefícios da implementação do PMP. A capacidade de antecipação de ações foi o benefício mais citado, pelos entrevistados (tabela 11 do item 4.2.2.6). No tocante as barreiras da implementação, no total, foram mapeadas 30 barreiras para a implementação do PMP (item 4.4). Para cada barreira, a pesquisa apresentou as possíveis melhorias obtidas por meio de: (1) recomendações de literatura (item 4.1), (2) ações criadas pela equipe de planejamento e controle e pela consultoria L (itens 4.2 e 4.4) e (3) sugestões advindas das entrevistas semiestruturadas (item 4.4).

Nos quadros 18, 19 e 20 (item 4.4.5), a pesquisa trouxe uma síntese das dificuldades e melhorias propostas para o PMP. Notou-se que as dificuldades imbricadas aos aspectos organizacionais foram as mais numerosas, seguida pelas barreiras de natureza processual. Isto denota a importância da vertente social para o sucesso da implementação do PMP e sublinha ainda a relevância de diretrizes processuais para definição de um procedimento adequado de PMP.

No item 4.5, a pesquisa descortinou ainda sugestões de melhorias para o modelo de PMP de Angelim (2019), tendo em vista lições aprendidas no estudo de caso da usina fotovoltaica. Cumpre destacar que o modelo de Angelim (2019) foi desenvolvido a partir de experiências com projetos de edificações. Assim, as sugestões aventadas, neste item, buscaram aprimorar a proposta conceitual da supracitada autora, no contexto de projetos de usinas fotovoltaicas de grande porte, lançando as sementes para a adequação do modelo, em aplicações futuras.

5. DIRETRIZES PARA PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO

Este capítulo se propõe a apresentar a implementação das diretrizes para implementação do PMP, tendo em vista a análise dos resultados obtidos, por meio da RSL e do estudo de caso da usina fotovoltaica construída pelo consórcio X. A RSL alcançou o objetivo de expor as principais abordagens para implementação e aprimoramento do PMP, permitindo a pesquisadora compreender os diferentes caminhos percorridos, pela literatura, à luz dos aspectos processuais, organizacionais e técnicos da implementação do PMP.

No estudo empírico, foi possível alcançar os benefícios, as dificuldades e as possíveis melhorias para implementação do PMP, no contexto de uma usina fotovoltaica. Além disso, o trabalho discutiu as diferentes percepções dos profissionais entrevistados e analisou os dados obtidos por meio da análise documental e da observação participante.

Nos próximos itens, a pesquisa descortina as diretrizes para implementação do PMP, em projetos de construção de usinas fotovoltaicas de grande porte. O conjunto destas diretrizes contribui para a prática do trabalho para a temática de implementação do planejamento de médio prazo, em obras de usinas fotovoltaicas de grande porte. Tal contribuição desvela-se como prática, em face da utilização de lições aprendidas, no estudo empírico, para formulação de possíveis caminhos a serem seguidos, por gestores, na busca de soluções gerenciais para introdução do PMP, em empreendimentos da área de infraestrutura.

5.1 Proposição de diretrizes à luz dos aspectos processuais de implementação do PMP

Por meio da análise documental e da observação participante, notou-se que o empreendimento apresentou elevada interface entre os projetos executivos das disciplinas civil, mecânica e elétrica, o que implicou na necessidade de um planejamento para elaboração dos projetos e para adimplimento das datas de execução de tarefas (itens 4.4.1.1 e 4.4.1.2). Assim, a usina fotovoltaica do estudo de caso lançou mão de pull planning para definição das datas de emissão dos projetos e realizou um dimensionamento entre carga e capacidade dos escritórios de elaboração de projetos contratados, de modo a definir ações para contratação de mais escritórios (item 4.4.1.2).

Contudo, houve problemas de compatibilização e de pouco detalhamento de alguns projetos, o que culminou em pedidos de revisão de projetos, atrasos de solicitação de materiais e de equipamentos, dificuldade de mapeamento de restrições e atrasos de execução (itens 4.3.1,

4.3.2 e 4.4.1.1). Com efeito, é recomendável a realização de uma análise aprofundada dos projetos executivos, de modo a detectar, com antecipação, os problemas citados.

Além disso, quando da realização do pull planning, é indicado adotar buffers de tempo (buffers) com vistas a mitigar possíveis atrasos oriundo de revisão dos projetos (item 4.2.2.1). Cumpre destacar que o emprego destes buffers, no médio prazo, é sugerido pelas pesquisas de Hamerski, Formoso e Isatto (2023), Abou-Ibrahim et al. (2019), Davis (2009), David e Shen (2001) e Ballard (1997), consoante exposto na RSL (itens 4.1.3.1 e 4.1.4).

Para auxiliar no aprimoramento do processo de preparação das tarefas, outra diretriz é a elaboração de um caderno de restrições para as atividades. Ressalta-se que o estudo empírico explorou a adoção do caderno de restrições para as atividades de comissionamento (item 4.4.1.4), angariando melhorias no IRR e benefícios relacionados a identificação tempestiva de restrições. Todavia, o caderno de restrições não foi implementado desde o início do projeto e tampouco abarcou a totalidade das atividades.

De acordo com Goldratt e Cox (2002), haver recursos gargalos ou restrições que governam o ritmo da produção e que devem ser identificados, pela equipe (item 2.4.3). Assim, recomenda-se que o caderno de restrições seja empregado para todas as atividades do empreendimento, em especial, para aquelas apresentam os recursos gargalos do sistema.

Consoante respostas das entrevistas semiestruturadas e resultados da RSL, notou-se ainda que é aconselhável atualizar o caderno de restrições com base em dados históricos de projetos similares (item 4.4.1.4), e integrá-lo ao SGQ da empresa (item 4.1.3.1).

Além do caderno de restrições, outra forma de capturar o máximo de restrições, é realizar estudos de primeira execução. Na usina fotovoltaica do estudo de caso, este estudo não foi aplicado. Porém, na RSL, ele é citado nas pesquisas de Power et al. (2023), Velasquez, Carhuamaca e Farje (2021), Daniel, Pasquire e Dickens (2015) e Wehbe e Hamzeh (2013) (itens 4.1.3.1 e 4.1.4).

Para o planejamento das atividades, é recomendável extrair os locais e os pacotes de trabalho do horizonte de médio prazo por meio do LBMS. O planejamento de operações deve ser feito, em reunião específica, envolvendo o máximo de colaboradores (engenheiros, gerentes, supervisores, encarregados, dentre outros) (itens 4.2.2.1, 4.2.2.2, 4.4.1.6 e 4.4.2.2).

No total, a usina fotovoltaica do estudo de caso realizou três reuniões de PMP, durante a semana (itens 4.2.2.1 e 4.4.1.6). Uma delas era voltada para apresentação do planejamento e preparação das tarefas. Outra era uma reunião específica para engenharia (projetos executivos). E a terceira reunião nasceu da necessidade de detalhar os pacotes de

trabalho e planejar as operações que pertenciam ao grupo de tarefas necessárias para energização do parque solar.

Inicialmente, o empreendimento realizava apenas o primeiro encontro semanal citado acima. Porém, os demais encontros surgiram da necessidade de otimizar o tempo da primeira reunião e analisar com maior afinco a temática de projetos e o planejamento das operações (itens 4.4.1.5 e 4.4.1.6). Logo, outra diretriz é efetuar reuniões de PMP que abarquem o processo de preparação de tarefas, o planejamento das operações e, dependendo das necessidades do projeto, que alcancem outras áreas técnicas importantes para o empreendimento. Esta diretriz reafirma a recomendação de Javanmardi et al. (2018) acerca da criação de diferentes reuniões de PMP para discutir assuntos mais técnicos do projeto (item 4.1.3.1).

Para avaliação da criticidade das restrições, conforme dados da RSL (item 4.1.3.1) e resultados do estudo de caso (item 4.4.1.2), é possível utilizar análise qualitativa e quantitativa de riscos de custo e prazo das restrições. No estudo empírico, embora a análise quantitativa tenha sido realizada, alguns dos profissionais entrevistados argumentaram que os impactos de custos foram poucos explorados (item 4.4.1.2). Os entrevistados reconheceram a importância do gerenciamento de riscos, porém enfatizaram a necessidade de uma análise quantitativa de custos mais robusta (item 4.4.1.2). Com efeito, a eficácia desta diretriz pode estar diretamente relacionada com a qualidade dos levantamentos de custos realizados.

Durante o estudo empírico, observou-se também que a adoção de categorias de restrições é recomendável para o processo de preparação das tarefas. Com apoio das categorias de restrições, os participantes são convidados a pensarem nos pré-requisitos necessários para a liberação de um pacote de trabalho (itens 4.2.2.1 e 4.4.2.2). Além disso, as categorias de restrições proporcionam um melhor estudo e exposição dos tipos de restrições com maiores impacto de custos e prazo, em face de sua relação com os riscos mapeados (item 4.4.1.2).

Outra diretriz importante é o envolvimento de gerentes e coordenadores nas solicitações de resolução das restrições (item 4.4.1.2). Esta orientação objetiva a participação de colaboradores de diferentes hierarquias nas tratativas de remoções de restrições, junto aos responsáveis.

Além disso, para aprimorar o processo de resolução tempestiva das restrições, sugere-se realizar um acompanhamento diário das mesmas (item 4.4.1.2). No estudo de caso, esta diretriz contribuiu para a gestão das restrições, para melhorias no IRR e para a preparação prévia dos participantes antes dos encontros semanais de médio prazo (itens 4.4.1.2 e 4.4.2.6).

No que tange a avaliação do PMP de um projeto,   pertinente o emprego de indicadores, como o IRR, o % concluído dentro e fora do prazo e a média de dias de atraso para a resolução das restri es (item 4.3.2). Contudo, se a qualidade das restri es criadas for limitada, o IRR pode ser não representativo da realidade do empreendimento, devido a existência de restri es que não foram identificadas oportunamente, pela equipe (itens 4.3.4 e item 4.4.1.1). Com efeito, a eficácia desta diretriz está intrinsicamente relacionada com a qualidade das restri es mapeadas. Tal qualidade pode ser melhorada através do uso do emprego do caderno de restri es, dos estudos de primeira execução, da identificação de gargalos, da análise aprofundada dos projetos e de uma maior colaboração das partes interessadas (itens 4.1 e 4.4). Este último ponto (colaboração) será discutido, na próxima subseção.

O quadro 21 apresenta as diretrizes para PMP,   luz dos aspectos processuais de implementação e traz as fontes de evidências destas diretrizes.

Quadro 21   Diretrizes de natureza processual para a implementação do PMP

	Diretrizes propostas	Fonte de evidência	
		RSL	Estudo de caso
D1	Realizar pull planning	x	x
D2	Dimensionar carga e capacidade dos escritórios de projetos contratados	x	x
D3	Promover uma análise aprofundada dos projetos executivos com vistas a identificação de restri�es		x
D4	A dotar pulmões de tempo (buffers) no planejamento de médio prazo	x	x
D5	Desenvolver cadernos de restri�es	x	x
D6	Dar ênfase aos cadernos de restri�es que apresentem recursos gargalos	x	
D7	Alimentar o caderno de restri�es com dados históricos de projetos similares	x	x
D8	Vincular o caderno de restri�es ao SGQ	x	x
D9	Efetuar acompanhamento diário das restri�es		x
D10	Realizar estudos de primeira execução (first run study) com vistas a identificação de restri�es ocultas que não foram previamente mapeadas nas reuniões de PMP	x	
D11	Realizar cobrança hier�quica das restri�es		x
D12	Utilizar a análise qualitativa e quantitativa de riscos de custo e de prazo com vistas a avaliação da criticidade das restri�es	x	x
D13	Efetuar reuniões de PMP que abarquem o processo de preparação de tarefas, o planejamento das opera�es e, dependendo das necessidades do projeto, que alcancem outras áreas importantes para o empreendimento	x	x
D14	Utilizar L BMS para extrair os locais e os pacotes de trabalho do médio prazo	x	x
D15	A dotar categorias de restri�es	x	x
D16	Empregar indicadores para acompanhamento do PMP	x	x

Fonte: elaborado pela autora

5.2 Proposição de diretrizes – luz dos aspectos organizacionais de implementação do PMP

O estudo de caso da usina fotovoltaica evidenciou que a contratação tardia dos escritórios de projetos reverberou na qualidade das restrições do médio prazo (item 4.4.1.1), nos processos de suprimentos (item 4.3.2) e na terminalidade dos serviços executados (item 4.4.1.1). Logo, é necessário que ocorra envolvimento precoce das partes interessadas (item 4.4.2.2), conforme preconizam Gao, Chan e Hendy (2023); Limenih, Demisse e Haile (2022) e Pourrahimian, Shehab e Hamzeh (2023) (itens 4.1.3.2 e 4.1.4).

Cumprido destacar que a elaboração dos projetos executivos foi citada por 9 dos 11 entrevistados, como causa de atraso do empreendimento (tabela 17 do item 4.3.3). Isto denota a importância da entrada, o mais cedo possível, da equipe de engenharia (item 4.4.1.2).

Ademais, a diretriz de implementação antecipada do PMP pode auxiliar na identificação tempestiva de restrições. No estudo de caso da usina fotovoltaica do consórcio X, a implementação do PMP iniciou-se de forma tardia (dois meses após início do empreendimento), o que pode ter influenciado a qualidade das restrições inicialmente levantadas (item 4.4.1.1).

Das respostas obtidas nas entrevistas semiestruturadas, notou-se também que o apoio da alta gestão (item 4.4.2.2) foi essencial para a implementação do PMP, uma vez que os colaboradores exibiram resistência inicial à implantação (item 4.4.2.1). Contudo, o apoio da alta gestão deve se estender também ao gerenciamento de riscos, haja vista sua interface com o PMP, no tocante às restrições que são subjacentes a um determinado risco (item 4.4.1.2).

Além do apoio da alta gestão, outro fator importante para aumentar o envolvimento no PMP e a qualidade das restrições criadas, é a promoção da colaboração dos participantes (item 4.4.2.2). Isto é explicitado na RSL (item 4.1.3.2) e nas entrevistas semiestruturadas (item 4.4.2.1).

No estudo de caso, realizou-se o envolvimento de profissionais de diversas áreas (segurança do trabalho, qualidade, produção, planejamento e controle, custos, administração contratual, recursos humanos e administrativo-financeiro), distribuídos em diferentes cargos (estratégicos, táticos e operacionais) (item 4.2.2.2). Contudo, notou-se participação limitada de encarregados, nas reuniões de PMP (item 4.4.2.1). Durante as entrevistas semiestruturadas, 3 dos 11 profissionais entrevistados sugeriram que o PMP alcançasse os encarregados de uma forma mais abrangente (item 4.4.2.1).

Logo, é recomendável envolver gerentes, engenheiros, supervisores, encarregados e representantes de diferentes áreas que possam contribuir com o processo de preparação das

tarefas. A participação de encarregados é especialmente importante em razão de sua posição como últimos planejadores (item 4.1.3.2).

Outra diretriz importante é realizar treinamentos com os envolvidos (item 4.4.2.1). No estudo empírico, notou-se que a consultoria L efetuou treinamentos no início da implementação do LPS (item 4.2.2.2). Portanto, para um dos entrevistados (item 4.4.2.1), é importante que um colaborador interno da empresa também faça os treinamentos e enfatize a importância do lean para as lideranças. Nesse contexto, o treinamento deve focar, sobretudo, nos colaboradores que denotam desconexão com os conceitos lean e deve apresentar periodicidade condizente com as características do projeto e de seus colaboradores.

Para promover a gestão visual, foram utilizados, no estudo de caso, painéis quadriculados com notas autoadesivas coloridas, visando apresentar o planejamento das 8 semanas e expor as restrições criadas (item 4.2.2.1). Além disso, o empreendimento lançou mão de painéis metálicos com o layout da planta da usina fotovoltaica devidamente adesivado, de modo a facilitar a identificação de interface entre atividades e possíveis restrições (item 4.2.2.1). Outro recurso empregado foram os pictogramas digitais para acompanhamento da atividade (item 4.2.2.2).

Estas ferramentas cumpriram o objetivo de comunicar informações e não foram objeto de críticas, nas reuniões ou nas entrevistas semiestruturadas. Por conseguinte, entende-se que é recomendável promover a gestão visual com painéis quadriculados para registro das restrições e para exposição do planejamento das 8 semanas. Além disso, é cabível empregar pictogramas e expor a planta baixa do projeto, em painéis, para identificação visual de eventuais restrições.

O quadro 22 consolida as diretrizes acima elucidadas, tendo em vista os aspectos organizacionais de implementação do PMP.

Quadro 22 - Diretrizes de natureza organizacional para implementação do PMP

Diretrizes propostas	Fonte de evidência	
	RSL	Estudo de caso
D1 Promover o envolvimento precoce das partes interessadas	x	x
D2 Fomentar a entrada o mais cedo possível da equipe responsável pelos projetos executivos	x	x
D3 Contar com apoio da alta gestão no tocante ao LPS e ao gerenciamento de riscos	x	x
D4 Promover a colaboração	x	x
Continua		

Quadro 22 – Diretrizes de natureza organizacional para implementação do PMP (continuação)

	Diretrizes propostas	Fonte de evidência	
		RSL	Estudo de caso
D5	Envolver gerentes, engenheiros, supervisores, encarregados e representantes de diferentes áreas que possam contribuir com o processo de preparação das tarefas	x	x
D6	Realizar treinamentos com os envolvidos no início do empreendimento	x	x
D7	Reforçar treinamento com colaboradores que denotem desconhecimento com os conceitos lean	x	x
D8	Realizar treinamento com periodicidade condizente com as características do projeto e de seus colaboradores		x
D9	Promover a gestão visual com painéis quadriculados para registro das restrições e para exposição do planejamento das 8 semanas, empregar pictogramas para acompanhamento das atividades e expor o layout da planta do parque, com vistas à identificação visual de eventuais restrições.	x	x

Fonte: elaborado pela autora

5.3 Proposição de diretrizes – luz dos aspectos técnicos de implementação do PMP

Os resultados da RSL mostraram que a adoção de softwares específicos para LPS e a utilização do BIM em conjunto com o PMP podem (1) facilitar a modelagem de restrições, (2) contribuir para o aumento da qualidade das restrições criadas e (3) auxiliar na modelagem das operações (item 4.1.3.3). Vale destacar, porém, que em razão de restrições orçamentárias, a sinergia entre o BIM e o PMP não foi testada no estudo de caso da usina fotovoltaica (itens 4.2.2.3 e 4.2.2.4). Diferentemente, a RSL apresentou diversos estudos que abordaram esta sinergia.

Por outro lado, o estudo de caso revelou que o emprego de ferramentas digitais com o histórico de restrições de projetos similares tem potencial para servir como um guia ou referência, ajudando a garantir a qualidade das restrições criadas (itens 4.4.1.4, 4.4.3.1 e 4.4.3.2). O caderno de restrições, consoante exposto no item 4.4.1.3, foi o primeiro passo, no contexto do empreendimento, para a materialização deste histórico. Entretanto, ele não foi incorporado em nenhuma ferramenta digital que integre as informações dos horizontes do LPS.

Outra diretriz a ser considerada, a partir dos resultados do estudo de caso, relaciona-se com o uso de ferramentas digitais automatizadas, vinculadas à planta baixa do projeto, para obter informações visuais sobre os locais com restrições. O estudo empírico adotou software

2D para controle de informações visuais; todavia, conforme evidenciado no item 4.4.3.1, não havia automatização entre as planilhas de controle de restrições e a aplicação digital 2D. A ausência desta automatização foi uma das barreiras de implementação mapeadas pela pesquisa.

No projeto de construção da usina fotovoltaica, notou-se também que a adoção de planilhas eletrônicas para registro e acompanhamento das restrições e para geração de indicadores do PMP foi considerada como adequada, pelos entrevistados (item 4.4.3).

No tocante ao controle de materiais, uma recomendação importante diz respeito a utilização de softwares para acompanhamento do status dos pedidos de compra. O parque solar do estudo empírico adotou software TOTVS para tal gestão e houve aceitação da ferramenta, pelos envolvidos (item 4.4.3).

Outra diretriz pertinente é o emprego de aplicativos de mensagens, como WhatsApp por exemplo, de modo a facilitar a comunicação entre os participantes. No estudo de caso, o WhatsApp foi adotado para dar publicidade ao médio prazo (item 4.4.2.4) e para cobrar atendimento dos pré-requisitos para início das atividades dentro do prazo (itens 4.2.2.3 e 4.4.1.2). Ressalta-se ainda que o uso de aplicativos de mensagens alinha-se com as recomendações de literatura de Hamerski, Formoso e Isatto (2023) e Erazo-Rondinel, Vila-Comum e Alva (2020) (quadro 9).

No quadro 23, a presente pesquisa compila as diretrizes para o PMP, sob o prisma dos aspectos técnicos de implementação.

Quadro 23 - Diretrizes de natureza técnica para a implementação do PMP

	Diretrizes propostas	Fonte de evidência	
		RSL	Estudo de caso
D1	Criar ferramentas digitais com o histórico de restrições de projetos similares		x
D2	A dotar softwares específicos para LPS÷	x	
D3	Utilizar BIM associado ao PMP	x	
D4	Empregar de ferramentas digitais automatizadas e vinculadas à planta baixa do projeto	x	x
D5	A dotar planilhas eletrônicas para análise das restrições	x	x
D6	Utilizar softwares para acompanhamento do status dos pedidos de compra	x	x
D7	Fomentar o emprego de aplicativos de mensagens como o WhatsApp por exemplo	x	x

Fonte: elaborado pela autora

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa apresentou, como objetivo geral, propor diretrizes para implementação do PMP em usinas fotovoltaicas a partir de lições aprendidas em um projeto de construção de uma usina fotovoltaica de grande porte. Com esse intuito, neste objetivo geral, o trabalho buscou (1) investigar as práticas empregadas para implementação do PMP na construção, (2) analisar o processo de implementação do PMP, em uma usina fotovoltaica, (3) discutir as dificuldades identificadas durante a implantação e (4) analisar as soluções formuladas para superar os desafios da implantação do PMP.

A pesquisa atingiu seus objetivos, visto que, por meio da revisão sistemática de literatura, foram exibidas as abordagens empregadas para implementação e aprimoramento do PMP, contribuindo para a compreensão teórica da temática estudada (item 4.1). Na sequência, o estudo empírico permitiu a análise da implementação do PMP (itens 4.2 e 4.3), a identificação das barreiras de implantação (item 4.4) e a discussão das melhorias empregadas com vistas a sobrepujar as dificuldades de implementação do PMP (item 4.4). Finalmente, de posse dos resultados da RSL e do estudo de caso, a pesquisa formulou um conjunto de diretrizes para implantação do médio prazo, em projetos de usinas fotovoltaicas de grande porte (item 5); materializando, nesse contexto, o adimplemento ao seu objetivo geral.

A pesquisa evidenciou ainda, por meio da RSL, a escassez de estudos relacionados à implementação do PMP, em projetos de usinas fotovoltaicas de grande porte (item 4.1.1). Ademais, expôs que os aspectos de implementação processuais e organizacionais são os mais estudados, pela literatura, embora, nos últimos 13 anos, os aspectos técnicos tenham esboçado expressivo aumento no número de pesquisas (item 4.1.1).

No âmbito do estudo empírico, o trabalho mostrou que a usina fotovoltaica estudada apresentou dificuldades de implementação relacionadas à análise de restrições, à liberação de atividades restritas para o curto prazo, à falta de mecanismos para priorização de restrições, à resistência inicial à metodologia LC, à reduzida colaboração dos participantes, à escassa compreensão dos conceitos lean, à falta de disciplina com as rotinas de PMP e à falta de qualidade das restrições mapeadas, dentre outras (item 4.4).

Além disso, a introdução tardia das partes responsáveis pela elaboração de projetos executivos também reverberou na implementação do PMP, gerando sobreposição das etapas de projeto com as etapas de construção e promovendo pouco tempo para a análise dos projetos, para processo de aquisição de materiais e para a contratação de equipamentos (itens 4.3 e 4.4). A este respeito, entre as principais causas de atraso do empreendimento, os profissionais

entrevistados citaram os atrasos dos projetos executivos, atrasos na aquisição de materiais e a execução de atividades sem terminalidade (item 4.3.3).

Este fato reforça a importância da entrada precoce das partes interessadas, em especial de projetistas, dado que a emissão de projetos executivos, conforme data planejada, proporciona um maior tempo de análise e de tomada de ações relacionadas aos pré-requisitos do trabalho (itens 4.4.1.2 e 4.4.2.2). Vale salientar que as categorias de restrições com mais restrições criadas foram: materiais, projetos, equipamentos e qualidade (item 4.3.2), o que também sublinha a relevância da entrada precoce de projetistas, bem como da solicitação oportuna de materiais e de equipamentos.

A média de dias de atraso das remoções de restrições do projeto foi de 18 dias e a média de dias de atraso das atividades foi de 28 dias (item 4.3.2). No total, foram identificadas 868 restrições (item 4.3.2). Deste montante, 66,01% foram removidas dentro do prazo e 33,99% foram removidas com atraso (item 4.3.2).

A partir dos resultados da RSL, das dificuldades de implementação, das sugestões de aprimoramento adotadas para o PMP da usina fotovoltaica e das lições aprendidas, a pesquisa propôs um conjunto de diretrizes para implementação do planejamento de médio prazo, em projetos de usinas fotovoltaicas de grande porte (item 5). A contribuição prática do conjunto de diretrizes foi mostrar possíveis caminhos a serem seguidos para implementação do PMP, em projetos de construção, com ênfase na área de infraestrutura. A contribuição teórica relaciona-se com a melhoria da compreensão acadêmica acerca da implementação do PMP, em parques solares de grande porte.

O conjunto de diretrizes para o PMP preconiza a adoção do caderno de restrições, cuja finalidade é apresentar uma listagem dos pré-requisitos para início das atividades. A contribuição do caderno de restrições é amparar o processo de preparação das tarefas, auxiliando na identificação de restrições e tornando o processo menos dependente da memória dos participantes.

Outros aspectos importantes abordados pelas diretrizes são o acompanhamento diário de restrições e a análise quantitativa e qualitativa de riscos. O acompanhamento diário consiste em reuniões curtas entre o multiplicador lean e os responsáveis pelas restrições (item 4.4.1.2). Sua contribuição é promover uma melhor gestão das restrições e das ações que precisam ser tomadas para cumprimento das datas previstas de remoções. A análise de risco, por seu turno, contribui para determinar a criticidade das restrições e auxiliar na sua priorização, pela equipe do projeto (item 4.4.1.2).

Os resultados das entrevistas e os dados de IRR apontaram que o caderno de restrições e o acompanhamento diário foram bem recebidos pela equipe e apresentaram perspectivas encorajadoras com relação a seu uso (itens 4.4.1.2 e 4.4.1.4). Por outro lado, a análise quantitativa de riscos não exibiu aprofundamento no que tange aos impactos de custos, o que denotou necessidade de estudos de custos detalhados acerca dos riscos mapeados (item 4.4.1.2).

As diretrizes para o PMP realçaram ainda a importância do apoio da alta gestão, da promoção da colaboração, da realização de treinamentos, da exploração de estudos de primeira execução, do emprego de ferramentas digitais com o histórico de restrições de projetos similares, da automatização de processos, dentre outros.

Conclui-se, assim, que o conjunto de diretrizes para implementação do PMP auxilia na implantação do médio prazo, em usinas fotovoltaicas, proporcionando um direcionamento acerca dos aspectos processuais, organizacionais e técnicos que devem ser seguidos, na busca do sucesso da aplicação do PMP.

Vale salientar ainda que as soluções gerenciais concebidas, durante o estudo de caso, subsidiaram a formulação de sugestões de melhorias ao modelo teórico de implementação do PMP sustentado por Angelim (2019) (item 4.5). Estas sugestões juntamente com as diretrizes compõem a contribuição teórica da pesquisa.

As limitações do trabalho relacionam-se com a não exploração de ferramentas digitais específicas do LPS e com a ausência de automatização dos aparatos tecnológicos adotados (item 4.4.3.1), o que pode ter reduzido o entendimento de potenciais benefícios dos aspectos técnicos para o sucesso da implementação do PMP. Além disso, outra limitação diz respeito à atuação da pesquisadora como coordenadora de PCP da usina fotovoltaica. Ressalta-se, portanto, que visando eliminar interpretações pessoais, a pesquisadora buscou validar o roteiro da entrevista semiestruturada com a consultoria lean do projeto e com o gerente de PCP do empreendimento (item 3.2.2.2). Adicionalmente, procurou utilizar documentos produzidos por outras fontes, como, por exemplo, os relatórios da consultoria (item 3.2.2.2).

Para estudos futuros, a pesquisa propugna: (1) implantação do caderno de restrições para todas as atividades do projeto com posterior análise da estabilização do fluxo de trabalho, por meio de dados de produtividade e de produção das atividades, (2) desenvolvimento de modelos que conjuguem o PMP e o gerenciamento de riscos, com ênfase na análise quantitativa de custos das restrições, (3) elaboração de novas estratégias ou abordagens para melhoria dos aspectos organizacionais do PMP, tendo em vista técnicas da área de gestão de pessoas e (4) introdução de ferramentas digitais que promovam maior automatização dos processos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOU-IBRAHIM, H. et al. Understanding the planner's role in lookahead construction planning. *Production Planning & Control*, v. 30, n. 4, p. 271-284, 12 mar. 2019. Disponível em: < <https://www-tandfonline.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1080/09537287.2018.1524163>>
- ALYRIO, R. D. *Métodos e técnicas de pesquisa em administração*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 31000: Gestão de riscos - Diretrizes. Rio de Janeiro, 2018.
- ABDELHAMID, T. S. et al. Working Through Unforeseen Uncertainties Using the OODA Loop: An Approach for Self-Managed Construction Teams. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 17. Anais... Taipei, 2009. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/619>>
- ABDELHAMID, T. S.; JAIN, S.; MROZOWSKI, T. Analyzing the Relationship Between Production Constraints and Construction Work Flow Reliability: An SEM Approach. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 18. Anais... Haifa, 2010. Disponível em: < <https://iglc.net/papers/Details/739>>
- ADAMU, I.; HOWELL, G. Applying Last Planner in the Nigerian Construction Industry. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 20. Anais... San Diego, 2012. Disponível em: < <https://iglc.net/papers/Details/782>>
- ALARCON, L.; BETANZO, C.; DIETHELM, S. Reducing Schedule in Repetitive Construction Projects. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 12. Anais... Helsingor, 2004. Disponível em: < <https://iglc.net/papers/Details/282>>
- ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A. T.; MOTA, C. M. M. Prioritizing activities on a building site project. In: International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). Anais... Singapore, 2011. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6118043/>>
- ALVES, L. H. et al. Análise documental e sua contribuição no desenvolvimento da pesquisa científica. *Cadernos da Fucamp, Monte Carmelo*, v. 20, n. 43, p. 51-63, 2021. Disponível em: < <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2335>>
- ALVES, T.; BRITT, K. Working to Improve the Lookahead Plan. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 19. Anais... Lima, 2011. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1154>>
- AMER, F.; JUNG, Y.; GOLPARVAR-FARD, M. Construction schedule augmentation with implicit dependency constraints and automated generation of lookahead plan revisions.

Automation in Construction, v. 152, p. 104896, ago. 2023. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580523001565>>

ANGELIM, V. L. Proposta de modelo para apoio à realização do planejamento de médio prazo na construção civil. 2019. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará Fortaleza, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/44167>>

ANGELIM, V. L. et al. Planejamento de médio prazo: panorama de sua aplicação na construção civil. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 87-104, jan./mar. 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/8LQd6KfDyDBYQBhW96YsVdc/abstract/?lang=pt>>

ANTONINI, B. G. et al. Logistics Planning Within the Last Planner System for Highway Construction Projects. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 31. Anais... Lille, 2023. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/2126>>

ASLESEN, S.; TOMMELEIN, I. D. What makes the Last Planner? A Typology of Behavioral Patterns of Last Planners. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 24. Anais... Boston, 2016. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/1360>>

AUADA JÚNIOR, J.; SCOLA, A.; CONTE, A. S. I. Last Planner as a Site Operations Tool. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 6. Anais... Guarujá 1998. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/49>>

BALLARD, G. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 5. Anais... Gold Coast, 1997. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/17>>

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: Essential Step in Production Control. Journal of Construction Engineering and Management, [s. l.], v. 124, n. 1, p. 11-17, 1998. Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%290733-9364%281998%29124%3A1%2811%29>>

BALLARD, G. The last planner system of production control. 2000. 192f. Doctor of Philosophy, University of Birmingham, Birmingham, 2000. Disponível em: <<http://etheses.bham.ac.uk/4789/>>

BALLARD, G.; HOWELL, G. An Update on Last Planner. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 11. Anais... Virginia, 2003. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/227>>

BALLARD, G.; HOWELL, G. Competing Construction Management Paradigms. Lean Construction Journal, v. 1, n. 1, p. 38-45, 2004. Disponível em: <[https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40671\(2003\)39](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40671(2003)39)>

BALLARD, G.; HAMZEH, F.; TOMMELEIN, I. D. The last planner production system workbook: improving reliability in planning and work flow. Project Production Systems Laboratory (P2SL). University of California, Berkeley, 2007.

BALLARD, G.; HAMMON, J.; NICKERSON, R. Production Control Principles. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 17. Anais... Taipei, 2009. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/623>>

BALLARD, G.; VAAGEN, H. Project Flexibility and Lean Construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 25. Anais... Heraklion, 2017. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1459>>

BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. 2020 Current process benchmark for the last planner÷ system of project planning and control. Technical Report, Project Production Systems Laboratory (P2SL). University of California, Berkeley, 2021.

BARBOSA, G. et al. Implementing Lean Construction Effectively in a Year in a Construction Project. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 21. Anais... Fortaleza, 2013. Disponível em: < <https://www.iglc.net/papers/details/874>>.

BARCAUI, A. et al. Gerenciamento do Tempo em Projetos. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

BELAYUTHAM, S. et al. Production planning, monitoring and review: comparison between the practices in an urban rail transit megaproject with the Last Planner System. The TQM Journal, 6 jul. 2021. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/TQM-11-2020-0282/full/html>>

BELLAVER, G. et al. Implementing lookahead planning and digital tools to enable scalability and set of information in a multi-site lean implementation. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 30. Anais... Edmonton, 2022. Disponível em: < <https://www.iglc.net/papers/details/2004>>.

BIOTTO, C. et al. Project pull planning based on location: from construction to design. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 30. Anais... Edmonton, 2022. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1991>>.

BOTEGA, G. S. S. et al. Aplicao de software para análise de restries e gerenciamento diário em administradora de obras. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construido (ENTAC), 29. Anais... Canela, 2022. Disponível em: < <https://doi.org/10.46421/entac.v19i1.2055>>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Pretendida Contribuio Nacionalmente Determinada. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2015. Disponível em: < <https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf>>

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2032: Energia e meio ambiente. Rio de Janeiro: EPE, 2022. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-689/topico-640/Caderno%20Energia%20e%20Meio%20Ambiente%20-%20PDE%202032.pdf>>

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. BEN-Balancão Energético Nacional: Relatório Síntese 2023 - Ano base 2022. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: < https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%A9ntese_2023_PT.pdf>

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034: Premissas demográficas e econômicas. Rio de Janeiro: EPE, 2024a. Disponível em: < https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-804/topico-709/Caderno%20de%20Economia%20-%20PDE%202034%20vf_21032024_%20Logo20anos.pdf>

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. BEN-Balancão Energético Nacional: Relatório Síntese 2024 - Ano base 2023. Rio de Janeiro: EPE, 2024b. Disponível em: < https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%A9ntese_2024_PT.pdf>

BORTOLAZZA, R. C.; COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T. A Quantitative Analysis of the Implementation of the Last Planner System in Brazil. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 13. Anais... Sydney, 2005. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/387>>.

BORTOLAZZA, R.; FORMOSO, C. T. A Quantitative Analysis of Data Collected From the Last Planner System in Brazil. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 14. Anais... Santiago, 2006. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/415>>.

CAMPOS, A. F. M. D.; CAETANO, L. M. D.; GOMES, V. M. L. R. REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA EM EDUCAÇÃO: CARACTERÍSTICAS, ESTRUTURA E POSSIBILIDADES DAS PESQUISAS QUALITATIVAS. *Linguagens, Educação e Sociedade*, v. 27, n. 54, p. 139-169, 2 jun. 2023. Disponível em: < <https://periodicos.ufpi.br/index.php/lingedusoc/article/view/2702>>

CARVALHO, L. A. A. P. et al.. Gestão visual das ferramentas lean no planejamento de obras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 43. Anais... Fortaleza, 2023. Disponível em: < https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_399_1956_46531.pdf>

CASTILLO, T.; ALARCÓN, L. F.; SALVATIERRA, J. L. Last Planner System, social networks and performance of construction projects. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 24. Anais... Boston, 2016. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1311>>

- CASTRO, L. C.; WATANUKI, H. M. Lean Construction: uma forma de estabilizar o fluxo produtivo na indústria da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 41. Anais... Foz do Iguaçu, 2021. Disponível em: < https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_354_1820_42219.pdf>
- CELLARD, A. A Análise Documental. In: POUPART, J. et al. (Orgs.). A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. p. 295 - 316.
- CERVERA-ROMERO, F. et al. Last Planner System and Lean Approach Process Experiences From Implementation in Mexico. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 21. Anais... Fortaleza, 2013. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/884>>
- CHEN, Q. et al. Using look-ahead plans to improve material flow processes on construction projects when using BIM and RFID technologies. Construction Innovation, v. 20, n. 3, p. 471-508, 8 jun. 2020. Disponível em: < <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CI-11-2019-0133/full/html>>
- CHEN, Q. et al. Exploiting digitalization for the coordination of required changes to improve engineer-to-order materials flow management. Construction Innovation, v. 22, n. 1, p. 76-100, 3 jan. 2022. Disponível em: < <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CI-03-2020-0039/full/html>>
- CHIAVENATO, I. Introdução à Teoria Geral da Administração. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- CHOO, H; TOMMELEIN, I. WorkMovePlan: Database for Distributed Planning and Coordination. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 8. Anais... Brighton, 2000. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/98>>
- CHUA, D. K. H.; JUN, S. L.; HWEE, B. S. Integrated Production Scheduler for Construction Look-Ahead Planning. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 7. Anais... Berkeley, 1999. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/66>>
- CISTERNA, D; ALERCON, L. F.; ALERCON, I. Use of a Risk Matrix as Selector of Activity Priority Execution Based on Project History. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 21. Anais... Fortaleza, 2013. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/885>>
- COELHO, H. O. Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil. 2003. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2L7ZZDA>>.
- CONTE, A. Last Planner, Look Ahead, PPC: a Driver to the Site Operations. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 6. Anais... Guarujá 1998. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/32>>

- CONTE, M. et al. Exploring the Use of Digital Visual Management for Last Planner System Implementation. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 30. Anais... Edmonton, 2022. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1995>>
- COOPER, D. R. SCHINDLER, P. S. Métodos de pesquisa em administração. 10. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- DANIEL, E. et al. Empirical Study on the Influence of Procurement Methods on Last Planner System Implementation. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 26. Anais... Chennai, 2018. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1593>>
- DANIEL, E. I.; PASQUIRE, C.; DICKENS, G. Exploring the Implementation of the Last Planner System Through IGLC Community: Twenty One Years of Experience. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 23. Anais... Perth, 2015. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1189>>
- DAVE, B.; BODDY, S.; KOSKELA, L. Improving Information Flow Within the Production Management System With Web Services. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 18. Anais... Haifa, 2010. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/738>>
- DAVE, B.; BODDY, S.; KOSKELA, L. Challenges and Opportunities in Implementing Lean and BIM on a Infrastructure Project. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 21. Anais... Fortaleza, 2013. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/888>>
- DAVE, B. et al. Suggestions to improve lean construction planning. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 23. Anais... Perth, 2015. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1225>>
- DAVE, B. et al. Opportunities for enhanced lean construction management using Internet of Things standards. Automation in Construction, v. 61, p. 86-97, jan. 2016. Disponível em: < <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580515002149>>
- DAVE, B.; SEPPÄNEN, O.; MODRICH, R. U. Modeling Information Flows Between Last Planner and Location Based Management System. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 24. Anais... Boston, 2016. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1321>>
- DAVID, K. H. C.; SHEN, L. J. Constraint Modeling and Buffer Management With Integrated Production Scheduler. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 9. Anais... Singapore, 2001. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/134>>
- DAVIS, S. R. An Algorithm for Creating Master Schedules That Minimises Schedule Reorganisation Resulting From Adverse Risk Events. In: ANNUAL CONFERENCE OF

THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 17. Anais... Taipei, 2009. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/632>>.

DYER, G.; WILKINS, A. L. Better Stories, Not Better Constructs, to Generate Better Theory: A Rejoinder to Eisenhardt. *The Academy of Management Review*, v. 16, n. 3, p. 613-619 jul. 1991. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/258920>>

EBBS, P.; PASQUIRE, C. Make Ready Planning Using Flow Walks: A New Approach to Collaboratively Identifying Project Constraints. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 26. Anais... Chennai, 2018. Disponível em: <<https://www.iglc.net/papers/details/1598>>

ELDAMNHOURY, E. S.; HANNA, A. S. Investigating Vertical Integration Strategies in Modular Construction. In: *Construction Research Congress*. Anais... Arizona, 2020. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784482889.131>.

ELEUTÉRIO, R. S.; MELO, R. S. S. Indicadores de aderência entre planos de médio e curto prazo. In: *Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC)*. Anais... Londrina, 2019. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/download/26/21>>

ERAZO-RONDINEL, A. A.; VILA-COMUN, A.; ALVA, A. Application of the Last Planner System in a Sports Infrastructure Project in Peru. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 28. Anais... Berkeley, 2020. Disponível em: <<https://www.iglc.net/papers/details/1816>>

ETGES, B. M. et al. Using BIM With the Last Planner System to Improve Constraints Analysis. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 28. Anais... Berkeley, 2020. Disponível em: <<https://www.iglc.net/papers/details/1793>>

EVINGER, J.; MOUFLARD, C.; SEPPÄNEN, O. Productivity Effects of Starting as Early as Possible in Hospital Construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 21. Anais... Fortaleza, 2013. Disponível em: <<https://www.iglc.net/papers/details/897>>

FIREMAN, M. et al. (2020). LEAN CONSTRUCTION NO BRASIL: Nível de maturidade das empresas em 2020. Julho de 2020. Disponível em: <<https://www.climbgroup.com.br/diagnostico>>

FIREMAN, M. et al.. Last Planner System in the Owner's Perspective: Case Study in Onshore Wind Energy Projects. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 32. Anais... New Zealand, 2024. Disponível em: <<https://www.iglc.net/papers/details/2297>>

FRIBLICK, F.; OLSSON, V.; RESLOW, J. Prospects for Implementing Last Planner in the Construction Industry. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 17. Anais... Taipei, 2009. Disponível em: <<https://www.iglc.net/papers/details/635>>

FORMOSO, C. T. et al. Developing a Flow-Based Planning and Control Approach for Linear Infrastructure Projects. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 30. Anais... Edmonton, 2022. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/2042>>

FREEMAN, C.; SEPPÄNEN, O. Social Aspects Related to LBMS Implementation - A Case Study. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 22. Anais... Oslo, 2014. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1061>>

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 23, n. 1, p. 183-184, mar. 2014. Disponível em: < <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v23n1/v23n1a18.pdf>>

GAO, S.; CHAN, T.-K.; HENDY, P. Adoption of the digitalised last planner system in infrastructure projects: an Australian case study. *Construction Innovation*, 29 set. 2023. Disponível em: < <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CI-03-2023-0058/full/html>>

GIL, A.C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. Ed. São Paulo, Atlas, 2008.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, v. 35, n. 3, p. 20-29, jun. 1995. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>>

GOLDRATT, E. M.; FOX, J. *A meta: um processo de melhoria contínua*. 2. Ed. São Paulo: Nobel, 2002.

GUPTA, A.; DEVKAR, G. Investigating Emergence of New Tasks in Last Planner System: Social Network Perspective of Planning Behaviours. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 31. Anais... Lille, 2023. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/2141>>

HAMERSKI, D. C. et al. Production Planning and Control as-Imagined and as-Done: The Gap at the Look-Ahead Level. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 29. Anais... Lima, 2021. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1923>>

HAMERSKI, D. C. et al. The contributions of the Last Planner System to resilient performance in construction projects. *Construction Management and Economics*, v. 42, n. 4, p. 328-345, 2023. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01446193.2023.2262622>>

HAMZEH, F.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. Improving Construction Work Flow - The Connective Role of Lookahead Planning. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 16. Anais... Manchester, 2008. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/572>>

HAMZEH, F.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. Is the Last Planner System Applicable to Design? A Case Study. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP

FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 17. Anais... Taipei, 2009. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/644>>

HAMZEH, F.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. Rethinking Lookahead Planning to Optimize Construction Workflow. *Lean Construction Journal*, v. 1, n. 1, p. 15-34, 2011. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Farook-Hamzeh/publication/242112250_Rethinking_Lookahead_Planning_to_Optimize_Construction_Workflow/links/0deec51d52c5dba37c000000/Rethinking-Lookahead-Planning-to-Optimize-Construction-Workflow.pdf>

HAMZEH, F. et al. Is Improvisation Compatible with Lookahead Planning? An Exploratory Study. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 20. Anais... San Diego, 2012. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/777>>

HAMZEH, F.; ARIDI, O. Modeling the Last Planner System Metrics: A Case Study of an Aec Company. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 21. Anais... Fortaleza, 2013. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/907>>

HAMZEH, F. R. et al. Understanding the role of `tasks anticipated_ in lookahead planning through simulation. *Automation in Construction*, v. 49, p. 18-26, jan. 2015. Disponível em: < <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580514002039>>

HAMZEH, F.; ZANKOUL, E.; SAKKA, F. Removing Constraints to Make Tasks Ready in Weekly Work Planning. *Procedia Engineering*, [s. l.], v. 164, n. June, p. 68-74, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.593>>

HERNANDES, E. et al. Using GQM and TAM to evaluate StArt - a tool that supports Systematic Review. *CLEI Electronic Journal*, v. 15, n. 1, p. 3-3, abr. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.edu.uy/pdf/cleiej/v15n1/v15n1a03.pdf>>

HOWELL, G. What is Lean Construction - 1999. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 7. Anais... Berkeley, 1999. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/74>>

JACOBS, G. F. review of lean construction conference proceedings and relationship to the Toyota production system framework. 2010. 165f. Doctor of Philosophy, Colorado State University, Colorado, 2010. Disponível em: < <https://mountainscholar.org/items/ac205495-be68-442e-9afa-ef3d677737d8> >

JANSSON, G.; VIKLUND, E.; LIDEL^a W, H. Design management using knowledge innovation and visual planning. *Automation in Construction*, v. 72, p. 330-337, dez. 2016. Disponível em: < <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580516301947>>

JAVANMARDI, A. et al. Constraint Removal and Work Plan Reliability: A Bridge Project Case Study. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 26. Anais... Chennai, 2018. Disponível em: < <https://www.iglc.net/papers/details/1606>>.

JOSHI, H. S. et al. Quantitative Framework for Measuring Effectiveness of Big Room. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 28. Anais... Berkeley, 2020. Disponível em: < <https://www.iglc.net/papers/details/1829>>.

JU, S. L.; CHUA, D. H. K.; HWEE, B. S. Distributed Scheduling With Integrated Production Scheduler. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 8. Anais... Brighton, 2000. Disponível em: < <https://www.iglc.net/papers/details/122>>.

JUNNONEN, J.-M.; SEPPANEN, O. Task Planning as a Part of Production Control. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 12. Anais... Helsingor, 2004. Disponível em: < <https://www.iglc.net/papers/details/331>>.

KALA, T.; MOUFLARD, C.; SEPPANEN, O. Production Control Using Location-Based Management System on a Hospital Construction Project. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 20. Anais... San Diego, 2012. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/785>>.

KALSAAS, B. T.; SKAAR, J.; THORSTENSEN, R. T. Implementation of Last Planner in a Medium-Sized Construction Site. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 17. Anais... Taipei, 2009. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/648>>.

KASSAB, O.; YOUNG, B.; LAEDRE, O. Implementation of Last Planner System in an Infrastructure Project. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 28. Anais... Berkeley, 2020. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/1814>>

KEMMER, S. et al. Implementing last planner in the context of social housing retrofit. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 24. Anais... Boston, 2016. Disponível em: < <https://www.iglc.net/papers/details/1302>>.

KENLEY, R. Project Micro-Management: Practical Site Planning and Management of Work Flow. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 12. Anais... Helsingor, 2004. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/310>>

KIM, Y. ; JANG, J. Case Study: An Application of Last Planner to Heavy Civil Construction in Korea. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 13. Anais... Sydney, 2005. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/386>>

KIM, Y. ; JANG, J. Applying Organizational Hierarchical Constraint Analysis to Production Planning. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 14. Anais... Santiago, 2006. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/432>>

KOSKELA, Lauri. Application of the new production philosophy to construction. Center for Integrated Facility Engineering, [s. l.], v. 72, p. 1-81, 1992. Disponível em: <<https://goo.gl/3yNAkB>>

KOSKELA, L. Towards the Theory of (Lean) Construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 4. Anais... Birmingham, 1996. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/8>>.

KOSKELA, Lauri. An exploration towards a production theory and its application to construction. 2000. f. Tese (doutorado), Helsinki University of Technology, Espoo, Helsinki, 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/35018344_An_Exploration_Towards_a_Production_Theory_and_its_Application_to_Construction>

JACOBS, G. F. review of lean construction conference proceedings and relationship to the toyota production system framework. 2010. 165 f. Tese (doutorado), Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 2010. Disponível em: <<https://www.proquest.com/opview/940a89f6852ad1d56ef7282328826d46/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>>

KOSKELA, L. et al. The foundations of lean construction. In: BEST, R.; VALAENCE, G. Design and construction. 1ª ed. London: Routledge, 2002. P. 212-226

KULULANGA, G.; KUOTCHA, W. Measuring project risk management process for construction contractors with statement indicators linked to numerical scores. Engineering, Construction and Architectural Management, v. 17, n. 4, p. 336-351, 1 jan. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/09699981011056556>>.

LAGOS, C. I. et al. Methodology to Quantitatively Assess Collaboration in the Make-Ready Process. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 31. Anais... Lille, 2023. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/2128>>.

LAPPALAINEN, E. et al. Findings on the Use of the Last Planner System_a Case Study. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 30. Anais... Edmonton, 2022. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/1945>>.

LIM, C.; YU, J.; KIM, C. Implementing PPC in Korea's construction industry. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 14. Anais... Santiago, 2006. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/436>>

LIMENIH, Z. M.; DEMISSE, B. A.; HAILE, A. T. The Usefulness of Adopting the Last Planner System in the Construction Process of Addis Ababa Road Projects. Advances in Civil Engineering, v. 2022, p. 1-12, 26 fev. 2022. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/ace/2022/7846593/>>

LINDHARD, S.; WANDAHL, S. Improving the making ready process - Exploring the preconditions to work tasks in construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE

INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 20. Anais... San Diego, 2012. Disponível em: <<https://www.iglc.net/papers/details/801>>

MACHADO, Ricardo Luiz. A sistematização de antecipações gerenciais no planejamento da produção de sistemas da construção civil. 2003. 264f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84505>>

MALKOWSKI, M. L. et al. Aplicação da gestão de restrições com uso de tecnologia e melhoria contínua em uma construtora. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), 28. Anais... Porto Alegre, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.46421/entac.v18i.1060>>

MENDEZ JÚNIOR, R.; HEINECK, L. F.. Towards Production Control on Multi-Story Building Construction Sites. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 7. Anais... Berkeley, 1999. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/78>>.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Production*, v. 17, n. 1, p. 216-229, jan/abr 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-65132007000100015>>

MINAYO, M. C. S. O desafio da pesquisa social. In: MINAYO, M. C. S. (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Rio de Janeiro, RJ: Vozes, 2007. p. 9-29.

MINAYO, M. C. S. Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta. In: MINAYO, M. C. S. (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Rio de Janeiro, RJ: Vozes, 2009. p. 61-77.

MOHAMED, E. et al. Simulation-Based Approach for Lookahead Scheduling of Onshore Wind Projects Subject to Weather Risk. *Sustainability*, v. 13, n. 18, p. 10060, 8 set. 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/18/10060>>

MURGUIA, D. et al. Digital Measurement of Construction Performance: Data-todashboard Strategy. In: *World Building Congress*, 22. Anais... Melbourne, 2022. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1101/9/092009/pdf>>

NEPAL ELECTRICITY AUTHORITY, NEA et al. Risk management of high voltage transmission line project: a case study of ADB funded projects in Nepal. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, v. 6, n. 10, p. 94-105, 1 fev. 2022. Disponível em: <<https://www.ijeast.com/papers/94-105,Tesma610,IJEAST.pdf>>

NESTEBY, J. I. et al. Integration of BREEAM-NOR in Construction Projects: Utilizing the Last Planner System. *Energy Procedia*, v. 96, p. 100-111, set. 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1876610216307494>>

PIKAS, E. et al. Digital Last Planner System Whiteboard for Enabling Remote Collaborative Design Process Planning and Control. *Sustainability*, v. 14, n. 19, p. 12030, 23 set. 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/19/12030>>

PMI. Um guia de conhecimento em gerenciamento de projetos. Guia PMBOK 6^ª. ed. EUA: Project Management Institute, 2017.

PMI. Um guia de conhecimento em gerenciamento de projetos. Guia PMBOK 7^ª. ed. EUA: Project Management Institute, 2021.

POWER, W.; SINNOTT, D.; MULLIN, A.. Improving commissioning and qualification delivery using last planner÷ system. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 28. Anais... Berkeley, 2020. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/1761>>.

POWER, W.; SINNOTT, D.; LYNCH, P. Evaluating the Efficacy of a Dedicated Last Planner÷ System Facilitator to Enhance Construction Productivity. Construction Economics and Building, v. 21, n. 3, 15 Aug. 2021. Disponível em: <<https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.146076827100606>>

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D.; PICHI, F. A. Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 265-283, jan./mar. 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/hgNBcP7YfBXVYpzV3QsCkrj/abstract?lang=pt>>

OLIVIERI, H.; SEPPEN, O.; GRANJA, A. D. Improving workflow and resource usage in construction schedules through location-based management system (LBMS). Construction Management and Economics, v. 36, n. 2, p. 109-124, 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01446193.2017.1410561>>

OKOLI, C. A Guide to Conducting a Standalone Systematic Literature Review. Communications of the Association for Information Systems, v. 37, 2015. Disponível em: <<https://hal.science/hal-01574600/document>>

POURRAHIMIAN, E.; SHEHAB, L.; HAMZEH, F. Investigating and Simulating Collaboration Among the LPS÷ Phases. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 31. Anais... Lille, 2023. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/2113>>.

POWER, W. et al. An Evaluation of the Lookahead Planning Function in Last Planner÷ System. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 31. Anais... Lille, 2023. Disponível em: <<https://iglc.net/Papers/Details/2149>>.

RODRIGUES, P. B. et al. Uma proposta de integração do modelo BIM ao sistema last planner. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 301-317, out./dez. 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000400306>>

RODRIGUES-DA-SILVA, L. H.; CRISPIM, J. A. The Project Risk Management Process, a Preliminary Study. Procedia Technology, v. 16, p. 943-949, 2014. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212017314002746>>

SAMPAIO, R.; MANCINI, M. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 11, n. 1, p. 83-89, fev. 2007. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>>

SAMUDIO, M.; ALVES, T. Look-Ahead Planning: Reducing Variation to Work Flow on Projects Laden with Change. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 20. Anais... San Diego, 2012. Disponível em: < <https://iglc.net/Papers/Details/835>>

SANTOS, D. J. M. de Gois. Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras. 2004. 219f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88194>>

SBITI, M. et al. Toward BIM and LPS Data Integration for Lean Site Project Management: A State-of-the-Art Review and Recommendations. *Buildings*, v. 11, n. 5, p. 196, 7 maio 2021. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2075-5309/11/5/196>>

SEPPÄNEN, O.; BALLARD, G.; PESONEN, S. The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 18. Anais... Haifa, 2010. Disponível em: < <https://www.iglc.net/papers/details/700>>

SEPPÄNEN, O.; EVINGER, J.; MOUFLARD, C. Comparison of LBMS Schedule Forecasts to Actual Progress. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 21. Anais... Fortaleza, 2013. Disponível em: < <https://www.iglc.net/papers/details/947>>

SEPPÄNEN, O.; MODRICH, R.; BALLARD, G. Integration of Last Planner System and Location-Based Management System. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 23. Anais... Perth, 2015. Disponível em: < <https://www.iglc.net/Papers/Details/1201>>

SOUZA, M. C. A. Mudanças Climáticas e energia: Um estudo sobre contribuições brasileiras diante de um novo regime climático. 2017. 214f. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2017.985091>>

SOMAN, R. K. Modelling construction scheduling constraints using Shapes Constraint Language (SHAFL). In: EUROPEAN CONFERENCE ON COMPUTING IN CONSTRUCTION. Anais... Chania, 2019. Disponível em: <https://ec3.org/publications/conference/paper/?id=EC32019_170>

SOMAN, R. K.; MOLINA-SOLANA, M.; WHYTE, J. K. Linked-Data based Constraint-Checking (LDCC) to support look-ahead planning in construction. *Automation in Construction*, v. 120, p. 103369, dez. 2020. Disponível em: < <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580520309493>>

SOMAN, R. K.; MOLINA-SOLANA, M. Automating look-ahead schedule generation for construction using linked-data based constraint checking and reinforcement learning. *Automation in Construction*, v. 134, p. 104069, fev. 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580521005203>>

STILPEN, D. V. S.; CHENG, V. Solar Photovoltaics in Brazil: a Promising Renewable Energy Market. In: *INTERNATIONAL RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY CONFERENCE*, 3. Anais... Marrakech, 2015. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7455077>>

TAYEH, B. A. et al. Techniques and benefits of implementing the last planner system in the Gaza Strip construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 26, n. 7, p. 1424-1436, 18 jun. 2019. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAAM-01-2018-0039/full/html>>

TEJEIDA-PADILLA, R.; BADILLO-PÉREZ, I.; MORLAES-MATAMOROS, O. A Systems Science Approach to Enterprise Resources Planning Systems. *Systems Research and Behavioral Science*, v.27, n. 1, p. 87-95, jan./fev. 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sres.957>>

TOLEDO, M. et al. Using 4D Models for Tracking Project Progress and Visualizing the Owner's Constraints in Fast-Track Retail Renovation Projects. In: *ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC)*, 22. Anais... Oslo, 2014. Disponível em: <<https://www.iglc.net/Papers/Details/1085>>

TOLEDO, M.; OLIVARES, K.; GONZÁLEZ, V. Exploration of a Lean-Bim Planning Framework: A Last Planner System and Bim-Based Case Study. In: *ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC)*, 24. Anais... Boston, 2016. Disponível em: <<https://www.iglc.net/Papers/Details/1291>>

TOLMASQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. *Estudos Avançados*, v. 26, n. 74, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/jt7HSqtLSBMhyTgGYQgzqpn/?format=pdf&lang=pt>>

UTOMO DWI HATMOKO, J. et al. Are Indonesia contractors ready to implement last planner system? - an early investigation. In: *MATEC Web of Conferences*, 4. Anais... Solo Baru, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1051/mateconf/201819506012>>

VIEIRA, B. M. P.; BORGES, R. M. S.; BARROS NETO, J. P. Planejamento e controle de atividades de um escritório de projetos BIM de arquitetura e engenharia sob a ótica do Sistema Last Planner. In: *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC)*, 28. Anais... Porto Alegre, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.46421/entac.v18i.1247>>

VARGAS, R. V. *Análise de valor agregado*. 6 ed. Rio de Janeiro, Brasil: Brasport, 2013.

VELASQUEZ, D.; CARHUAMACA, S.; FARJE, J. Risks management model integrating the Analysis mode and failure effects within the Last Planner System to improve the time of real estate construction projects. In: *Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en*

Ingenier^oa (CONIITI), 7. Anais... Bogot^o 2021. Dispon^ovel em:
<<https://ieeexplore.ieee.org/document/9619752>>

WAMBEKE, Brad W.; LIU, Min; HSIANG, Simon M. Using Last Planner and a Risk Assessment Matrix to Reduce Variation in Mechanical Related Construction Tasks. Journal of Construction Engineering and Management, v. 138, n. 4, p. 491-498, 2012. Dispon^ovel em:
<<https://bit.ly/2rN0GxE>>

WAUTERS, M.; VANHOUCHE, M. Study of the stability of earned value management forecasting. Journal of construction engineering and management, v. 141, n. 4, p. 1-10, 2015. Dispon^ovel em: <[https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000947](https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000947)>

WEHBE, Farah A.; HAMZEH, Farook R. Failure mode and effect analysis as a tool for risk management in construction planning. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 21. Anais... Fortaleza, 2013. Dispon^ovel em: <<https://bit.ly/2LbDIYT>>

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. Dispon^ovel em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965262034988X>>

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e m^otodos. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

YIN, R. K. Pesquisa qualitativa do in^ocio ao fim. 5.ed. Porto Alegre: Penso, 2016.

APNDICE A - ROTEIRO DA OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE (ADAPTADO DE ANGELIM, 2019)

1. Envolvimento dos participantes nas reuniões de PMP, incluindo frequência e colaboração no processo de criação e resolução de restrições;
2. Processo de condução das reuniões, incluindo liderança, tempo das reuniões, capacidade de comunicação do multiplicador lean, capacidade de compreender e explicar o planejamento das próximas 8 semanas;
3. Análise do gerenciamento das restrições, incluindo processo de criação de restrições, atribuições, resolução de restrições, gestão de possíveis atrasos, cálculo do IRR e de outros indicadores de médio prazo, comunicação e visibilidade dos indicadores de médio prazo e criação de um grupo de atividades viáveis para o planejamento de curto prazo;
4. Análise da qualidade e tempestividade das restrições criadas.

APNDICE B - ROTEIRO DA ANÁLISE DOCUMENTAL

1. Documentos do horizonte de Longo Prazo do Projeto:
 - 1.1 Analisar cronograma desenvolvido no software MS Project e o LBMS e verificar possíveis impactos promovidos por restrições nº retiradas tempestivamente;
 - 1.2 Analisar o indicador IDP do projeto;
 - 1.3 Analisar a matriz de risco do projeto e verificar:
 - 1.3.1 Descrição dos riscos abertos;
 - 1.3.2 Análise qualitativa e quantitativa dos riscos;
 - 1.3.3 Categorias dos riscos;
 - 1.3.4 Contingências empregadas.
2. Documentos do horizonte de Médio Prazo do projeto:
 - 2.1 Analisar os seguintes indicadores:
 - a) IRR geral;
 - b) Total de restrições criadas por categoria;
 - c) Média de dias de atraso por categoria;
 - d) Média de dias atraso geral para resolução de restrições;
 - e) Total de restrições removidas dentro e fora do prazo previsto;
 - f) Total de restrições removidas, por categoria, dentro e fora do prazo previsto.
 - 2.2 Impactos das restrições nº retiradas tempestivamente.
3. Documentos do horizonte de Curto Prazo do Projeto:
 - 3.1 Analisar os impactos na programação de curto prazo, em face de restrições nº removidas;
 - 3.2 Analisar as causas de nº conclusões das atividades.
4. Outros documentos
 - 4.1 Analisar manual da implementação do LPS÷ elaborado pela consultoria, verificando os passos concebidos para implementação do LPS;
 - 4.2 Analisar relatórios semanais da implementação do LPS÷ elaborados pela consultoria, buscando as dificuldades da implantação e as melhorias adotadas;
 - 4.3 Analisar planilhas de suprimentos extraídas do sistema TOTVS e verificar possíveis impactos de restrições nº removidas no processo de aquisição;
 - 4.4 Analisar planos de ações para mitigação de atrasos;
 - 4.5 Analisar o caderno de restrições das atividades de comissionamento.

APNDICE C - ROTEIRO DA ENTREVISTA

Parte I: Caracteriza o do Profissional entrevistado

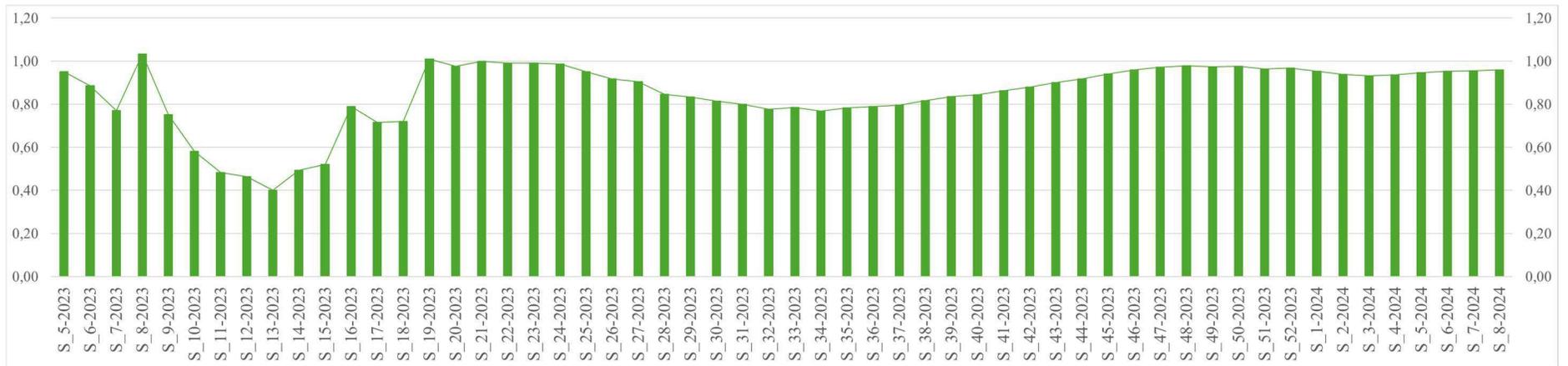
1. Cargo do entrevistado:
2. Possui quanto tempo de carreira?
3. H@ quantos anos trabalha na empresa?
4. Possui experiência com obras solares?
 - () Sim Quantos anos?_____
 - () Não
5. Possui experiência anterior com práticas lean?
 - () Sim Quantos anos?_____
 - () Não
6. Possui experiência anterior com práticas do LPS?
 - () Sim Quantos anos?_____
 - () Não

Parte II: Avalia o do PMP do empreendimento

7. O PMP melhorou o mapeamento e análise de restri es do projeto? Em caso negativo, quais os motivos?
8. Quais os benefícios do PMP para o andamento e resultados do projeto?
9. Quais as dificuldades da implementa o do PMP no projeto?
10. Quais suas sugestões para melhoria para o PMP?
11. Quais as principais causas de atraso do Projeto? Quais as principais causas de atrasos do seu setor? O PMP ajudou a evitar ou mitigar estes atrasos?
12. Qual a sua avalia o das reuniões de médio prazo? Apresentam tempo adequado? Permitem visualizar as atividades no horizonte de 8 semanas? Permitem identificar as restri es no horizonte de 8 semanas?
13. Qual a sua avalia o do emprego do caderno de restri es com vistas a identifica o do maior número possível de restri es?
14. Para a análise de restri es, a existência de planilha eletrônica se mostrou eficiente? Em caso negativo, qual ou quais ferramenta(s) poderiam ser empregadas?
15. Você, recomendaria o emprego do procedimento de PMP da usina fotovoltaica para projetos futuros?

ANEXO I - GRÁFICO E TABELA DO IDP SEMANAL DO PROJETO

A presenta dos dados de IDP do intervalo de 04/02/2023 (semana 05 de 2023) - 24/02/2024 (semana 08 de 2024)



DATA DE STATUS	NºMERO DA SEMANA	IDP	DATA DE STATUS	NºMERO DA SEMANA	IDP	DATA DE STATUS	NºMERO DA SEMANA	IDP
04/02/23	S_5-2023	0,95	17/06/23	S_24-2023	0,99	28/10/23	S_43-2023	0,90
11/02/23	S_6-2023	0,89	24/06/23	S_25-2023	0,95	04/11/23	S_44-2023	0,92
18/02/23	S_7-2023	0,77	01/07/23	S_26-2023	0,92	11/11/23	S_45-2023	0,94
25/02/23	S_8-2023	1,03	08/07/23	S_27-2023	0,90	18/11/23	S_46-2023	0,96
04/03/23	S_9-2023	0,75	15/07/23	S_28-2023	0,85	25/11/23	S_47-2023	0,97
11/03/23	S_10-2023	0,58	22/07/23	S_29-2023	0,83	02/12/23	S_48-2023	0,98
18/03/23	S_11-2023	0,48	29/07/23	S_30-2023	0,81	09/12/23	S_49-2023	0,97
25/03/23	S_12-2023	0,46	05/08/23	S_31-2023	0,80	16/12/23	S_50-2023	0,98
01/04/23	S_13-2023	0,40	12/08/23	S_32-2023	0,78	23/12/23	S_51-2023	0,96
08/04/23	S_14-2023	0,49	19/08/23	S_33-2023	0,79	30/12/23	S_52-2023	0,97
15/04/23	S_15-2023	0,52	26/08/23	S_34-2023	0,77	06/01/24	S_1-2024	0,95
22/04/23	S_16-2023	0,79	02/09/23	S_35-2023	0,78	13/01/24	S_2-2024	0,94
29/04/23	S_17-2023	0,72	09/09/23	S_36-2023	0,79	20/01/24	S_3-2024	0,93
06/05/23	S_18-2023	0,72	16/09/23	S_37-2023	0,79	27/01/24	S_4-2024	0,94
13/05/23	S_19-2023	1,01	23/09/23	S_38-2023	0,82	03/02/24	S_5-2024	0,95
20/05/23	S_20-2023	0,98	30/09/23	S_39-2023	0,83	10/02/24	S_6-2024	0,95
27/05/23	S_21-2023	1,00	07/10/23	S_40-2023	0,84	17/02/24	S_7-2024	0,96
03/06/23	S_22-2023	0,99	14/10/23	S_41-2023	0,86	24/02/24	S_8-2024	0,96
10/06/23	S_23-2023	0,99	21/10/23	S_42-2023	0,88			

ANEXO II - GRÁFICO E TABELA DO IRR SEMANAL DO PROJETO

A presenta dos dados de IRR do intervalo de 25/03/2023 (semana 12 de 2023) - 24/02/2024 (semana 08 de 2024)



DATA DE STATUS	NÚMERO DA SEMANA	IRR	DATA DE STATUS	NÚMERO DA SEMANA	IRR	DATA DE STATUS	NÚMERO DA SEMANA	IRR
25/03/23	S_12-2023	74,00%	22/07/23	S_29-2023	61,00%	11/11/23	S_45-2023	75,00%
01/04/23	S_13-2023	75,86%	29/07/23	S_30-2023	78,00%	18/11/23	S_46-2023	75,00%
08/04/23	S_14-2023	16,33%	05/08/23	S_31-2023	61,00%	25/11/23	S_47-2023	78,00%
15/04/23	S_15-2023	96,30%	12/08/23	S_32-2023	69,00%	02/12/23	S_48-2023	71,00%
22/04/23	S_16-2023	20,00%	19/08/23	S_33-2023	74,00%	09/12/23	S_49-2023	64,00%
29/04/23	S_17-2023	50,00%	26/08/23	S_34-2023	72,00%	16/12/23	S_50-2023	73,00%
06/05/23	S_18-2023	45,00%	02/09/23	S_35-2023	76,00%	23/12/23	S_51-2023	50,00%
13/05/23	S_19-2023	43,00%	09/09/23	S_36-2023	70,00%	30/12/23	S_52-2023	50,00%
20/05/23	S_20-2023	81,00%	16/09/23	S_37-2023	64,00%	06/01/24	S_1-2024	76,00%
27/05/23	S_21-2023	54,00%	23/09/23	S_38-2023	80,00%	13/01/24	S_2-2024	79,00%
03/06/23	S_22-2023	63,00%	30/09/23	S_39-2023	79,00%	20/01/24	S_3-2024	67,00%
10/06/23	S_23-2023	71,00%	07/10/23	S_40-2023	70,00%	27/01/24	S_4-2024	70,00%
17/06/23	S_24-2023	58,00%	14/10/23	S_41-2023	72,00%	03/02/24	S_5-2024	57,00%
24/06/23	S_25-2023	70,00%	21/10/23	S_42-2023	76,00%	10/02/24	S_6-2024	92,00%
01/07/23	S_26-2023	58,00%	28/10/23	S_43-2023	72,00%	17/02/24	S_7-2024	67,00%
08/07/23	S_27-2023	58,00%	04/11/23	S_44-2023	67,00%	24/02/24	S_8-2024	78,00%
15/07/23	S_28-2023	62,00%						

