



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

VANESSA LIRA ANGELIM

PROPOSTA DE MODELO PARA APOIO À REALIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO
DE MÉDIO PRAZO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

FORTALEZA

2019

VANESSA LIRA ANGELIM

PROPOSTA DE MODELO PARA APOIO À REALIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE
MÉDIO PRAZO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

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

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Thaís da Costa Lago Alves

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A59p Angelim, Vanessa Lira.
Proposta de modelo para apoio à realização do planejamento de médio prazo na construção civil / Vanessa Lira Angelim. – 2019.
178 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.
Coorientação: Prof. Dr. Thaís da Costa Lago Alves.
1. Planejamento de Médio Prazo. 2. Sistema Last Planner (LPS®). 3. Planejamento de Obras. 4. Controle da produção. I. Título.

CDD 624.1

VANESSA LIRA ANGELIM

PROPOSTA DE MODELO PARA APOIO À REALIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE
MÉDIO PRAZO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

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

Aprovada em: 21/06/2019.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof.^a Dr.^a Thaís da Costa Lago Alves (Coorientadora)
San Diego State University

Prof.^a Dr.^a Vanessa Ribeiro Campos (Membro interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Prof. Dr. Carlos Torres Formoso (Membro externo)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

A Deus.

Aos meus pais, familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por minha saúde e por todas as bençãos alcançadas em minha vida e, principalmente, pelas conquistas alcançadas no presente ano de 2019, sinto enorme gratidão pelos planos que trilho em minha vida.

Aos meus pais, Guiomar Lira Angelim e Ulisses Angelim Neto, pelo amor, pelas instruções pautadas na ética e dedicação irrestrita a minha educação e formação como pessoa.

Aos meus amados irmãos, Gessica Lira Angelim e Alysson Lira Angelim, pelo companheirismo e amor incondicional.

Ao meu amado esposo, Erlon Freire, pelo apoio irrestrito em todos os momentos de minha vida, pelos conselhos racionais, pelo amor e cuidado que possui comigo.

À minha querida filha Ísis, que nos momentos finais da dissertação estava crescendo em meu ventre, e não provocou enjoos ou mal estar, e sim foi motivo de foco para concluir essa etapa.

Ao Prof. José de Paula Barros Neto, que sempre foi solícito e paciente, pela confiança, parceria, amplo apoio e excelente orientação.

À Prof.^a Thaís da Costa Lago Alves, pela disponibilidade e confiança em aceitar co-orientar meu trabalho mesmo a distância e por todo conhecimento transmitido desde a graduação, fundamentais para minha formação como profissional.

Aos professores Luiz Fernando Mählmann Heineck e Mariana Monteiro Xavier de Lima, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões que contribuíram ricamente com minha pesquisa.

Aos amigos do mestrado e do GERCON, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas. Em especial ao amigo e Prof. Cândido e aos bolsistas do GERCON Arthur e Ruan.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução e suporte desde trabalho.

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.”

Albert Einstein

RESUMO

O Planejamento de Médio Prazo (PMP) de empreendimentos em construção consiste em uma etapa de planejamento do Last Planner System® que se destaca como estratégia primordial para garantir a concretização dos planos estabelecidos no planejamento de longo prazo no nível operacional de curto prazo. Contudo, essa etapa de planejamento na prática dos projetos é esquecida ou implementada de forma incompleta ou ineficaz, causando impactos negativos no prazo e custo dos projetos. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é propor um modelo para apoio à realização do PMP na construção civil. A abordagem adotada foi a qualitativa, a partir da utilização da estratégia de pesquisa *Design Science Research*. Primeiramente, foi realizada fase de compreensão acerca do tema por meio de uma revisão sistemática da literatura e estudos empíricos. Em seguida, foi realizada a fase de desenvolvimento da solução a partir da análise das dificuldades e barreiras na realização do PMP e respectivas propostas de solução que resultaram na formulação de um modelo teórico. E por fim, ocorreu a avaliação do modelo e explicitação das aprendizagens e conclusões. Esse trabalho permitiu identificar as principais barreiras e dificuldades na realização do PMP e as práticas e estratégias necessárias para solucionar o problema de pesquisa. Como resultado final, esse trabalho apresenta um modelo processual teórico para a realização do PMP na construção civil. Pode-se concluir que envolver todas as partes interessadas durante o PMP, integrar os setores da empresa para colaborar para a produção protegida e sistematizar e automatizar a realização do PMP são fundamentais para alcançar as funções previstas em sua realização.

Palavras-chave: Planejamento de Médio Prazo. Sistema Last Planner (LPS®). Planejamento de Obras. Controle da produção.

ABSTRACT

The medium-term level (MTL), which is a level of the Last Planner System of Production Control (LPS®), is essential to assure plans are executed as planned at the master (milestone) schedule level, is one of these levels. The objective of this work is to propose a model of improvement in the execution of medium-term planning in construction. The methodology adopted will be qualitative, using the Design Science Research strategy. Firstly, a phase of understanding about the subject was carried out through a systematic review of the literature and empirical studies. Next, the solution development phase was carried out by analyzing the difficulties and barriers in the MTL and the respective solution proposals that resulted in the formulation of a theoretical model. Finally, the evaluation of the model and explanation of learning and conclusions occurred. This work allowed to identify the main barriers and difficulties in the accomplishment of the MTL and which practices and strategies needed to solve the research problem. As a final result, this work proposed a theoretical process model for the MTL in construction. It can be concluded that involving all interested parties during the MTL, integrating the sectors of the company to collaborate for the shielding production process and systematizing and automating the accomplishment of the MTL is essential to reach the expected functions in its accomplishment.

Keywords: Medium term planning. Last Planner System (LPS®). Construction project planning. Production control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Método de identificação de perdas por improvisação.....	48
Figura 2 – Delineamento da pesquisa.....	58
Figura 3 – Etapas da revisão sistemática da literatura.....	60
Figura 4 – Distribuição anual de artigos que abordam Planejamento de Médio Prazo....	72
Figura 5 – Planilha de Planejamento de Médio Prazo da empresa estudo de caso.....	80
Figura 6 – Problemas registrados no plano de curto prazo por falha no PMP (Ago/17 – A Out/18)	84
Figura 7 – Diagrama de causa e efeito para a execução ineficiente do PMP.....	88
Figura 8 – Auxílio do BIM nas funções do PMP.....	100
Figura 9 – Exemplo de planejamento da premissa de prazos de aquisição.....	112
Figura 10 – Definições das representações do fluxograma.....	132
Figura 11 – Modelo teórico de Planejamento de Médio Prazo.....	133
Figura 12 – Modelo teórico de Planejamento de Médio Prazo final.....	145

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação qualitativa dos trabalhos elegíveis.....	61
Tabela 2 – Origem das publicações da revisão sistemática da literatura.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Descrição do planejamento de fase.....	29
Quadro 2	– Lista de funções do Planejamento de Médio Prazo por categoria.....	30
Quadro 3	– Interação entre os princípios Lean Construction e as funções do Planejamento de Médio Prazo.....	32
Quadro 4	– Principais falhas durante o Planejamento de Médio Prazo.....	34
Quadro 5	– Interação entre as áreas de conhecimento da extensão para a construção do guia PMBOK® e o Planejamento de Médio Prazo.....	38
Quadro 6	– Categorias de restrições por Lindhard e Wandahl (2012).....	41
Quadro 7	– Categorias de restrições adotadas para o trabalho.....	44
Quadro 8	– Identificação dos entrevistados e fontes de evidências do estudo de caso....	65
Quadro 9	– Perfil dos especialistas entrevistados.....	67
Quadro 10	– Perfil dos pesquisadores entrevistados.....	68
Quadro 11	– Descrição dos constructos, subconstructos e fontes de evidências.....	70
Quadro 12	– Artigos da RSL.....	74
Quadro 13	– Barreiras e dificuldades identificadas no estudo de caso.....	86
Quadro 14	– Horizonte de tempo do PMP citada nas entrevistas.....	94
Quadro 15	– Importância do Apartamento Modelo para o PMP.....	98
Quadro 16	– Problemas para não conclusão das tarefas período 15/10/18 a 26/10/18 do estudo de caso.....	104
Quadro 17	– Lista de possíveis restrições para as fases de esquadrias de alumínio alvenaria de gesso e drywall, forro de gesso e pintura interna.....	109
Quadro 18	– Pauta básica para reuniões de Planejamento de Médio Prazo.....	118
Quadro 19	– Barreiras e dificuldades e respectivas propostas de melhorias.....	128

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	<i>Building Information Model</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CL	Commitment Level (Nível de Compromisso)
DSR	<i>Design Science Research</i>
EPC	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
IGLC	<i>Internacional Group for Lean Construction</i> (Grupo Internacional para Construção Enxuta)
IRR	Índice de Remoção de Restrições
LBMS	<i>Location Based Management System</i>
LC	<i>Lean Construction</i>
LPS®	<i>Last Planner System®</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PMP	Planejamento de Médio Prazo
PPC	Percentual do Planejamento Cumprido
PSW	<i>Percentage of Safe Work Packages</i> (Porcentagem de Pacotes de Trabalhos Realizados com Segurança)
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
StArt	<i>State of the Art through Systematic Review</i>
TA	<i>Tasks Anticipated</i> (Tarefas Antecipadas)
TMR	<i>Tasks Made Ready</i> (Tarefas Preparadas)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Contextualização da pesquisa	18
1.2	Justificativa	19
1.3	Questão de pesquisa	21
1.4	Objetivos	21
<i>1.4.1</i>	<i>Objetivo Geral</i>	21
<i>1.4.2</i>	<i>Objetivos Específicos</i>	22
1.5	Delimitação do trabalho	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	Princípios do Lean Production	23
2.2	Last Planner System®	25
2.3	Funções do Planejamento de Médio Prazo	27
2.4	Interação do Planejamento de Fase e Planejamento de Médio Prazo	28
2.5	Interação dos Princípios Lean Construction e Funções do Planejamento de Médio Prazo	30
2.6	Contribuição da extensão para a construção do guia PMBOK®	35
2.7	Conceito de produção protegida (Shielding Production)	40
<i>2.7.1</i>	<i>Categorias de restrições</i>	40
<i>2.7.2</i>	<i>Contribuições da Discussão sobre Antecipações</i>	44
<i>2.7.3</i>	<i>Contribuição da análise de perdas por improvisação (Making-do)</i>	47
2.8	Aspectos da Utilização do Planejamento de Médio Prazo	49
<i>2.8.1</i>	<i>Métricas de Planejamento</i>	49
<i>2.8.2</i>	<i>Automatização do Planejamento de Médio Prazo</i>	50
<i>2.8.3</i>	<i>Planejamento da Movimentação de Equipamentos</i>	51
<i>2.8.4</i>	<i>Gestão de Riscos no Planejamento de Médio Prazo</i>	51
2.9	Considerações finais	53
3	MÉTODO DE PESQUISA	55
3.1	Enquadramento metodológico da pesquisa	55
3.2	Delineamento da pesquisa	57
3.3	Fase de Compreensão	59
3.4	Fase de Desenvolvimento da Solução	62

3.5	Estudos Empíricos	63
3.5.1	<i>Estudo de Caso</i>	63
3.5.2	<i>Entrevistas com Especialistas</i>	67
3.5.3	<i>Entrevistas com Pesquisadores</i>	68
3.6	Avaliação da contribuição prática da solução	69
3.7	Explicitação das Aprendizagens e Conclusões	71
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
4.1	Resultados da Revisão Sistemática da Literatura	72
4.1.1	<i>Lacunas de Conhecimento Identificadas</i>	75
4.1.2	<i>Considerações finais acerca da revisão sistemática da literatura</i>	79
4.2	Análise Crítica do Processo de Planejamento e Controle da Produção da Empresa Estudo de Caso	79
4.3	Barreiras e dificuldades para a implementação do PMP e propostas da Solução	87
4.3.1	<i>Processo - Implementação e operação</i>	89
4.3.1.1	<i>Processo trabalhoso</i>	89
4.3.1.2	<i>Dificuldade de manter a rotina</i>	92
4.3.1.3	<i>Processo Incompleto</i>	93
4.3.1.4	<i>Atividades não preparadas no curto prazo</i>	96
4.3.1.5	<i>Erro de planejamento</i>	97
4.3.2	<i>Processo – Prototipagem</i>	97
4.3.2.1	<i>Apartamento modelo utilizado apenas para alavancar vendas</i>	97
4.3.2.2	<i>Não ter projeto detalhado de processos críticos</i>	99
4.3.3	<i>Processo - Falta de conexão com demais níveis de planejamento</i>	102
4.3.3.1	<i>Não analisar dados do controle do curto prazo</i>	102
4.3.3.2	<i>Não utilizar a LBMS para analisar estratégia e impacto no prazo</i>	105
4.3.4	<i>Método - Análise de Restrições</i>	106
4.3.4.1	<i>Não identificar todas as restrições; falta de método e experiência técnica e resistência em pensar nas restrições das tarefas</i>	106
4.3.4.2	<i>Atraso de material</i>	111
4.3.4.3	<i>Não analisar interferência de outros processos</i>	113
4.3.4.4	<i>Não detalhar as restrições para os serviços terceirizados</i>	114
4.3.5	<i>Método – Reuniões de Planejamento de Médio Prazo</i>	115

4.3.5.1	<i>Não envolver partes interessadas importantes</i>	115
4.3.5.2	<i>Reuniões longas e com muitas pautas, Falta de entendimento do objetivo da reunião, Não preparação para as reuniões e Pouca liderança do gerente</i>	116
4.3.6	<i>Gestão – Controle de Mudanças</i>	118
4.3.6.1	<i>Variabilidade do produto</i>	119
4.3.6.2	<i>Alteração de especificação pelo setor de compras / alta administração sem comunicação</i>	120
4.3.7	<i>Gestão – Estrutura Organizacional</i>	120
4.3.8	<i>Gestão – Subempreiteiros</i>	120
4.3.8.1	<i>Não informar e disponibilizar local de estoque de materiais</i>	121
4.3.8.2	<i>Atraso na liberação de frente de trabalho</i>	122
4.3.8.3	<i>Compressão da duração do serviço</i>	124
4.3.8.4	<i>Repassar meta do mês sem antecedência</i>	124
4.3.9	<i>Pessoas – Cultura</i>	125
4.3.9.1	<i>Solucionar restrições de última hora e não cultura dos envolvidos em PMP</i>	125
4.3.9.2	<i>Resistência dos fornecedores em participar das reuniões</i>	125
4.3.10	<i>Pessoas – Entendimento</i>	126
4.3.10.1	<i>Falta de experiência e visão holística e não familiaridade com os processos de obra</i>	126
5	MODELO DE PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO	126
6	AVALIAÇÃO DO MODELO	132
6.1	Utilidade do Modelo	139
6.1.1	<i>Entrevista com Avaliador 1</i>	139
6.1.2	<i>Entrevista com Avaliador 2</i>	139
6.1.3	<i>Entrevista com Avaliador 3</i>	140
6.2	Facilidade de Uso	142
6.2.1	<i>Entrevista com Avaliador 1</i>	143
6.2.2	<i>Entrevista com Avaliador 2</i>	143
6.2.3	<i>Entrevista com Avaliador 3</i>	143
6.3	Modelo Final	144
7	CONCLUSÕES	146
	REFERÊNCIAS	149
	APÊNDICE A - ARCABOUÇO TEÓRICO DE PRÁTICAS NO PMP	160

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA OS PROFISSIONAIS DA CONSTRUTORA ESTUDO DE CASO.....	163
APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA EMPRESAS SUBEMPREENHEIRAS.....	166
APÊNDICE D – ROTEIRO DA OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE.....	168
APÊNDICE E – ROTEIRO DA ANÁLISE DOCUMENTAL.....	169
APÊNDICE F – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM ESPECIALISTAS... 	170
APÊNDICE G – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM PESQUISADORES.....	171
APÊNDICE H – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA AVALIAÇÃO DO MODELO.....	172
APÊNDICE I - PLANEJAMENTO DE FASE.....	173
APÊNDICE J - PREMISA DE PRAZOS PARA AQUISIÇÃO DE MATERIAIS E SERVIÇOS.....	175
APÊNDICE K – PLANILHA DE ANÁLISE DE RESTRIÇÕES.....	176
APÊNDICE L – PLANILHA DE PLANEJAMENTO SEMANAL.....	177
APÊNDICE M – PLANILHA COM INFORMAÇÕES DO PROJETO E INDICADORES.....	178

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização da pesquisa

Na indústria da construção, avanços tecnológicos resultaram de projetos que passaram a exigir procedimentos executivos, materiais e equipamentos com mais tecnologia e planejamento. Ocorreu a disponibilidade de *software* para planejamento, orçamento, suprimentos, juntamente com a administração dos projetos e sua modelagem (JACKSON, 2010).

Dentre as transformações gerenciais na indústria da construção pode-se citar a implantação de filosofias e princípios baseados em sistemas de gestão como a filosofia do Sistema Toyota de Produção. Sua aplicação na indústria da construção é denominada *Lean Construction* (LC) ou Construção Enxuta e possui como princípio reduzir atividades que não agregam valor e desperdícios, não só de materiais, como também desperdícios de tempo, de movimentos desnecessários e de mão de obra, e buscar a melhoria contínua da produção (KOSKELA, 1992).

Foram desenvolvidas técnicas de planejamento e controle de obras, como o *Last Planner System*[®] (LPS[®]), que é um método de planejamento e controle da produção (PCP) fundamentada nos princípios da construção enxuta com vistas a promover estabilidade do sistema produtivo. Esse sistema consiste na hierarquização do planejamento de longo, de fase, de médio e de curto prazo a fim de gerenciar o que deve ser feito e no prazo estabelecido (BALLARD, 2000). No nível de Planejamento de Médio Prazo (PMP) as atividades são detalhadas e sequenciadas, são identificados todos os pré-requisitos necessários para a execução e removidas as restrições existentes com vistas a definir o que pode ser feito. Por conseguinte, a gestão apropriada em médio prazo é essencial para o bom desempenho do planejamento visto que auxilia na identificação do que pode ser feito em médio prazo e na remoção de restrições que comprometem o que foi feito ao final de um período (BALLARD, 1997; TOMMELEIN; BALLARD, 1997).

Apesar dos avanços citados, a indústria da construção possui diversos desafios relacionados a projetos construtivos, como condições de mercado e a alta competitividade, baixa qualificação dos recursos humanos, condições desafiadoras para vender e executar projetos, e projetos cada vez mais complexos, que exigem maior planejamento e controle (FISCHER, 2009).

Outras particularidades intrínsecas à indústria da construção civil que atribuem elevado grau de incerteza em seu sistema produtivo são a elevada rotatividade dos trabalhadores da construção, que se altera de obra para obra; a exposição das construções às condições climáticas, que interferem diretamente na produção e não podem ser evitadas; além da construção civil trabalhar com um único produto de longa maturação (NAKAGAWA; SHIMIZU, 2004).

As características mercadológicas da indústria da construção demandam que as empresas busquem estratégias competitivas, diante de um mercado com inúmeras ofertas imobiliárias, restrições financeiras para construir e maior exigência por parte dos clientes. Dentre essas estratégias destaca-se a definição de um processo de planejamento e controle da produção (PCP) estruturado, como o LPS[®], e o investimento no desempenho do setor produtivo, de modo a se obter melhorias em produtividade, garantia da qualidade dos produtos e redução de custos com a identificação e remoção das perdas na produção (FORMOSO et al., 2001).

1.2 Justificativa

O PMP atua como um escudo para proteger a produção de variações no fluxo de recursos necessários para a realização do projeto. Essa analogia é discutida por Ballard e Howell (1998) e denominada de produção protegida (*shielding production*). O PMP ineficaz impacta diretamente o desempenho do projeto, pois reduz a confiabilidade do planejamento, especialmente em situações com elevado grau de incerteza (BALLARD, 1997).

Apesar do importante papel do PMP para o cumprimento dos prazos dos projetos, diversos trabalhos como Ballard (1997); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2012); Khanh; Kim (2016); Hamzeh; Zankoul; Rouhana (2015) afirmam que muitas empresas no mundo implantam o LPS[®], porém é mais usual incorporar os planejamentos de longo e curto prazo. O PMP é recorrentemente negligenciado e implantado incompleto e ineficientemente. O PMP é usado apenas para visualizar as atividades do plano mestre, não ocorrendo o detalhamento adequado das atividades (BALLARD, 1997; HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2008; HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2012; KHANH; KIM, 2016; HAMZEH; ZANKOUL; ROUHANA, 2015).

A redução da variabilidade para estabilizar o fluxo de trabalho e a confiabilidade dos planos são objetivos fundamentais do LPS[®] e estão diretamente ligados à construção enxuta. Ballard (2000) introduziu no LPS[®] o Percentual de Planejamento Concluído (PPC) para avaliar o nível de confiabilidade dos planos de trabalho semanais, medido pelo percentual do número de tarefas concluídas no prazo em relação ao número de tarefas planejadas. Seus resultados demonstram o desempenho do processo de planejamento.

Pesquisas anteriores encontraram relação entre o PPC e a produtividade de trabalho. Howell; Ballard; Hall (2001) observaram melhorias de produtividade da produção à medida que o empreendimento obteve melhorias no indicador PCC. Em outro estudo, Wambeke; Liu; Hsiang (2012) indicou que projetos com a aplicação do LPS[®] no processo de PCP alcançaram desempenho de produtividade 35% maior do que em projetos sem a utilização do LPS[®].

Por conseguinte, esforços são necessários para melhorar o PPC por meio do planejamento do sistema de produção (BALLARD, 1997). Os resultados de Hamzeh; Langerud (2011) e Hamzeh; Zankoul; Sakka (2016) indicam que a adequada visualização das tarefas antecipadamente e adequado processo de identificação e remoção de restrições aumentam o indicador PPC.

Alguns estudos contribuíram para o panorama sobre a utilização do PMP em projetos em todo o mundo. Podem-se citar os trabalhos de Mohan; Iyer (2005) e Salvatierra et al. (2015), que avaliaram a adoção dos princípios *Lean* em diversos projetos. Entre 16 projetos de construção distribuídos na Ásia, América do Norte e do Sul, e Europa, apenas oito utilizavam o PMP (MOHAN; IYER, 2005). Outro estudo apresentou que dentre dez empresas de construção no Chile, apenas duas gerenciavam restrições durante a realização do PMP (SALVATIERRA et al., 2015).

Outros trabalhos como Bortolazza; Formoso (2006); Kemmer et al. (2007); Hamzeh et al. (2012); Wesz; Formoso; Tzortzopoulos (2013); Khanh; Kim (2016); Toledo; Olivares; González (2016) realizaram, por meio de *survey* e estudos de caso, a análise da aplicação do LPS[®] em projetos com origem em diversos países, como Vietnã, Brasil, Líbano e Chile.

Os resultados dos trabalhos supracitados convergem para uma dificuldade comum na aplicação do LPS[®]. Todas as pesquisas indicam que a maioria dos projetos ainda tem sucesso limitado em implementar o PMP. Contudo, a maior quantidade de

publicações está direcionada para os problemas para a ineficaz utilização do PMP na construção. Entretanto, existe uma lacuna de conhecimento na área de pesquisa relacionada à escassez de trabalhos que busquem investigar as dificuldades na implementação do PMP e procurem tornar PMP eficaz em empreendimentos de construção.

Esse levantamento realça a importância do presente trabalho, de modo a indicar que são necessárias medidas capazes de mitigar tais dificuldades e barreiras durante a execução dos empreendimentos, uma vez que falhas no PMP e na análise de restrições impactam em baixo Percentual de Planejamento Concluído (PPC), baixa produtividade e baixa confiabilidade do planejamento (BORTOLAZZA; FORMOSO, 2006; KEMMER et al., 2007; HOWELL; BALLARD; HALL, 2001; WAMBEKE; LIU; HSIANG, 2012; HAMZEH; LANGERUD, 2011; HAMZEH; ZANKOUL; SAKKA, 2016).

1.3 Questão de pesquisa

A partir da discussão apresentada nos itens anteriores neste trabalho, foi proposta a seguinte questão geral de pesquisa: como o Planejamento de Médio Prazo pode ser melhor desenvolvido e implementado em obras?

Partindo desta questão, foram enunciadas as seguintes questões secundárias específicas:

- a) Qual estado atual de utilização do Planejamento de Médio Prazo?
- b) Quais as barreiras e dificuldades na implementação do PMP em obras?
- c) Quais práticas devem ser realizadas para solucionar as barreiras e dificuldades?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Propor modelo para apoio à realização do Planejamento de Médio Prazo na construção civil.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- a) Estudar a implementação do PMP na construção civil,, compreendendo sua função no desempenho do projeto;
- b) analisar as barreiras e dificuldades na utilização do PMP e quais as práticas necessárias para solucionar estas dificuldades;
- c) desenvolver um modelo teórico para a realização do PMP na construção civil;
- d) fornecer recomendações às equipes de projeto sobre como melhorar a implementação do PMP em obras.

1.5 *Delimitação do trabalho*

Essa pesquisa está delimitada ao campo de atuação da construção civil. Não foram abordados o planejamento em construções industriais e obras de construção pesada.

A presente pesquisa foca na gestão do Planejamento de Médio Prazo, ressaltando interseções importantes com os demais níveis de planejamento e outros sistemas de gestão como custo, qualidade, risco, segurança, sem detalhar a operação desses outros sistemas de gestão.

O modelo de PMP proposto foi fundamentado por sugestões de pesquisadores, especialistas e por meio de um estudo de caso, entretanto são necessárias futuras pesquisas para avaliar por meio da implementação em um projeto real.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo aborda a fundamentação teórica acerca dos principais conceitos do *Lean Production*, do LPS® e das funções do PMP na gestão de projetos.

Para abordar aspectos específicos da indústria da construção, o *Project Management Institute* (PMI) editou uma extensão denominada *Construction Extension to the Project Management Body of Knowledge* (PMBOK®) *Guide*. Nesse sentido, o presente trabalho buscou inicialmente analisar o guia a fim de identificar práticas importantes que apoiem à realização do PMP na construção, objetivo do estudo.

Esse capítulo também aborda os conceitos de produção protegida (*Shielding Production*), apresentando as categorias de restrições que devem ser gerenciadas, uma revisão de literatura sobre estudos de antecipações no planejamento e a influência da análise de perdas por improvisação (*making-do*) para o PMP.

Por fim, apresenta aspectos da utilização do PMP identificadas na revisão de literatura. O objetivo da revisão bibliográfica foi compreender as funções do PMP a fundo e sua relação com os princípios LC e com os outros níveis de planejamento do LPS® a fim de fundamentar os elementos necessários para compor o modelo de PMP proposto. Para a construção desse modelo também foram utilizadas algumas contribuições da extensão para a construção do guia PMBOK®, dos estudos de antecipações no planejamento e de práticas identificadas na literatura a partir dos trabalhos analisados que estudaram diversos aspectos da utilização do PMP.

2.1 Princípios do *Lean Production*

A filosofia *Lean Production* propõe novo paradigma relacionado à forma de compreender os processos. Segundo Koskela (2000), a característica do processo tradicional de produção é enxergar a sequencia de atividades como de transformação, enquanto a abordagem baseada nos princípios *Lean* estabelece que a produção é composta por atividades de transformação ou conversão, de fluxo e de geração de valor. Dessa forma, Koskela (2000) afirma que a visão de conversão é a mais observada e melhor compreendida, enquanto as abordagens de fluxo e geração de valor foram negligenciadas no modelo tradicional de produção.

Um sistema de produção é composto por atividades que agregam valor, definidas como as de conversão de materiais ou informações e que agregam valor

percebido pelo cliente, e por atividades que não agregam valor, as que consomem tempo, recursos ou espaço, mas não agregam valor para o cliente (KOSKELA, 1992).

As atividades que não agregam valor possuem a característica de que, se eliminadas, não interferem no processo e não diminuem valor para o produto final (KOSKELA, 1992). Essas atividades dividem-se em atividades que suportam o processo em seu formato corrente, as quais devem ser reduzidas, e atividades desnecessárias, também conhecidas como desperdícios, as quais devem ser eliminadas (KOSKELA, 1992).

Com a devida atenção a esse princípio, a eficiência dos processos pode ser melhorada e custos reduzidos através da diminuição de desperdícios por intermédio da execução eficaz das atividades de conversão e de fluxo; e da eliminação das atividades de fluxo desnecessárias (KOSKELA, 1992).

Koskela (2000) relaciona a LC e a teoria da Transformação, Fluxo e Valor (TFV) e aponta as contribuições para o gerenciamento de obras, descritas a seguir:

- a) Transformação: o gerenciamento da produção decompõe as atividades de transformação em tarefas que convertem inputs em outputs, ou seja, insumos e recursos em produtos ou serviços. A relação desse conceito com a LC é produzir com otimização, fornecendo produtos e serviços sem erros, evitando desperdícios com mão-de-obra ou materiais e retrabalhos. A contribuição para a teoria do gerenciamento de obras é preocupar-se com o que deve ser feito, otimizando a execução e reduzindo os tempos de ciclo.
- b) Fluxo: são compostos por esperas, inspeções para verificar a conformidade com os requisitos, movimentações e transportes para que as atividades de transformações ocorram. As atividades de fluxo incorporam variabilidade ao sistema produtivo e, em geral, não agregam valor ao produto ou serviço, devendo ser reduzidas e eliminadas ao máximo, conseqüentemente, garantindo o fluxo contínuo. Esse conceito incorpora o princípio fundamental da LC, a redução dos desperdícios do sistema de produção e das atividades que não agregam valor, reduzindo custos e proporcionando estabilidade e produtividade ao sistema produtivo. A contribuição para a teoria do gerenciamento de obras é proporcionada via redução de *lead times*, simplificação, redução da variabilidade, aumento da transparência e da flexibilidade dos processos.
- c) Valor: esse conceito é o princípio básico da LC e do sistema de qualidade total. Está relacionado a agregar ao produto ou serviço as necessidades dos clientes e

seus requisitos, ou seja, o que tem valor para eles. Esse conceito foca na redução da perda de valor para o cliente (em contrapartida, busca-se entregar ao cliente o produto ou serviço requisitado com as características desejadas). A contribuição para a teoria do gerenciamento de obras é preocupar-se e orientar como os requisitos dos clientes serão atingidos da melhor maneira possível, através da eficiente captura de quais requisitos são importantes, como analisá-los e efetuar o gerenciamento eficaz durante a execução para que o produto ou serviço seja entregue com a maior qualidade agregada.

Koskela (1992) estabelece onze princípios em seu trabalho que buscou aplicar filosofias de produção oriundas da manufatura na construção civil abrangendo o projeto, controle e melhoria do fluxo do processo, são eles:

- a) Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor;
- b) Aumentar o valor do produto ou serviço através da consideração sistemática dos requisitos dos clientes;
- c) Reduzir a variabilidade;
- d) Reduzir o tempo de ciclo;
- e) Simplificar através da redução do número de passos e partes;
- f) Aumentar a flexibilidade de saída;
- g) Aumentar a transparência do processo;
- h) Focar o controle no processo global;
- i) Introduzir melhoria contínua no processo;
- j) Balancear melhorias nos fluxos e nas conversões;
- k) Realizar *benchmarking*.

2.2 *Last Planner System*[®]

O LPS[®] é um método de planejamento e controle da produção fundamentada nos princípios da filosofia da produção enxuta com vistas a promover estabilidade do sistema de produção, por meio do controle da variabilidade e aumento da confiabilidade do processo de construção (BALLARD, 2000). Um sistema de produção é estável quando se consegue produzir de acordo com o planejado e é fundamental para que o sistema não seja constantemente interrompido (LIKER, 2005).

O processo de PCP no LPS[®] é caracterizado por sua hierarquização em horizontes de planejamento, que lidam com diferentes níveis de incerteza, e pode ser entendido como um conjunto de cinco mecanismos para transformar o que deve ser feito no que pode ser realizado (BALLARD, 2000); (TOMMELEIN; BALLARD, 1997); (HAMZEH, 2009); (BALLARD; TOMMELEIN, 2016), descritos a seguir:

- a) Planejamento de Longo Prazo (plano mestre): gerencia os grandes marcos do projeto, ou seja, apresenta as atividades contidas no escopo do empreendimento. Possui baixo grau de detalhe devido à falta de informações sobre a duração real das atividades, operações e as entregas de recursos;
- b) Planejamento de Fase: correspondente à interface entre o longo e médio prazo, ou seja, às atividades que devem ser realizadas e que são decompostas dos principais marcos do plano de longo prazo do projeto, detalhando as transições entre as fases;
- c) Planejamento de Médio Prazo: horizonte no qual são identificadas e removidas as restrições para viabilizar a execução das atividades conforme definido no planejamento de fase. Nesse nível de planejamento também é detalhado o processamento das atividades e definida a logística de execução. Correspondente a determinar às atividades que podem ser realizadas e estão prontas para serem programadas no planejamento de curto prazo;
- d) Planejamento de Curto Prazo: são realizadas programações semanais e registrados os problemas da produção. Correspondente a determinar às atividades que irão ser realizadas. Para alcançar o controle eficaz da produção, esse sistema se baseia na realização de reuniões de curto prazo com os principais envolvidos no projeto com o foco de produzir planos semanais de trabalho. Nos planos semanais são incluídas apenas as atividades que devem e podem ser realizadas, ou seja, atividades preparadas no PMP, bem definidas, com suas respectivas predecessoras concluídas e que possuem todos os recursos necessários disponíveis (BALLARD, 2000).
- e) Aprendizagem: obtida através de medição da porcentagem de plano completo (PPC), quando há o registro dos problemas da produção e são identificadas suas causas seguidas de ações para prevenir a reincidência de erros, melhorando o sistema de produção. Corresponde a determinar às atividades que foram realizadas e ao controle dos planos semanais, no qual é verificada a qualidade do planejamento, a medição da produtividade do trabalho, a conformidade do

planejamento com o registro dos problemas no sistema de produção que impossibilitaram a não conclusão das atividades. Esse controle é fundamental para a melhoria contínua do sistema de produção, uma vez que nas reuniões semanais são debatidas as causas dos problemas para a não execução das atividades conforme planejadas e decisões são tomadas para a não repetição desses erros e problemas no sistema de produção (BALLARD, 2000).

O Planejamento de Longo Prazo deve envolver a alta administração da empresa a fim de validar o planejamento das datas macros do projeto, alinhar com o fluxo de caixa previsto para o empreendimento e com as estratégias de produção da organização (BERNARDES, 2001).

Em relação à programação dos recursos Bernardes (2001) estabelece que no Planejamento de Longo Prazo sejam previstos os recursos denominados como classe 1, que compreendem a compra de materiais com longo prazo de aquisição e baixa repetitividade de requisição (comprado geralmente a quantidade total), realizada a análise de executar com mão-de-obra própria ou por contratação de subempreiteiro e a locação ou compra de equipamentos.

No Planejamento de Médio Prazo é realizada a contratação da mão de obra e programados os recursos classes 2 e 3. Classe 2 correspondem aos recursos com ciclo de aquisição inferior a 30 dias e os de classe 3 aos recursos com alta frequência e pequenos ciclos de aquisição. No Planejamento de Curto Prazo, todos os recursos classe 1, 2 e 3 devem estar disponibilizados e ocorre a alocação dos mesmos nos locais de produção (BERNARDES, 2001).

2.3 Funções do Planejamento de Médio Prazo

As principais funções do PMP classificam-se, de acordo com Coelho (2003), em básicas e secundárias. A primeira função básica do PMP é proteger a produção contra a incerteza, realizando o detalhamento das tarefas do nível dos processos ao nível das operações (BALLARD, 1997); (BALLARD; HOWELL, 1998); (BALLARD, 2000); (HAMZEH, 2009); analisando as restrições (BALLARD, 1997); (BALLARD; HOWELL, 1998); (BALLARD, 2000); (HAMZEH, 2009); e efetuando o desenho das operações através de estudos realizados antes da execução (BALLARD, 1997); (HAMZEH, 2009).

Coelho (2003) estabelece mais duas funções básicas, a integração entre níveis de planejamento, este último também proposto por Ballard e Howell (1998). Como funções secundárias, está a análise dos fluxos físicos; o gerenciamento de custos; e o planejamento e controle de segurança (COELHO, 2003).

Nesse horizonte de planejamento são identificadas as atividades que devem ser executadas e em qual prazo, como também são identificadas as restrições que impedem a execução e estabelecidas como devem ser solucionadas as restrições para que seja cumprido o prazo do projeto (BALLARD; TOMMELEIN, 2016). O plano de médio prazo incorpora um processo de planejamento colaborativo e se as restrições não puderem ser removidas, a tarefa será reprogramada para um período posterior (BALLARD; TOMMELEIN, 2016).

O PMP proporciona que as atividades possuam condições de serem executadas em curto prazo, portanto, contribui para a melhoria do PPC e para a redução do custo por evitar problemas que impactam negativamente a produtividade, contribuindo para o cumprimento das atividades conforme as metas estabelecidas para o projeto (BALLARD, 1997).

Ademais, esforços são necessários para melhorar o PPC através do planejamento do sistema de produção e dentre as principais ações realizadas no PMP, pode-se citar o planejamento do fluxo de trabalho na melhor sequência; o provisionamento de todos os recursos necessários para garantir o fluxo contínuo das atividades; a correta e transparente designação das providências e tarefas aos responsáveis diretos pela produção; o monitoramento da entrega de todos os materiais necessários no prazo; o acompanhamento das atividades predecessoras que possuem riscos de atrasar e impactar o prazo do projeto; além de promover o agrupamento de atividades que possuem elevada interdependência (BALLARD, 1997).

2.4 Interação do Planejamento de Fase e Planejamento de Médio Prazo

A realização do Planejamento de Fase é componente importante para o PMP uma vez que possui a função de detalhar as fases do Planejamento de Longo Prazo e analisar restrições e interferências entre as equipes das fases específicas que irão ocorrer em determinado horizonte de tempo (BALLARD; HOWELL, 2003).

Ballard; Howell (2003) propuseram incremento ao LPS® através da introdução do planejamento de fases. No Quadro 1 é apresentado o objetivo, quem deve

participar e os passos do processo de planejamento de fase proposto pelos referidos autores.

Como apresentado, uma das funções básicas do PMP é proteger a produção por meio da decomposição das atividades do planejamento de longo prazo em pacotes de trabalhos, promover o detalhe das operações e analisar as restrições (BALLARD, 2000).

Portanto, as funções do planejamento de fase relacionadas ao detalhamento das atividades das fases futuras e análise de interferências fazem parte também do nível de Planejamento de Médio Prazo. Nota-se sobreposição de conceitos em relação aos dois níveis de planejamento.

Quadro 1 – Descrição do planejamento de fase

Objetivo	Produzir um plano para concluir uma fase de trabalho que maximize a geração de valor e que todos os envolvidos compreendam e apoiem. Dele as atividades programadas são desenhadas no PMP para serem explodidas em detalhes operacionais e preparadas para execução no plano de curto prazo.
Participantes	Todos envolvidos com a fase analisada: empreiteiro geral e os subcontratantes, e talvez partes interessadas, como projetistas, clientes e agências reguladoras. Os participantes devem trazer cronogramas, projetos, contrato, entre outros.
Etapas do processo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir o trabalho a ser incluído na fase. 2. Determinar a data de conclusão da fase (analisando interferências de fases anteriores ou subsequentes). 3. Planejar o trabalho de trás para frente, a partir da data de conclusão, incorporando todos os marcos intermediários e desenvolver a rede de atividades necessárias para concluir a fase. 4. Desenvolver a rede de atividades da fase para sua conclusão, a partir da data de conclusão e planejamento do trabalho de trás para frente; 4. Atribuir durações e recursos a cada atividade (sem contingência). 5. Reexaminar a lógica para tentar encurtar a duração. 6. Determinar a primeira data de início prática da fase. 7. Identificar existência de folga entre a data calculada para início e a possível data de começo da fase e definir com equipe o que fazer com esta folga.

Fonte: Ballard; Howell (2003)

É importante ressaltar que trabalhos apontaram que uma das causas para a ineficiente realização do PMP em projetos está relacionada a não realização do planejamento de fase (BALLARD, 1997; HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN,

2008; HAMZEH ET AL., 2012); HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2012; HAMZEH ET AL., 2015; KHANH; KIM, 2015).

Por exemplo, Khanh; Kim (2016) identificaram que o planejamento de fases não é adotado com frequência ao realizar um projeto de construção, especialmente nos pequenos projetos e que o PMP é realizado irregularmente devido à complexidade do trabalho. Além disso, Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008) afirmam que alguns projetos não desenvolvem um cronograma de fases ou não desenvolvem oportunidades para identificar fases de transferência, ocorrendo ausência da programação de fase para todo o projeto, comprometendo o PMP.

2.5 Interação dos Princípios *Lean Construction* e Funções do Planejamento de Médio Prazo

A partir da referência bibliográfica realizada sobre os princípios LC e as funções dos PMP, este capítulo apresenta a interação entre os onze princípios do LC estabelecidos por Koskela (1992) e as funções do PMP estabelecidas por Coelho (2003) e fundamentada por outros autores, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Lista de funções do Planejamento de Médio Prazo por categoria

Categoria das Funções	Funções do PMP		Referências
Funções Básicas	1) Proteger a produção contra a incerteza	1.1) Detalhar as atividades no nível dos processos ao nível das operações	Ballard (1997); Ballard; Howell (1998); Ballard (2000); Hamzeh (2009)
		1.2) Identificar e remover restrições para tornar as tarefas prontas para execução	Ballard (1997); Ballard; Howell (1998); Ballard, 2000); Hamzeh (2009)
		1.3) Desenho das operações através de estudos antes da execução	Ballard (1997); Hamzeh (2009); Coelho (2003)
	2) Integrar os níveis de planejamento		Coelho (2003)
	3) Efetuar controle e aprendizado		Coelho (2003), Ballard e Howell (1998)
Funções Secundárias	4) Analisar os fluxos físicos		Coelho (2003)
	5) Gerenciar os custos		Coelho (2003)
	6) Planejar e controlar a segurança		Coelho (2003)

Fonte: elaborado pela autora.

No Quadro 3 são apresentados, na primeira coluna, os onze princípios do LC; na segunda coluna, as funções do PMP que se relacionam com cada princípio LC (enumeradas conforme Quadro 2); e a terceira coluna apresenta como as funções do PMP apoiam e promovem a concretização dos princípios LC, baseado na referência bibliográfica supracitada.

As interações indicadas no Quadro 3 são listadas na literatura e indicadas como parte do PMP, porém, as mesmas constantemente não se materializam devido a falhas na implementação do PMP, conforme indicado no Quadro 4.

Portanto, baseado na literatura analisada foram identificadas diversas falhas na etapa de PMP citados por trabalhos que verificaram sua aplicação em projetos reais. Essas falhas comprometem o desempenho geral do LPS[®] e a implementação eficaz do LC na construção. No Quadro 4 são apresentadas as falhas identificadas e a sua relação com as funções do PMP. Essas falhas foram apontadas nos trabalhos citados e algumas agrupadas por serem similares e convergirem para uma falha mais genérica conforme Quadro 4.

Percebe-se que falhas (Quadro 4) correlacionadas à função do PMP de proteger a produção contra a incerteza, principalmente as falhas na implementação e operação do PMP e falhas na identificação e análise de restrições, foram mais pontuadas pelos autores nos estudos de casos realizados. Outras funções observadas com falhas foram integrar os níveis de planejamento e efetuar controle e aprendizado devido a não utilização de indicadores para mensurar a qualidade do PMP.

As três funções nas quais foram observadas falhas no PMP são as que compõem as funções primárias do PMP. As demais, analisar os fluxos físicos, gerenciar os custos e planejar e controlar a segurança, não foram objeto de citação e análise nos trabalhos e conforme estudo de Coelho (2003), não estão agregadas aos procedimentos de PMP. Ou seja, Coelho (2003) sugere que essas funções sejam incluídas no PMP.

Esse levantamento permite perceber os desafios relacionados à implementação do PMP, de modo a incentivar medidas capazes de mitigar tais dificuldades e barreiras nos projetos.

Quadro 3 – Interação entre os princípios *Lean Construction* e as funções do Planejamento de Médio Prazo

Princípios LC (KOSKELA, 1992)	Funções do PMP (COELHO, 2003)	Interação
Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor	1.1	Promove redução de atividades que não agregam valor por meio de métodos detalhados de execução
	1.3	Reduz atividades que não agregam valor por meio da realização de protótipos (físicos ou digitais) das operações do produto
	4	Reduz atividades que não agregam valor por meio da análise dos fluxos em arranjos físicos
	6	Reduz atividades que não agregam valor por meio do planejamento da segurança
Aumentar o valor do produto/serviço através da consideração sistemática dos requisitos dos clientes	1.1	Alcança os requisitos dos clientes internos e externos por meio da execução através de processos na melhor sequência e com qualidade
	1.3	Promove a identificação de itens que geram valor aos clientes
	4	Promove fluxo sistemático gerando valor a clientes internos
	3	Fornecer dados para promover a melhoria contínua em atender aos requisitos dos clientes
Reduzir a variabilidade	6	Atende aos requisitos de segurança do trabalho de clientes internos
	1.1	Promove estabilidade do ciclo de produção, redução da incerteza e aumento da previsibilidade
	1.2	Promove redução da incerteza, estabilidade do ciclo de produção e aumento da previsibilidade
	1.3	Promove padrão qualidade uniforme para os clientes e padronização das atividades de conversão
	2	Promove redução da incerteza e aumento da previsibilidade
	3	Promove redução da incerteza e aumento da previsibilidade
	4	Promove padronização das atividades de fluxo
Reduzir o tempo de ciclo	5	Promove redução da incerteza e aumento da previsibilidade
	6	Promove redução da incerteza e padronização das atividades de fluxo
	1.1	Reduz tempo de ciclo por meio do planejamento da melhor sequência e fluxo de trabalho
	1.3	Força a redução de atividades que não agregam valor e a melhoria no processo de conversão
	3	Promove controles e ações corretivas ágeis e melhoria contínua com maior fluidez na produção
Simplificar através da redução do número de passos e partes	4	Força a redução de atividades que não agregam valor
	6	Força a redução de atividades que não agregam valor
	1.1	Promove redução do número de etapas em um fluxo de produção, redução de atividades que não agregam valor e utilização de equipes multi-especializadas
	1.3	Promove redução do número de etapas em um fluxo de produção e redução de atividades que não agregam valor
	4	Promove redução de atividades que não agregam valor
	6	Promove redução de atividades que não agregam valor

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 3 – Interação entre os princípios *Lean Construction* e as funções do Planejamento de Médio Prazo (continuação)

Princípios LC (KOSKELA, 1992)	Funções do PMP (COELHO, 2003)	Interação
Aumentar a flexibilidade de saída	1.1	Promove flexibilidade por meio do agrupamento de trabalho interdependente e da utilização de equipes multi-especializadas
Aumentar a flexibilidade de saída	1.3	Permite analisar processos construtivos que permitam a flexibilidade do produto
	4	Permite analisar fluxos físicos que permitam a flexibilidade do produto
Aumentar a transparência do processo	1.3	Fornece visibilidade de erros através do desenho das operações antes da execução
	2	Permite analisar e visualizar impacto em todo projeto por meio da transparência entre o longo, o médio e o curto prazo
	3	Facilita a melhoria contínua e identificação de gargalos por meio da transparência e controle no processo
	4	Torna o processo de fluxo observável
	6	Facilita a melhoria contínua e identificação de gargalos impactados pelos requisitos de segurança
Focar o controle no processo global	1.2	Promove o controle dos fluxos internos e externos da empresa, cooperação com fornecedores e equipes de trabalho
	2	Promove visão sistêmica do progresso do projeto
	3	Promove visão sistêmica do progresso do projeto
	5	Promove visão sistêmica (alinha as estimativas de fluxo de caixa da empresa com as estimativas do planejamento)
Introduzir melhoria contínua no processo	1.1	Promove padronização dos procedimentos da produção e eliminação de atividades que não agregam valor
	1.2	Promove melhoria através do controle dos fluxos internos e externos da empresa
	1.3	Promove redução de atividades que não agregam valor e identificação de itens que maximizam a geração de valor
	3	Promove visão sistêmica do progresso do projeto, estudo da causa raiz dos problemas e ações corretivas
	4	Promove redução de atividades que não agregam valor
	6	Promove melhoria pela identificação dos desvios causados pela falha em segurança
Balancear melhorias nos fluxos e nas conversões	1.1	Promove melhorias nos fluxos e nas conversões conjuntamente, para que sejam equacionadas e equilibradas, pois estão interligadas
	1.3	
	4	
	6	
Realizar benchmarking	1.1	Promove o conhecimento do processo construtivo e a avaliação dos pontos fortes e fracos dos subprocessos, dados necessários para melhorar os processos de conversão e fluxos através do benchmarking
	1.3	
	4	

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 4 - Principais falhas durante o Planejamento de Médio Prazo

Função do PMP	Descrição das Falhas no PMP	Autores
Proteger a produção contra a incerteza	Falha na implementação e operação do PMP (maior atenção aos planos de longo e curto prazo, usam o PMP para visualizar as atividades do plano mestre, não detalhamento das atividades, não implementação de todas as etapas do PMP, cronograma de fase não é frequentemente adotado)	Ballard (1997); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2012); Hamzeh et al. (2012); Hamzeh et al. (2015); Khanh; Kim (2016)
Proteger a produção contra a incerteza	Falha na análise de restrição (identificação e correta remoção antes da produção).	Bortolazza; Formoso (2006); Kemmer et al. (2007); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Salvatierra et al. (2015)
Proteger a produção contra a incerteza	Atividades não preparadas no curto prazo.	Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Hamzeh et al. (2012); Wesz; Formoso; Tzortzopoulos (2013)
Proteger a produção contra a incerteza	Erro de planejamento (falhas na estimativa de produtividade dos recursos, agrupamento ineficaz de tarefas altamente dependentes).	Kemmer et al. (2007); Hamzeh; Ballard; Tommelein(2008); Khanh; Kim (2016)
Proteger a produção contra a incerteza	Não envolver partes interessadas importantes (falta de colaboração entre participantes do projeto, não há contribuições de proprietários, projetistas, equipe do projeto, subcontratados, fornecedores etc.).	Hamzeh; Ballard; Tommelein(2008); Britt et al.(2014)
Proteger a produção contra a incerteza	Reuniões improdutivas (participantes despreparados, pedidos de informações não prontamente disponíveis).	Britt et al. (2014); Toledo; Olivares; González (2016)
Integrar os níveis de planejamento	Falta de conexão com demais níveis de planejamento	Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Hamzeh; Langerud (2011); Wesz; Formoso; Tzortzopoulos (2013); Toledo; Olivares; González (2016)
Efetuar controle e aprendizado	Não utilização de indicadores para mensurar a qualidade do PMP.	Hamzeh; Ballard; Tommelein(2008), Hamzeh; Langerud (2011); Hamzeh et al. (2015); Hamzeh; Zankoul; Sakka (2016)

Fonte: elaborado pela autora.

2.6 Contribuição da extensão para a construção do guia PMBOK®

O guia *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK®) reúne as melhores práticas para o gerenciamento de projetos organizado pelo *Project Management Institute* (PMI). O guia é considerado a base do conhecimento sobre gestão de projetos por profissionais e possui foco direcionado à aplicação prática em projetos (MORRIS, 2000). Nesse sentido, o presente trabalho buscou analisar o guia a fim de identificar práticas importantes que apoiem à realização do PMP na construção.

O guia é composto por orientações para a gestão de dez áreas de conhecimentos: integração, escopo, cronograma, custo, qualidade, recursos, comunicações, riscos, aquisições e partes interessadas. Cada área de conhecimento é composta por processos de gestão nas fases de iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento do projeto (PMI, 2017).

O guia PMBOK® é periodicamente revisado com melhorias e está em sua 6ª Edição, lançada em setembro de 2017. Uma das mudanças foi a renomeação da área de conhecimento Gerenciamento do Tempo para Gerenciamento do Cronograma, uma vez que os grupos de processos dessa área se destinam a gerenciar o cronograma do projeto, enumeradas em: definir as atividades, sequenciar as atividades, estimar os recursos das atividades, estimar as durações, desenvolver o cronograma e controlar o cronograma (PMI, 2017).

Para abordar aspectos particulares da indústria da construção, o PMI editou extensão denominada *Construction Extension to the PMBOK® Guide*. Do ponto de vista estrutural do guia, foram incluídas duas áreas de conhecimento adicionais inerentes à construção: Gerenciamento da Saúde, Segurança, Proteção e Meio Ambiente do projeto, e Gerenciamento Financeiro do Projeto (PMI, 2016).

O guia PMBOK® define gerenciamento de projetos como: “aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades dos projetos para atender aos seus requisitos” (PMI, 2017).

A extensão para a construção do guia PMBOK® afirma que projetos de construção ocorrem em constante mudança, ambientes complexos e geralmente com elevado nível de risco e estão sujeitos a penalidades em caso de conclusão fora do prazo. Também abrangem condições do local, ambientes físicos, construções existentes e ampla variedade de requisitos de partes interessadas (PMI, 2016). Há complexidade devido ao envolvimento de diversas partes envolvidas, pois exige integração entre

disciplinas de engenharia (civil, estrutural e de instalações) bem como interação com tecnologias e sofisticados equipamentos que demandam técnicas específicas e métodos de construção (PMI, 2016).

Os riscos inerentes aos projetos de construções em conjunto com as penalidades por atrasos fundamentaram a necessidade de detalhar as áreas de conhecimento com as especificidades da construção (PMI, 2016).

A extensão para a construção do guia PMBOK® adiciona particularidades a área de Gerenciamento do Cronograma do Projeto, como utilizar a técnica linha de balanço para melhor sequenciar as atividades, gerenciar as restrições inerentes aos projetos de construção. Como restrições, o guia cita datas e marcos, restrições de requerimentos legais, restrições de clima (devido exposição às intempéries), e restrições de inspeções, aprovações e permissões (PMI, 2016).

A extensão para a construção do guia PMBOK® também sugere utilizar métricas, embora citando superficialmente a análise de durações reais e previstas e produtividade. O guia não especifica indicadores difundidos do LPS®, como o indicador PPC. Outras medidas são analisar riscos que impactam o prazo do projeto e planejar respostas aos riscos, gerenciar a curva de progresso do prazo e sua projeção em relação à linha de base de prazo, e posteriormente, analisar o impacto da projeção e efetuar medidas de revisão de desempenho (PMI, 2016).

Apesar do guia PMBOK® incorporar as melhores práticas para o gerenciamento de projetos, a extensão para a construção não engloba as práticas do LPS®. Os processos da área de conhecimento Gerenciamento do Cronograma do PMBOK® estão relacionados ao cronograma de longo prazo do LPS®. Há interface vaga entre planejamento e execução, o planejamento de curto prazo (que é crítico do ponto de vista da execução) é habitualmente negligenciado e ineficientemente executado (KOSKELA; HOWELL, 2001).

Algumas medidas adicionadas a extensão para a construção do guia PMBOK® estão relacionadas com ações realizadas no PMP de projetos de construção, mas apresentam pouco detalhamento. Por exemplo, a extensão para a construção do guia incorpora a gestão de restrições (PMI, 2016), mas não engloba muitas categorias e não especifica a importância de sua gestão, representada pelo planejamento das responsabilidades e dos prazos de antecipação para a remoção das restrições (BALLARD, 2000).

Apesar da extensão para a construção do guia PMBOK® não atribuir os níveis de planejamento hierárquico de longo, médio e curto prazo, a estrutura do guia nas áreas de conhecimento contribui com aspectos para a proposição do modelo desse trabalho, uma vez que as doze áreas da extensão para a construção do guia PMBOK® são integradas para gerenciar o projeto e atender premissas básicas de tempo, custo e qualidade.

No Quadro 5 são apresentadas as interações das áreas de conhecimento da extensão para a construção do guia PMBOK® com o nível de PMP, identificadas como importantes para incorporar o modelo de PMP desse trabalho.

Diante do Quadro 5, nota-se que a abrangência do PMP permeia por parte do gerenciamento das doze áreas de conhecimento definidas pela extensão do Guia PMBOK® na construção, que consistem em atividades inerentes ao PMP ou fornecem dados de entrada para alimentar o PMP. Isso demonstra a importância gerencial do nível de PMP para que um projeto seja gerenciado eficazmente e seus objetivos alcançados.

Quadro 5 - Interação entre as áreas de conhecimento da extensão para a construção do guia PMBOK® e o Planejamento de Médio Prazo

Área de conhecimento (PMI, 2016)	Interação com PMP	Descrição da interação
Gerenciamento da Integração do Projeto	Realizar o controle integrado de mudanças	Mudanças impactam todas as áreas do projeto, principalmente prazo e custo, no PMP deve ser operacionalizado essa integração.
Gerenciamento do Escopo do Projeto	Solicitação de Mudanças de escopo do Projeto	No processo de monitoramento e controle do escopo, é realizada a análise da necessidade de ordem de mudanças no projeto, que devem ser formalizadas e consideradas no PMP.
Gerenciamento do Cronograma do Projeto	Utilizar linha de balanço para o planejamento do projeto	Utilizar a linha de balanço agrega transparência na integração entre o longo e médio prazo (DAVE; SEPPÄNEN; MODRICH, 2016).
	Gerenciar as restrições	No PMP ocorre a análise de restrição (BALLARD, 2000), e o guia cita restrições inerentes aos projetos de construção: datas e marcos, restrições de requerimentos legais, restrições de clima e restrições de inspeções, aprovações e permissões.
	Utilizar métricas de controle	O guia não cita métricas de PMP, cita vagamente a análise de durações reais e previstas, e produtividade real e prevista. O indicador PPC cumpre essa função no LPS®, que deve ser avaliado no PMP para incorporar aprendizagem (COELHO, 2003; BALLARD; HOWELL, 1998)
	Analisar riscos relacionados a prazo	Analisar riscos que impactam o prazo do projeto e planejar respostas aos riscos no PMP (WEHBE; HAMZEH, 2013).
	Gerenciar a curva de progresso do prazo	Analisar projeção da curva de progresso de prazo em relação à linha de base de prazo (em linha de balanço), e posteriormente, analisar impacto da projeção e efetuar medidas de revisão de desempenho, realizadas no PMP (DAVE; SEPPÄNEN; MODRICH, 2016).
Gerenciamento do Custo do Projeto	Orçamento planejado do projeto	Fornece os custos estimados e orçados para detalhamento dos pacotes de trabalho no PMP.
	Controle do custo por relatório de progresso e performance (RPP)	O controle do custo informa desvios de custos e impacta em necessidades de ações durante o PMP, pois uma das funções é gerenciar custo (COELHO, 2003)..
Gerenciamento dos Recursos do Projeto	Planejamento dos recursos e layout dos estoques; Gerenciar as quantidades, validades dos estoques, e manutenções preventivas e corretivas de equipamentos; Controlar a produtividade e consumo dos estoques.	Forte interação com função do PMP de analisar os fluxos físicos realizadas no PMP (ALVES, 2000).
Gerenciamento da Qualidade do Projeto	Requisitos da qualidade planejados	Os requisitos da qualidade podem atribuir restrições que devem ser considerados no PMP (FIREMAN, 2012).

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 5 - Interação entre as áreas de conhecimento da extensão para a construção do guia PMBOK® e o Planejamento de Médio Prazo
(continuação)

Área de conhecimento (PMI, 2016)	Interação com PMP	Descrição da interação
Gerenciamento da Qualidade do Projeto	Resultados do controle da qualidade	Durante a execução das atividades, há a garantia da qualidade e realizado o controle. Os resultados do controle da qualidade devem ser analisados no PMP a fim de evitar reincidência de erros na produção e retrabalhos (FIREMAN, 2012).
Gerenciamento da Comunicação do Projeto	Planejar comunicação	Ter padronizado comunicação do projeto é importante para o PMP, pois necessita de reuniões periódicas com todos os envolvidos e definir distribuição das informações (COELHO, 2003).
	Comunicação do controle do desempenho do projeto	É no PMP que é analisado a projeção do prazo, informado aos envolvidos e planejado medidas de revisão de desempenho (COELHO, 2003).
Gerenciamento de Risco do Projeto	Identificar, analisar, planejar as respostas aos riscos e controlar	Durante o PMP deve-se identificar, analisar e planejar as respostas aos riscos; e controlar os riscos identificados a médio e longo prazo (WEHBE; HAMZEH, 2013). O guia contribui com lista informativa com as causas de riscos mais comuns na construção.
Gerenciamento das Aquisições do Projeto	Planejar - análise fazer ou comprar	Nessa área é realizada a análise de fazer com próprios recursos ou subcontratar, ação realizada no longo prazo para recursos classe 1 (prazo de aquisição longo) e a médio prazo para recursos classe 2 (prazo de aquisição menor do que 30 dias) e 3 (prazo de aquisição curtos) (BERNARDES, 2001).
	Administrar as aquisições	É no PMP que é realizado o gerenciamento da cadeia de suprimentos e aquisições, ou seja, o acompanhamento do processo de aquisição dos recursos e efetuadas ações em caso de restrições no processo (BALLARD, 2000).
Gerenciamento das Partes Interessadas do Projeto	Identificar, planejar, gerenciar e controlar as partes interessadas	Partes interessadas podem promover restrições para o projeto e no PMP devem ser monitoradas, representa uma nova categoria de restrição a ser gerenciada.
Gerenciamento da Saúde, Segurança, Proteção e meio ambiente do projeto	Gerenciar restrições de saúde, segurança, proteção da obra e meio ambiente	Essa área cita restrições importantes a serem gerenciadas no PMP: 1) Relacionadas as características e restrições ambientais e de segurança do local da obra (residentes adjacentes, dificuldade de acesso, restrições de som); 2) Restrições de construção de indústrias que especifica ensaios e simulações de segurança; 3) As condições da execução do projeto, como trabalho ao ar livre em climas extremos, trabalhando com máquinas barulhentas, remoção de vegetação, trabalhando em uma região com recursos culturalmente significativos, trabalho em altura. 4) Requisitos de zoneamento e sinalização de segurança e meio ambiente na análise dos fluxos físicos.
	Realizar o plano de gerenciamento de tráfego	Define os controles a serem exercidos sobre o tráfego nas proximidades do local do projeto, arranjos de entrada e saída (incluindo verificações de segurança), acesso e saída para veículos de emergência, etc. que tem relação com a função de analisar os fluxos físicos do PMP (COELHO, 2003).
Gerenciamento Financeiro do Projeto	Controlar o fluxo de caixa do projeto	Uma das funções do PMP é gerenciar os custos, gerenciando o cronograma em concordância com o monitoramento do fluxo de caixa do financiamento da construção (COELHO, 2003).

Fonte: elaborado pela autora.

2.7 Conceito de produção protegida (*Shielding Production*)

A abordagem de produção protegida do LPS® busca reduzir a incerteza e variabilidade no fluxo de produção na interface entre os horizontes de médio e curto prazo, incluindo no plano de curto prazo somente as atividades que tiveram a produção protegida, ou seja, suas restrições analisadas e removidas (BALLARD; HOWELL, 1998).

Proteger a produção, portanto, significa antecipar condições gerais da produção para garantir que a capacidade de produção não seja afetada decorrente de problemas relacionados a restrições no processo de produção não removidas a fim de tornar mais confiável o cumprimento dos planos de curto prazo (BALLARD, 2000).

Ebbs; Pasquire (2018) definem uma restrição no sistema de produção da construção civil como qualquer coisa que possa interromper o fluxo de produção para entregar um projeto de uma organização, como por exemplo um pré-requisito não disponível.

Para preparar as atividades e proteger a produção, faz-se necessário explorar as condições prévias da construção (pré-requisitos) para entender e melhorar o processo de preparação das tarefas. Os pré-requisitos para a execução foram mencionadas pela primeira vez por Koskela (1999), que elencou sete pré-requisitos considerados categorias de restrições: projetos da construção, componentes e materiais, trabalhadores, equipamentos, espaço suficiente para a execução, inter-relação entre atividades (atividades anteriores devem ser concluídas) e condições externas. Portanto, uma restrição existirá quando pelo menos um destes pré-requisitos esteja indisponível.

Diante do exposto, observa-se que a análise de restrições conforme LPS® está diretamente relacionada ao alcance das metas de desempenho da produção e consistem no conjunto de fatores que impõem limitações ao desempenho de um sistema de produção, seja por fatores internos ou externos que limitam a capacidade de um recurso, por resoluções administrativas ou pela indisponibilidade de pré-requisitos necessários para produção.

2.7.1 *Categorias de restrições*

Lindhard e Wandahl (2012) elencaram nove categorias de pré-requisitos, seis já propostas por Koskela (1999) (projetos da construção, componentes e materiais,

trabalhadores, equipamentos, espaço, inter-relação entre atividades) e subdividiram a categoria de condições externas em três categorias de pré-requisitos para a execução das tarefas, são elas: condições climáticas; condições de trabalho seguras e condições de trabalho conhecidas. No Quadro 6 a seguir é apresentada a descrição de cada categoria.

As nove categorias propostas por Lindhard e Wandahl (2012) foram identificadas em sua pesquisa por meio do estudo das restrições mais recorrentes das atividades. Pode-se observar no Quadro 6 que a categoria Projetos de Construção envolveu problemas na produção relacionados a projetos, especificações, planos, aspectos jurídicos, entre outros. Portanto, autores denominam essa categoria como informações (SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010; SOMMER, 2010; EBBS; PASQUIRE, 2018).

Dessa forma, o fluxo designado projeto foi substituído pelos autores como pré-requisito informações, que considera não apenas os projetos, mas todas as informações necessárias para a execução dos pacotes de trabalho. Outro incremento realizado por Sommer (2010) foi a introdução ao fluxo equipamentos das ferramentas necessárias pela equipe de trabalho.

Quadro 6 - Categorias de restrições por Lindhard e Wandahl (2012)

Restrições	Exemplos
Projeto de construção	Projetos, especificações e planos
	Aspectos Jurídicos
	Comunicação e coordenação
	Ajustes no cronograma
	Estimativa de tempo
Componentes e materiais	Materiais corretos
	Materiais disponíveis
Trabalhadores	Trabalhadores disponíveis
	Trabalhadores qualificados
Equipamentos	Equipamentos corretos disponíveis
	Equipamentos sem avarias
Espaço	Espaço suficiente para completar as atividades
	Acesso ao local de trabalho disponível
Inter-relação entre atividades	Conclusões das atividades de conexão (tarefas anteriores concluídas de acordo com o plano)
	Sem retrabalho em atividades anteriores (não ter atrasado por qualidade insuficiente ou danos ao trabalho concluído)
Condições climáticas	Chuva ou condições climáticas que obrigam paralisação
Condições de trabalho seguras	Condições de trabalho seguras precisam estar presentes
Condições de trabalho conhecidas	Condições de trabalho desconhecidas causam mudanças nos planos (condições inesperadas do solo, desenhos incorretos ou desatualizados)

Fonte: adaptado de Lindhard e Wandahl (2012).

Com relação à restrição “condições de trabalho seguro”, Saurin et al. (2002) sugerem a subdivisão desse item em cinco categorias de recursos relacionados à segurança: Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), Equipamentos de Proteção Individual (EPI), planejamento das instalações de segurança, treinamento e espaço. Recomendam a realização de perguntas sistemáticas nas reuniões de médio prazo: Como os trabalhadores acessam o local de trabalho? Como os EPCs serão instalados? Onde as linhas de vida estarão ancoradas?

As restrições mencionadas pelo guia PMBOK® (PMI, 2016) são apresentadas a seguir conjuntamente com sua relação com as propostas por Koskela (1999) e Lindhard e Wandahl (2012):

- a) Datas e marcos, restrições de requerimentos legais, restrições de inspeções, aprovações e permissões: estão relacionadas com a categoria projeto de construção ou informação;
- b) Restrições de clima (devido exposição às intempéries): estão relacionadas com condições climáticas;
- c) Requisitos da qualidade: relacionadas com o item inter-relação entre atividades, uma vez que verifica a ocorrência de retrabalho em atividades anteriores por não atender a requisitos da qualidade;
- d) Restrições de segurança e proteção da obra: relacionadas com condições de trabalho seguras;
- e) Restrições de saúde e meio ambiente: nova categoria elencada pelo PMI (2016).
- f) Partes interessadas: nova categoria elencada pelo PMI (2016).

Portanto, observam-se três contribuições de restrição do guia PMBOK® que serão adotadas nesse trabalho de pesquisa:

- a) Incluir restrições ambientais e de saúde na categoria relacionada à segurança

A extensão do guia PMBOK® na construção estabelece a área de conhecimento “gerenciar restrições de saúde, segurança, proteção da obra e meio ambiente”. A norma brasileira NR 18 define as condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção e pode ser utilizada para identificar alguns pré-requisitos de proteção da obra e segurança.

Entretanto, conforme realçado pela extensão do guia PMBOK® existem na construção as possíveis restrições na área de saúde e meio ambiente a serem gerenciadas, que são incrementadas nesse trabalho.

A saúde no Brasil é regida pela NR 7 que prevê as diretrizes para o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), que deve ser atendido por lei. Em relação à área meio ambiente, no Brasil as construtoras devem atender a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Além de requisitos que necessitam ser gerenciados devido as possíveis certificações ambientais que as empresas busquem alcançar.

Adicionalmente, a extensão do guia PMBOK® na construção (PMI, 2016) realça alguns exemplos de restrições ambientais, como interferência de residentes adjacentes, restrições de som, remoção de vegetação, trabalhando em uma região com recursos culturalmente significativos, entre outros.

b) Incluir requisitos de qualidade a categoria inter-relação entre atividades

Além de verificar as restrições de conclusão de atividades predecessoras, as mesmas devem ser concluídas em conformidade com os requisitos de qualidade exigidos para iniciar as próximas tarefas.

c) Partes interessadas

Partes interessadas podem promover restrições para o projeto e no PMP devem ser monitoradas, representando uma categoria de restrição a ser gerenciada. Como exemplo prático, em um dos estudos de casos do trabalho de Alves (2000) o cliente mantinha um fiscal responsável pela obra para fiscalizar e mediar as negociações entre o cliente e as empresas contratadas. Os resultados apontaram que serviços como execução do ar-condicionado, fachadas com granito e outros serviços após o início foram interrompidos pelo fiscal da obra por não atenderem as exigências relacionadas às características dos materiais utilizados. Ou seja, os requisitos da parte interessada fiscal da obra não foram gerenciados durante o PMP para evitar interrupção no fluxo de produção.

Portanto, diante das categorias de restrições estabelecidas pela literatura, o presente trabalho adotará as categorias de restrições conforme Quadro 7, de forma a abranger todas as possíveis restrições em projetos de construção.

Quadro 7 - Categorias de restrições adotadas para o trabalho

Categorias de restrições	
Informações	
Recursos	Mão de obra
	Material
	Equipamentos / ferramentas
Segurança, saúde e meio ambiente	EPC
	EPI
	Design 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: elaborada pela autora.

2.7.2 Contribuições da Discussão sobre Antecipações

Trabalhos como Machado (2003) e Santos (2004) buscaram estudar meios de reduzir a variabilidade da produção na construção civil através da identificação de ações gerenciais, denominadas antecipações, para evitar interrupções no sistema de produção.

Os trabalhos citados se basearam em estudos empíricos através da análise das causas de interrupções em obras a fim de identificar, categorizar e introduzir essas ações nos procedimentos executivos de trabalho da obra.

As antecipações são ações gerenciais que auxiliam os gestores a antever condições de possíveis complicações nos processos de produção antes da sua ocorrência, ou seja, um problema em potencial é identificado e ocorre a antecipação por meio de uma ação gerencial a fim de evitá-lo (MACHADO, 2003).

A introdução de antecipações no planejamento da produção se apresenta como um elemento complementar com o objetivo de aprimorar o processo de PCP. Um benefício de incluir as antecipações no planejamento de produção é despertar para aspectos negligenciados na abordagem convencional de planejamento (MACHADO, 2003).

Portanto, Machado (2003) ressalta a sistematização de antecipações através de quatro aspectos vitais para os processos produtivos da construção:

- a) Identificação de fatores que possam causar interrupções e perdas aos fluxos dos processos e das operações do sistema produtivo. Em seguida, transformá-los em ações gerenciais com objetivo de evitar que ocorram;
- b) Identificação de fatores que proporcionem a melhoria dos fluxos dos processos e das operações do sistema produtivo e a transformá-los em ações gerenciais com objetivo de garantir que ocorram;
- c) Inclusão dessas ações nos planos de produção;
- d) Avaliação dos resultados obtidos nos planos gerados na busca de melhoria contínua.

Santos (2004) define atividade facilitadora como as que evitam paradas ou minimizam interrupções ao longo do processo construtivo e que podem estar incorporadas aos processos da empresa. A autora classifica em dois tipos, em atividade antecipável ou de remoção de restrição.

Atividades antecipáveis consistem em atividades chave do processo de produção, que facilitam a execução e quando não executadas provocam interrupção e redução da capacidade produtiva (exemplo: testar instalações a serem embutidas em vedações pré-moldadas). A outra, remoção de restrição, também pode ser considerada uma atividade chave do processo, e consiste em suprimir uma situação rígida no processo para deixá-lo mais flexível (exemplo: usar equipamento de drenagem para retirar água da chuva quando da construção das sapatas) (SANTOS, 2004).

Machado (2003) elencou 24 áreas de decisões e as relacionou com os planos estratégicos, táticos e operacional de planejamento como forma de inclusão das antecipações no planejamento da produção. Propõe que as antecipações devem ser incluídas no processo hierarquizado de planejamento da produção. Dessas áreas, 19 foram vinculadas ao planejamento tático destinado a planejamento da capacidade a médio prazo, são elas:

- a) Execução de serviços anteriores;
- b) Gestão de aspectos relativos a projetos;
- c) Gestão de materiais;
- d) Gestão de equipamentos;
- e) Provimento de condições de segurança do trabalho;
- f) Acessibilidade;
- g) Transparência;
- h) Planejamento da produção e distribuição de argamassa;

- i) Preparação de espaço físico para armazenagem;
- j) Provimento de condições apropriadas para a realização dos serviços;
- k) Provimento de água e energia elétrica aos serviços;
- l) Inversões técnicas na sequência execução dos serviços;
- m) Execução antecipada de partes especiais da obra;
- n) Execução de protótipos;
- o) Confeção de moldes e gabaritos;
- p) Proteção da obra contra intempéries;
- q) Compatibilização entre carga trabalho e capacidade de produção;
- r) Descarte de entulhos.

O referido autor ressalta que inicialmente as antecipações são identificadas por meio do conhecimento adquirido em projetos anteriores da empresa, e que em seguida deve ocorrer o processo de aprendizagem oriundos dos ciclos de planejamento. Nesse processo de aprendizagem, novas antecipações podem ser incluídas ao banco de dados da empresa, enriquecendo a alimentação de informações dos planos tático e operacional.

Santos (2004) categorizou de forma mais ampla e resumida as atividades facilitadoras em nove áreas e as relacionou com decisões de planejamento a fim de fornecer uma lista de verificação para impedir interrupção no sistema de produção. As categorias propostas foram:

- a) Acesso: logística de canteiro, transporte e local de trabalho;
- b) Projeto: compatibilização, construtibilidade, cláusulas contratuais;
- c) Preparação do trabalho: condições naturais, novas tecnologias, superfície de apoio, disponibilidade da equipe, dependência entre os processos;
- d) Conferência do trabalho: medição, disponibilidade de ferramentas, critérios de qualidade;
- e) Conflito espacial: elementos construtivos em conflito, arranjo físico, equipes de trabalho numa mesma área;
- f) Sequenciamento: terminalidade, esperas, equipe de trabalho;
- g) Proteção dos operários: instalação de EPC's, uso de EPI's;
- h) Proteção dos processos: conflito com outros processos, inversão na sequência de construção;
- i) Programação de obra: exigências de clientes, pacotes de trabalho, recursos.

2.7.3 Contribuição da análise de perdas por improvisação (*Making-do*)

A circunstância em que uma atividade é iniciada apresentando indisponibilidade de algum pré-requisito resulta em um tipo de perda devido à execução da atividade em condições desfavoráveis, denominada por Koskela (2004) como *Making-do*. A consequência dessas perdas são as improvisações que comprometem a estabilidade do processo, como também menor produtividade e maior tempo de execução, retrabalhos e prejuízos à segurança da obra (KOSKELA, 2004).

Sommer (2010) propôs um método de identificação de perdas por improvisação, conforme Figura 1. Nesse modelo, no PMP devem ser providenciados as pré-condições necessárias para a execução das atividades. Na ocasião de indisponibilidade de pré-condições, é verificado se ocorreu perdas por improvisação, definidas pelo referido autor em sete categorias:

- a) acesso/mobilidade (espaço, meio ou posicionamento dos trabalhadores);
- b) ajuste de componentes (uso de componentes inadequados);
- c) área de trabalho (bancada de trabalho ou área de apoio);
- d) armazenamento (organização de materiais ou componentes em locais não preparados);
- e) equipamentos/ferramentas (criados ou adaptados para uso);
- f) instalações provisórias (criados ou adaptados para uso de água e eletricidade)
- g) proteção (forma de uso das proteções).

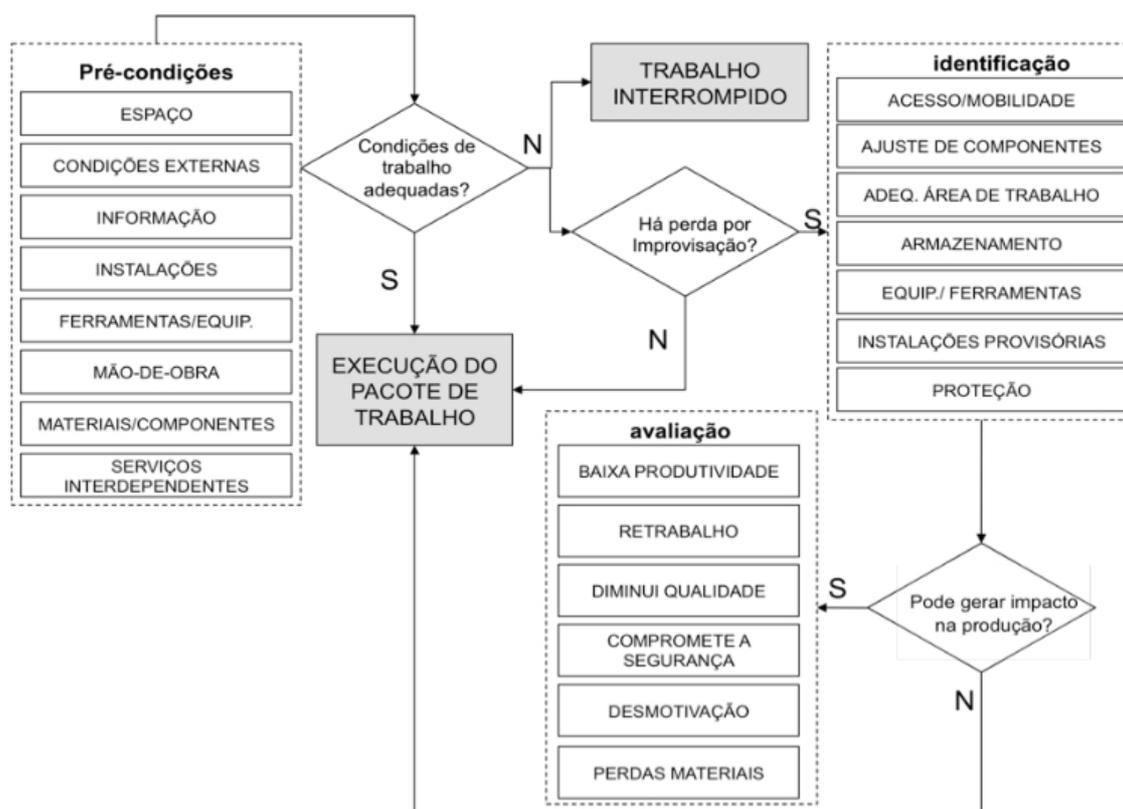
Na ocorrência de perdas por improvisação, estas podem gerar impactos na produção, como baixa produtividade, retrabalho de tarefas, comprometimento da qualidade e da segurança, desmotivação e perdas materiais (SOMMER, 2010).

Fireman (2012) acrescenta a importância da mensuração de perdas por *making-do* e pacotes informais por meio do controle integrado entre produção e qualidade e enfatiza a realização da inspeção dos serviços conforme os requisitos da qualidade logo após a conclusão das atividades. Em caso de não aprovação pela qualidade, reprogramar os serviços a curto e médio prazo.

Em relação ao modelo proposto por Sommer (2010) (Figura 1), Fireman (2012) acrescentou uma nova categoria de perda denominada sequenciamento, devido à alteração da sequência de atividades necessárias para finalizar um determinado processo, mais recorrente na fase de acabamento das edificações. Adicionou uma nova categoria de possíveis impactos das improvisações, denominada falta de terminalidade

dos serviços, que podem comprometer a sequência de serviços subsequentes em curto e médio prazo.

Figura 1 - Método de identificação de perdas por improvisação



Fonte: Sommer (2010).

Fireman (2012) constatou que a baixa implementação das práticas de planejamento e controle de curto e médio prazo estavam correlacionadas às perdas identificadas. Acrescenta que essas perdas poderiam ser mitigadas se fosse reforçada a análise das restrições relacionadas principalmente às categorias de perdas de acesso, instalações provisórias e aos fluxos físicos. Salienta que efetuar o registro das perdas de *making-do* em um banco de dados podem ser utilizadas como informação de entrada para a análise de restrições no PMP.

Hamzeh et al. (2012) buscaram avaliar o nível de desempenho do PMP por meio da análise das improvisações identificadas no horizonte de curto prazo. Os resultados preliminares apontaram muitas lacunas nas práticas de PMP e casos esporádicos de improvisação, utilizando recursos materiais, cognitivos, afetivos e sociais disponíveis para completar essas tarefas.

Os referidos autores sugerem que mais estudos sejam realizados para monitorar os planos de curto prazo e rastrear as tarefas que não são concluídas semanalmente. Sugere agrupá-las em três categorias de falhas: falha ao concluir as tarefas planejadas, falha devido à impossibilidade de planejar as tarefas durante o PMP e falha devido à incerteza. Em seguida, sugerem monitorar e acompanhar os eventos de improvisação nesses três grupos de falhas.

A retroalimentação por meio da análise da relação entre as falhas devido à impossibilidade de planejar as tarefas durante o PMP com os problemas da produção e improvisações no plano de curto prazo não foram tratadas por Sommer (2010) e Fireman (2012). Entretanto, a investigação de quais problemas na produção estão relacionadas à falha por impossibilidade de planejar as tarefas durante o PMP são consideradas importantes para monitorar a qualidade do PMP em proteger a produção contra às incertezas.

2.8 Aspectos da Utilização do Planejamento de Médio Prazo

A partir da realização da revisão bibliográfica foi possível identificar áreas de pesquisa acerca da utilização do PMP sob diversos aspectos, os quais são descritos nos itens a seguir desse capítulo.

2.8.1 Métricas de Planejamento

Para acompanhar o progresso e melhoria das ações do PMP é necessário aplicar métricas de medição para verificar seu desempenho, como a Tarefas Preparadas com Antecedência (*Tasks Anticipated* - TA) e Tarefas Prontas para Execução (*Tasks Made Ready* - TMR).

A primeira, TA, mede a porcentagem de atividades preparadas duas semanas antes da execução no planejamento de curto prazo, garantindo a capacidade de transformar o trabalho que deve ser feito em trabalho que pode ser feito (BALLARD, 1997; HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2008; HAMZEH; LANGERUD, 2011; HAMZEH et al., 2015).

A segunda, TMR, indica a porcentagem de tarefas inseridas no plano semanal que foram antecipadas e preparadas no horizonte de PMP com duas semanas de antecipação. A TMR é importante para avaliar a qualidade do PMP e medir o

desempenho do PMP na identificação e eliminação de restrições para tornar as tarefas prontas para a execução, além de medir a eficácia do PMP em apoiar o plano semanal (BALLARD, 1997; MITROPOULOS, 2005; JANG; KIM, 2007; HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2008; HAMZEH; ZANKOUL; ROUHANA, 2015; HAMZEH; ZANKOUL; SAKKA, 2016).

É importante no horizonte de médio prazo gerenciar adequadamente as restrições, designando responsáveis pela remoção e data limite para essa ação. Para efetuar esse monitoramento, existe outro indicador denominado Índice de Remoção das Restrições (IRR), obtido pela razão entre o número de restrições removidas ao final do ciclo do PMP e o número de restrições planejadas para o mesmo período, ou seja, o percentual de restrições identificadas e removidas no prazo (CODINHOTO, 2003; CODINHOTO et al., 2003).

Os autores Hamzeh et al. (2015) afirmam que as métricas TA, TMR e PPC são indicadores que descrevem como e quão bem o sistema de planejamento e controle está sendo executado, sendo, portanto, métricas importantes a serem adotadas no presente trabalho de pesquisa, assim como o indicador IRR (CODINHOTO et al., 2003).

2.8.2 *Automatização do Planejamento de Médio Prazo*

Dong et al. (2012) e Dong et al. (2013) levantam a problemática da elaboração do PMP, principalmente em projetos complexos, em que a realização do PMP de forma manual pode ser demasiadamente trabalhosa, ineficiente na comunicação e passível de falhas.

Diante desse contexto, alguns trabalhos buscaram automatizar o PMP, como Chua; Jun; Hwee (1999); Ju; Chua; Hwee (2000); Chua; Shen (2001) e Chua; Shen; Bok (2003), que propuseram ferramenta específica para o PMP chamada *Integrated Production Scheduler*. Nas atividades nela incluídas, são adicionadas informações como recursos necessários, restrições existentes e responsáveis por removê-las, que podem ser compartilhadas entre os envolvidos com o projeto.

2.8.3 Planejamento da Movimentação de Equipamentos

Song; Eldin (2012); Vahdatikhaki; Hammad (2015); Al Hattab; Zankoul; Hamzeh (2017) abordaram a operação dos equipamento em tempo real durante o PMP. Por exemplo, Song; Eldin (2012) propuseram um rastreamento e simulação adaptativo em tempo real das operações em construções pesadas durante o PMP. O trabalho surgiu diante do cenário desse tipo de construção, que é caracterizado por várias restrições de recursos, incertezas e interrupções por muitos fatores técnicos e ambientais.

A simulação consistia em utilizar sensores para capturar e alimentar constantemente as alterações dinâmicas da condição de operações da construção a fim de simular alternativas e obter o melhor planejamento. Esta capacidade de adaptação permite que um modelo de simulação pré-definido seja constantemente atualizado para refletir o ambiente do projeto em mudança para uma programação mais precisa (SONG; ELDIN, 2012).

2.8.4 Gestão de Riscos no Planejamento de Médio Prazo

Enquanto uma restrição é definida como qualquer coisa que possa interromper o fluxo de entrega do projeto, um risco, pode não acontecer, mas pode afetar o sistema de produção se as condições ambientais mudarem (EBBS; PASQUIRE, 2018).

A ISO 31000 (ABNT 2018) define risco como efeito da incerteza presente nos projetos, que corresponde a um desvio em relação ao esperado. O efeito pode ser positivo e resultar em oportunidades para o projeto, como pode ser negativo e resultar em ameaças. A gestão dos riscos consiste no planejamento de ações que possibilite a redução das ameaças bem como o aproveitamento das oportunidades para alcance dos objetivo do empreendimento.

O guia PMBOK do PMI (2017) estabelece sete etapas para o gerenciamento de riscos:

- a) Planejar o gerenciamento de riscos: planejar como serão conduzidos e gerenciados os riscos no projeto.
- b) Identificar os riscos: determinar quais riscos estão presentes no projeto e suas características.

- c) Realizar a análise qualitativa dos riscos: realizar análise para priorizar os riscos mais impactantes no projeto por meio da análise de probabilidade e impacto.
- d) Realizar a análise quantitativa dos riscos: expressar numericamente o efeito dos riscos identificados.
- e) Planejar as respostas aos riscos: criar plano de ações que possibilite mitigar ameaças ou aproveitar as oportunidades.
- f) Implementar as respostas aos riscos: implementar as ações prevista na etapa de planejamento das respostas aos riscos.
- g) Monitoramento de riscos: monitorar os riscos durante o ciclo de vida do projeto.

Em outubro de 2015 ocorreu a publicação da revisão atualizada da norma de qualidade ISO 9001 (*International Organization for Standardization*). Dentre as mudanças inseridas na norma, encontra-se a introdução do pensamento baseado em riscos (LIMA et al., 2018).

O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) publicou, em Junho de 2018, nova versão para incluir as alterações da ISO 9001:2015. O alinhamento dos requisitos do PBQP-H com a ISO 9001 é necessário, uma vez que uma construtora certificada com o PBQP-H no nível “A”, automaticamente atende a todos os requisitos da ISO 9001 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018).

A introdução do pensamento baseado em risco pelas normas de qualidade busca mitigar os efeitos de riscos que podem afetar a qualidade do produto e que podem promover transtornos não esperados durante os processos e afetar a satisfação do cliente. Busca também identificar oportunidades que maximizem a satisfação dos clientes. Portanto, para obter ou manter as certificações de qualidade ISO 9001:2015 e PBQP-H:2018, as empresas construtoras deverão gerenciar os riscos de seus projetos (LIMA et al., 2018).

Entretanto Ebbs; Pasquire (2018) afirmam que o risco atualmente não é considerado explicitamente durante no planejamento. Os riscos são incertos, porém se ocorrerem, eles podem interromper o fluxo da produção. Os referidos autores acrescentam que incorporar algo que pode não acontecer no sistema de planejamento não é valorizado e que isso pode explicar por que as equipes possuem dificuldade com o PMP. Os mesmos autores afirmam que, para identificar restrições e riscos, é necessário do entendimento compartilhado do escopo do projeto e obter a eficaz colaboração e comunicação entre as pessoas certas. Propõem que futuras pesquisas sejam realizadas para que o risco possa ser analisado no planejamento da produção.

Nesse sentido, no trabalho de Wehbe e Hamzeh (2013) foi utilizado a técnica de gerenciamento de risco *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) durante o PMP, cujas etapas são identificar, avaliar e analisar os riscos, monitorar os riscos, e planejar contingências. Os referidos autores propuseram um modelo de integração entre a análise FMEA de riscos e o PMP.

Esse modelo propõe que para definir as tarefas como prontas para a execução, além da análise dos pré-requisitos e restrições, deve-se identificar, analisar e remover os riscos. Após a remoção das restrições e riscos, as atividades são incluídas no plano de curto prazo (WEHBE; HAMZEH, 2013).

No trabalho de Davis (2009) foi utilizada a automatização por algoritmos que analisam e buscam planos que minimizam a duração do projeto e oferece a máxima flexibilidade para lidar com eventos de risco que causam atrasos durante o PMP.

A extensão do guia PMBOK® para a construção (PMI, 2016) realça a importância do gerenciamento dos riscos e contribui com apêndice em seu livro composto por lista informativa com as causas de riscos mais comuns na construção. Esses riscos são descritos em seis grupos: riscos técnicos e de projeto, riscos de construção, riscos externos, riscos organizacionais, riscos de gerenciamento de projetos e riscos de negócios. Para cada grupo de riscos, o guia informa possíveis causas que podem ser utilizadas pelas empresas.

Diante do exposto, há perspectivas de que a gestão de riscos passe a ser mais implementada nos projetos devido as recentes exigências das normas de gestão da qualidade e que são necessários estudos com o objetivo de integrar o gerenciamento de riscos, a qualidade e o planejamento dos projetos de construção.

2.9 Considerações finais

Esse capítulo fundamentou a sobreposição das funções do planejamento de fase e do PMP que estão interligadas por meio do objetivo de proteger a produção contra as incertezas, providenciar os pré-requisitos e analisar restrições. Também fundamentou a interação entre os princípios LC e as funções dos PMP, apresentando que um eficiente PMP promove e fortalece a eficiente aplicação dos princípios LC nas organizações.

Foram apontadas as interações e contribuições das doze áreas de conhecimento da extensão do guia PMBOK® na construção com o PMP. Notou-se que

o PMP interage com as doze áreas de gestão de projetos, incorporando ações presentes em algumas áreas de conhecimento ou recebendo dados de entradas de outras. Isso aponta a importância gerencial do PMP para que um projeto seja gerenciado de forma eficaz.

Foram fundamentados os conceitos de produção protegida, abordando os conceitos de restrições, investigando na literatura existente as categorias de restrições a serem gerenciadas nos projetos a fim de fundamentar o universo de categorias de restrições a ser adotada pelo presente trabalho. Também foi fundamentada a importância das ações gerenciais das antecipações no PMP e a retroalimentação dos planos de curto prazo e análise de perdas do *making-do* para a análise de restrições em promover a produção protegida.

Por fim, foram apresentados o contexto de implementação do PMP identificadas na revisão de literatura. Notou-se esforços em promover a automatização do PMP e facilitar sua utilização, técnicas ágeis de planejamento da movimentação de equipamentos, introdução da gestão de riscos no PMP.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esse capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados no trabalho. Primeiramente é apresentado o enquadramento metodológico do trabalho e em seguida o delineamento da pesquisa. Os itens seguintes apresentam as fases da pesquisa, dividida em compreensão, desenvolvimento da solução, estudos empíricos, avaliação da contribuição prática da solução, e explicitação das aprendizagens e conclusões.

3.1 Enquadramento metodológico da pesquisa

Este trabalho de dissertação adota pesquisa qualitativa, uma vez que o estudo será baseado em informações relacionadas a condições contextuais coletadas em empresas de construção civil e na literatura, ou seja, dados não numéricos e sem a realização de técnicas estatísticas (YIN, 2016).

A pesquisa qualitativa pode ser definida por cinco características essenciais, que são estudar o significado da vida das pessoas em seu cotidiano (são obtidos registros diários ou periódicos, textos e fotografias); capturar as perspectivas e opiniões dos envolvidos na pesquisa; abranger as condições contextuais (sociais, institucionais e ambientais) em que as pessoas vivem; buscar explicar os acontecimentos e o comportamento social humano por meio de conceitos existentes ou emergentes; e buscar obter credibilidade e confiabilidade do estudo fundamentando-se por meio de múltiplas fontes de evidência e realizar conclusões baseadas na triangulação dos dados das fontes conjuntamente (YIN, 2016).

O modelo de produção do conhecimento adotado foi o *Design Science Research* (DSR). Kasanen; Lukka; Siitonen (1993) denominam o DSR como pesquisa construtiva, por ter como objetivo a busca de conectar o problema e sua solução com o conhecimento teórico acumulado.

O DSR tem como objetivo buscar solução satisfatória de problemas específicos e práticos, que sejam passíveis de generalização para uma determinada classe de problemas, permitindo uso do conhecimento gerado por outros pesquisadores e profissionais (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). Portanto, busca desenvolver construções inovadoras a fim de solucionar problemas reais e promover contribuição teórica para a disciplina de sua aplicação (LUKKA, 2003).

O DSR objetiva projetar e desenvolver artefatos, para contribuir e fortalecer a base de conhecimento existente, assim como prescrever conhecimento de como as coisas deveriam ser por meio das etapas de definição clara do problema; sugestão, desenvolvimento e avaliação do artefato por meio de aplicações, simulações ou experimentos; e conclusão do estudo com os resultados se o artefato obteve êxito na solução do problema de pesquisa (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Conforme March; Smith (1995) os artefatos construídos podem ser classificados em:

- a) Constructos: elementos conceituais que representam o vocabulário de um domínio e descrevem os problemas para especificar as respectivas soluções.
- b) Modelo: é um conjunto de proposições ou informações que revelam as relações entre os constructos ou pode ser uma descrição de as como as coisas são e representam situações como problemas ou soluções;
- c) Método: é um conjunto de etapas utilizadas para desenvolver uma tarefa. Os métodos podem estar vinculados a modelos e utilizar partes desses modelos como uma entrada para o compor.
- d) Instanciações: é a operacionalização de um artefato no seu ambiente, com a finalidade de expressar a viabilidade e a eficácia dos artefatos que foram utilizados (constructos, modelos e métodos).

Van Aken (2004) apresenta três tipos de *design* que podem ser desenvolvidos, a fim de representar um sistema ou um processo a ser realizado, são eles:

- a) *design* do objeto: é o projeto da artefato ou intervenção (por exemplo, conjunto de desenhos de uma máquina projetada);
- b) *design* da realização: é o plano da realização da intervenção ou da construção real do artefato (por exemplo, conjunto de instruções para a oficina sobre como construir essa máquina);
- c) *design* do processo: é o método a ser utilizado para projetar a solução do problema (por exemplo, plano para o próprio processo do projeto como a definição de requisitos, esboçar, fazer desenhos detalhados).

Kasanen; Lukka; Siitonen (1993) apresentam as principais etapas para o desenvolvimento do DSR:

1. Identificar um problema com relevância prática e potencial de pesquisa.
2. Obter compreensão ampla sobre o tópico.
3. Construir uma solução para o problema

4. Avaliar a contribuição prática da solução, demonstrando que a solução funciona
5. Mostrar as conexões teóricas e a contribuição da pesquisa do conceito de solução.
6. Examinar o escopo da aplicabilidade da solução.

A presente dissertação enquadra-se como uma pesquisa DSR, pois objetiva construir um artefato para solucionar um problema real, ou seja, propor um modelo para melhoria da execução do Planejamento de Médio Prazo na construção civil e avaliar sua utilidade.

3.2 Delineamento da pesquisa

A presente investigação foi planejada em três fases conforme apresentado na Figura 2. A primeira é a fase de compreensão, que envolve as etapas de identificar um problema com relevância prática e teórica e obter compreensão ampla sobre o tópico. A segunda é a fase de desenvolvimento da solução, composta pelas etapas de construção da solução para o problema de pesquisa e avaliação da contribuição prática da solução.

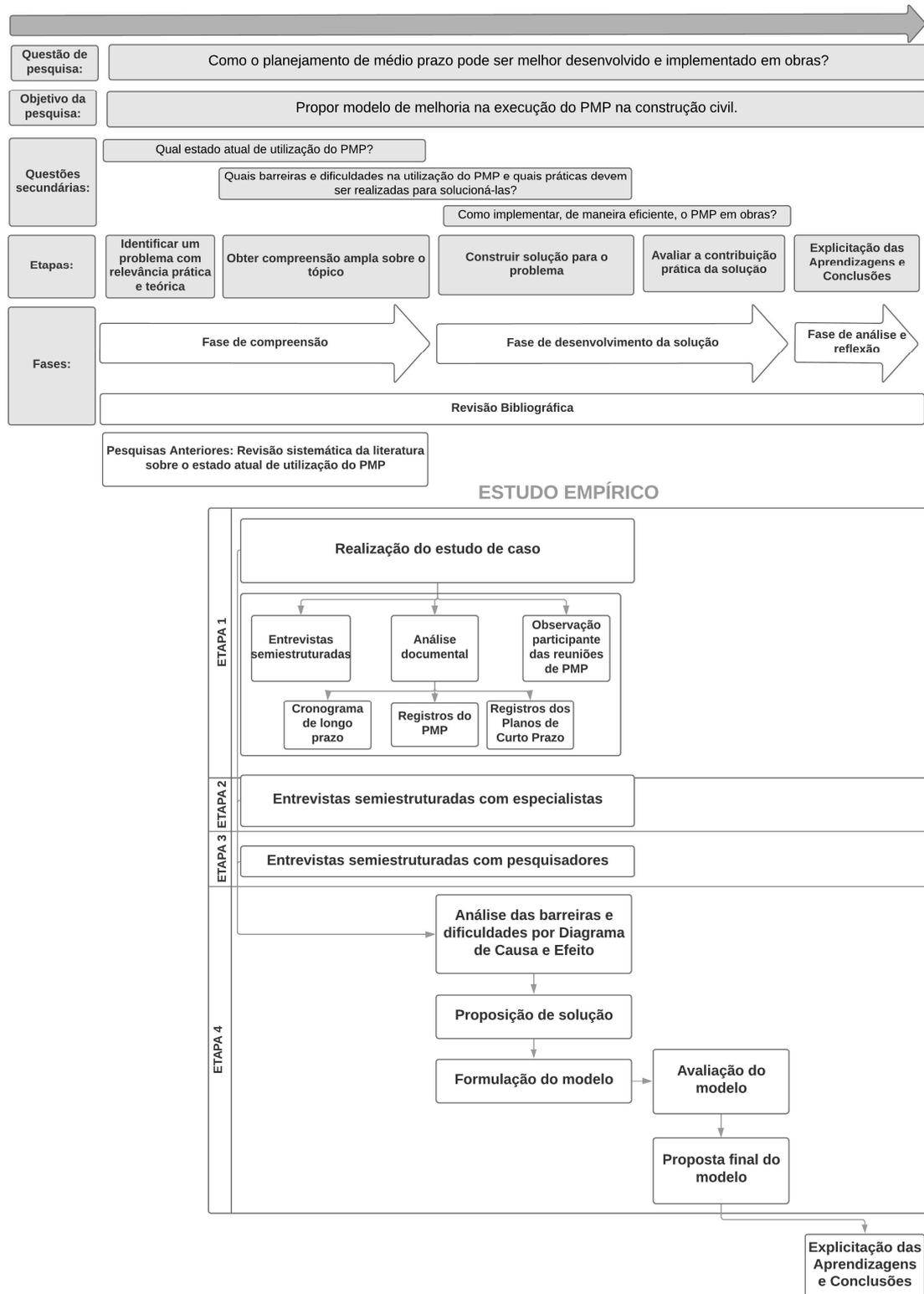
E por fim a fase de análise e reflexão, na qual serão explicitadas as aprendizagens e conclusões a fim de demonstrar as conexões teóricas, a contribuição da pesquisa e o escopo da aplicabilidade da solução (KASANEN; LUKKA; SIITONEN, 1993). A seguir, são descritas como as fases foram desenvolvidas no presente trabalho.

A fase de compreensão e desenvolvimento da solução envolveu a realização de estudos empíricos (Figura 2), divididos em quatro etapas. A etapa 1 consistiu na realização de um estudo de caso, a etapa 2 por entrevistas semiestruturadas com especialistas e a etapa 3 por entrevistas semiestruturadas com pesquisadores. A etapa 4 consistiu em analisar os dados obtidos das etapas anteriores por meio da análise e proposição de solução para as barreiras e dificuldades identificadas na implementação do PMP, formular o modelo de PMP e avaliá-lo a fim de obter melhorias e propor o modelo final do presente trabalho.

O objetivo dos estudos empíricos consistiu em conhecer o processo de PMP de uma empresa construtora e na visão de especialistas e pesquisadores, identificando as principais dificuldades e barreiras recorrentes na implementação do PMP em obras e

quais as sugestões de melhorias para sua realização na visão e experiência dos entrevistados.

Figura 2 - Delineamento da pesquisa



Fonte: elaborada pela autora.

3.3 Fase de Compreensão

Para identificar e compreender amplamente o problema de pesquisa, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL), buscando analisar o cenário do PMP a fim de compreender o contexto de implementação do PMP na construção civil.

A RSL que tem como objetivo avaliar estudos primários relacionados a uma questão de pesquisa específica, a fim de avaliar criticamente, mapear e consolidar uma síntese dos resultados relevantes desses estudos que resultem em novo conhecimento ou identifique lacunas de conhecimento na área na qual a questão de pesquisa está inserida (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

A condução de uma revisão sistemática exige um método explícito, planejado, responsável e justificável, com o propósito de ser realizada isenta de viés e tendência por parte dos autores. Sua contribuição é proporcionar uma visão abrangente e robusta sobre o tema estudado (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

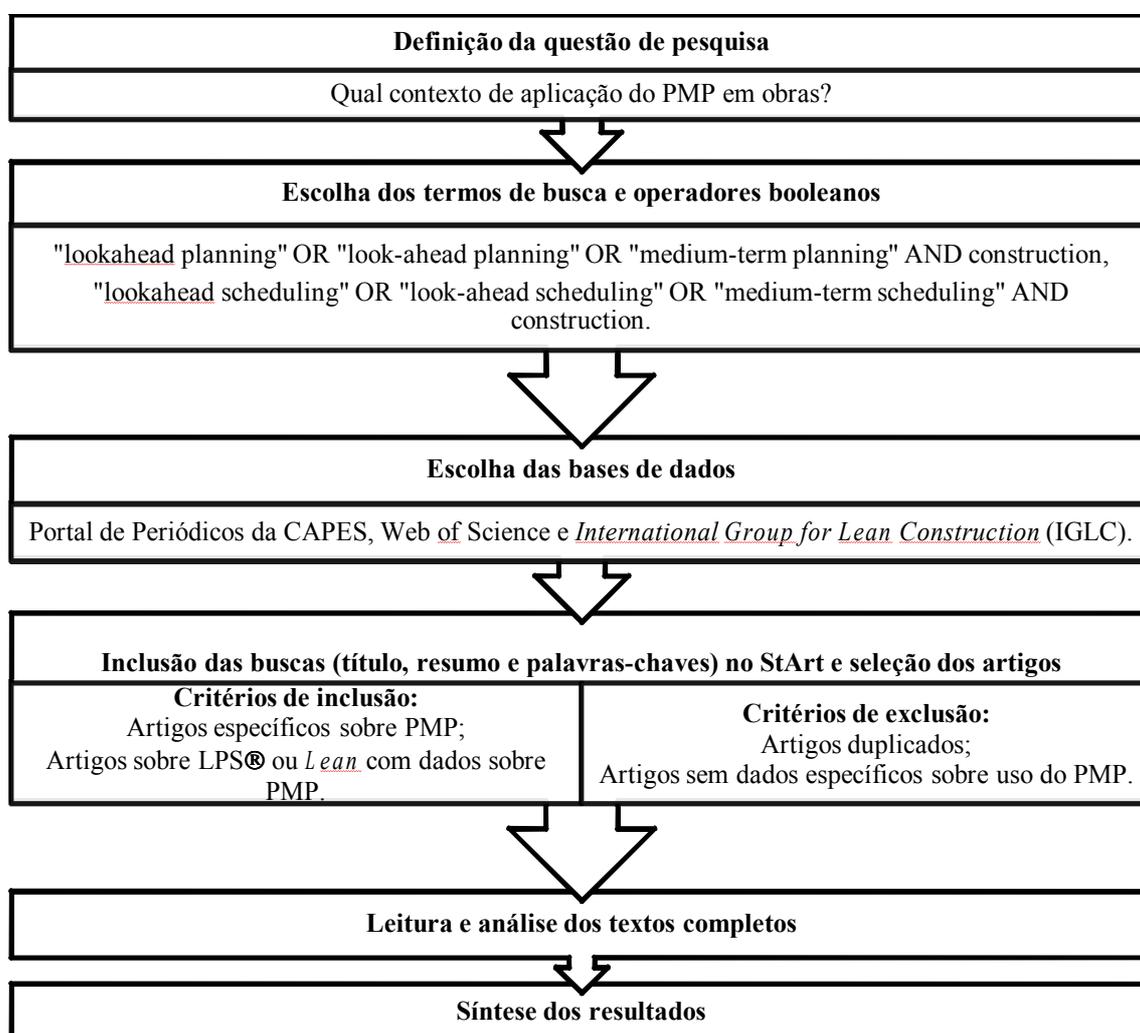
A condução da revisão sistemática correu com apoio de uma ferramenta computacional, o StArt (*State of the Art through Systematic Review*), desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software do Departamento de Computação de São Carlos-SP. Nessa ferramenta foi realizado o planejamento da RSL por meio da elaboração de um protocolo da pesquisa, como também, realizado o processo da RSL, etapa na qual foram adicionados e avaliados os trabalhos e extraídas informações daqueles identificados como relevantes ao tópico de pesquisa abordado (FABBRI et al., 2016).

A Figura 3 apresenta as etapas da RSL, nas quais foi analisado um conjunto de artigos publicados, provenientes das bases de dados disponíveis no Portal de Periódicos da CAPES e Web of Science, por possuírem ampla abrangência de periódicos internacionais. Também foram analisados artigos publicados pelo *International Group for Lean Construction* (IGLC), cujos anais reúnem trabalhos específicos da temática abordada.

O protocolo adotado para essa pesquisa se fundamentou na busca de material de estudo nas bases de dados supracitadas que contivesse em seu conteúdo geral "lookahead planning" OR "look-ahead planning" OR "medium-term planning" AND construction, como também "lookahead scheduling" OR "look-ahead scheduling" OR "medium-term scheduling" AND construction.

O material de origem das buscas nas bases de dados foi adicionado na ferramenta StArt, na qual os trabalhos foram classificados por ordem de prioridade através de atribuições de escores caso os trabalhos contivessem palavras-chaves específicas, inseridas no protocolo do software StArt. Essa classificação por prioridade permitiu auxiliar a avaliação de elegibilidade dos trabalhos, que consiste na leitura do título e resumo dos estudos, com objetivo de verificar sua relevância e selecionar os trabalhos potenciais para compor a RSL (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Figura 3 - Etapas da revisão sistemática da literatura



Fonte: elaborada pela autora.

Os critérios de elegibilidade e inclusão na RSL consistiram em trabalhos que contivessem o título e questão de pesquisa específica sobre o PMP. Como também trabalhos que abordavam como questão de pesquisa o LPS® ou a aplicação dos

princípios da LC e que apresentavam informações relevantes em seu texto sobre o uso do PMP em projetos de construção.

Os critérios de exclusão consistiram se continham informações sem relevância ou artigos sem informações específicas sobre uso do PMP em seus resultados, além de trabalhos duplicados. Portanto, do total de 157 artigos selecionados das bases de dados e inseridos no StArt, 61 trabalhos foram elegíveis, 15 identificados como duplicados e 81 foram rejeitados, pois não atenderam aos critérios de relevância.

A fase seguinte consistiu na avaliação qualitativa e síntese dos resultados por meio da leitura completa e analítica dos 61 trabalhos elegíveis, etapa na qual os estudos foram analisados em profundidade (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). Nessa etapa, mais 11 trabalhos foram rejeitados por não conter informações relevantes sobre o uso do PMP em seus resultados e 50 foram aceitos para compor a RSL desse trabalho.

Posteriormente à leitura, os trabalhos foram avaliados quanto à sua relevância apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Avaliação qualitativa dos trabalhos elegíveis

Categorias de relevância	Critérios	Quantidade de artigos
Alta Relevância	Específicos sobre PMP.	30
Média Relevância	Tratavam sobre o LPS [®] ou <i>Lean</i> , com bons resultados sobre PMP nos resultados.	11
Baixa Relevância	Tratavam sobre SPL ou <i>Lean</i> , com baixo nível de informações sobre PMP nos resultados.	9
Total		50

Fonte: elaborada pela autora.

Por fim, com base nos estudos selecionados para a RSL, foi realizada a síntese dos dados, por meio de uma leitura acompanhada por síntese dos dados em tópicos, buscando estabelecer relação entre os textos. A partir dos resultados encontrados, promoveu-se a integração dos resultados, a fim de responder a questão inicial que motivou a RSL, além de gerar novos conhecimentos que inexistem nos estudos primários originais. A estratégia de síntese da RSL consistiu em apontar as

semelhanças e diferenças identificadas entre os trabalhos analisados, em termos de elementos descritos (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

3.4 Fase de Desenvolvimento da Solução

Em seguida foi proposto e desenvolvido o artefato, representado por um modelo composto por processo de utilização do PMP. O termo modelo corresponde a um conjunto de proposições ou declarações buscando representar a realidade e assegurar sua utilidade (MARCH; SMITH, 1995).

A partir da RSL e sua síntese, foi elaborado arcabouço teórico (Apêndice A) com as principais práticas necessárias durante a utilização do PMP reveladas pela literatura, que serão utilizadas para compor o modelo para a realização eficaz do PMP nos projetos de construção.

A partir do arcabouço teórico com as principais práticas necessárias no PMP (Apêndice A), percebe-se que inúmeras publicações têm tratado da implementação das funções básicas do PMP, constituídas por proteger a produção contra a incerteza (a análise de restrições detém maior número de práticas citadas em trabalhos), integrar os níveis de planejamento, controle e aprendizado.

Conforme Figura 2, nessa fase também foram realizados três estudos empíricos para coleta de dados por meio de um estudo de caso em uma empresa construtora (etapa 1), por entrevistas semiestruturadas com especialistas da área de planejamento (etapa 2) e por entrevistas semiestruturadas com pesquisadores (etapa 3). A seguir é descrito os procedimentos metodológicos utilizados para esses estudos.

De posse dos dados da RSL, do estudo de caso e das entrevistas com especialistas e pesquisadores, foi realizada a etapa 4, composta pela análise do conjunto de barreiras e dificuldades na realização do PMP, pela proposição e formulação do modelo e pela avaliação e elaboração da proposta do modelo final. A partir do conjunto de barreiras e dificuldades na implementação do PMP, foi elaborado um diagrama de Ishikawa, também conhecido como espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito (BRITTO, 2016).

O diagrama de causa e efeito foi utilizado para explorar adequadamente as razões para a ineficaz utilização do PMP e determinar as possíveis causas raízes. O diagrama gerado nesse trabalho categoriza as causas em quatro áreas: processos (se é implantado conforme sugerido pela literatura), método (em relação às estratégias de

como os processos são usados), pessoas (membros da equipe do projeto, incluindo subempreiteiros) e gestão (gestão da equipe do projeto e da empresa). Cada categoria tem várias causas principais (mostradas por linhas horizontais) e causas secundárias (mostradas por linhas diagonais) que derivam dessas causas primárias.

A proposição do modelo de PMP desse trabalho é um aprimoramento do modelo que já existe conforme o LPS® e sua formulação foi baseada em soluções para o conjunto de barreiras e dificuldades identificadas. As soluções utilizadas foram as propostas por trabalhos da RSL (Apêndice A), identificadas no estudo de caso e pelas entrevistas realizadas com especialistas e pesquisadores da área de planejamento.

3.5 Estudos Empíricos

3.5.1 Estudo de Caso

O desenvolvimento de um estudo de caso consiste em estudar um objeto específico com objetivo de compreender como e porque determinados eventos ocorrem a partir da análise de dados coletos de múltiplas fontes de evidência, tais como observações, análise de documentos ou registros e entrevistas (YIN, 2016).

Neste trabalho, um único estudo de caso foi conduzido em que a autora observou e documentou o uso do PMP pela equipe da obra durante período de três meses. A empresa construtora em estudo possui implantado o LPS® no seu processo de PCP e o objeto de estudo de caso foi a construção de um edifício residencial composto por três torres e total de 560 apartamentos, localizado na cidade de Fortaleza, Ceará.

A seleção da empresa estudo de caso consistiu em identificar empresa disponível e vinculada ao Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil (Inovacon), braço tecnológico do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará, Sinduscon-CE e que tivesse obra em andamento no momento da pesquisa.

A empresa envolvida no estudo de caso foi fundada em 1983, constrói obras comerciais e residenciais e possui mais de 500 funcionários. Possui o LPS® implantado na empresa desde 2010 e algumas ferramentas de construção enxuta aplicadas como utilização de *kanban* para gerenciar os níveis de estoque, gestão visual, informações em A3 e programa de melhoria contínua a partir de lições aprendidas de obra para obra.

A empresa possui certificações do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) ISO 9001 e PBQP-H: Nível A. A empresa não estabelece procedimento de PCP

documentado e formalizado no SGQ para verificar sua realização durante as auditorias do SGQ. A própria empresa realiza o planejamento e controle do empreendimento por meio de um setor de PCP no escritório central composta por um engenheiro e um auxiliar.

Utiliza BIM apenas na fase de desenvolvimento de projetos para a compatibilização e leitura de projetos e para extração de quantitativos. O cronograma de longo prazo é realizado em formato de linha de balanço no Microsoft® Project®, com o PMP consistindo na visualização de 90 dias do cronograma de longo prazo. Consideram que as reuniões mensais para análise de restrições fazem parte também do PMP.

No momento da pesquisa a empresa possuía apenas um empreendimento em execução que foi acompanhado durante a presente pesquisa. Consistia em um empreendimento residencial localizado em Fortaleza, Ceará, em um terreno de 9.518m², composto por três subsolos, térreo, um pavimento de lazer, três torres com 21 pavimentos e um total de 560 apartamentos. A data de início da obra foi 20/08/2015 com previsão de término 31/03/2019

No momento da pesquisa, a obra estava na fase de acabamento e 77% concluída. Estavam em execução os serviços de revestimento de parede, piso e teto, elevadores, instalações, esquadrias, pintura, fachada, bancadas, louças, metais e área comum.

Foi utilizada como uma das fontes de evidências as entrevistas semiestruturadas, escolhida por ser método indicado quando se deseja elaborar perguntas abertas e obter respostas mais detalhadas, além de possibilitar o uso de perguntas mais aprofundadas diante de respostas confusas ou incompletas (GRAY, 2012). Além das entrevistas semiestruturadas, foram utilizadas a análise documental e observação participante como fontes de evidência.

A fonte de evidência observação participante é caracterizada pela inclusão do pesquisador no contexto analisado, possibilitando captar a realidade da perspectiva de alguém interno a um estudo de caso, além de fornecer oportunidades para a coleta de dados de eventos que seriam inacessíveis ao estudo (YIN, 2015).

A análise documental corrobora e complementa as informações extraídas de outras fontes de evidências, proporciona menos probabilidade de desorientar o pesquisador e promove maior probabilidade de criticar a interpretação do conteúdo analisado a partir dos documentos (YIN, 2015).

No estudo de caso foram entrevistados envolvidos da alta administração (Diretor de Engenharia), do setor de planejamento (Auxiliar de Planejamento), do setor da obra (Engenheiro de Produção) e empresas que eram subempreiteiras no momento da pesquisa na obra em estudo (supervisor técnico do subempreiteiro de esquadria de alumínio e supervisor técnico do subempreiteiro de forro de gesso e pintura interna). O Quadro 8 apresenta os cargos e a identificação dos entrevistados que será utilizado na apresentação dos resultados dessa pesquisa e as fontes de evidências utilizadas.

Quadro 8 – Identificação dos entrevistados e fontes de evidências do estudo de caso

Identificação do indivíduo (Ind)	Entrevistados	Fontes de Evidências
Ind 1	Diretor de Engenharia	Entrevistas semiestruturadas Observação Participante Análise Documental
Ind 2	Engenheiro de Produção da Obra	
Ind 3	Auxiliar de Planejamento	
Ind 4	Subempreiteiro de esquadria de alumínio (supervisor técnico)	
Ind 5	Subempreiteiro de forro de gesso e pintura interna (supervisor técnico)	

Fonte: elaborado pela autora.

Foram elaborados dois roteiros para as entrevistas semiestruturadas, um para aplicar aos entrevistados pertencentes a empresa construtora (Diretor de Engenharia, Auxiliar de Planejamento e Engenheiro de Produção da Obra) conforme Apêndice B e outro para aplicar às subempreiteiras (Apêndice C).

Foi realizado um pré-teste com um engenheiro civil com 25 anos de experiência no cargo de gerente de obras para avaliar a qualidade do questionário de pesquisa e ajustes foram realizados com objetivo de facilitar a compreensão das perguntas.

Primeiramente foi entrevistado o diretor de engenharia da empresa e os dados foram usados para obter uma maior compreensão do processo de PMP da organização na visão da alta administração, quais as principais barreiras e dificuldades no PMP em sua visão e triangular as informações coletadas das entrevistas realizadas com os setores de planejamento e de obra.

A segunda entrevista foi com um profissional do setor de planejamento, setor composto por um engenheiro e um auxiliar. A entrevista foi realizada com o auxiliar de planejamento, pois o mesmo é responsável por realizar as medições na obra,

atualizar os registros de PMP, difundir as informações e realizar as reuniões de PMP da obra analisada.

No momento da pesquisa, os profissionais do setor de planejamento eram recém-contratados na empresa e não possuíam experiência elevada nos processos da organização. Os dados foram usados para compreender como era efetivamente conduzido o processo de PMP na empresa e seus respectivos registros e como as informações do PMP eram geradas e monitoradas.

A terceira entrevista foi com o engenheiro de produção da obra em estudo. Os dados foram utilizados para compreender como o PMP ocorria na rotina da obra, quais as práticas utilizadas e quais barreiras e dificuldades ocorriam no PMP.

Por último, foram entrevistados dois subempreiteiros que prestavam serviço na obra em estudo no momento da pesquisa, execução de esquadria de alumínio e execução de forro de gesso e pintura interna. O objetivo destas entrevistas foi identificar como ocorria a gestão do PMP dos serviços terceirizados na obra, quais as principais dificuldades e restrições enfrentadas pelas empresas subcontratadas, bem como sugestões de melhorias diante da discussão de suas experiências técnicas em projetos.

Outra motivação das entrevistas com as empresas subempreiteiras está associada ao fato de que estas possuem ampla experiência no escopo de seus serviços em diversas obras e empresas de construção. Os dados contribuíram com informações acerca das restrições mais recorrentes nos respectivos serviços e antecipações importantes para evitá-las durante o PMP.

A autora participou de três reuniões mensais de planejamento e controle de médio prazo, em Setembro, Outubro e Novembro de 2018 e efetuou observação participante para compreender a condução das ações do PMP e sua efetividade conforme Apêndice D.

Também foi realizada análise documental dos registros de planejamento da empresa conforme roteiro apresentado no Apêndice E. Foram examinadas as planilhas de PMP, para analisar como as informações do PMP eram tratadas. Foram fornecidos os relatórios semanais de curto prazo, para verificar a qualidade do PMP em proteger a produção através da análise se existiam atividades não concluídas por falhas no PMP. Também foi objeto de análise o cronograma de longo prazo, para analisar a técnica utilizada e como ocorria a aderência do PMP ao longo prazo da obra.

3.5.2 Entrevistas com Especialistas

Foram entrevistados cinco especialistas na área de planejamento de obras, profissionais com vários níveis de experiência no uso do LPS® em projetos atuais e anteriores, bem como nos processos de planejamento nas empresas em que trabalham.

Quatro dos especialistas estavam vinculados a empresas construtoras e um vinculado a uma empresa de consultoria em planejamento de obras por meio do método do LPS® para empresas de construção.

A seleção consistiu em identificar profissionais envolvidos em empresas com desenvolvimento na área de planejamento de obras na cidade de Fortaleza, Ceará, dentre as empresas vinculadas ao Inovacon. Outro critério de seleção dos entrevistados foi possuírem o histórico de envolvimento no LPS® nas empresas em que trabalham.

No Quadro 9 é apresentado os perfis dos especialistas envolvidos na pesquisa. As entrevistas foram conduzidas por roteiro semiestruturado (Apêndice F) e o objetivo foi identificar as principais dificuldades e barreiras na realização do PMP, as principais sugestões de melhorias e conhecer como realizam o PMP nas empresas que trabalham a fim de identificar práticas importantes para incluir no modelo de PMP proposto.

Quadro 9 – Perfil dos especialistas entrevistados

Identificação do indivíduo (Ind)	Tipo de Empresa que trabalham	Cargo Atual	Tempo de Experiência
Ind 6	Construtora	Coordenador de Obras	24 anos
Ind 7	Construtora	Diretor Técnico	20 anos
Ind 8	Construtora	Diretor Técnico	30 anos
Ind 9	Construtora	Diretor Técnico	25 anos
Ind 10	Consultoria em planejamento	Diretor Técnico	12 anos

Fonte: elaborado pela autora.

3.5.3 Entrevistas com Pesquisadores

Foram realizadas entrevistas com seis pesquisadores renomados na área de planejamento de obras. A seleção de cinco dos entrevistados consistiu na identificação de professores que pesquisam especificamente linhas de estudos relacionadas com o PMP e que estariam presentes no XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (XVII ENTAC), realizado nos dias 12 e 14 de Novembro de 2018 em Foz do Iguaçu, Paraná. O ENTAC, realizado pela ANTAC, ocorre bienalmente e é considerado o mais importante evento técnico-científico brasileiro na área de Tecnologia do Ambiente Construído e reúne importantes pesquisadores na área de pesquisa desse trabalho.

As entrevistas foram do tipo semiestruturada, sendo o roteiro apresentado no Apêndice G. Foram presenciais, com exceção da entrevista com o pesquisador Ind 16 (Quadro 10), que foi realizada por meio de videoconferência, pois este residia fora do Brasil no momento da pesquisa.

O Quadro 10 descreve o perfil dos pesquisadores entrevistados bem como as linhas de estudos que desenvolvem.

Quadro 10 – Perfil dos pesquisadores entrevistados

Identificação do indivíduo (Ind)	Título	Tempo de Experiência	Linhas de Pesquisa
Ind 11	Ph.D.	38 anos	Projeto e gestão de sistemas de produção, produção enxuta, gestão da segurança do trabalho, aprendizagem organizacional, medição de desempenho de empresas e empreendimentos de construção, habitação de interesse social e gestão do processo de desenvolvimento do produto.
Ind 12	Doutorado	36 anos	Padronização, padrão, prototipagem e PCP.
Ind 13	Doutorado	33 anos	Projeto e gestão de sistemas de produção na construção civil, Gestão de custos e medição de desempenho, Gestão da cadeia de suprimentos, Tecnologia da Informação e Comunicação aplicada à construção civil, BIM.
Ind 14	Doutorado	33 anos	Gestão e Tecnologia do Ambiente Construído, com ênfase em planejamento econômico, financeiro e de risco, planejamento e controle de empreendimentos, implantação construção enxuta.

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 10 – Perfil dos pesquisadores entrevistados (continuação)

Identificação do indivíduo (Ind)	Título	Tempo de Experiência	Linhas de Pesquisa
Ind 15	Pós-Doutorado	17 anos	Gestão de obras, medição de desempenho, planejamento e controle de obra, gestão da qualidade, gestão sustentável em canteiros, BIM e Veículos Aéreos Não Tripulados.
Ind 16	Ph.D.	15 anos	Gerenciamento de operações, gerenciamento de projetos, produção enxuta e construção enxuta.

Fonte: elaborado pela autora.

3.6 Avaliação da contribuição prática da solução

Nessa fase foram avaliadas a funcionalidade e relevância do artefato gerado (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). Conforme Kasanen; Lukka; Siitonen (1993), a principal preocupação acerca dos modelos no DSR está na sua utilidade. Embora um modelo possa ser impreciso sobre os detalhes da realidade, ele precisa ter condições de capturar a estrutura geral da realidade, buscando assegurar sua utilidade.

Para Kasanen; Lukka; Siitonen (1993), uma pesquisa construtiva deve ser capaz de resolver problemas como também identificar novas dificuldades. A utilidade da pesquisa construtiva deve ser testada por meio da avaliação dos resultados dos estudos aplicados a luz de critérios como a relevância, simplicidade e facilidade de uso.

Com base nos autores acima e pesquisas construtivas anteriores (BIOTTO, 2012; FIREMAN, 2012; LEÃO, 2014; BATAGLIN, 2017), a avaliação do modelo de realização do PMP proposto por esse trabalho foi realizada por meio dos constructos utilidade e facilidade de uso e respectivos subconstructos, conforme Quadro 11.

Os subconstructos da utilidade do modelo foram fundamentados nas funções do PMP apontadas pela literatura. Os subconstructos facilidade foram baseados em subconstructos utilizados de trabalhos que utilizaram a técnica DSR na construção.

Com relação à utilidade do modelo, compreende-se que pode ser útil se o processo de PMP contribuir para a:

- a) Capacidade para proteger a produção: refere-se à capacidade de entender o trabalho a ser realizado, identificar e remover as restrições e proteger efetivamente a produção;

- b) Integração com os demais níveis de planejamento: promove a integração entre os níveis de longo, fase e curto prazo;
- c) Proporciona o controle e aprendizado: promove o controle e aprendizado da produção e do processo de PMP;
- d) Viabiliza a análise dos fluxos físicos: proporciona espaço para análise dos fluxos físicos;
- e) Interage com a gestão de custos: a gestão de custos é realizada no processo de PMP;
- f) Proporciona o planejamento de controle da segurança: os requisitos de segurança do trabalho são considerados e integrados ao PMP.

Quadro 11 - Descrição dos constructos, subconstructos e fontes de evidências

Constructos	Subconstructos	ReferenciaFontes de evidências
Utilidade	Capacidade para proteger a produção	Ballard (1997); Ballard; Howell (1998); Ballard (2000); Hamzeh (2009); Coelho (2003)
	Integração com os demais níveis de planejamento	Coelho (2003)
	Proporciona o controle e aprendizado	Coelho (2003), Ballard e Howell (1998)
	Viabiliza a análise dos fluxos físicos	Coelho (2003)
	Interage com a gestão de custos	Coelho (2003)
	Proporciona o planejamento de controle da segurança	Coelho (2003)
Facilidade	Contribui para facilitar e manter a rotina de PMP	Fireman (2012); Leão (2014); Bataglin (2017)
	Integração entre os participantes no processo em ambiente mais colaborativo	Biotto (2012), Bataglin (2017)
	Otimização do relacionamento entre subcontratados e empresa	

Fonte: elaborado pela autora.

Com relação à facilidade de uso do modelo, considerou-se:

- a) Contribui para facilitar e manter a rotina de PMP: os processos estão claros e contribuem para a maior facilidade em manter a rotina com maior eficiência no processo de coleta, entrada e processamento de dados;
- b) Integração entre os participantes no processo em ambiente mais colaborativo: promove e estimula um ambiente mais colaborativo com maior envolvimento e comprometimento das partes envolvidas, incluindo os diversos setores da empresa;

- c) Otimização do relacionamento entre subcontratados e empresa: maior envolvimento dos terceirizados no PMP, com efetiva participação e análise de suas restrições junto à empresa.

Com o objetivo de avaliar o modelo proposto desse trabalho foram realizadas três entrevistas semiestruturadas conforme Apêndice H com um pesquisador (Avaliador 1) e dois especialistas, ambos diretores de empresas de consultoria em planejamento de obras, identificados como Avaliador 2 e 3.

A seleção dos especialistas consistiu em escolher as duas maiores empresas de consultoria que prestam serviço para o grupo de empresas que participam do Inovacon no Ceará. E a seleção do pesquisador consistiu em escolher profissional específico da área de pesquisa desse trabalho e que resida em Fortaleza, Ceará.

Primeiramente foi enviado modelo de PMP para os envolvidos no processo de avaliação para leitura e análise individual. Posteriormente, foi realizada entrevista para avaliação do modelo de acordo com os constructos estabelecidos.

3.7 Explicitação das Aprendizagens e Conclusões

Por último, foi realizada a explicitação das aprendizagens e conclusões. O objetivo dessa etapa foi assegurar que a pesquisa realizada pudesse servir de referência e como subsídio para a geração de conhecimento, tanto no campo prático quanto no teórico (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Os resultados desse estudo foram confrontados com a literatura a que se recorreu na fundamentação teórica deste trabalho, com vistas a responder os objetivos propostos expressos. Por fim, os resultados são discutidos e sugeridas propostas para desenvolver estudos futuros.

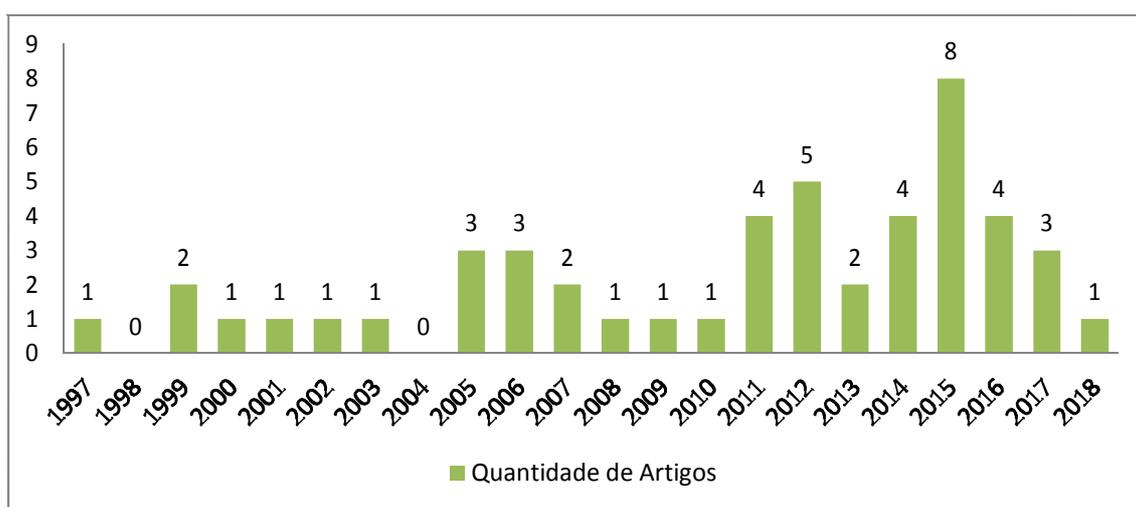
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse capítulo está subdividido em quatro subcapítulos. O primeiro apresenta os resultados obtidos com a RSL, apontando as áreas chaves acerca do PMP abordadas por trabalhos anteriores. Em seguida é apresentada a análise crítica do PMP da empresa estudo de caso e posteriormente é apresentado o universo das barreiras e dificuldades identificadas na pesquisa realizada por meio do estudo de caso e entrevistas com especialistas e pesquisadores com respectivas propostas de solução, que foram utilizadas para a proposição do modelo, que será apresentado no capítulo 5. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

4.1 Resultados da Revisão Sistemática da Literatura

Os resultados iniciais da pesquisa foram obtidos através de uma revisão sistemática da literatura. A Figura 4 apresenta a distribuição anual dos 50 artigos analisados e que possuem resultados acerca do uso do PMP na construção e que foram selecionados para o estudo. . Pode-se observar uma tendência, ainda que tênue, de aumentar o número de artigos relacionados a esse assunto no período 2011-2016.

Figura 4 – Distribuição anual de artigos que abordam Planejamento de Médio Prazo



Fonte: elaborada pela autora.

A RSL mostrou que, até em estudos recentes, é ressaltado que na prática atual em muitos projetos de construção persiste em apresentar fraca implementação do PMP. Desde 1997, com a publicação do trabalho cujo próprio título “*Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control*” enfatiza claramente que o PMP é a ligação negligenciada no controle da produção entre os níveis de planejamento de longo e curto prazo (BALLARD, 1997). Isto também é destacado em trabalhos recentes, como (HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2012; HAMZEH et al., 2015; HAMZEH; ZANKOUL; ROUHANA, 2015; HAMZEH; ZANKOUL; SAKKA, 2016).

Na Tabela 2 são apresentadas as fontes das publicações dos trabalhos selecionados. Observa-se que a maioria dos artigos utilizados na RSL foi de publicações do congresso internacional IGLC.

Tabela 2 – Origem das publicações da revisão sistemática da literatura

Nº	Fonte publicação	Total	Qualis ¹
1	IGLC	32	
2	Automation in Construction	6	A1
3	Lean Construction Journal	3	
4	Engineering, Construction and Architectural Management	2	B1
5	Journal of Computing in Civil Engineering	1	
6	Journal of Construction Engineering and Management	1	A1
7	Advanced Engineering Informatics	1	
8	Construction Management and Economics	1	
9	Procedia Engineering	1	
10	KSCE Journal of Civil Engineering	1	B2
11	Computing in Civil and Building Engineering	1	
Total		50	

¹ Classificação da Qualis/CAPES

Fonte: elaborada pela autora.

A RSL avaliou o conjunto de artigos apresentados no Quadro 12 e que contribuíram para identificar as principais falhas no PMP registradas na literatura e identificar lacunas de conhecimento. Outro resultado obtido a partir da RSL foi a elaboração do arcabouço teórico com conjunto de práticas que podem ser utilizadas durante o PMP em projetos de construção (Apêndice A).

Quadro 12 – Artigos da RSL

Categoria de Relevância	Conjunto de Temas Abordados	Autores
Alta Relevância	Específicos sobre PMP, artigos com dados sobre aplicação do PMP, métricas de planejamento, restrições, uso do BIM e gestão de riscos com o PMP	Ballard (1997); Chua; Jun; Hwee (1999); Ju; Chua; Hwee (2000); Chua; Shen (2001); Chua; Shen; Bok (2003); Mitropoulos (2005); Kim; Jang (2006); Kemmer et al. (2007); Jang; Kim (2007); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Davis (2009); Alves; Britt (2011); Hamzeh; Langerud (2011); Dong et al. (2012); Hamzeh et al. (2012); Song; Eldin (2012); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2012); Samudio e Alves (2012); Dong et al. (2013); Hamzeh; Aridi (2013); Wehbe; Hamzeh (2013); Britt et al. (2014); Toledo et al. (2014); Vahdatikhaki; Hammad (2015); Hamzeh et al. (2015); Hamzeh; Zankoul; Rouhana (2015); Emdanat e Azambuja (2016); Hamzeh; Zankoul; Sakka (2016); Al Hattab; Zankoul; Hamzeh (2017); Zeng; König; Teizer (2017)
Média Relevância	Artigos que avaliaram a adoção do LPS® em projetos, integração do LPS® com gestão da segurança ou com o BIM, com bons resultados em relação ao PMP	Mendez Jr.; Heineck (1999); Saurin et al. (2002); Bortolazza; Formoso (2006); Sacks; Radosavljevic; Barak (2010); Antillón et al. (2011); Dave; Boddy; Koskela (2011); Bhatla and Leite (2012); Dave; Boddy; Koskela (2013); Dave et al. (2016a); Khanh; Kim (2016); Toledo; Olivares; González (2016)
Baixa Relevância	Artigos que avaliaram a adoção do LPS® em projetos e integração do LPS® com <i>Location-Based Management System</i> (LBMS) com poucos dados sobre o PMP	Mohan; Iyer (2005); Saurin; Formoso; Cambraia (2005); Seppänen; Ballard; Pesonen (2010); Wesz; Formoso; Tzortzopoulos (2013) Scheer et al. (2014); Seppänen; Modrich; Ballard (2015); Salvatierra et al. (2015); Dave et al. (2016b); Perez; Ghosh (2018)

Fonte: elaborado pela autora.

Foram classificados 30 artigos como de alta relevância, ou seja, trabalhos que possuem título e questão de pesquisa específica sobre o PMP. Esses trabalhos contribuíram com diversas práticas e lições aprendidas e para identificar lacunas de conhecimento da pesquisa.

Os artigos classificados como de média relevância, em geral, corresponderam a estudos sobre a adoção do LPS® com importantes dados sobre o uso do PMP em seus resultados, que principalmente contribuíram para compor o conjunto de práticas utilizadas no PMP.

Os trabalhos classificados como de baixa relevância, que contribuíram para estatísticas sobre a utilização do PMP em diversos países e para compor o conjunto de práticas utilizadas no PMP. Corresponderam a estudos sobre o LPS® com baixo nível de informações sobre o nível de PMP em seus resultados e artigos que estudaram a

integração do SLP® com *Location-Based Management System* (LBMS), a fim de obter transparência da integração entre o longo, fase, médio e curto prazo, como também verificar o impacto no horizonte de PMP por meio da atualização do progresso na LBMS, técnica de cronograma utilizada no planejamento de longo prazo (SEPPÄNEN; MODRICH; BALLARD, 2010; SEPPÄNEN; MODRICH; BALLARD, 2015).

A partir da RSL, esse trabalho gerou o Apêndice A, que apresentam as principais práticas realizadas durante o PMP registradas na literatura. As práticas coletadas foram classificadas pelas funções básicas do PMP (proteger a produção contra a incerteza, integrar os níveis de planejamento e efetuar controle e aprendizado) e pelas funções secundárias (analisar os fluxos físicos, gerenciar os custos e planejar e controlar a segurança) elencadas pelos autores primários sobre o tema.

O conjunto de práticas do Apêndice A foram utilizadas para propor um modelo que proporcione estratégia eficaz para a realização do PMP nos projetos de construção diante das dificuldades e barreiras em sua implementação identificadas na pesquisa desse trabalho.

4.1.1 Lacunas de Conhecimento Identificadas

A RSL permitiu identificar lacunas de conhecimento na literatura sobre o tema. Uma das lacunas identificada foi os poucos trabalhos que existem acerca da aplicação em projetos reais de métricas específicas de planejamento de médio prazo em projetos.

A revisão da literatura revelou que estudos de casos com foco na mensuração da qualidade do PMP são restritos, pois é difícil encontrar empresas que mensurem indicadores do PMP, como TA e TMR (HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2008; HAMZEH; LANGERUD, 2011; HAMZEH et al., 2015; HAMZEH; ZANKOUL; ROUHANA, 2015). Em contrapartida, o PPC costuma ser a única métrica utilizada e que, de forma vaga, representa o progresso geral de planejamento do projeto (HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2008; HAMZEH; LANGERUD, 2011).

Diante dessa dificuldade, recentes trabalhos foram desenvolvidos para estudar o PMP e seu impacto em diversas abordagens através da simulação computacional (HAMZEH et al., 2015; HAMZEH; LANGERUD, 2011; HAMZEH; ZANKOUL; SAKKA, 2016).

Em Hamzeh et al. (2015), a simulação foi utilizada para analisar o efeito do aumento das tarefas antecipadas, mensuradas por TA, na redução da duração do projeto. A simulação apontou relação positiva, mas com limite de efeito. Os referidos autores afirmam que os projetos possuem diferentes níveis de incerteza e isso pode delimitar essa relação.

Projetos com atividades repetitivas e com baixa incerteza indicam que TA aumenta com um bom planejamento. Entretanto, projetos com muitas tarefas interdependentes, exigem maior colaboração no PMP para contribuir no aumento de TA e na redução das atividades apenas preparadas próximas à execução (uma semana antes da execução, por exemplo). Isso ocorre devido à dificuldade em remover restrições no início do processo de PMP (HAMZEH et al., 2015).

Os autores Hamzeh et al. (2015) salientam que para projetos desse tipo, com maior grau de incerteza, a utilização de BIM e a detecção de interferências nos desenhos dos projetos podem ajudar a aumentar a métrica TA.

No trabalho de Hamzeh e Langerud (2011), a simulação detectou que o aumento de TA contribui para aumentar o PPC, proporcionando, assim, melhor desempenho do projeto e da confiabilidade do fluxo de trabalho.

Já no trabalho de Hamzeh; Zankoul; Sakka (2016), a simulação computacional constatou impacto positivo da métrica TMR na execução da tarefa, confiabilidade do planejamento semanal do trabalho (PPC) e duração do projeto, reafirmando os benefícios do processo de remoção de restrições.

Os autores dos trabalhos de simulação supracitados recomendam que mais projetos comecem a registrar dados para permitir a análise e replicação experimental. As hipóteses e resultados desses trabalhos de análise do PMP por simulação requerem validação em projetos reais, com a devida coleta dos indicadores do LPS®, integrados com as métricas de progresso de tempo e custo para análise do desempenho do projeto. Outra lacuna do conhecimento citada por estes autores é a necessidade de categorizar os tipos de restrições em projetos, para que estas possam ser utilizadas como fonte de dados em futuros empreendimentos.

Embora autores tenham começado a estudar o PMP para melhorar as operações e o gerenciamento, para propor indicadores de desempenho, para avaliar como o aumento das métricas TA e TMR impactam no PPC e na duração do projeto, trabalhos nessa área revelaram que seus resultados carecem de estudos complementares

e implicam na necessidade de comprovar as hipóteses em projetos, já que essas métricas possuem aplicação rara em projetos reais.

Outra lacuna identificada foi que trabalhos trataram da integração do LPS® com o BIM, entretanto não contribuíram com informações específicas sobre adoção do BIM nas funções do PMP e tem focado em aspectos teóricos relacionados a essa integração.

Dave et al. (2016a); Dave; Boddy; Koskela (2011) e Dave; Boddy; Koskela (2013) estudaram o VIsiLean, software proposto para fornecer à equipe de construção um sistema de gerenciamento que integre o BIM e o LPS®.

Sacks; Radosavljevic e Barak (2010) propuseram o KanBim, que consiste em uma sistema integrado de andons e fluxos de processos por Kanban, compilados dentro da plataforma BIM, com o objetivo de superar as lacunas entre o LPS® e as operações executadas em campo.

E outros dois trabalhos Toledo; Olivares; González (2016) e Bhatla; Leite (2012), abordaram modelos processuais de integração entre o BIM e o LPS® a partir da literatura e estudos de caso.

Bhatla e Leite (2012) realizaram, por exemplo, um estudo de caso caracterizado por um projeto de construção bem sucedido em termos de implementação do BIM e LPS®. Porém, foram verificados que mais benefícios poderiam ter sido alcançados principalmente em relação à integração do BIM com o nível de PMP, que não foi realizado de forma sistemática. A utilização do BIM não seguiu um procedimento definido que incorporasse colaboração eficaz entre os participantes do projeto. As reuniões de coordenação do BIM eram realizadas separadamente das reuniões de médio prazo. As reuniões de coordenação do BIM não envolviam todos os subcontratados, o que ocasionou falhas de comunicação com esses subcontratados e retrabalho de serviços no projeto.

Problemas similares foram identificados nos estudos de caso realizados por Toledo; Olivares; González (2016). O modelo BIM não foi utilizado durante as reuniões do PMP e não foi compartilhado com todas as partes interessadas do projeto.

A pesquisa realizada por Harris e Alves (2016) acerca da utilização do BIM na área de operações revelou que as equipes de obras não aproveitam os benefícios potenciais obtidos com a utilização do BIM no planejamento e gestão da construção, tais como obter maior nível de visualização e colaboração no projeto, melhoria do fluxo

de produção, geração de valor e agilidade na resolução de problemas. Constatou-se que os coordenadores de projetos, que não trabalham integralmente no local de produção, são os que mais confiam, se beneficiam e utilizam o BIM.

Harris (2017) investigou barreiras para a implementação eficaz do BIM na obra e identificou dificuldades relacionadas à baixa quantidade de treinamentos na operação do BIM fornecidos às equipes de produção. Outra dificuldade é a operação do BIM centralizada a uma única pessoa, que geralmente trabalha no escritório da empresa e não no local da construção. Essa dependência de um profissional externo para gerenciar o BIM resulta em uma divisão entre o projeto físico e a tecnologia virtual, o que pode impedir que os projetos aproveitem os benefícios do BIM em apoiar o planejamento e as operações de produção das construções.

Apenas dois trabalhos buscaram utilizar o BIM no auxílio das funções do PMP. Zeng; König; Teizer (2017) estudou a gestão de riscos no PMP utilizando o BIM e Toledo et al. (2014) estudaram restrições com uso do BIM.

Zeng; König; Teizer (2017) afirmam que a construção é caracterizada por uma cadeia de suprimentos fragmentada e que envolve diversos participantes. Há envolvidos que trabalham no local da construção; envolvidos externos a produção; participantes da área comercial e de compras que interagem com os participantes anteriores. Diante desse cenário, faz-se necessário existir um gerenciador externo à construção que coordene todas as interações existentes na cadeia de suprimentos durante o PMP, com objetivo de gerenciar efetivamente os riscos inerentes à gestão de suprimentos (ZENG; KÖNIG; TEIZER, 2017).

Portanto, os autores Zeng; König; Teizer (2017) propuseram a utilização do BIM para essa função, no qual os riscos identificados no PMP são introduzidos no BIM e representados por um esquema de cores para realizar o gerenciamento visual e integrado.

Estratégia similar foi identificada no trabalho de Toledo et al. (2014), que utilizaram modelos 4D BIM para visualizar e gerenciar restrições no plano de médio prazo. Estes autores definiram categorias de restrições e atribuíram cores que foram correlacionadas aos objetos no modelo BIM. O objetivo foi exibir visualmente as restrições no PMP, ou seja, as restrições eram representadas na modelagem e sinalizadas aos participantes durante as reuniões de planejamento. Os resultados mostraram que essa ação melhorou o entendimento sobre o gerenciamento e o progresso das restrições do projeto por parte dos profissionais envolvidos.

4.1.2 Considerações finais acerca da revisão sistemática da literatura

A RSL promoveu a contribuição relevante representada pelo o arcabouço teórico apresentado no Apêndice A com as principais práticas durante o PMP reveladas pela literatura e relacionadas às funções básicas e secundárias do PMP. O acervo dessas práticas foi utilizado no presente trabalho para propor modelo para melhoria na utilização do PMP em obras.

Esse trabalho também revela outras lacunas de conhecimento na literatura sobre o tema. Embora autores tenham começado a estudar o PMP para melhorar as operações, trabalhos revelaram que seus resultados carecem de estudos complementares e implicam na necessidade de comprovar as hipóteses em projetos reais. Mais pesquisas são necessárias para estudar o impacto do PMP no desempenho dos projetos, pode-se citar a análise da mensuração de indicadores de PMP, como TA e TMR, na execução dos projetos, já que essas métricas possuem aplicação rara em projetos reais.

Outra lacuna identificada foi utilizar o BIM no auxílio das funções do PMP, pois existem poucos trabalhos que abordam esta questão de pesquisa. Mais trabalhos são necessários para sistematizar a utilização do BIM no auxílio das principais funções do PMP em projetos de construção a fim de potencializar os benefícios dessas ferramentas.

4.2 Análise Crítica do Processo de Planejamento e Controle da Produção da Empresa Estudo de Caso

O planejamento de longo prazo do empreendimento era realizado no *software* Microsoft® Project® e era composto por todas as atividades do projeto. Esse cronograma foi realizado em formato de Linha de Balanço, entretanto utiliza-se a visualização nas reuniões apenas dos filtros das atividades no formato de gráfico de Gantt.

Ao final do mês, o setor de planejamento realiza a medição dos serviços executadas na obra e atualizava os percentuais executados no cronograma de longo prazo. Após essa atualização, o setor de planejamento avalia se avanço físico está dentro do previsto e prazo mantido e, caso necessário, realiza ajustes na programação. Após ajustes no cronograma, era entregue programação do próximo mês para a equipe da obra avaliar se era exequível ou se a programação necessitava de mais ajustes.

O horizonte de tempo do PMP era de três meses. Portanto, após confirmação da equipe da obra acerca do planejamento do próximo mês, o setor de planejamento visualizava por filtro no Microsoft® Project® o intervalo de atividades para os próximos três meses. Posteriormente, o filtro dessas atividades era copiado para uma planilha no Microsoft Excel® denominada “Planejamento de Médio Prazo” (Figura 5) para analisar as restrições e providências necessárias em reunião mensal.

Figura 5 – Planilha de Planejamento de Médio Prazo da empresa estudo de caso

Nº	Atividade	Descrição	Responsável	Setor	Data Limite	Status

Fonte: elaborada pela autora.

Para cada atividade era analisado primeiramente se os novos serviços seriam realizados pela própria empresa ou terceirizados. Se fosse realizado pela própria empresa, analisava-se restrição de material e eram atribuídas datas para fazer o quantitativo, fazer a requisição no sistema, fazer o pedido e conferência de sua chegada na obra. Se serviço fosse subcontratado, fazia-se a previsão de datas para geração do contrato, prevendo elaborar um estudo comparativo de propostas de serviços, assinar o estudo comparativo, elaborar quadro resumo e elaborar contrato, assinar o contrato e lançar o contrato no sistema.

As ações da planilha de PMP da empresa envolviam vários setores da empresa: Compras, Financeiro, Jurídico, Incorporação, Obra, Orçamento, Planejamento, Segurança, Supervisão, Projetos e Contratos. Entretanto, apenas participam da reunião de PMP o auxiliar de planejamento, engenheiros e técnicos da obra. Mensalmente era contabilizado o índice de remoção de restrições (IRR) para cada setor acima mencionado.

Eram realizadas reuniões semanais para analisar a execução do plano semanal. Entretanto nas reuniões de PMP não eram analisadas a evolução do PPC do mês anterior e as principais causas dos problemas que interrompiam a produção.

Foi realizado estudo de estudo em uma empresa construtora durante período de três meses. A partir das observações durante as reuniões, da análise documental e entrevistas semiestruturadas realizadas, foram identificadas barreiras e dificuldades na condução do PMP da empresa em estudo pontuadas a seguir.

a) Implementação e operação incompleta:

O cronograma de longo prazo da obra é realizado no Microsoft® Project® e estruturado para visualizar as atividades no formato de linha de balanço através de agrupamento de atividades por local de produção. Porém, a sala técnica da obra não possui esse cronograma disponível e impresso e durante as reuniões as atividades são visualizadas por filtro de datas no *software* e apresentadas por lista de atividades na formatação de gráfico de Gantt. Não era utilizada a ferramenta Linha de Balanço para facilitar as discussões de fluxos de atividades durante o PMP.

Portanto, o PMP consiste na visualização do horizonte de três meses do cronograma de longo prazo e não ocorre o detalhamento das atividades durante o PMP, que é representado pela visualização nas reuniões apenas dos filtros das atividades no formato de gráfico de Gantt. Esse filtro informa as atividades, durações, datas de início e término dos serviços a serem realizados.

b) Não envolver partes interessadas importantes nas reuniões; reuniões longas e com muitas pautas; não preparação para as reuniões e pouco liderança do gerente:

A verificação se as restrições das reuniões passadas foram solucionadas ocorre durante as reuniões. No início da reunião são apresentadas as ações de remoção das restrições do mês passado e os participantes buscam no momento da reunião as informações, pois não há preparação anterior ou feedback dos responsáveis acerca dos dados necessários.

Por meio das observações foi constatada que é necessário muito tempo para verificar se as ações previstas no mês anterior estavam concluídas ou não, motivo que prolongou as reuniões.

Os responsáveis pela remoção das restrições envolvia vários setores de compras, como financeiro, jurídico, incorporação, obra, orçamento, planejamento, segurança, supervisão, projetos e contratos. Entretanto, quem participa das reuniões era apenas a equipe da obra (engenheiros, auxiliar de planejamento e técnicos).

Partes envolvidas importantes como equipe de segurança do trabalho e mestre de obras também não participaram das reuniões e as informações de ações que dependiam de outros setores externos a obra não estavam disponíveis.

A remoção das restrições que os responsáveis eram de setores externos a obra eram consultadas no momento da reunião. Algumas restrições eram mantidas como em aberto e a data prorrogada sem a clareza se comprometeria as atividades

futuras. As reuniões foram conduzidas pelo auxiliar de planejamento da empresa, sem liderança forte dos engenheiros da obra, que durante a reunião resolviam em paralelo outras demandas da obra.

c) Falta de entendimento do objetivo da reunião:

Após atualizar o status das ações para remover restrições e lançar novas datas para as não cumpridas, eram analisadas as novas atividades. Entretanto, esse processo envolvia análise de pré-requisitos básicos que não representavam devidamente uma restrição e deveriam ser gerenciadas durante a rotina de trabalho fora das reuniões. Por exemplo, se nova atividade envolvia compra de material, programava-se nas reuniões as atividades: levantar quantitativos, fazer a requisição no sistema, fazer o pedido e receber na obra. Esses itens poderiam já estar previsto em um cronograma de suprimentos e ser discutido nas reuniões gargalos encontrados no processo. Assim, o momento da reunião seria dedicado às discussões de itens que restringem a execução.

d) Ineficiente método e ferramenta:

As atividades filtradas do cronograma de longo prazo eram inseridas em planilha no Microsoft Excel® para realizar a análise de restrições. Essa planilha era realizada manualmente e continha colunas para descrever as atividades, descrição das restrições, responsáveis pela remoção das restrições, setores, datas limites de remoção e status da remoção das restrições.

Portanto, uma dificuldade observada na planilha foi a ausência de coluna com data de início dos serviços. Dessa forma, não ficava claro se ao atualizar a data de uma ação não realizada, esta iria comprometer o início do serviço.

O processo de análise de restrições consistia primeiramente em analisar as restrições identificadas em reuniões anteriores, e posteriormente, eram analisadas as futuras atividades no horizonte de tempo de 90 dias. A planilha de análise de restrições (Figura 5) não continha categorias de pré-requisitos para análise sistemática, como proposto por Koskela (1999).

As restrições eram identificadas por questionamentos abertos, considerando apenas duas categorias de análise, a compra de material (fazer o quantitativo, fazer a requisição no sistema, fazer o pedido e conferência da chegada na obra) e os contratos (elaborar estudo comparativo, assinatura do estudo comparativo, elaborar quadro resumo e contrato, assinatura de contrato e lançamento do contrato no sistema). Outras categorias como apresentado no Quadro 7 não eram tratadas na reunião.

Outra restrição comum era a necessidade de dimensionar os pacotes de trabalho, por modelo padrão na empresa, através de planilha no Microsoft Excel®. O orçamento das obras da empresa eram elaborados por pacotes de trabalhos e durante o PMP a obra dimensionava os funcionários, a produtividade e tempo estimado da cada pacote de trabalho e esse dimensionamento era aprovado após análise do setor da sala técnica.

A comunicação das ações e datas previstas era feita manualmente por e-mail e não ocorria o retorno da comunicação se as ações foram solucionadas ou não pelos próprios responsáveis.

e) Não analisar dados do controle para aprendizagem:

As principais causas de não cumprimento dos prazos no planejamento de curto prazo não eram analisadas na reunião para monitorar se o PMP estava devidamente protegendo a produção. Também foi observado que as causas reais dos problemas para o não cumprimento dos prazos não eram diagnosticadas. Eram apontados os problemas durante as reuniões de curto prazo, mas não eram discutidas as causas para que ações corretivas fossem realizadas e houvesse a melhoria contínua do sistema de planejamento.

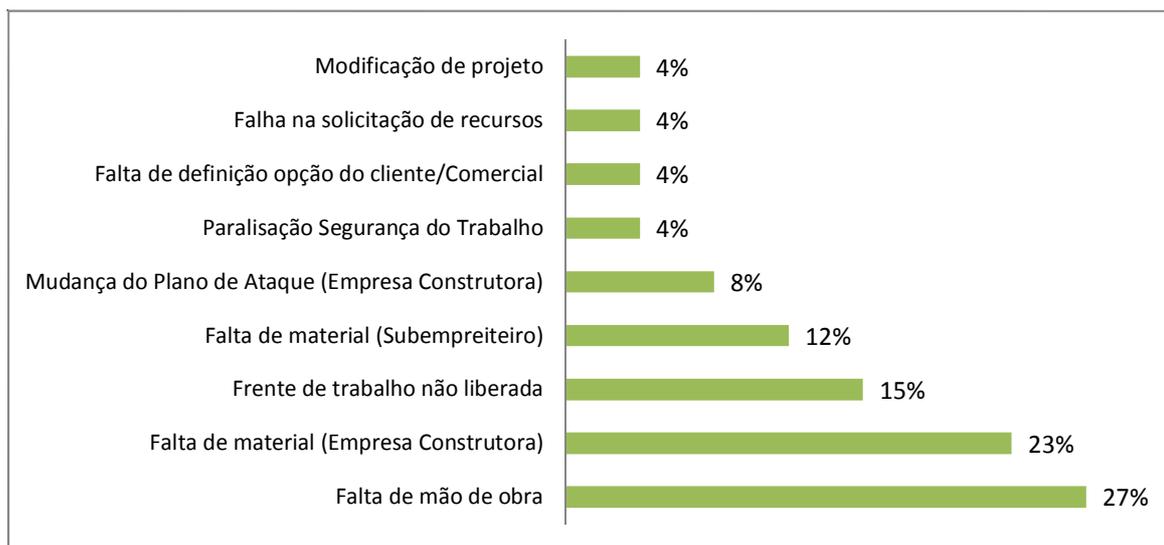
Nesse sentido, foi realizada análise documental dos principais problemas que ocasionaram o não cumprimento dos prazos durante os acompanhamentos semanais de curto prazo. Foram analisados os dados disponibilizados entre os meses de Agosto de 2017 a Outubro de 2018 e a partir dos problemas na produção para não conclusão das atividades apontados pela empresa nos documentos, elaborou-se o resumo dos problemas (Figura 6) que ocasionaram o não cumprimento dos prazos relacionados a não realização adequada do PMP.

Os problemas na produção apresentados na Figura 6 apontam para falha no processo do LPS®. Apenas devem-se incluir no planejamento de curto prazo as atividades preparadas para execução (BALLARD, 2000). Os problemas registrados pela empresa indicam que as atividades que não possuem seus pré-requisitos disponíveis ou restrições removidas são frequentemente incluídas no planejamento de curto prazo.

Os problemas com maior ocorrência foram falta de mão de obra, que está relacionada a erro de planejamento durante o dimensionamento das atividades, e falta de material, fruto da não solicitação de material em tempo hábil ou atraso na compra pelo setor de suprimentos.

A terceira causa mais frequente foi frente de trabalho não liberada, dificuldade comunicada pelos entrevistados das duas empresas subempreiteiras que prestavam serviço na obra em estudo e participaram da pesquisa por meio de entrevista.

Figura 6 - Problemas registrados no plano de curto prazo por falha no PMP (Ago/17 a Out/18)



Fonte: elaborada pela autora.

Conforme o subempreiteiro de esquadria de alumínio entrevistado 04:

Chegou na data de iniciar e não foi possível entrar em nenhuma das torres, pois ainda estava dependendo de alguns serviços, porcelanato, acabamento de reboco. Alguns serviços estavam pendentes. Tivemos que adiar a entrada, conseqüentemente diminuiu o tempo para executar, isso já afeta a gente. A gente se planeja, deixa um quadro enxuto para as obras, porque não tem muitas obras na cidade. Deixamos um quadro já disponível para aquele tanto e entramos com atraso de um mês e meio. (Ind4).

E o subempreiteiro de forro de gesso e pintura interna, entrevistado 05.

A segunda demão era para eu ter iniciado semana passada, quarta-feira. Hoje, uma semana depois, ainda não consegui continuar, pois os apartamentos não estão aptos a iniciar. A previsão é que só inicie próxima semana. Mesmo atrasado eles querem que a gente mantenha o mesmo prazo do cronograma. Aí pedem para colocarmos mais gente nas equipes.[...] acontece muito de chegarmos em apartamentos, estar tudo liberado, mas quando chegamos lá a fiação não está pronta ainda. Isso é visível. Aí não entramos. [...] você entra no apartamento tem parede quebrada, faltando um chapim. Vários itens que na hora de executar, você não consegue deixar pronto. (Ind5).

Esses relatos apontam para problemas no planejamento de curto e médio prazo por falta de terminalidade dos serviços precedentes, que atrasam o cronograma

dos serviços terceirizados. Entretanto, após a liberação dos locais de produção pela construtora, é solicitada a compressão do tempo do serviço terceirizado através da introdução de mais equipes. Ou seja, não ocorre o detalhamento das restrições dos serviços terceirizados durante o PMP.

A partir dos dados do entrevistado especialista 08, que realiza consultoria em planejamento e implantação do LPS® em diversas empresas e obras, o não detalhamento das restrições dos serviços terceirizados é frequente, conforme trecho a seguir da entrevista realizada.

Nós percebemos que as empresas que contratam terceirizados esperam que todos os serviços relacionados a uma tarefa, inclusive a remoção de restrições, seja resolvido pelos terceirizados. Eles esperam estar terceirizando todo o serviço, inclusive as restrições. Essas empresas, muitas vezes, não conseguiram resolver suas próprias restrições, muito menos conseguem resolver as suas e as dos terceirizados juntos. Através da experiência, percebemos que as empresas mandam as datas, o planejamento, mas não detalham as restrições para os serviços das terceirizadas, apenas colocam como uma restrição a data que deve ser iniciado o serviço. Não vi ninguém que entrasse nas restrições do terceirizado. (Ind 8).

As dificuldades apontadas pelas subempreiteiras não foram citadas pelos profissionais das empresas, o que demonstra ausência de visão mais ampla por parte da construtora acerca das restrições dos serviços terceirizados. As dificuldades apontadas pelas subempreiteiras foram não informar e disponibilizar local de estoque de materiais, atraso na liberação de frente de trabalho, compressão da duração do serviço terceirizado após a liberação do serviço pela construtora e repassar a meta do mês sem antecedência.

Os demais problemas como mudança do plano de ataque durante a execução, paralisação devido a condições inseguras de segurança do trabalho, falta de definição de opção de planta do cliente, falha na solicitação de recursos e modificação de projeto estão relacionadas em falha na concepção do PMP.

A partir das observações realizadas durante a pesquisa, a não participação de todos envolvidos da obra e setores externos para planejar e fornecer agilidade e apoio na solução de restrições propicia essas causas de não cumprimento dos prazos. Conforme entrevista com engenheiro de produção (entrevistado 02 da obra), existe gargalo na solução de restrições de projetos e suprimentos, conforme trecho a seguir.

Suprimento e projetos são os dois setores mais complicados. Em relação a projeto, a compatibilização. Quando a gente encontra desvios, tem que chegar junto para resolver mais rápido. Quanto a suprimentos, a gente tem que melhorar nosso PMP e pedir material em tempo hábil. (Ind 2).

A análise documental apresentou a falha por dificuldade de manter a rotina de realização do PMP. Foram evidenciados períodos sem os registros do PMP e do planejamento de curto prazo. Esse item também foi mencionado na entrevista com o Diretor de Engenharia da empresa como uma das principais dificuldades no PMP.

A principal dificuldade é manter a rotina, ser persistente. Não temos dificuldade de implantar ferramentas. A dificuldade é manter a constância. (Ind 1).

Em síntese, foram identificadas 20 barreiras e dificuldades no estudo de caso decorrente das fontes de evidências apresentadas na metodologia. Essas dificuldades estão apresentadas no Quadro 13 com a identificação da fonte de evidências.

Quadro 13 – Barreiras e dificuldades identificadas no estudo de caso

Causa	Sub-causa 1	Sub-causa 2	Entrevistados (Ind)					Observação Participante	Análise Documental
			1	2	3	4	5		
Processo	Implementação e operação	Processo trabalhoso			•				
Processo	Implementação e operação	Dificuldade em manter a rotina	•						•
Processo	Implementação e operação	Processo Incompleto					•		•
Processo	Implementação e operação	Incluir no curto prazo atividades não preparadas							•
Processo	Implementação e operação	Erro de planejamento							•
Processo	Falta de conexão com demais níveis de planejamento	Não analisar dados do controle do curto prazo					•		•
Processo	Falta de conexão com demais níveis de planejamento	Não utilizar a LBMS para analisar estratégia e impacto no prazo					•		
Método	Análise de restrições	Falta de método e experiência técnica							•
Método	Análise de restrições	Atraso de material		•					•
Método	Análise de restrições	Não detalhar as restrições para os serviços terceirizados							•
Método	Reuniões de PMP	Não envolver partes interessadas importantes					•		
Método	Reuniões de PMP	Reuniões longas e com muitas pautas					•		
Método	Reuniões de PMP	Falta de entendimento do objetivo da reunião					•		
Método	Reuniões de PMP	Não preparação para as reuniões					•		
Método	Reuniões de PMP	Pouco liderança do gerente					•		

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 13 – Barreiras e dificuldades identificadas no estudo de caso (continuação)

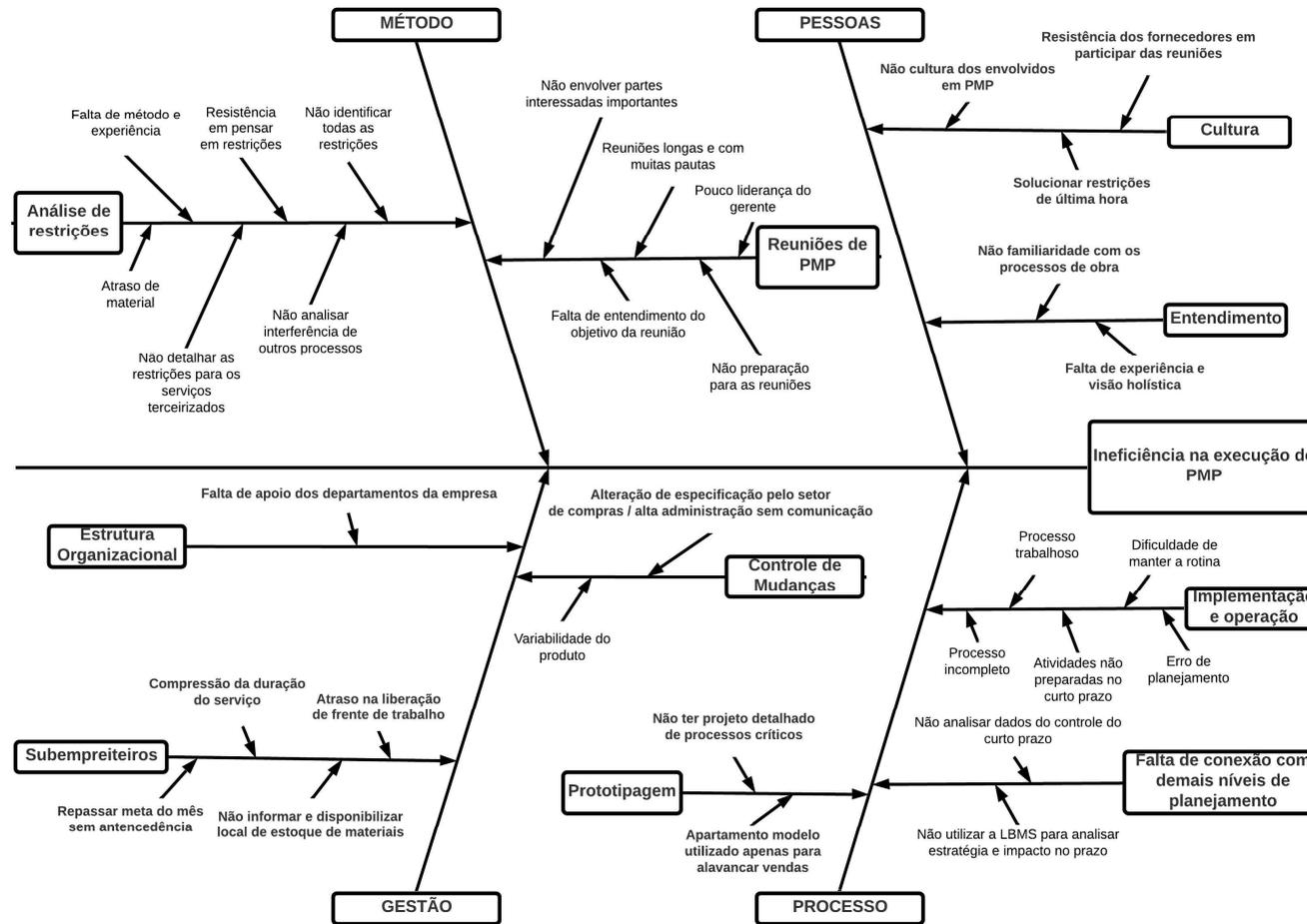
Causa	Sub-causa 1	Sub-causa 2	Entrevistados (Ind)					Observação Participante	Análise Documental
			1	2	3	4	5		
Gestão	Subempreiteiros	Não informar e disponibilizar local de estoque de materiais				•	•		
Gestão	Subempreiteiros	Atraso na liberação de frente de trabalho				•	•		•
Gestão	Subempreiteiros	Compressão da duração do serviço				•	•		
Gestão	Subempreiteiros	Repassar meta do mês sem antecedência					•		
Pessoas	Entendimento	Não familiaridade com os processos de obra						•	

Fonte: elaborado pela autora.

4.3 Barreiras e dificuldades para a implementação do PMP e propostas da Solução

A partir do conjunto de problemas identificados pela RLS, estudo de caso e entrevistas realizadas com os pesquisados e especialistas foi realizado o diagrama de causa e efeito (Figura 7) para representar o universo de todas as barreiras e dificuldades para as quais o presente trabalho se propõe a equacionar através de um modelo para sua solução. Para cada causa identificada, são descritas as sugestões de solução que serão adotadas no presente trabalho. Essas sugestões de solução são compostas por práticas identificadas na RLS e por práticas e sugestões identificadas durante a pesquisa em campo desse trabalho de dissertação.

Figura 7 - Diagrama de causa e efeito para a execução ineficiente do PMP



Fonte: elaborada pela autora.

4.3.1 Processo - Implementação e operação

Nessa categoria foram identificadas cinco causas raízes que comprometem a implementação e operação do PMP descritas a seguir.

4.3.1.1 Processo trabalhoso

O PMP é geralmente o único processo que gerencia os fluxos de outros processos, tornando-o muito trabalhoso e sobrecarrega o trabalho do engenheiro da obra. Conforme o pesquisador entrevistado 11:

O PMP, na verdade, deveria ser uma conexão entre vários fluxos que precisam ser gerenciados e muitas vezes funcionam de forma isolada. Único processo que tem para gerenciar os fluxos, então ele acaba se tornando muito pesado, a reunião fica muito longa, tem um número muito grande de atividades. (Ind 11).

A melhoria a ser sugerida pelo modelo desse trabalho será incorporar parte do PMP em ciclos de outros processos. Essa sugestão foi proposta por alguns entrevistados, conforme trecho a seguir do pesquisador entrevistado 16.

Acho que o PMP, onde ele está inserido, uma função importante dele é ser considerado integrador dos outros sistemas que existem na construtora. As construtoras foram evoluindo ao longo do tempo. Nos anos 90 teve todo esse movimento pelo sistema de qualidade, onde elas criaram seus procedimentos, suas padronizações. Depois teve também a questão, já tinha e continuou tendo, da segurança do trabalho, onde as pessoas tem lá seu PCMAT. Você vai ter certas áreas dentro da construtora, alguns casos trabalhando isolado. Você tem lá um técnico de segurança, que tem seu PCMAT e suas rotinas de segurança trabalhando com ela. Você tem lá o gerente de qualidade também com suas rotinas e seus procedimentos de qualidade. Eu acho que o PMP pode ser muito útil se for entendido como um integrador desses sistemas. Ele traz dentro da rotina dele essas pessoas que antigamente trabalhavam de forma isolada e passam agora a usar o LPS como se fosse uma estrutura, uma espinha central ali onde ele acaba trazendo aquelas coisas que estavam isoladas. Vou dar um exemplo: A gente tem o PCMAT. Às vezes a gente faz no início da obra, está ali guardado numa gaveta. Será que numa reunião de PMP não é o momento para trazê-lo, para verificar se os requisitos de segurança estão sendo atendidos? [...] Acho que essa questão de usar o LPS como integrador dos outros sistemas, entenda-se qualidade, segurança e até mesmo fluxos, pois a gente sabe que no início da obra é concebido a análise dos fluxos e dentro do médio prazo é onde esses fluxos são revisados, é onde o PCMAT é analisado, é onde a questão da qualidade também pode ser considerada. (Ind 16).

O entrevistado 11 realça a integração que deveria ter entre o setor da qualidade e o PMP:

Tem uma relação do PMP com a qualidade que deveria ser melhor implementada [...] Existe, com certeza, algumas restrições que estão relacionadas com a gestão de qualidade. Entra nessa questão de tirar do PMP e passar para o tempo de ciclo do processo. Alguns procedimentos de qualidade têm lá os pré-requisitos, aquilo poderia ser uma listagem de restrições e poderia fazer parte do padrão do processo. Qual o problema dos procedimentos de qualidade? Eles não têm tempo. Isso é uma coisa que eu observo. (Ind 11).

O especialista entrevistado 07, diretor de uma empresa construtora em Fortaleza, Ceará, implementou essa atitude em sua empresa, incorporando os pré-requisitos, restrições e condições segurança exigidos nos procedimentos executivos do Sistema de Gestão da Qualidade, conforme trecho a seguir.

Como é que você integra o sistema da qualidade com o de planejamento e controle das obras? Para tornar esse sistema não mais um peso que vem sendo tratado por nós [...] Para que ele gere informações úteis para a gestão de obras? [...] E aí, nós pensamos com muita calma [...] nossos procedimentos vão ser mais genéricos [...] mas eu vou focar em detalhar ao máximo as restrições que eu preciso reunir no procedimento e também as saídas que eu preciso controlar, desejáveis ou indesejáveis [...] A maior parte dos procedimentos da qualidade foca em descrever o processo [...] O nosso procedimento, não [...] Então, vamos usar toda nossa experiência, tudo que nós aprendemos. Vamos pensar: quais são as principais categorias de insumos? O que eu preciso ter para um processo acontecer? Categoria principal: mão-de-obra, ok? Outra: equipamentos e ferramentas, com o que eu vou trabalhar. É um disco de corte? É enxada? Outro insumo: são os projetos e documentos. Especifique o quê que vai ser executado pela equipe. Outro insumo: materiais de construção. Para fazer aquele serviço, o quê que eu preciso de materiais? Projeto? E outro insumo importante para nós: as condições de segurança, ok? Então são cinco categorias principais de insumos que alimentam o processo que permitem o processo acontecer. (Ind 07).

Portanto, a sugestão para esse problema é ter a integração dos principais setores de apoio à obra com o PMP, principalmente a integração entre qualidade e segurança com o PMP.

Os procedimentos executivos do Sistema de Gestão da Qualidade devem ser integrados com PMP e abordar condições de segurança do trabalho através da inclusão nesses procedimentos de todos os pré-requisitos necessários que devem ser analisados, conforme descrito na rotina da empresa do entrevistado especialista 07.

Ele está ali na reunião dele e ele sabe que daqui a dois meses terá o pacote tal. Fulano, puxa aí o manual da qualidade, o quê que está lá... Ah, rapaz, está aqui, tem isso e isso aqui. Então, vamos lá, vamos fazer um check-list em cima disso". (Ind 07).

Dessa forma, ao visualizar o início de um novo serviço na obra durante o PMP, os engenheiros das todas as obras, independente da experiência técnica, poderão

consultar o procedimento de execução para identificar tudo necessário para iniciar um determinado serviço. Nesses procedimentos executivos da gestão da qualidade estão incluídos todos os pré-requisitos para a execução, constando a mão de obra, ferramentas, equipamentos, materiais e condições de segurança.

Outra sugestão é utilizar métodos de automatização para geração do PMP, a fim de facilitar o gerenciamento e comunicações entre as diversas partes interessadas. Essa estratégia foi tema de diversos periódicos, como apresentado na RSL: Chua; Jun; Hwee (1999); Ju; Chua; Hwee (2000); Chua; Shen (2001); Chua; Shen; Bok (2003); Dong et al. (2012); Dong (2012); Dong et al. (2013); Dave et al. (2016a).

Também foi evidenciado uso de aplicativo para geração dos planos e gestão de restrições no PMP pelo Ind 10. O sistema usado por sua empresa de consultoria consiste em monitorar e controlar os níveis do LPS® de Longo, Médio e Curto prazo das atividades.

O aplicativo, denominado *Lean Metric*, permite que todas as informações coletadas no canteiro sejam compiladas em tempo real por *tablets* ou *smartphones* e disponibilizadas aos clientes por meio de plataforma *web* exclusiva.

A sistematização através da automatização representa instrumento para facilitar o PMP, pois proporciona transparência na partilha de informações, reduz dúvidas acerca do processo de controle, agiliza a coleta e distribuição das informações, melhora continuamente o banco de dados do sistema e a padronização do processo de controle e indicadores (CARNEIRO et al., 2017).

A sistematização e automatização do processo vinculado ao uso do BIM foi realçado pelo entrevistado pesquisador 11 conforme trecho a seguir.

Minha sugestão é diminuir o papel do médio prazo com outras medidas gerenciais. Como, por exemplo, gerenciamento de outros fluxos, uso de BIM para gerenciar fluxo dos espaços, passar determinados controles para o tempo de ciclo para não ficar na reunião de PMP(Ind 11).

Um exemplo desse mecanismo é o trabalho de Bataglin et al. (2018), que estudou uma empresa de pré-fabricados que tinha como fonte de informação apenas o planejamento de longo prazo e apenas confirmava as entregas para a obra com dois dias de antecedência. Por essa restrição de tempo, atrasos das peças eram recorrentes, que geravam atrasos na produção, e em outras entregas geravam estoques de componentes na obra devido atraso do cronograma (BATAGLIN et al., 2018).

Após a pesquisa, o processo passou a incorporar dois momentos de confirmação. Embora a empresa de pré-fabricados tivesse o plano mestre da obra, o gestor do canteiro passou a enviar a confirmação da demanda da produção dos componentes com quinze dias de antecedência conforme evolução real da montagem com a utilização do BIM 4D, que auxiliou na geração e atualização das informações, que passaram a ser combinadas com as informações da fabricação para alinhar a produção e a entregar as peças para a obra a medida da necessidade do empreendimento (BATAGLIN et al., 2018).

Portanto, o 4D BIM pode ser utilizado como ferramenta para agrupar dados sobre o produto e os processos com objetivo de promover maior confiabilidade das informações e otimizar o compartilhamento de informações de forma padronizada para antecipar questões dentro de um ciclo de processo, sem a necessidade de ocorrer no PMP.

4.3.1.2 Dificuldade de manter a rotina

Manter a constância e rotina do PMP foi apontada como maior dificuldade pelo diretor da empresa objeto de estudo de caso e foi evidenciado ao realizar a análise documental, pois havia meses sem os registros do PMP.

Para solucionar esse item é necessário apoio da alta administração da organização para que os profissionais das empresas realizem o PMP com rotina e entendam seus benefícios através de treinamentos. As soluções de simplificação e automatização do PMP apresentadas no item anterior também contribuirão para solucionar essa dificuldade, já que facilitará e sistematizará sua realização.

Uma das práticas identificadas foi a definição do processo de PCP e incluir esse procedimento como padrão no SGQ da empresa. Dessa forma, todos os envolvidos nas obras serão treinados no processo de PCP da empresa. Esse procedimento deverá ser auditado periodicamente conjuntamente com as auditorias internas do SGQ. O objetivo é incorporar o procedimento de PCP como um processo padrão em todas as obras da empresa e acompanhar sua execução.

4.3.1.3 Processo Incompleto

Esse item ocorre principalmente devido à maior atenção aos planos de longo e curto prazo, focar apenas em identificar restrições e requerer das pessoas e devido ao planejamento de fases não ser frequentemente realizado, interferindo na qualidade do PMP.

A proposta de solução desse item é a partir da estruturação do modelo ideal de PMP a ser proposto por esse trabalho e com as propostas sugeridas no item anterior: padronizar procedimento de PCP na empresa, incluir procedimento como padrão no SGQ, treinar as equipes e realizar auditorias periodicamente.

Outra barreira identificada foi a não realização do planejamento de fase, conforme fundamentado no item 2.4. Sua realização se sobrepõe e complementa a realização do PMP.

Portanto, ele será incorporado dentro da abordagem do modelo de PMP a ser proposto por esse trabalho uma vez que sua função é integrar o longo e médio prazo por meio de plano de trabalho mais detalhado, que identifica as interferências e restrições entre as diversas atividades especializadas do projeto (RIBEIRO, 2018).

Conforme entrevista com pesquisador 15, o planejamento de fase é instrumento importante para efetivar a proteção da produção:

Temos usado bastante, antes do PMP, o planejamento de fase. Nesse planejamento, trabalhamos com a antecipação das possíveis interferências, de forma conjunta com as entregas, com o que se precisa, entre stakeholders e os colaboradores envolvidos naquela fase. A partir desse planejamento de fases, temos a gestão dessas restrições. Eu acredito que essa é uma primeira forma de se proteger a produção, no PMP e na fase. No PCP, é fazer com que apenas as atividades 100% preparadas passem do PMP para o PCP. O principal objetivo dele é trazer para a reunião e discutir, de forma antecipada, as interferências entre os processos. Na maioria das vezes, a linha de balanço traz metas, de forma mais agregada. O planejamento de fase tem como objetivo trabalhar com as entregas, necessariamente e, a partir daí, identificar problemas, interferências e questões necessárias que você só consegue resolver em conjunto com as equipes. (Ind 15).

Outro ponto salientado pelo pesquisador 15 é que o planejamento de fases envolve atividades críticas, das principais fases da obra. Na fase de PMP, no qual as atividades serão detalhadas, novas atividades são identificadas e incluídas no PMP, conforme trecho a seguir:

O planejamento de fase a gente trabalha de forma colaborativa, discute, faz com que as interferências apareçam de forma antecipada e no PMP a gente

gerencia as restrições [...] você tem o planejamento de fase e tem atividades que não vão pra fase, pois não são tão críticas, mas tem que entrar no PMP. (Ind 15).

A fim de identificar as antecipações, o presente trabalho propõe planilha para a análise do planejamento de fase (Apêndice I). Essa planilha é baseada no produto de tese de doutorado de Santos (2004), que propôs um amplo conjunto de atividades facilitadoras que promovem antecipações por meio de decisões de planejamento.

Algumas dessas antecipações estão fortemente interligadas com o planejamento de fase uma vez que consiste em identificar a necessidade de ações para que evitem interrupções no fluxo de produção das novas atividades que iniciarão no projeto. As antecipações relevantes foram incluídas no Apêndice I.

Todos os cinco especialistas e a empresa objeto de estudo de caso, ao descreverem o processo de PMP que realizam nas respectivas empresas que trabalham, informaram realizar apenas o planejamento de longo, médio e curto prazo. As ações do planejamento de fase são incorporadas ao processo que eles compreendem como PMP. Conforme o Quadro 14, o horizonte de tempo para a realização do PMP mais utilizado foi de três meses. Portanto, a reunião de PMP principalmente analisa as fases das novas atividades que irão iniciar, detalha as atividades desse período e analisa as restrições.

Quadro 14 – Horizonte de tempo do PMP citada nas entrevistas

Entrevistados com experiência no mercado	Horizonte de tempo do PMP
Estudo de Caso	3 meses
Especialista 06	2 meses
Especialista 07	2 meses
Especialista 08	3 meses
Especialista 09	3 meses
Especialista 10	3 meses
Moda	3 meses

Fonte: elaborado pela autora.

Os autores dos artigos primários sobre o tema sugerem como horizonte de tempo do PMP em média seis semanas, a fim de detalhar e investigar se há restrições que impedem a execução das atividades no plano de curto prazo (BALLARD, 1997; BALLARD, 2000; HAMZEH, 2009; MENDEZ JR.; HEINECK, 1999; HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2012; JANG; KIM, 2007).

Realizar um PMP com horizonte de seis semanas tem como premissa que houve um planejamento de fase anterior para identificar as novas atividades que iniciarão e que os pré-requisitos essenciais dessas atividades foram requisitados.

Dessa forma, mais próximo da execução, seis semanas antes, é verificado se há restrições, tanto relativas as ações do planejamento de fase que não foram atendidas, como restrições identificadas a partir do detalhamento da operação e da análise das novas atividades, que foram decompostas e que não apareceram no planejamento de fase. É analisado se os pré-requisitos solicitados estarão disponíveis como também se é necessário equacionar novos pré-requisitos não identificados anteriormente.

Durante a observação das reuniões de médio prazo no estudo de caso, as reuniões continham muitas pautas, pois tanto eram analisados os novos serviços como as restrições das atividades das semanas seguintes.

Portanto, com objetivo de diluir as atividades do PMP e proteger a produção contra a incerteza, esse trabalho irá incorporar dois momentos do PMP, um com escopo no planejamento de fase e outro com escopo no processo de proteger a produção contra as incertezas.

A proposta é mensalmente analisar o horizonte de três meses à frente para identificar as novas fases (etapas construtivas) por meio da visualização dos pacotes de trabalho no cronograma de longo prazo em formato LBMS. Portanto, o modelo desse trabalho usa como premissa que a empresa executará o cronograma de longo prazo na LBMS, que fornece transparência do fluxo das atividades e facilita entendimento dos ritmos de execução para avaliar estratégias de sequência, local de produção e ritmo das atividades (SEPPÄNEN; MODRICH; BALLARD, 2015).

Ao identificar uma nova fase, o gestor irá consultar os procedimentos executivos do Sistema de Gestão da Qualidade para verificar os pré-requisitos básicos (normas e projetos necessários, materiais, equipamentos e ferramentas), solicitar a compra desses componentes, analisar a disponibilidade e compatibilidade dos projetos envolvidos, levantar quantitativos necessários de serviços, realizar a análise de fazer ou comprar (serviço será terceirizado ou realizado pela própria empresa), entre outros.

Dessa forma, o gestor terá prazo hábil para gerenciar demandas de pré-requisitos que podem delongar, como solicitar projetista um projeto que falta ou a compatibilidade de projetos, levantar e analisar quantitativos, entre outros.

Na ocasião de se identificar uma nova fase, o gestor deve agendar reunião com os envolvidos, como empresas subempreiteiras, setor de projetos, setor de

suprimentos, entre outros. para discutir a nova fase. Para apoiar essa análise, o modelo desse trabalho propõe a planilha baseada no amplo trabalho de Santos (2004) sobre levantamento de antecipações apresentada no Apêndice I e denominada Planejamento de Fase, a fim de apoiar a identificação de interferências ou restrições durante o planejamento das novas fases e buscar proteger a produção. Nessa etapa, o gestor consultará o banco de dados da empresa de lições aprendidas de restrições por fase de construção.

4.3.1.4 Atividades não preparadas no curto prazo

Trabalhos da RSL como Tommelein; Ballard (1997); Ballard (2000); Kemmer et al. (2007); Hamzeh (2009) e Hamzeh et al. (2012) propuseram avaliar se as tarefas estão prontas para serem agendadas no curto prazo, excluindo aquelas com pré-requisitos que faltam, como: informações, material, trabalho anterior, mão-de-obra, equipamentos, espaço e condições externas.

Portanto, esse modelo propõe que as obras realizem checagem dos principais pré-requisitos e restrições que envolvem as atividades antes de incluir no planejamento de curto prazo. Essa análise deve ter rotina das pessoas envolvidas no planejamento, de verificar se os materiais, mão de obra, equipamentos, ferramentas, projetos estão disponíveis, se local de trabalho está liberado, bem como se todas as restrições foram removidas (BALLARD, 2000). Para tanto, o gestor deve visualizar as atividades prontas na planilha de análise de restrições.

Além de visualizar se as atividades estão livres de restrições, outra prática identificada na literatura é a elaboração de documento com todas as informações necessárias para executar pacotes de trabalho (KEMMER et al., 2007).

Ronen (1992) estabelece o método do kit completo composto pelo conjunto de componentes, desenhos, documentos e informações necessárias para realizar um processo e propõe que as tarefas não sejam liberadas para execução sem que todo esse conjunto de informações.

O kit completo proporciona que os gestores planejem melhor os serviços e seus componentes, sendo instrumento importante no processo de planejamento e controle (RONEN, 1992).

4.3.1.5 *Erro de planejamento*

Conforme o especialista entrevistado 09 há falhas na análise do dimensionamento da mão de obra no PMP:

Se via muito nas restrições no PMP somente a parte de materiais, ferramentas, equipamentos, EPs, terceirizados. Mas a parte de mão-de-obra, que é de suma importância, não aparecia. Não adianta chegar material, ter tudo, mas não ter gente suficiente para executar. (Ind 09).

Foram identificadas iniciativas pela empresa objeto do estudo de caso para mitigar erros de planejamento e dimensionamento. Isso ocorreu por meio da padronização do método de dimensionamento dos pacotes de trabalho utilizando os índices de produtividade e dados de orçamento da empresa.

Os orçamentos das obras da empresa eram elaborados a partir de pacotes de trabalhos pré-definidos e o dimensionamento dos pacotes de trabalho a médio prazo era realizado por meio do uso de planilha padrão. Posteriormente, o dimensionamento dos pacotes de trabalho eram aprovados pelo setor de planejamento da empresa no escritório central para que erros fossem corrigidos.

Kemmer et al. (2007) afirmam que desenvolver o orçamento da obra da mesma forma em que os pacotes de trabalho serão planejados permite obter informações acerca das quantidades, produtividade e custo de forma direta, facilitando a etapa de dimensionamento dos pacotes de trabalho.

4.3.2 *Processo – Prototipagem*

4.3.2.1 *Apartamento modelo utilizado apenas para alavancar vendas*

As entrevistas revelaram que os apartamentos modelos são importantes para o PMP, conforme Quadro 15 que apresenta afirmações dos entrevistados sobre esse tema.

Em resumo, foi relatado que o apartamento modelo ajuda no dimensionamento de material e equipe, definição de padrão de acabamento, apoia o processo de análise de alterações para reduzir custos, a identificar restrições, pode ser utilizado como meio de treinamento das equipes e ajuda a avaliar a qualidade dos materiais.

Entretanto, sujeitos das entrevistas relataram que geralmente são utilizados para alavancar vendas, não para solucionar questões do PMP. Geralmente são realizados no stand de vendas, executados com outras especificações de materiais que não constam no projeto executivo e construídos por outras empresas diferente das contratadas para executar a obra.

Quadro 15 – Importância do Apartamento Modelo para o PMP

Entrevistado	Trecho entrevista
Ind 01 (Diretor de Engenharia/estudo de caso)	Faz o modelo com aquela paginação e nesse modelo a gente vê tamanho de bancada, filetes e todos os detalhes. E vai validando o padrão.
Ind 02 (Engenheiro de Produção/estudo de caso)	Serviu muito para definição de materiais e paginação de pisos. Tudo isso influencia na execução do resto. Há também treinamento de mão de obra usando o apartamento modelo. A gente mostra para o colaborador como vai ser a execução.
Ind 05 (Subempreiteiro de forro de gesso e pintura interna)	O apartamento modelo é um grande parâmetro para dimensionar equipe e material [...] e restrições, aqui teve uma bancada fixada em um shaft de Drywall. No projeto, não estava contemplando e no apartamento modelo percebemos que o shaft necessitava de reforço para fixar a bancada.
Ind 04 (Subempreiteiro de esquadria de alumínio)	A construtora quis baixar custos e nós fizemos mudanças para isso. Portas eram sem travessas, agora colocamos para baixar custos. São ajustes mínimos e o apartamento modelo serviu para isso.
Ind 06 (Especialista)	No protótipo nós vimos que o piso aplicado não tinha qualidade para o que queríamos. Não evoluímos a compra desse material e trocamos o fornecedor.
Ind 10 (Especialista)	Ajuda na validação de acabamentos, principalmente.
Ind 12 (Pesquisador)	Ajuda na definição de determinados acabamentos, ele pode ajudar a identificar restrições relativas a projeto. [...] É uma boa forma de fazer o design e identificar restrições que normalmente só se veem quando vai executar a tarefa a primeira vez.
Ind 14 (Pesquisador)	[...] servir de alertas antecipando os problemas que vão acontecer [...] Enxergar dificuldades.
Ind 15 (Pesquisador)	Acho que ajuda bastante na identificação das restrições, na definição dos índices de produtividade, na definição e quantificação dos materiais a serem usados, nas condições de segurança de execução para executar a atividade... Tanto a prototipagem visual como a física ajudam muito os que estão envolvidos no processo a identificar melhor as restrições e a entender melhor o processo.

Fonte: elaborado pela autora.

Outra solução de prototipagem relatada foi a utilização do BIM, entretanto foi afirmado que sua utilização não exclui a execução dos apartamentos modelos, pois é essencial para visualizar na prática detalhes construtivos, conforme trechos a seguir.

Algumas compatibilizações, mesmo usando o BIM, na realidade, não acontecem. Exemplo: uma abertura de porta que lá enxergaram que não bateria num aparelho sanitário. No dia que foram comprar o aparelho sanitário, a empresa decidiu que iria melhorar o padrão do aparelho sanitário, usar uma linha mais robusta. Depois de ser instalada essa nova linha, percebe-se que a porta não abre mais... bate no aparelho sanitário. Fazer um apartamento modelo usando os materiais reais que serão aplicados em obra, com certeza ajudam muito mesmo que tenha BIM não anula a importância da construção de protótipo. (Ind 06).

Tem coisas que não se percebe no BIM... encontro de rodapés, texturas... São coisinhas que o BIM não consegue visualizar. Na parte física de compatibilização, o BIM resolve. Mas determinados detalhes, a experiência prática é melhor. (Ind 10).

O apartamento modelo e BIM são questões diferentes, complementares. A adoção de BIM é muito incipiente ainda para excluir o apartamento modelo (Ind 15).

Portanto, será adotada como sugestão do presente trabalho a execução do apartamento modelo em pavimento na própria obra, antes da etapa de acabamento, com antecedência adequada para usufruir e solucionar questões antes da execução.

Uma prática interessante relatada pela especialista entrevistado 10 foi a inclusão no cronograma de longo prazo da obra do momento de execução do apartamento modelo. Assim, sua execução é sinalizada com antecedência na análise do PMP..

Colocamos, inclusive, o apartamento modelo no PMP. Coloco uma linha no planejamento, que é apartamento protótipo. As ações do apartamento protótipo vão para o PMP. Tem obra que está ali no sexto mês, entrando na superestrutura e já aparece revestimento de piso do apartamento modelo. (Ind 10).

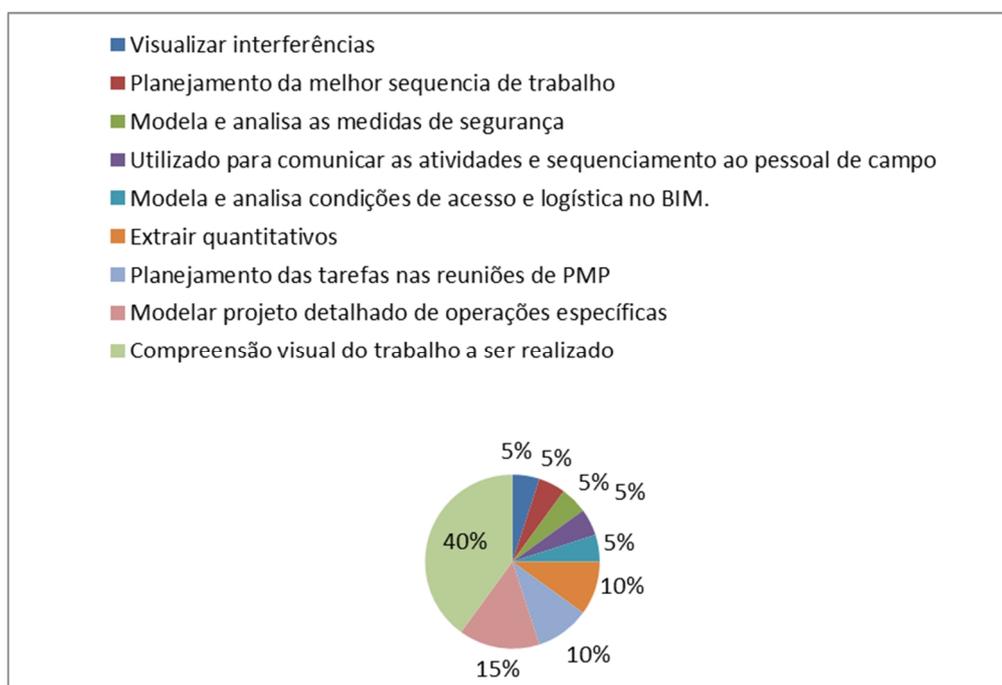
4.3.2.2 *Não ter projeto detalhado de processos críticos*

Os entrevistados foram arguidos como o BIM poderia auxiliar as funções do PMP e os itens relatados estão na Figura 8 **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Observa-se que a maior utilização do BIM no PMP é a visualização da modelagem para compreensão das atividades a serem executadas.

Os relatos, principalmente dos especialistas, convergem para essa realidade de baixa eficiência na utilização do BIM, conforme trechos a seguir. Foi questionado ao especialista entrevistado 10 o que, pela sua experiência, poderia ser feito para usar mais o BIM no PMP, já que o entrevistado era diretor de empresa de consultoria em planejamento e modelagem em BIM.

Eu vejo uma dificuldade hoje no uso do BIM na obra devido a forma arcaica que ainda temos de fazer os Links. As construtoras mudam muito os pacotes de trabalho, no dia a dia da obra. Daí o processo de fazer e refazer esses Links mensalmente nos softwares ainda é muito lento. É muito manual ainda, trabalhosa... Se houvesse uma forma mais fácil de fazer isso, acho que as construtoras usariam mais. BIM exige um nível de industrialização muito alto, insumos codificados, pacotes codificados. Pouquíssimas empresas conseguem. Não é nem questão da tecnologia, mas da cultura. Começar a obra com uma EAP e terminar é muito utópico. As empresas mudam muito os pacotes de trabalho. Acredito que pelo link do BIM não ser tão fácil, dificulta um pouco. Tem uma empresa que eu presto serviço, que eu já sei que toda obra tem o mesmo problema. A compra do contramarco. Às vezes 1 ano antes de começar, o cara começa a segurar, quando você vai fazer o pacote, vamos tirar o contramarco da alvenaria, porque não chegou o contramarco. Mais na frente, a gente vai tirar o piso de área molhada e área seca de um mesmo pacote. Agora vamos mudar... só área seca. Já trabalhei em uma que tinha a Lei da Obra, que era um papel colocado em toda obra com as sequências de serviço. Ninguém podia mudar isso. Falta uma visão de indústria. Essa visão que falta para o BIM entrar mais nas obras. (Ind 10).

Figura 8 - Auxílio do BIM nas funções do PMP



Fonte: elaborada pela autora.

Em síntese, a variabilidade da EAP e desmembramento dos pacotes de trabalhos planejados no início do projeto no momento da execução devido restrições não solucionadas no PMP são fatores que dificultam a modelagem em BIM para visualizar a sequência executiva.

Portanto, para otimizar a modelagem das operações, será adotada a solução proposta por dois pesquisadores. A sugestão é que as empresas modelem o projeto detalhado de operações específicas, ou seja, apenas de processos críticos ou complexos do projeto.

Dessa forma, o objetivo é que o PMP abranja mais do que identificar e verificar a remoção de restrições. A sugestão é o PMP estudar a fundo novos processos não dominados pelas empresas e críticos para que as restrições sejam verdadeiramente identificadas, que os esforços da modelagem detalhada agreguem mais valor e evite as improvisações na execução em curto prazo dos projetos.

A seguir são apresentados trechos das entrevistas dos pesquisadores entrevistados 11 e 16 com a sugestão proposta de realizar projeto detalhado de operações específicas utilizando o BIM de processos críticos.

Um papel que acho importante no PMP é puxar o projeto detalhado de algumas operações, ou de alguns processos críticos. O PMP só identifica e verifica se foi removido ou não, mas alguém tem que ir lá e fazer o projeto desses processos críticos. Por exemplo, em BIM, em inglês é detail design of operation, projeto detalhado de operações específicas. Ah, tem que montar uma escada pré-fabricada. Alguém tem que ir lá e definir exatamente os passos. Muitas vezes uma das principais causas de making-do é falta desses projetos. (Ind 11)

Em projetos que participei no aqui em Manchester faziam isso para aquela parte do prédio onde é mais complexo. Aí vem uma questão de você tentar ser Lean até mesmo quando você está modelando ou tentando gerar informações para determinada atividade. Por exemplo: preciso modelar colocação de bancadas? [...] Às vezes é um processo que já está dominado pela empresa, que já tem padronização. [...] Acho que tem que partir de uma necessidade. Qual a necessidade? É entender todos os processos? Vai ter que modelar tudo. Para construtoras talvez seja muito custoso e trabalhoso [...] Então acho que há uma discussão entre o time de projetos para falar o seguinte: olha, acho importante modelar, fazer o design dessas operações, mas não para todas as operações, talvez para as operações críticas, ou para as mais complexas ou para aquelas que o time entende que sejam necessárias. Não para todas. É preciso que tenham esse cuidado. Existe, mas acho que para as operações mais complexas. (Ind 16)

Uma barreira descrita pelo pesquisador entrevistado 12 é a falta de agilidade em realizar o detalhamento da execução em médio prazo utilizando o BIM, conforme trecho a seguir.

Por que eles não estão detectando problemas com o BIM? Porque eles estão usando o planejamento para fazer o 4D no longo prazo, pois no longo prazo eu não preciso quebrar os serviços no nível onde eles vão sentir o problema. Por exemplo, alvenaria, não estou planejando marcação e elevação. Não preciso fazer o detalhe das operações. Aí o BIM funciona. Quando se detalha um pouco mais no PMP, começamos a ter limitações [...] não sei dizer se elas são ágeis o suficiente, pois no médio prazo já começa a ter uma dinamicidade que se você for demorar muito tempo para modelar ou fazer planejamento, complica. Talvez seja preciso desenvolver objetos que podem ser inseridos nos modelos, para que seja ágil para ajudar a identificar restrições. (Ind 12)

Portanto, a fim de garantir a viabilidade de tempo para desenvolver o projeto da operação caso a empresa opte por utilizar o BIM, é proposto que se analise se existem processos e operações críticas não dominadas pela empresa e que demandam modelagem no BIM. Isto deve ser realizado na etapa do planejamento de fase, três meses antes da execução. Para tanto, foi adicionado na planilha do Apêndice I “Planejamento de Fase” a antecipação: Detalhamento das operações / Operações críticas não dominadas pela empresa / Modelar no BIM detalhamento da operação.

4.3.3 Processo - Falta de conexão com demais níveis de planejamento

4.3.3.1 Não analisar dados do controle do curto prazo

Essa dificuldade ocorre por não utilizar os dados do processo de aprendizagem do processo de controle, muitas vezes feito informalmente, como analisar as causas de baixo PPC no curto prazo que esteja relacionado à falhas no processo de PMP.

Portanto, é necessário não só atualizar o PMP com os avanços físicos das atividades realizadas, mas também proporcionar a melhoria contínua do processo de PMP, através do monitoramento do PMP conjuntamente com a análise das causas para não conclusão das tarefas semanais e a evolução do PPC (KEMMER ET AL.; 2007; HAMZEH ET AL.; 2012; WESZ; FORMOSO; TZORTZOPOULOS; 2013). Como complemento dessa sugestão, o presente trabalho sugere que a análise dos dados de curto prazo seja incluída como pauta das reuniões de PMP

A literatura sugere também utilizar o indicador já apresentado na revisão bibliográfica para avaliar a qualidade do PMP em proteger a produção, o *Tasks Made Ready* (TMR).

Os trabalhos primários sobre o PMP adotam como premissa que todas as restrições das atividades deverão estar removidas duas semanas antes da execução, motivo pelo qual é proposto o indicador TMR. Essa premissa não é aplicada pelos especialistas e pela empresa objeto do estudo de caso. Conforme análise crítica sobre essa premissa pelo especialista 06:

A literatura fala de remoção de restrição com duas semanas de antecedência. Se for uma restrição que impacte muito valor, é muito mais difícil. Qual a construtora que vai querer receber um material caro duas semanas antes de pagar algo quinze dias antes? Normalmente isso não acontece, pois a empresa tem que ter uma saúde financeira muito boa. A filosofia do brasileiro também costuma deixar tudo para última hora, dificilmente se retiraria tudo com antecedência. Um projetista sabendo que só vou executar daqui duas semanas, não tem perigo que ele entregue. (Ind 06)

Portanto, admite-se nesse trabalho que a iniciativa de adotar uma premissa de prazo para remover uma restrição é algo particular da empresa e de sua gestão. Entretanto, é importante obter dados que apurem indicadores para medir a qualidade do PMP em proteger a produção no curto prazo, haja vista que a aplicação do TMR em projetos reais é rara e de difícil aplicação (HAMZEH; LANGERUD, 2011; HAMZEH et al., 2015; HAMZEH; ZANKOUL; SAKKA, 2016).

Para isso, sugere-se interligar com a prática sugerida por Hamzeh et al. (2012), que consiste em, após assinalar os problemas e investigar as causas para a não conclusão das atividades durante a execução no curto, os autores Hamzeh et al. (2012) propuseram agrupar os problemas em três categorias e classificá-los por:

- a) falha na conclusão das tarefas planejadas (por exemplo, retrabalho, não aprovado pela qualidade, entre outros).
- b) falha por incapacidade de planejar as tarefas durante o PMP (falhas na remoção de restrições ou não realização de antecipações, como falta de material, problemas com projetos, entre outros).
- c) falha por incerteza (por exemplo, absenteísmo, baixa produtividade, entre outros).

Portanto, o presente modelo sugere apurar o percentual de atividades agrupadas na categoria “falha por incapacidade de planejar as tarefas no PMP”, que representará o percentual de tarefas que o PMP não efetuou a proteção da produção.

Para exemplificar sua aplicação, analisando os problemas para a não realização das atividades entre todas as semanas disponibilizadas do estudo de caso,

15/10/2018 à 26/10/2018, do total de 310 atividades, 144 não foram concluídas no prazo, ou seja, PPC de 54%.

O Quadro 16 apresenta os problemas para a não conclusão das atividades, a quantidade de atividades que esses problemas impactaram e respectivo percentual. Como abordado anteriormente, a empresa estudo de caso não analisava a causa raiz dos problemas. Entretanto, para exemplificar, a autora complementou na última coluna com o possível agrupamento proposto por Hamzeh et al. (2012).

A análise aponta o PCC de 54% e dentre 46% das atividades não concluídas no prazo, 37% podem ter sido por incapacidade de planejar as tarefas durante o PMP, 7% incerteza na produção e 2% falha na conclusão das tarefas planejadas.

Um indicador com essa sistemática de agrupamento e apuração apresenta simples aplicação, em relação aos dados necessários para calcular a TMR. Dessa forma, obtém-se um indicador com facilidade de extração em projetos reais.

Quadro 16 – Problemas para não conclusão das tarefas período 15/10/18 a 26/10/18 do estudo de caso

Causas para não conclusão	Quantidade de Atividades	%	Agrupamento conforme Hamzeh et al. (2012)
Falta de material (Terceirizado)	6	2%	Falha por incapacidade de planejar as tarefas durante o PMP
Não aprovado pelo sistema de qualidade	8	3%	Falha na conclusão das tarefas planejadas
Paralisação Segurança do Trabalho	3	1%	Incapacidade de planejar as tarefas durante o PMP
Mudança do Plano de Ataque (Diagonal)	58	19%	Incapacidade de planejar as tarefas durante o PMP
Frente de trabalho não liberada	8	3%	Incapacidade de planejar as tarefas durante o PMP
Falta de definição opção do cliente/comercial	3	1%	Incapacidade de planejar as tarefas durante o PMP
Falha na programação da tarefa	33	11%	Incapacidade de planejar as tarefas durante o PMP
Falta de mão de obra	4	1%	Incapacidade de planejar as tarefas durante o PMP
Baixa Produtividade	21	7%	Incerteza

Fonte: elaborado pela autora.

4.3.3.2 Não utilizar a LBMS para analisar estratégia e impacto no prazo

Trabalhos buscaram utilizar a ferramenta *Location Based Management System* (LBMS) e obter transparência da integração entre os níveis de planejamento e verificar impacto no PMP através da atualização do progresso na LBMS (KEMMER ET AL., 2007; SEPPÄNEN; BALLARD; PESONEN, 2010); SEPPÄNEN; MODRICH; BALLARD, 2015; DAVE ET AL., 2016B).

O uso da LBMS também foi realizado pelo pesquisador entrevistado 16, conforme trecho a seguir.

Você tem um ritmo planejado, que é a linha de balanço, que você está executando e depois você vai ter um ritmo executado. Quando eu estou chamando aderência, eu estou comentando a aderência entre o ritmo que você tem planejado naquele planejamento de longo prazo, na linha de balanço, e o ritmo que você está executando. Se você tem uma linha, por exemplo, vamos pegar o caso de estrutura, que é mais simples de analisar. Está lá a linha que está subindo, ascendente a linha de balanço um pavimento por semana. A cada mês você está entregando quatro pavimentos concretados, por exemplo. Se você não estiver cumprindo isso por algum motivo, seja ele porque você não removeu as restrições, ou algum outro problema qualquer, não conseguiu atingir aquele ritmo que você planejou, se você plotar as duas linhas uma ao lado da outra, você vai ver que elas não estão aderidas uma na outra. Quando eu falo aderência, estou sendo específico nesse ponto. (Ind 16)

Além de utilizar a LBMS para visualizar o ritmo dos serviços a serem executados, é importante analisar a LBMS planejada, também denominada linha de base, em relação ao real executado e aferir a aderência do PMP em relação ao planejamento de longo prazo e o objetivo final do projeto. Com esses dois gráficos sobrepostos, os avanços e atrasos podem ser analisados com transferência e medidas corretivas propostas.

Outra forma de analisar o apoio do PMP em concretizar o planejamento de longo prazo, proposta pelos autores Mitropoulos (2005) e Hamzeh et al. (2015) e pela empresa estudo de caso, foi analisar as métricas de médio prazo conjuntamente com os indicadores de desempenho do projeto, como a variação de prazo ou avanço físico.

A empresa estudo de caso analisa em um mesmo gráfico, por exemplo, o indicador IRR conjuntamente com o indicador de avanço físico das obras. Esse gráfico é enviado à alta administração mensalmente, que pode realizar análises a respeito do baixo avanço físico e sua relação com o índice de remoção de restrições.

No planejamento de fases, a LBMS fornece uma representação gráfica do plano com base em dados sólidos e é otimizado em colaboração com todas as partes,

usando o processo de planejamento colaborativo do LPS®. Os dados do PMP e dos planos semanais podem ser utilizados para atualizar o progresso da LBMS para fornecer alertas antecipados de problemas e avaliar os efeitos totais dos desvios (SEPPÄNEN; BALLARD; PESONEN, 2010).

4.3.4 Método - Análise de Restrições

A partir do desenvolvimento da pesquisa e relatos das entrevistas, essa categoria foi enumerada em sete itens apresentados seguir.

4.3.4.1 Não identificar todas as restrições; falta de método e experiência técnica e resistência em pensar nas restrições das tarefas

Conforme as entrevistas existe a cultura dos envolvidos em focar em restrições importantes, esquecendo-se de pequenas restrições que podem causar impacto na obra e improvisações durante a execução. Conforme o especialista entrevistado 09:

A maior dificuldade é exatamente a identificação das restrições com o que realmente é necessário. Mesmo que se tenha uma relação de restrições, tem que ter muita atenção. Porque às vezes são pequenas coisas que dão um entrave na execução do trabalho. (Ind 09).

Essa falha está relacionada também em não identificar todas as restrições por experiência técnica insuficiente dos envolvidos diretos com o projeto e por falta de método adequado na empresa para realizar o processo de identificação de restrições. Conforme o especialista Ind 06, isso também pode ocorrer devido ao planejamento em algumas empresas ser realizado por responsáveis externos que não possuem a mesma experiência e visão dos envolvidos diretamente com a obra.

Outra questão relatada na pesquisa é a ausência de concentração e foco no processo de identificação das restrições que comprometem as atividades. Além disso, há resistência dos profissionais da construção civil em pensar antecipadamente em possíveis restrições.

A sugestão de melhoria para esses três problemas é incluir no modelo práticas coletadas na pesquisa e na RSL. A primeira delas é realizar lista de lições aprendidas de restrições para os serviços. Kemmer et al. (2007) sugeriram registrar lições aprendidas por meio da anotação das restrições identificadas em uma base de

dados bem como as perguntas e respostas fornecidas pelos envolvidos no projeto. Dessa forma, a empresa pode criar banco de dados com as restrições que ocorreram em projetos anteriores para facilitar e estimular a visualização de restrições nos projetos em andamento, conforme também relato dos entrevistados especialistas 09 e 10:

É importante ter um relatório de lições aprendidas. Tem que ter, pois isso ajuda muito para o futuro. Isso é primordial. Um relatório de lições aprendidas de restrições. (Ind 09).

Nossos profissionais vão para uma reunião de PMP já preparados para encontrar muitas restrições. Para ajudar, criamos o banco de dados, que são usados nas reuniões, para auxiliar esses profissionais a, de acordo com a etapa da obra, identificar as restrições. É uma espécie de check-List. Começou pequeno, mas cresceu a partir das experiências em obras. Ele fica maior a cada reunião. É um banco de dados por pacote. Percebemos uma dificuldade muito grande em fazer com que os profissionais forcem o raciocínio para perceber restrições. Então, estipulamos um postulado em que, se alguém for para uma reunião de PMP, não deve voltar com menos de trinta restrições. (Ind 10).

Para mitigar a resistência dos envolvidos em pensar nas possíveis restrições, bem como mitigar outro problema de reuniões improdutivas devido “Não Preparação para as Reuniões”, esse trabalho propõe que as empresas realizem a distribuição de informações dos serviços que serão discutidos na próxima reunião a todos da equipe com antecedência conjuntamente com lista do banco de dados das possíveis restrições envolvidas.

Isto favorece que todos possam refletir antecipadamente, possam elencar possíveis restrições e as reuniões possam ser mais produtivas. Adicionalmente, as empresas podem incluir em sua rotina atribuir que os envolvidos identifiquem um número mínimo de restrições até a data da reunião.

Ebbs e Pasquire (2018) enfatizaram a importância de promover essa colaboração de todos os envolvidos no projeto no processo de identificar restrições. Os autores utilizaram a estratégia denominada caminhadas de fluxo (ciclo de reuniões com todos os envolvidos para validar as restrições e categorias, definir consenso das restrições e ordem de prioridade). Os resultados apontaram que, além de identificar por meio da colaboração as restrições e riscos do projeto, foi possível criar entendimento compartilhado do escopo, estratégias e propósito do empreendimento.

Trabalhos como Kemmer et al. (2007) e Britt et al. (2014) realçaram a importância de envolver trabalhadores da frente de produção para obter contribuições sobre como as tarefas serão realizadas e esclarecer quais os problemas que impedem seu

trabalho a fim de buscar identificar todas as restrições. Saurin et al. (2002) defendem que a participação dos trabalhadores de campo promove a identificação de riscos de acidente de trabalho e ajuda na identificação das soluções. Essa sugestão também foi mencionada e justificada pelo pesquisador 16:

Eu e você, a gente sabe de planejamento, mas a melhor pessoa para falar sobre estrutura é o mestre da estrutura. O cara que está há 30 anos fazendo estrutura. Ou o mestre de formas, a pessoa que compreende esse processo de maneira profunda, que pode realmente dar contribuição dentro daquela reunião. As pessoas estão participando nesse nível? Às vezes acaba ficando ali os engenheiros discutindo e a informação desse colaborador, que é muito rica no meu entendimento, acaba ficando com ele. (Ind 16).

Através das entrevistas realizadas com as empresas terceirizadas, a autora compartilhou da mesma opinião do entrevistado 16. Como as empresas subempreiteiras são especializadas e executam o mesmo serviço em diversas obras e empresas diferentes, possuem elevado conhecimento sobre as restrições e riscos recorrentes que interrompem o fluxo da produção durante a execução de seus respectivos serviços.

Por meio das entrevistas realizadas com essas empresas subempreiteiras foi possível registrar as restrições mais recorrentes dos serviços que executam. Esses dados estão apresentados no Quadro 17, que representa uma exemplificação de como as empresas poderiam construir o banco de dados das possíveis restrições das principais etapas construtivas.

A primeira coluna do Quadro 17 apresenta a fase do empreendimento, a segunda indica a categoria de restrições identificada para o serviço, a terceira corresponde a ação de combate a restrição e a última coluna contém a descrição da restrição.

Esse trabalho indica que pesquisas sejam realizadas com empresas subempreiteiras e empresas construtoras que já possuam a rotina de registrar lições aprendidas a fim de identificar as possíveis restrições das diversas etapas construtivas da obra e gerar banco de dados para que as empresas possam utilizar em seus projetos.

Quadro 17 – Lista de possíveis restrições para as fases de esquadrias de alumínio, alvenaria de gesso e drywall, forro de gesso e pintura interna

Serviço	Categoria	Ação para combater restrição	Descrição da restrição
Esquadria de Alumínio	Informações	Verificar vãos de porta com desnível na laje nas varandas	Desnível errado na concepção de projeto
Esquadria de Alumínio	Informações	Confirmar aberturas de portas do projeto de arquitetura com projeto de incêndio	Ocorrem constantes mudanças nos projetos de incêndio e não há compatibilização com arquitetura
Esquadria de Alumínio	Informações	Verificar a espessura da pastilha cerâmica para deixar espaço adequado entre nível dos contramarcos das janelas e emboço para futura colocação da pastilha cerâmica sem passar do nível do contramarco	Esquadrias das janelas não podem ser encaixadas devido desnível entre acabamento final e contramarco, causando atraso
Esquadria de Alumínio	Informações	Determinar a máxima inclinação do caimento na janela (pingador)	Ocorrem muitos erros em executar inclinações grandes, deixando folga nas esquadrias, atrasando serviço para ajustes.
Esquadria de Alumínio	Informações	Fechar contrato 120 dias de antecedência (60 para material chegar e 60 para produzir)	Atraso na contratação e início do serviço
Esquadria de Alumínio	Recursos	Usar contramarco fechados em vãos de portas para evitar desnível no piso	Usar contramarcos fechados ajuda a evitar erros constantes de desnível e esquadro no piso, causa dificuldade em colocar as esquadrias
Esquadria de Alumínio	Recursos	Verificar se há material que construtora precisa disponibilizar ao terceirizado e solicitar quantidade a empresa terceirizada	Exemplo, selante entre contramarco e acabamento.
Esquadria de Alumínio	Recursos	Analisar se há esquadrias que não cabem no elevador definitivo da obra. Caso tenha, planejar subir antes de retirar o elevador cremalheira da obra.	Quando esquadria está em execução, geralmente é retirado o elevador cremalheira. Existe a possibilidade de porta que não caber no elevador e ocorra atraso e custo para transportar peças pelas escadas ou por cordas do lado externo.
Esquadria de Alumínio	Espaço	Planejar local para armazenar esquadrias próximo a área de descarga e dos locais onde ocorre o serviço	Quanto maior transporte, mas risco de extravio e danos das esquadrias
Esquadria de Alumínio	Informações	Planejar executar as soleiras com o máximo de antecedência na área comum para agilizar a medição e fabricação das esquadrias.	É comum atraso da área comum impacta em atraso da esquadria, pois são grandes volumes e tipologias que não são padrão da obra e precisam ser medidas antes da fabricação; é um gargalo no final da obra.
Esquadria de Alumínio	Informações	Planejar a liberação das esquadrias da área comum para medição 45 dias antes de terminar as esquadrias das torres	Ideal terminar de produzir as esquadrias de pavimentos tipo e iniciar a confecção das esquadria de área comum para adiantar a produção, pois na área comum tem tipologias bem específicas que podem atrasar.

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 17 – Lista de possíveis restrições para fases de esquadria de alumínio, alvenaria de gesso e drywall, forro de gesso e pintura interna

(continuação)

Serviço	Categoria	Ação de Antecipação	Impacto das Restrições / Riscos
Alvenaria de gesso/drywall	Recursos	Verificar qualidade do bloco de gesso para prevenção de amarelamento após pintura.	Empresas que fornecem bloco de qualidade e garantia quanto ao amarelamento.
Alvenaria de gesso/drywall	Recursos	Verificar parafusos adequados para suportar carga do Drywall	Especificação de parafusos inapropriados
Alvenaria de gesso/drywall	Informações	Verificar necessidade de reforço em parede de drawall devido fixação de bancada	Bancada fixada em shaft de draywall sem prever reforço em projeto
Forro de Gesso	Trabalho anterior e qualidade	Verificar testes e instalações incompletas	Retrabalho no forro de gesso devido a não realização das inspeções.
Pintura	Trabalho anterior e qualidade	Verificar terminalidade para pintura (paredes quebradas, chapim, buraco na parede, instalações de dreno e ar condicionado que deixam a parede quebrada)	Elevada ocorrência de falta de acabamento de serviços anteriores na 2º demão.

Fonte: elaborado pela autora.

4.3.4.2 *Atraso de material*

O atraso de material está relacionado a obra não solicitar em tempo hábil para realizar a compra pelo setor de suprimentos ou atraso no processo de suprimentos.

O entrevistado pesquisador 14 realça a importância de integrar o setor de suprimentos com os responsáveis do PMP. Conforme sugestão do pesquisador entrevistado 14, é necessário mudar a cultura organizacional da empresa para que o setor de suprimentos cumpra os prazos de entregas com a consciência de que o não cumprimento de suas metas poderá comprometer o prazo da obra e que a obra requisiite os insumos em tempo hábil, conforme trecho a seguir.

Em termos de implementação, o departamento de suprimentos tem um papel muito importante para cumprir os prazos de aquisições de serviços, materiais, projetos. Muitas vezes, dependendo da estrutura organizacional da empresa, os departamentos de apoio para o empreendimento ficam como silos, muito separados e as demandas não chegam com a antecedência necessária e não sentem com a mesma força a importância daquela demanda como a obra, que está sendo impactada por esses problemas. Então, uma coisa que acho importante é do ponto de vista organizacional, a empresa ter uma integração entre os responsáveis pelo Lookahead e ter uma missão muito clara de que é uma etapa vital para obra combater o making-do. Se o Lookahead não funciona, a obra vai virar uma improvisação. O engenheiro de obra, muitas vezes, está muito atarefado, correndo atrás sempre de prejuízos. Então, é necessário que haja uma mudança cultural. Daí você vai medir o índice de remoção de restrições, onde há só aquela meta de aumentar a porcentagem, deixar próximo de 1. Mas não é só isso de indicador. Precisamos mudar uma cultura. Temos visto muito isso, pois o Lean Construction é muito de mudar a filosofia de trabalho das pessoas. Não é só correr atrás de ferramenta, atingir indicador. As pessoas precisam aprender isso: se eu não correr atrás de um requisito, a obra vai sofrer com isso. Precisa disseminar isso de maneira mais integrada. Eu creio que a dificuldade não é implementar o PMP, mas sim mudar a filosofia de trabalho das pessoas e implantar a filosofia Lean. (Ind 14).

Outra questão levantada pelo entrevistado especialista 08 é a indefinição e conhecimento claro dos prazos de cotação do setor de suprimentos e da entrega pelo fornecedor, conforme trecho a seguir.

A obra tem que passar tudo mastigado ao comprador com um tempo hábil. Aí o que chegou? Alguns setores de compra, empoderados pela gestão, dizem que precisam de 90 dias para comprar algo. Está errado. Não, você tem uma semana para pedir isso. O cara pode ter 90 dias para lhe entregar, isso é outra coisa. Esse tipo de coisa eu noto que precisa de um ajuste. (Ind 08).

A sugestão a ser proposta no modelo desse trabalho será as empresas possuírem prazos mínimos para o processo de aquisições dos recursos (BERNARDES, 2001). Esse trabalho propõe que as empresas gerem listas padronizadas dos principais

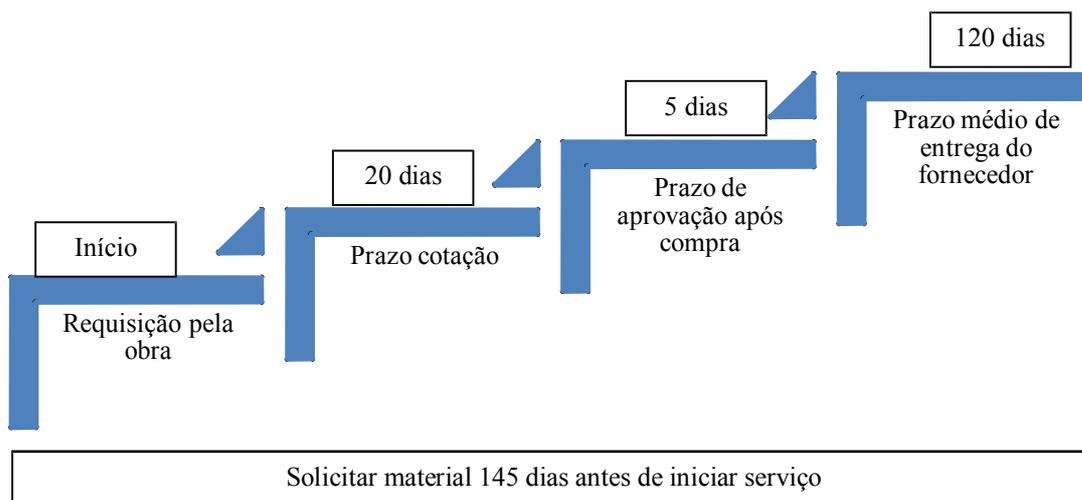
materiais e contratação de serviços da obra e adote através da experiência os prazos médios para cotação a partir da data de requisição pela obra, tempo de aprovação pela alta administração após finalização da compra e prazo médio de entrega pelo fornecedor, conforme exemplo a seguir da Figura 9. Esses prazos devem ser seguidos por todas as obras e pelo setor de suprimentos, com apoio da alta administração.

Na Figura 9 é apresentado exemplo da premissa de prazos mínimos para a obra solicitar os recursos e prazos máximos que o setor de suprimentos precisa para realizar a compra dos recursos cumprindo a premissa de aprovação dos pedidos e entrega pelo fornecedor.

Os dados utilizados na Figura 9 para o prazo médio de entrega do fornecedor foram obtidos da entrevista com a empresa subempreiteira de esquadria de alumínio, entrevistado 04. Conforme trecho a seguir, em média após contratação do serviço, a empresa precisará de 120 dias, 60 para receber material e 60 para produzir.

Pelo menos uns 60 ou 70 dias no mínimo para eu ter material [...] Depois disso vem mais 60 ou 70 dias para produzir. Então, total de 120 dias, às vezes tem um estoque mínimo que adiante algo, mas é mais ou menos isso. (Ind 04).

Figura 9 – Exemplo de planejamento da premissa de prazos de aquisição



Fonte: elaborada pela autora.

No Apêndice J é apresentado modelo de planilha para registrar as premissas de prazos para aquisição de materiais e serviços pelas empresas.

Outra questão levantada pelo especialista 09, apresentado no trecho abaixo, é o entendimento pelos responsáveis do setor de suprimentos de sua missão, que não deveria acabar após o fechamento da compra. É interessante que o responsável pela compra do setor de suprimentos acompanhe o processo de aquisição até o material ser entregue na obra. Esse ciclo de responsabilidade colabora com o item de integração entre os setores para aliviar a gestão do PMP, discutido no item 4.3.1.1.

Esse compromisso que se deve ter, que envolve muito o setor de aquisições, é o que entendo de meta para esse setor. Não se trata só de fazer cotações, pegar a compra e dizer que está resolvido. A missão do setor de compras só acaba quando o material está dentro da obra. Enquanto não chegar, não acabou a missão desse setor. Muitos não têm esse entendimento. O entendimento do setor de aquisições normalmente é que tem que receber os pedidos feitos pela obra, tem que cotar, tem que comprar, aprovar com diretoria e pedir para o fornecedor entregar. Não concordo com isso. A função dele é cobrar o fornecedor até o material chegar na obra, quem compra tem poder de barganha muito maior que alguém que está na obra cobrando fornecedor. (Ind 09).

Como sugestão do especialista 09, é preciso investir em capacitação e treinamento dos profissionais do setor de suprimentos.

Capacitação e pessoal. Tem que envolver muito treinamento de pessoal. A gente nota que os setores de aquisição não têm um pessoal com nível de desenvolvimento, de pensamento para desenvolver uma atividade como deve ser feito. Se houvesse equipes no setor de compras com grau de escolaridade, entendimento ou formação, a coisa andaria bem mais rápido. É muito da experiência da equipe que está trabalhando. (Ind 09).

Outra prática coletada nas entrevistas é que as empresas possuam indicadores de índice de solicitações urgentes pela obra fora da premissa de prazo de aquisição prevista na empresa (Figura 9) e índice de pedidos gerados com atraso pelo setor de suprimentos, devido ao não atendimento do prazo previsto para chegada do material na obra. Dessa forma, a empresa pode avaliar o atendimento do setor da obra e do setor de suprimentos em programar as necessidades de seus projetos.

4.3.4.3 Não analisar interferência de outros processos

Conforme relatado pelo pesquisador 11:

O PMP, na verdade, deveria ser uma conexão entre vários fluxos que precisam ser gerenciados e muitas vezes funcionam de forma isolada. Um único processo que tem para gerenciar os fluxos, então ele acaba se tornando muito pesado, a reunião fica muito longa, tem um número muito grande de atividades [...] Não adianta só identificar restrições e cobrar das pessoas.

Alguém tem que gerenciar outros processos: suprimentos, projeto, logísticas. Muitas vezes isso não é feito. Ind 11.

A sugestão desse item está vinculado ao item 4.3.1.1 que é de integrar os setores da empresa para conjuntamente analisar integralmente as restrições e que esses setores absorvam responsabilidades para aliviar as atribuições da obra durante o PMP. Para que isso ocorra a sugestão é a participação dos envolvidos desses setores de apoio nas reuniões.

4.3.4.4 Não detalhar as restrições para os serviços terceirizados

A pesquisa apresentou relatos e o estudo de caso comprovou que as empresas geralmente não detalham as restrições para os serviços terceirizados. Ocorre apenas a atribuição de uma restrição a um responsável que consiste na data que deve ser iniciado o serviço.

Conforme a extensão para a construção do Guia PMBOK® (PMI, 2016), é necessário considerar os possíveis impactos das restrições adicionais que os subcontratados e fornecedores incorporam no cronograma integrado do projeto. É importante analisar os cronogramas dos subcontratados para verificar o escopo, as datas de entrega dos materiais e equipamento, tamanho da equipe e dependências de atividades que podem causar restrições físicas (PMI, 2016).

Durante o planejamento, é necessário analisar antecipadamente a fim de flexibilizar o fluxo de desenvolvimento do cronograma, pois os elementos do fornecedor e do subcontratado se tornam evidentes e interferências devem ser previstas. Por exemplo, andaimes para trabalhos elevados podem restringir ou impedir o acesso para trabalhar abaixo do andaime em algumas áreas (PMI, 2016).

Essa análise dos fluxos é realçada por Alves (2000) por meio da análise das restrições de tempo e espaço no PMP. Ao avaliar os pacotes de trabalho das próximas semanas no PMP, deve-se analisar as necessidades espaciais de cada processo por meio da identificação e solução prévia das possíveis interferências entre as equipes e os respectivos elementos a serem utilizados.

A referida autora sugere utilizar, por exemplo, uma planta baixa para indicar os espaços necessários e as sequências para a execução de cada atividade, que podem ser representadas por cores diferentes para facilitar a análise e o planejamento das áreas. O objetivo é evitar interrupções buscando otimizar os fluxos e as movimentações.

Essas situações criam a necessidade de encontrar soluções e alternativas, como alterar o sequenciamento de atividades, escalonar as horas de trabalho dos subcontratados ou ajustar as áreas de trabalho disponíveis em períodos de tempo específicos (PMI, 2016).

Entretanto, as empresas esperam que os terceirizados removam as restrições relacionadas ao serviço que irão executar. Dessa forma, as empresa não possuem o conhecimento e controle das restrições desses serviços, que podem interromper o fluxo da produção.

Como solução, este trabalho propõe discutir com maior atenção as restrições de serviços terceirizados a partir de participação desses profissionais nas reuniões do planejamento de fase e de PMP e com base na avaliação de lições aprendidas das fases que serão terceirizadas, como exemplificado no Quadro 17.

4.3.5 Método – Reuniões de Planejamento de Médio Prazo

4.3.5.1 Não envolver partes interessadas importantes

Na pesquisa foram identificadas dificuldades em envolver principalmente os setores externos a obra no processo de identificação de restrições durante as reuniões. Outra dificuldade é obter o compromisso com as datas de remoção das restrições por esses setores e obter o retorno das informações das pendências removidas e das não solucionadas para que ações possam ser tomadas em tempo hábil pela obra.

Foram citados como importantes para participar das reuniões de PMP na pesquisa os responsáveis pelo setor de compras, responsável pelo setor da sala técnica, equipe de segurança do trabalho, responsável pela qualidade, coordenador/supervisor de obras, terceirizados envolvidos na fase atual da obra e equipe da obra (engenheiro, mestre da obra, encarregados e até funcionários importantes da produção com visão técnica). Para que ocorre a colaboração e participação desses setores nas reuniões, é necessário apoio da alta administração para implementar e manter essa rotina.

Outras práticas identificadas na RSL foram identificar e registrar as restrições por categorias e responsabilidades (TOMMELEIN; BALLARD, 1997; BALLARD, 2000; KEMMER et al., 2007; HAMZEH, 2009; HAMZEH ET AL., 2012). Kim; Jang (2006) realça a importância de delegar as restrições a todos os níveis

de responsabilidade da hierarquia organizacional da empresa (escritório da empresa; gerentes ao nível de coordenação de projetos e gerente de linha de frente).

Nesse sentido, esse trabalho sugere planilha para o registro da análise de restrições (Apêndice K) que adota as categorias de restrições apresentadas no Quadro 7 e apresenta coluna com responsáveis, que deve envolver todos os níveis hierárquicos da empresa.

4.3.5.2 Reuniões longas e com muitas pautas, Falta de entendimento do objetivo da reunião, Não preparação para as reuniões e Pouca liderança do gerente

Essas quatro dificuldades estão relacionadas. É importante que o gerente da obra seja um dos principais condutores da reunião de PMP, que gerencie a organização e análise dos itens importantes. Para isso, o engenheiro deve entender o principal objetivo das reuniões de PMP e ser multiplicador para os demais envolvidos. Conforme ressaltado pelo entrevistado pesquisador 16, o entendimento é uma das principais dificuldades:

Principal dificuldade no PMP é primeiro entendimento. Saber para que ele funciona. Acho que quem está ali na reunião tem que saber o motivo do que está sendo abordado. Para que eu estou ali? (Ind 16).

A literatura sugere realizar reuniões regulares com a participação das partes interessadas no projeto, que devem elaborar a análise prévia de seus próprios planos de médio prazo e questionamentos antes da reunião (KEMMER et al., 2007; ALVES; BRITT, 2011; BRITT et al., 2014) e conforme sugestão do entrevistado pesquisador 16 preparar adequadamente as informações para as reuniões.

Eu acho que uma das dificuldades, ou talvez um dos pontos importantes, é a preparação para a reunião. Acho que as pessoas não podem cair de paraquedas, para que durante a reunião fiquem discutindo as coisas. Quando eu era engenheiro de obra, eu lembro que a gente tinha costume de antecipar as pessoas, “olha, vai ter uma reunião de PMP daqui duas semanas, a gente vai avaliar esse período da obra. Está aqui o material que a gente quer que você estude”, para a pessoa chegar mais preparada para a reunião. Ela se prepara. Ela sabe que aquela reunião vai discutir determinado período, que aquele período tem determinadas atividades acontecendo. A pessoa não estar na reunião só de ouvinte, mas estar colaborando. Acho que o aspecto da colaboração é importante. Você fazer as pessoas colaborarem de fato, uma coisa é você ter 10 pessoas numa reunião, só assistindo. Outra é você ter 10 pessoas numa reunião, colaborando com aquela reunião. (Ind 16).

Portanto, a preparação da pauta da reunião com a análise prévia de quais serviços serão analisados pelos envolvidos e entregar a pauta com o banco de dados de dados das possíveis restrições à equipe contribuirão para que as reuniões sejam mais objetivas e produtivas e que ocorra a real colaboração de todos os participantes.

Outra preparação necessária para as reuniões é a coleta de informações sobre quais restrições da reunião anterior foram solucionadas e quais ainda aguardam remoção. Essa falha foi evidente através das observações das reuniões de PMP durante a realização do estudo de caso.

A sugestão de melhoria é as empresas, com apoio da alta administração, designem que todos os envolvidos, independente do nível hierárquico, possuam a responsabilidade de atualizarem o status das datas de remoções das restrições para que durante as reuniões esses dados possam estar disponíveis para análise.

A empresa de consultoria, na qual o especialista Diretor foi entrevistado (Ind 10), fornece aos seus clientes aplicativo com sistema *on line* para esse registro. Após a atribuição das ações aos responsáveis durante as reuniões, cada participante recebe automaticamente por e-mail quais são suas providências e respectivas datas limites. Após solucionar as ações, cada participante deve acessar o aplicativo para registrar a data de remoção das restrições.

Entretanto, foi relatado pelo especialista entrevistado 10 que ainda existe dificuldade dos participantes registrarem essas informações. Para ajudar a solucionar, é importante o apoio da alta administração da empresa para implementar a rotina e gerar indicador de restrições removidas por responsável, conforme trecho a seguir.

Mesmo a questão das restrições nós temos muita dificuldade com o responsável de removê-la. Nós percebemos é que, muitas vezes, o responsável só remove devido a tantas vezes em que recebe o “indicador vermelho”. Quando ele começa a perceber, que o diretor está lá na reunião, vai filtrar as remoções dele e ele fala “Ah, está removida, só não removi no aplicativo”. Os donos das empresas ajudam muito, mesmo tendo feito, o indicador vai continuar baixo. Você não fez o mais fácil, que é ir lá e remover. Você resolveu o problema, mas o sistema produtivo continua falho. (Ind 16).

A adequada preparação para as reuniões e a disponibilidade dos dados atualizados sobre o status das restrições já identificadas contribuirão para que as reuniões sejam mais breves e objetivas. Outra prática a ser proposta é utilizar pauta básica para as reuniões de PMP, conforme trecho a seguir do pesquisador entrevistado 16.

Quando o professor Ballard concebeu o PMP, ele esperava que o PMP tenha certas funções definidas. O Ballard inclusive lista as funções do PMP. Essas funções estão sendo atendidas durante a reunião? Lembro que eu usava essas funções [...] para mim serviam como diretrizes dentro da reunião. Eu meio que seguia isso como um roteiro dentro da reunião de PMP. As restrições foram analisadas? Fluxos físicos foram cumpridos? Segurança foi olhada? Algum problema com gestão de custos? Algum problema com segurança? Ele serve ali para você como um check-list, para você ir abordando os temas de relevância para aquilo. A questão da integração é muito importante, a aderência [...] Está mantendo a aderência entre o planejado e o executado? (Ind 16).

Conforme sugestão que será adotada pelo presente trabalho, a pauta básica para as reuniões serão baseadas pelas funções do PMP enumeradas pelos autores primários sobre o tema (Quadro 2). Essa pauta servirá para que o condutor da reunião possa seguir e abordar todos os pontos necessários do PMP. A pauta proposta pelo modelo desse trabalho é apresentado no Quadro 18.

Quadro 18 – Pauta básica para reuniões de Planejamento de Médio Prazo

Pauta Básica
Aderência ao planejamento de longo prazo: Planejado x Executado
Restrições não solucionadas (reuniões anteriores e do planejamento de fase)
Estratégias de recuperação de prazo
Análise de restrições para as próximas tarefas (serviços próprios e terceirizados), utilizando Apêndice K
Interferência devido aos fluxos físicos
Interferência devido a custo
Interferência devido segurança do trabalho: Como os trabalhadores acessam o local de trabalho? Como os EPCs serão instalados? Onde as linhas de vida estarão ancoradas?
Causas de não cumprimento do PPC devido a falha no PMP (efetuar aprendizagem)

Fonte: elaborado pela autora.

4.3.6 Gestão – Controle de Mudanças

Durante a pesquisa foram relatados por pesquisadores e especialistas mudanças realizadas no projeto que impactam o PMP devido à ausência de comunicação e análise de interferências prévias. Essas mudanças envolvem alterações do produto pelos clientes como também alterações de especificações pelo setor de suprimentos e alta administração para melhoria do padrão de acabamento, sem a análise das possíveis interferências pela obra.

4.3.6.1 Variabilidade do produto

A variabilidade de características do produto principalmente por personalização, comum em obras de alto padrão, compromete o PMP conforme trecho do pesquisador entrevistado 14.

Uma coisa que atrapalha é a variabilidade de característica do produto. Por exemplo: personalização. Quando se trabalha com alto padrão, se vê muito isso. O cliente quer tirar uma parede, o que normalmente acontece? Se o apartamento está lá parado e o cara quer comprar, mas só compra se tirar a parede e juntar dois ambientes, o diretor da empresa não vai ter dúvidas de que vai pedir para tirar a parede. Isso quebra todo o sistema. (Ind 14).

A extensão do Guia PMBOK® na construção (PMI, 2016) elenca dentre as doze áreas de conhecimento para a gestão de projetos de construção a área denominada Gerenciamento da Integração do Projeto. Um dos processos dessa área de conhecimento é realizar o controle integrado de mudanças. Outra área de conhecimento, o Gerenciamento do Escopo do Projeto, possui o processo de Solicitação de Mudanças de Escopo do Projeto, que se relacionam com o PMP (Quadro 5).

Portanto, ao surgir uma mudança no projeto, esta deve ser comunicada e realizada análise integrada do impacto em todas as demais áreas. Como solução, esse trabalho adota que as empresas realizem o controle integrado de mudanças do projeto e sua formalização para que no PMP os impactos possam ser analisados.

Outra solução coletada na pesquisa foi atribuir prazo para os clientes realizarem alterações nas plantas com registro formal para a obra para análise do impacto no custo e no prazo.

No sentido da integração entre os setores, a solução coletada na pesquisa foi envolver o setor comercial nessa tratativa, através da instrução que eles incluam nas cláusulas do contrato com o cliente final o prazo que ele tem para solicitar alteração da planta. Com isto pode-se proteger a produção e planejar a solicitação de mudanças e assim garantir que o cronograma seja seguido.

Para que a obra receba as informações no prazo adequado quando o cliente solicitar alterações no projeto no período estabelecido, a solução é a empresa possuir um sistema de comunicação para o controle integrado de mudanças do projeto para que as informações fluem entre os setores (comercial, obra, suprimentos, de planejamento e orçamento).

4.3.6.2 Alteração de especificação pelo setor de compras / alta administração sem comunicação

Essa dificuldade foi relatada quando o setor de suprimentos/alta administração, durante a fase de aquisição, decidem comprar um material com uma especificação que apresentou preço atrativo durante a cotação. A compra pode ser aprovada sem a análise pela obra acerca de possíveis interferências.

A solução é que a empresa tenha um sistema de controle integrado de mudanças do projeto. A inclusão do responsável pelo setor de compras nas reuniões de PMP também contribui para que essas discussões possam ser analisadas.

4.3.7 Gestão – Estrutura Organizacional

Foi relatado por pesquisadores e especialistas a falta de apoio dos departamentos da empresa no suporte à obra. Conforme especialista entrevistado 09:

Outra dificuldade é a questão humana, do envolvimento que é muito importante. O compromisso de se ter a resolução daquela restrição. Não adianta fazer reunião, deixar tudo acertado e cada um sair da reunião para o seu lado e não se resolver. Ou se tem outras atividades importantes, se deixa alguma atividade menos importante. Isso causa problema na obra. (Ind 09).

Essa dificuldade pode ser solucionada conforme tratativas já apresentadas nos itens anteriores, por meio da ação de delegar e responsabilizar os setores externos da obra na solução de restrições, que pode ser gerenciado por sistema automático de comunicação de responsabilidades aos envolvidos, através do preenchimento do status das restrições pelos próprios responsáveis. Para isso, é preciso apoio da alta administração, podendo ser acompanhado o envolvimento dos setores por indicadores de índice de remoção de restrição por setor/responsável.

4.3.8 Gestão – Subempreiteiros

Foram identificadas dificuldades na gestão dos subempreiteiros durante a realização do estudo de caso por meio das entrevistas com as empresas prestadoras de serviços na obra analisada, que serão descritas na seguir.

4.3.8.1 Não informar e disponibilizar local de estoque de materiais

Essa dificuldade foi identificada por meio do confronto das entrevistas com os funcionários da empresa de estudo de caso com as dos dois terceirizados que prestavam serviço para a obra objeto do estudo de caso. Os entrevistados funcionários da empresa construtora afirmaram contratar consultoria para realizar a análise e projeto de todas as fases do canteiro de obras, entretanto conforme as empresas subempreiteiras, as informações acerca dos locais de armazenamentos e preparação da áreas de estoque não foram disponibilizados.

Conforme subempreiteiro de esquadria de alumínio entrevistado 04:

Isso sempre é um problema para nós. Geralmente onde o material desce não é perto de onde vai ficar armazenado. Tem que fazer longos transportes para áreas de armazenamento e para os locais onde ocorre o serviço. Aqui nessa obra, nós escolhemos o local antes junto com o mestre. Escolhemos o melhor local para nós. Vim aqui antes para isso. Isso ocorreu 15 dias antes do material chegar. (Ind 04).

Conforme subempreiteiro de forro de gesso e pintura entrevistado 05:

Em nenhuma obra que trabalhamos nós recebemos esse tipo de informação. Sempre que eu chego é uma confusão isso. Defina onde vai ser o lugar de guardar meu material, meu almoxarife. Aí dizem: vou providenciar. Aí a gente chega na obra, inicia e tudo é decidido de última hora e já no andamento da obra. Sempre dizem que vão arrumar antes da gente chegar, mas nunca está pronto. Depois que a gente chega na obra é que resolve. O material chegou, eu vou botar onde? Aí é obrigado, aí resolvem. (Ind 05).

As empresas subcontratadas relataram que não ocorreu o aviso e disponibilização do local de estoque de materiais antes de iniciar o serviço. O local foi preparado próximo à data de execução após visita do responsável pela empresa terceirizada. Esses relatos convergem para a dificuldade já apresentada de não detalhar as restrições dos serviços terceirizados no PMP pela construtora. Há a cultura que as próprias empresas contratadas identifiquem e removam as restrições dos seus respectivos serviços.

A sugestão é ter como pauta fixa nas reuniões se os locais de armazenamento dos recursos dos próximos serviços estão previstos no projeto de canteiro de obra e os locais de armazenamentos disponíveis.

No estudo de caso analisado, as empresas subempreiteiras não participavam das reuniões de PMP da obra. Portanto, outra sugestão de melhoria é a participação das

empresas terceirizadas nas reuniões de PMP para que essas questões possam ser solucionadas e impedir restrições no armazenamento e transporte de materiais.

Outra prática identificada na RSL por Kemmer et al. (2007) e pela empresa estudo de caso foi direcionar responsável na obra para gerenciar os fluxos físicos no canteiro de obras. Esse colaborador planeja o recebimento, estocagem e distribuição de recursos pelas equipes de trabalho. Na empresa estudo de caso, conforme o engenheiro de produção entrevistado 02, a obra utilizou um técnico de logística durante a fase de pico do empreendimento, momento que houve maior demanda.

4.3.8.2 Atraso na liberação de frente de trabalho

González et al. (2010) investigaram as razões para as tarefas não concluídas e identificaram quais as principais restrições estavam afetando a execução dos planos de trabalho. Três restrições não atendidas obtiveram maior incidência: mão-de-obra, falhas de planejamento e liberação de trabalho anterior.

Este último, liberação de trabalho anterior, foi unânime nas entrevistas com as empresas terceirizadas. É recorrente o problema de não liberação dos locais de produção para iniciar os serviços na data solicitada, principalmente devido à falta de terminalidade dos serviços precedentes.

É relatado que o engenheiro da obra solicita o início do serviço e que o próprio terceirizado verifica no local as condições não atendidas e comunica o engenheiro os empecilhos para iniciar os serviços. Essa situação comprova a fraca gestão de verificação das condições para iniciar os serviços com integração ao SGQ, por meio da consulta dos registros de inspeções de serviços pela equipe da qualidade da obra.

Leão; Isatto; Formoso (2016) identificaram que a falta de uma rotina de PMP e conseqüentemente a falta da análise e remoção de restrições das tarefas contribuem para a maior probabilidade de ocorrência de serviços executados sem terminalidade, pois pré-requisitos poderão não estar disponíveis.

O contrário também é verdadeiro, a falta de uma rotina para verificar a terminalidade e a qualidade dos serviços executados no horizonte de curto prazo impacta os serviços a médio prazo. Isso porque ocorrem improvisações para executar os serviços mesmo sem condições de terminalidade. Pode alterar o sequenciamento das atividades futuras, pois é necessário o retorno de uma equipe não prevista no

cronograma para realizar arremates, denominada perda de improvisação por sequenciamento (LEÃO; ISATTO; FORMOSO, 2016). Esses impactos foram evidenciados nos relatos das entrevistas com as empresas subempreiteiras.

Fireman (2012) e Leão; Isatto; Formoso (2016) propuseram estratégias para realizar o controle integrado da produção e com a qualidade. Em ambos os trabalhos, a proposta foi integrar o controle da qualidade com o planejamento de curto prazo. Após registrar no plano de curto prazo o termino da execução do pacote de trabalho, o serviço é inspecionado conforme os requisitos da qualidade (FIREMAN, 2012).

Leão; Isatto; Formoso (2016) acrescentam que os pacotes de trabalho apenas serão inspecionados pela qualidade se obtiverem conformidade após a inspeção de terminalidade do serviço. Se pacotes de trabalhos apontados como concluídos não atenderem ao requisito terminalidade, este é incluído no plano de curto prazo da próxima semana.

Portanto, a sugestão desse trabalho é que as empresas inspecionem a terminalidade e as condições de qualidade de forma integrada com o planejamento de curto prazo, para que assim a equipe de execução de um determinado serviço só seja liberada para o próximo pavimento após conformidade e aprovação das inspeções. Com essa ação, interrupções são evitadas e alterações na sequencia dos serviços.

Nesse sentido, o modelo proposto pelo presente trabalho adiciona à planilha de curto prazo (Apêndice L) a análise da qualidade e terminalidade dos pacotes de trabalho concluídos. Se pacote estiver concluído, deve-se obter a informação da qualidade se o pacote de trabalho está executado conforme requisitos do SGQ e com terminalidade. Caso não, os ajustes devem ser planejados para a semana seguinte.

Leão; Isatto; Formoso (2016) acrescentam que os dados coletados no canteiro de obras por meio do controle integrado da qualidade e produção devem estar disponíveis e serem utilizados nas reuniões de médio e curto prazo a fim de auxiliar na gestão do projeto.

Portanto, os dados das inspeções dos serviços atualizadas devem estar disponíveis para consulta durante as reuniões de PMP com objetivo de identificar restrições relacionadas a falta de terminalidade das tarefas e qualidade e registrar na planilha Apêndice L na categoria “Trabalho anterior e qualidade” (Quadro 7). Outra prática importante é a participação do responsável pela qualidade da obra nas reuniões de PMP.

4.3.8.3 *Compressão da duração do serviço*

Devido às dificuldades apresentadas anteriormente de não detalhar as restrições dos terceirizados e atraso na liberação de frente de trabalho, após a liberação dos locais de execução pela empresa construtora, existe a premissa de que o terceirizado terá equipe suficiente para comprimir o prazo e manter o prazo inicial do cronograma.

Essa estratégia deve ser gerenciada pelo engenheiro e discutido nas reuniões com a participação das empresas terceirizadas para que não ocorram atrasos no cronograma devido à empresa subempreiteira não conseguir atender a compressão de tempo solicitada. Durante esse replanejamento, a obra deve analisar se cronograma será atendido e, caso não atenda, planos de contingências serem realizados em tempo hábil no PMP.

4.3.8.4 *Repassar meta do mês sem antecedência*

A entrevista com responsável pela empresa terceirizada entrevistado 05 revelou essa dificuldade conforme trecho a seguir.

Aqui a gente tem até um pouco de dificuldade, porque normalmente eles passam esse cronograma muito em cima. A meta desse mês até dia 30 era x apartamentos de gesso ou de pintura. Normalmente só passam isso no finalzinho do mês ou já no próprio mês. Esse mês estamos com um pouco de dificuldade por causa disso. Não tem muita antecedência. É muito em cima. Avisa, hoje é 25. O cronograma do próximo mês não me passaram ainda. Devem passar lá pelo dia 30 ou 1°. Recebemos um cronograma geral de todo o serviço, mas raramente isso funciona, pois há reprogramações. O que realmente funciona é o que é passado para a gente mensalmente. (Ind 05).

Conforme Kemmer et al. (2007), os subcontratados devem ter acesso aos planos definidos para os serviços da obra. Essa dificuldade pode ser solucionada por meio da participação das empresas subempreiteiras das reuniões de PMP e por meio da disponibilização dos planos e suas atualizações. Dessa forma, serão discutidas as programações antes de iniciar as atividades e durante a realização dos serviços na obra.

4.3.9 Pessoas – Cultura

4.3.9.1 Solucionar restrições de última hora e não cultura dos envolvidos em PMP

Especialistas e pesquisadores relataram dificuldades e barreiras relacionadas a cultura das partes envolvidas. Foi relatado a cultura de que as restrições são analisadas e solucionadas com soluções de última hora e que não há a cultura dos funcionários e terceirizados de realizarem o PMP por não ser prioridade durante a rotina de trabalho.

As ações anteriormente propostas por esse trabalho contribuirão para solucionar essas barreiras, como estabelecer procedimento de planejamento padrão na empresa. Busca-se estabelecer um processo de PMP em que os próprios responsáveis pelas restrições registrem o status das providências e abranjam nas reuniões todos os envolvidos no projeto com apoio da alta administração. As empresas podem usar indicadores de Índice de Romoção de Restrição por setor, para que assim a alta administração possa gerenciar os gargalos dos processos da empresa.

4.3.9.2 Resistência dos fornecedores em participar das reuniões

A solução para essa barreira é solicitar a participação dos fornecedores nas reuniões na obra antes da execução (aproximadamente três meses antes) para analisar restrições e pré-requisitos no planejamento de fase, como também a participação das reuniões de PMP durante a realização das atividades.

A fim de estabelecer essa cultura, foi coletada na pesquisa a prática de integrar o setor de suprimentos nessa tratativa, através da instrução de que eles incluam nas cláusulas do contrato com os terceirizados o compromisso de participação das reuniões de PMP na obra.

Conforme a experiência dessa prática pelo especialista entrevistado 07, relatada a seguir, essa prática desenvolve parcerias com os fornecedores, alinha a cultura de gestão das duas empresas e permite obter benefícios de aprendizagem e confiança, podendo reduzir os preços dos serviços terceirizados nos próximos empreendimentos.

Muitos demonstram resistência, mas à medida que eles participam das reuniões e quando começa o serviço sem restrições, com tudo correto e sem

custo de mão de obra parada, eles percebem os benefícios e surge um ciclo virtuoso. O fornecedor começa a interagir e acreditar na gestão da empresa e nas próximas obra se consegue reduzir o preço, pois o fornecedor passa a ter a confiança que o serviço iniciará conforme previsto, que não haverá custo com mão de obra parada. Então o fornecedor consegue reduzir a gordura incluída no preço devido a essas incertezas, e consegue-se baixar preço. (Ind 07).

4.3.10 Pessoas – Entendimento

4.3.10.1 *Falta de experiência e visão holística e não familiaridade com os processos de obra*

Foi relatado que a falta de experiência técnica e visão holística do engenheiro constituem uma barreira para um bom PMP, assim como a falta de conhecimento acerca do processo de PMP.

Sugere-se que as empresas treinem seus funcionários no processo de planejamento e objetivos do LPS® para que os funcionários estejam familiarizados com o procedimento da empresa. Conforme proposto anteriormente, documente lições aprendidas do PMP e integre o PMP com os documentos já existentes na empresa, como os procedimentos executivos da qualidade, para que barreiras como falta de experiência e visão holística sejam mitigados.

4.3.11 Considerações finais

Este capítulo analisou o universo de barreiras e dificuldades identificadas na pesquisa e apresentou propostas de melhoria. O Quadro 19 apresenta sucintamente resumo das barreiras e dificuldades identificadas, as fontes de evidências pelas quais foram identificadas na pesquisa e na literatura e as propostas de melhorias indicadas e justificadas no decorrer da discussão desse capítulo.

Do universo de 32 barreiras e dificuldades coletadas na pesquisa empírica, sete foram identificadas também na literatura, comprovando os dados da bibliografia. O Quadro 19 realça a relevância do presente trabalho, pois a maior parte das barreiras e dificuldades foram identificadas com a realização da pesquisa empírica, expandindo e contribuindo teoricamente para o campo do conhecimento acerca do PMP em obras.

Ademais, os dados das diversas fontes de pesquisa tendem para generalização, pois a maioria dos resultados foram oriundos de fontes diferentes e alguns fundamentados pela literatura.

Quadro 19 - Barreiras e dificuldades e respectivas propostas de melhorias

Categoria Causa	Causa principal	Causa secundária	Estudo de Caso	Especialistas	Pesquisadores	Causas apontadas por autores da RSL	Propostas de melhorias coletadas na pesquisa
Processo	Implementação e operação	Processo trabalhoso	•	•	•	-	Integrar o PMP com segurança e qualidade / Incluir nos procedimentos executivos do SGQ os pré-requisitos dos serviços e as condições de segurança / Automatizar o PMP / Utilizar o 4D BIM para compartilhar sistematicamente informações / Modelo de planilha para análise de restrições (Apêndice K)
		Dificuldade de manter a rotina	•	•	•	-	Obter apoio da alta administração / Padronizar procedimento de PCP na empresa / Incluir procedimento de PCP nos documentos do SGQ / Treinar as equipes no procedimento / Realizar auditorias periódicas / Automatizar o PMP para facilitar sua rotina
		Processo incompleto	•	•	•	Ballard (1997); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Hamzeh et al. (2012); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2012); Hamzeh et al. (2015)(HAMZEH et al., 2015a); Khanh; Kim (2016); Perez; Ghosh (2018)	Padronizar procedimento de PCP / Incluir procedimento de PCP no SGQ e treinar as equipes / Realizar auditorias periódicas / Realizar o planejamento de fase
		Incluir no curto prazo atividades não preparadas	•			Kemmer et al. (2007); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Hamzeh et al. (2012); Wesz; Formoso; Tzortzopoulos (2013); Khanh; KIM (2016)	Analisar as atividades prontas na planilha de análise de restrições / Disponibilizar kit completo do pacote de trabalho
		Erro de planejamento	•			Kemmer et al. (2007); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Khanh; Kim (2016)	Ter orçamento elaborado por pacotes de trabalhos pré-definidos / Padronização do dimensionamento dos pacotes de trabalho / Aprovação do dimensionamento (pelo setor de planejamento ou coordenador de obras)

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 19 - Barreiras e dificuldades e respectivas propostas de melhorias (continuação)

Categoria Causa	Causa principal	Causa secundária	Estudo de Caso	Especialistas	Pesquisadores	Causas apontadas por autores da RSL	Propostas de melhorias coletadas na pesquisa
Processo	Prototipagem	Apartamento modelo utilizado apenas para alavancar vendas			●	-	Executar apartamento modelo em pavimento tipo da obra/ Incluir no cronograma de longo prazo a execução do apartamento modelo
		Não ter projeto detalhado de processos críticos			●		Utilizar o BIM para compreender trabalho a ser realizado / Realizar projeto detalhado de operações específicas no BIM
	Falta de conexão com demais níveis de planejamento	Não analisar dados do controle do curto prazo	●		●	Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Hamzeh; Langerud (2011); Wesz; Formoso; Tzortzopoulos (2013); Toledo; Olivares; Gónzalez (2016)	Analisar dados do curto prazo nas reuniões de PMP / Apurar indicador % de atividades não concluídas por “Falha PMP”.
		Não utilizar a LBMS para analisar estratégia e impacto no prazo	●			-	Usar LBMS para analisar estratégia a médio prazo / Sobrepor LBMS planejada e real para analisar prazo e propor estratégias
Método	Reuniões improdutivas	Não envolver partes interessadas importantes	●	●	●	-	Obter a participação dos setores externos / Apoio da alta administração / Atribuir restrições a todos níveis hierárquicos / Delegar para cada participante o registro das datas reais de remoção das restrições em sistema <i>on line</i> / Gerar indicador de remoção de restrição por participante
		Reuniões longas e com muitas pautas	●		●	-	Treinar engenheiro sobre o objetivo e liderança das reuniões
		Falta de entendimento do objetivo da reunião	●		●	-	Explicar o objetivo da reunião e comunicar a pauta com antecedência à equipe / Adequada preparação para as reuniões.
		Não preparação para as reuniões	●		●	Britt et al. (2014); Toledo; Olivares; Gónzalez (2016)	Automatizar a comunicação das ações / Responsabilizar aos responsáveis o retorno da comunicação das restrições removidas junto com apoio da alta administração.
		Pouca liderança do gerente	●		●	-	Ter pauta para as reuniões de PMP (Quadro 18).

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 19 - Barreiras e dificuldades e respectivas propostas de melhorias (continuação)

Categoria Causa	Causa principal	Causa secundária	Estudo de Caso	Especialistas	Pesquisadores	Causas apontadas por autores da RSL	Propostas de melhorias coletadas na pesquisa	
Método	Análise de restrições	Não identificar todas as restrições		●	●	Bortolazza; Formoso (2006); Kemmer et al. (2007); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Wesz; Formoso; Tzortzopoulos (2013); Salvatierra et al. (2015); Khanh; Kim (2016); Perez; Ghosh (2018)	Registrar lições aprendidas de restrições por serviço	
		Falta de método e experiência técnica	●		●	-	Distribuir informações da pauta antes da reunião / Participação nas reuniões de funcionários importantes da produção	
		Resistência em pensar em restrições		●			-	Atribuir número mínimo de restrições para envolvidos identificarem antes da reunião
		Atraso de material	●	●			-	Obter apoio da alta administração/ Comprador acompanhar aquisição até entrega / Gerar premissas de prazos aquisição (Apêndice J) / Treinar e capacitar equipe do setor de suprimentos / Acompanhar indicadores: Índice de solicitações urgentes pela obra e índice de pedidos gerados com atraso pelo setor de suprimentos
		Não analisar interferência de outros processos			●		-	Envolver os setores externos nas reuniões / Ter pauta básica para as reuniões.
		Não detalhar as restrições para os serviços terceirizados	●	●			-	Discutir restrições de serviços terceirizados nas reuniões / Participação dos subempreiteiros nas reuniões / Registrar lições aprendidas de restrições por serviço
Gestão	Estrutura organizacional	Falta de apoio dos departamentos da empresa		●	●	Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Britt et al. (2014)	Ter sistema automático de comunicação das ações aos responsáveis / Obter o retorno e a comunicação dos responsáveis o das restrições as informações sobre a remoção das mesmas junto com apoio da alta administração / Gerar indicador de remoção de restrição por participante	

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 19 - Barreiras e dificuldades e respectivas propostas de melhorias (continuação)

Categoria Causa	Causa principal	Causa secundária	Estudo de Caso	Especialistas	Pesquisadores	Causas apontadas por autores da RSL	Propostas de melhorias coletadas na pesquisa
Gestão	Controle de mudanças	Variabilidade do produto			●	-	Envolver setor comercial / Cláusulas no contrato do cliente com prazo para realizar alterações / Sistema de controle de mudanças formalizado
Gestão	Controle de mudanças	Alteração de especificação pelo setor de compras / alta administração sem comunicação		●		-	Ter sistema de controle de mudanças formalizado / Participação setor de compras nas reuniões de PMP
Gestão	Subempreiteiros	Não informar e disponibilizar local de estoque de materiais	●			-	Incluir fluxos físicos na pauta básica das reuniões (Quadro 18) / Direcionar responsável para logística / Participação das terceirizadas nas reuniões
Gestão	Subempreiteiros	Atraso na liberação de frente de trabalho	●			-	Integrar inspeção de terminalidade e qualidade com o planejamento de curto prazo / Participação do responsável pela qualidade nas reuniões
Gestão	Subempreiteiros	Compressão da duração do serviço	●			-	Gerenciar atendimento da meta por terceirizado / Participação do terceirizado nas reuniões
Gestão	Subempreiteiros	Repassar meta do mês sem antecedência	●			-	Obter participação do terceirizado nas reuniões (de fase e PMP)
Pessoas	Cultura	Cultura de solucionar restrições de última hora		●	●	-	Automatizar a gestão das restrições (cada responsável registrar status da restrição)
		Não cultura dos envolvidos em PMP		●		-	Usar indicador de Índice de Remoção de Restrição por setor / responsável.
Pessoas	Cultura	Resistência dos fornecedores em participar das reuniões		●		-	Obter participação do terceirizado nas reuniões (de fase e PMP)
							Incluir cláusula no contrato dos terceirizados de participação das reuniões
Pessoas	Entendimento	Falta de experiência e visão holística			●	-	Ter treinamento acerca do LPS® / Registrar lições aprendidas de restrições por serviço
		Não familiaridade com os processos de obra	●			-	Integrar o PMP com os procedimentos executivos do SGQ.

Fonte: elaborado pela autora.

5 MODELO DE PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO

Diante das propostas de soluções e melhorias identificadas durante a pesquisa e apresentadas no capítulo 4 para cada barreira e dificuldade identificada, esse trabalho propõe como resultado final o modelo teórico de Planejamento de Médio Prazo, utilizando as representações apresentadas na Figura 10 para representar o fluxo do modelo (Figura 11).

Figura 10 – Definições das representações do fluxograma



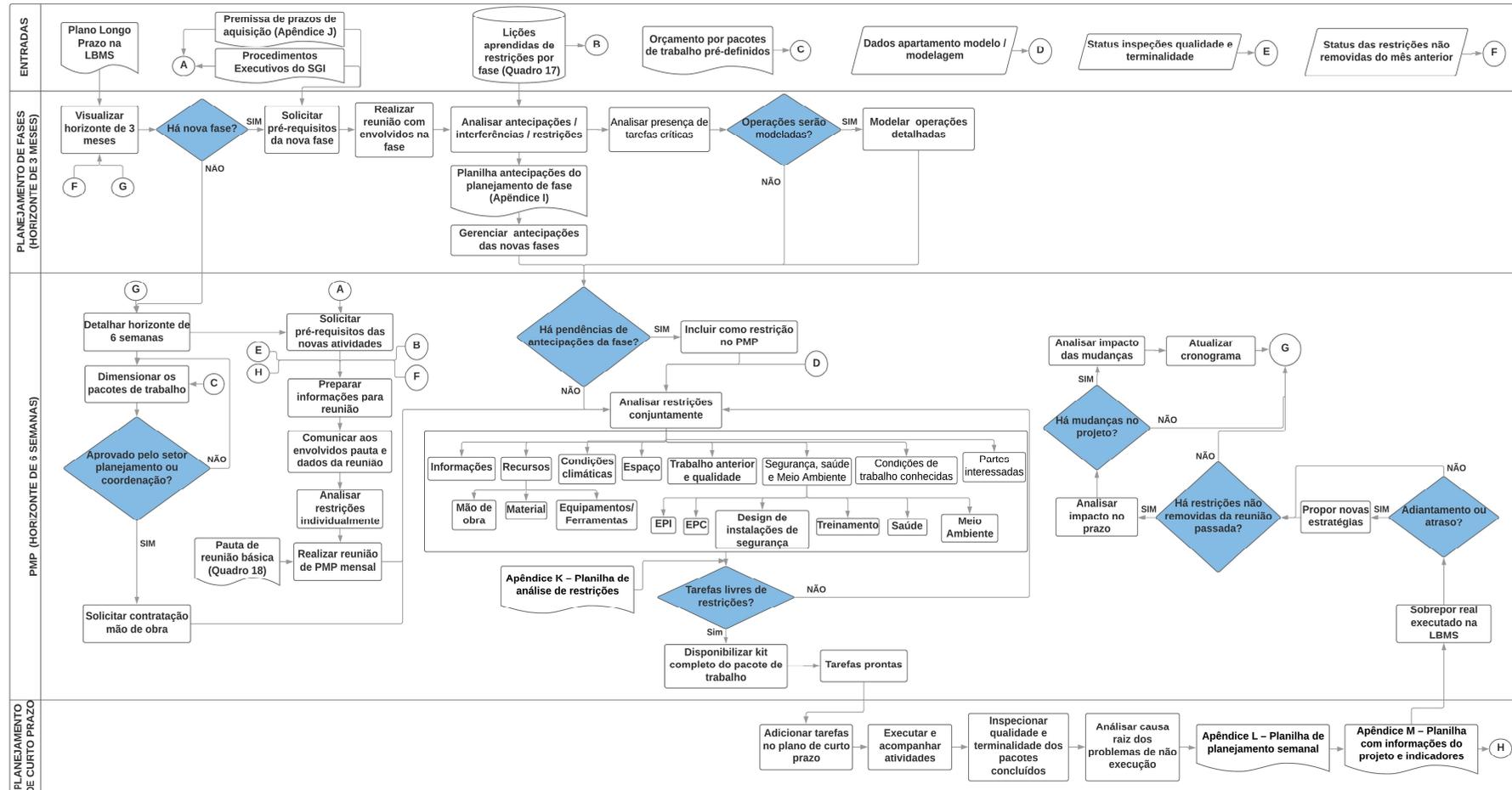
Fonte: elaborada pela autora.

No modelo primeiramente são apresentadas as entradas de informações, dados e documentos necessários para realizar o PMP. Posteriormente, é apresentada a condução do planejamento de fase para os novos serviços, incorporado ao PMP. Em seguida, é apresentada a condução de ações no Planejamento de Médio Prazo (horizonte de 6 semanas). Por último, apresenta a interface com o planejamento de curto prazo e quais informações são necessárias para retroalimentar o PMP.

O processo inicia com o planejamento de fase a partir da visualização de geralmente três meses a frente do planejamento de longo prazo na LBMS. Caso nesse período inicie uma nova atividade no projeto, é realizado o planejamento dessa nova etapa construtiva.

Para cada nova fase o engenheiro programa a aquisição dos pré-requisitos básicos. O trabalho propôs a integração do SGQ com o planejamento da obra. Para isso deverá ser consultado o procedimento executivo da qualidade do serviço específico que deve conter a lista de todos os materiais, mão de obra, equipamentos, ferramentas, EPIs, EPCs e informações como os projetos necessários e normas relacionadas.

Figura 11 – Modelo teórico de Planejamento de Médio Prazo



Fonte: elaborada pela autora.

Isso permite que os pré-requisitos estejam documentados e não sejam esquecidos por falta de experiência do engenheiro da obra. Também devem ser consultadas as premissas de prazos mínimos necessários para a aquisição de materiais e serviços estabelecidos pela empresa (Apêndice J) e as lições aprendidas de restrições por serviço (exemplificados no Quadro 17 a partir das entrevistas com as empresas terceirizadas envolvidas na pesquisa).

Em seguida, o engenheiro programa uma reunião com as partes envolvidas nas novas fases e são avaliadas interferências, restrições e antecipações. Essas informações serão registradas e gerenciadas por meio da planilha de planejamento de fase (Apêndice I).

Nesta reunião também são identificadas tarefas críticas para os processos executivos não dominados pela empresa. É avaliado a necessidade de modelar as operações dessas atividades, por exemplo, utilizando o BIM. Caso seja verificada a importância de modelar as operações de atividades críticas, é solicitado modelagem do detalhamento da atividade nesse horizonte de planejamento (fase) com objetivo que garantir tempo hábil para que seja realizado.

Mensalmente também é avaliado PMP com horizonte de planejamento de seis semanas. As atividades nesse período são detalhadas e conseqüentemente são programadas novas atividades. Os pacotes de trabalho são dimensionados utilizando os dados do orçamento que deve ser estruturado por pacotes de trabalho pré-definidos pela empresa e os mesmos utilizados no cronograma. Dessa forma, busca-se sistematizar a extração das informações para o dimensionamento e evitar variações e erros entre o que é orçado e planejado e o que é incluído no PMP.

Posteriormente, o dimensionamento passa pela aprovação de responsável da empresa, que pode ser, por exemplo, o setor de planejamento, coordenador ou supervisor de obras, a fim de verificar necessidades de ajustes e mitigar erros. Se aprovado, é solicitada contratação da mão de obra. Também serão solicitados os pré-requisitos das novas atividades baseado na consulta aos procedimentos executivos da qualidade e premissas de prazos de aquisição.

Em seguida, serão preparadas as informações para as reuniões. Devem ser coletadas as lições aprendidas de restrições por serviço (exemplificado no Quadro 17) e o status das inspeções qualidade e de terminalidade dos serviços executados e das restrições não removidas do mês anterior. Também são coletados os dados do planejamento de curto prazo (quais as atividades foram concluídas, evolução do PCC

referente ao mês anterior e apuração do percentual de tarefas não concluídas devido a falha por incapacidade de planejar as tarefas no PMP).

A fim de obter a máxima colaboração das partes envolvidas durante as reuniões, deve-se comunicar previamente aos envolvidos os serviços que serão analisados e as informações importantes que permitam aos colaboradores refletir e verificar antecipadamente e individualmente as possíveis restrições envolvidas nos serviços que serão analisados.

Realizar reunião com a máxima participação de todas as partes interessadas como responsáveis pelo setor de compras, responsável pelo setor da sala técnica, equipe de segurança do trabalho, responsável pela qualidade, coordenador/supervisor de obras, terceirizados envolvidos na fase atual da obra e equipe da obra (engenheiro, mestre da obra, encarregados e até funcionários importantes da produção com visão técnica). Para isso, é preciso apoio da alta administração para implementar e manter essa rotina de colaboração.

Se a empresa desenvolve seus projetos na plataforma BIM, a pesquisa apontou a importância de utilizá-lo nas reuniões de PMP para compreender visualmente detalhes da operação e espaços, a serem discutidos durante o planejamento das atividades e facilitar o processo de identificação das restrições.

Para guiar as reuniões de PMP, esse trabalho propõe uma pauta básica (Quadro 18) para orientar o condutor das reuniões. O condutor, preferencialmente o engenheiro da obra, deve ter liderança e explicitar claramente a todos os envolvidos os objetivos da reunião de PMP a fim de promover a máxima colaboração.

Nas reuniões serão analisadas conjuntamente as restrições que impedem o fluxo contínuo e a execução das atividades com a máxima eficácia. O modelo desse trabalho sugere planilha para registrar as informações do processo de análise de restrições no PMP (Apêndice K), etapa que no estudo de caso, apresentou ser a mais trabalhosa e manual.

Essa planilha, realizada no Microsoft Excel® e com automatizações realizadas por filtros para visualização do banco de dados de lições aprendidas das restrições, tem como objetivo ser um protótipo de como as empresas podem iniciar a sistematização da realização do PMP conforme boas práticas da literatura, podendo ser aprimorado para um sistema informatizado.

No Apêndice K, é apresentada planilha para realizar a análise de restrições a qual contem informações necessárias como a identificação das atividades do PMP, a

data de início prevista das tarefas, as categorias de restrições conforme Quadro 7, a descrição das restrições (que acessa o banco de dados de lições aprendidas conforme Quadro 17), o responsável pela remoção da restrição, e-mail do responsável e data prevista e real para a remoção das restrições.

A planilha de análise de restrições também apura automaticamente os indicadores Índice de Restrições Removidas no Prazo (IRR) e Tarefas Antecipadas (TA). O indicador TA possui como premissa que as atividades devem estar preparadas duas semanas antes de iniciar o serviço (BALLARD, 1997). Entretanto, a premissa de antecipação de duas semanas pode ser adotada ou alterada pelas empresas conforme seus objetivos de antecipação para remoção das restrições.

A coluna contendo os e-mails visa viabilizar a comunicação após as reuniões a todos os envolvidos. As práticas coletadas sugerem a automatização da gestão das restrições e realçam a importância das empresas possuírem um sistema *on line* para facilitar a comunicação e envio das restrições aos responsáveis após as reuniões. Por esse sistema com preenchimento *on line* poderá também ser realizado o preenchimento do status e das datas reais de remoção das restrições pelos próprios responsáveis.

Essa sistematização do status da remoção de restrições permitirá ao engenheiro da obra obter informações em tempo real e agilizar o processo de verificação das atividades prontas para a execução. Como também permitirá ao engenheiro realizar ações de contingência para evitar que uma restrição impeça o início de uma atividade.

Para isso é preciso apoio da alta administração para integrar os setores externos e de apoio à obra. É preciso obter o compromisso e a responsabilidade pelas ações de remoção de restrições, podendo gerar dados como o indicador IRR por setor/responsável.

Na pesquisa foi realçada a importância de realizar apartamento modelo para auxiliar o PMP, que deve ser executados na própria obra através da escolha de um apartamento do empreendimento. A programação e momento de sua execução devem ser inseridos no cronograma de longo prazo e seus pré-requisitos analisados no PMP. O objetivo é garantir sua execução na fase correta para que os benefícios de suas contribuições sejam aproveitados no PMP.

Portanto, nas discussões durante as reuniões de PMP são também consultados os dados do apartamento modelo e da modelagem de operações críticas do

projeto, não dominadas pela empresa, que foram identificadas no planejamento de fase e foram desenvolvidas modelagens das operações para identificar possíveis restrições.

As tarefas livres de restrições devem ser incluídas no plano de curto prazo. As boas práticas sugerem que seja disponibilizado kit completo do pacote de trabalho que contem os componentes, projetos, documentos e informações necessárias para realizar uma atividade.

O modelo da Figura 11 também apresenta a interface com o planejamento de curto prazo, realçando a importância de após a execução das atividades realizar as inspeções dos serviços conforme os requisitos da qualidade e com a correta terminalidade dos pacotes de trabalhos concluídos. Com objetivo de sistematizar as informações necessárias ao planejamento de curto prazo para serem analisados no PMP, no Apêndice L é apresentada planilha para realização do planejamento de curto prazo a fim de obter as informações necessárias.

A contribuição da planilha de curto prazo proposta é incluir informações além das tradicionalmente adicionadas conforme trabalhos como Ballard (1997), Bernardes (2001) e Codinhoto (2003), que são as atividades, equipe, planejamento previsto e real executado, percentual de execução, PCC e registro dos problemas na produção que impossibilitaram a conclusão das atividades no prazo.

Esse modelo propõe que após a análise das causas dos problemas da produção, estas sejam correlacionadas se foram decorrentes de falha por incapacidade no PMP. Se positivo, apontar que sim e descrever a restrição que impediu a execução no prazo. O objetivo é identificar restrições não removidas ou restrições que não foram identificadas no PMP e só foram visualizadas durante a execução. Esse registro gera indicador denominado “% Falha PMP” e contribui para incrementar a lista de lições aprendidas acerca das possíveis restrições por serviço.

Outra contribuição da planilha é integrar a conclusão dos pacotes de trabalho com as inspeções do SGQ e a verificação da terminalidade dos serviços, que será discutido no item 4.3.8 a seguir.

Deve-se analisar as causas raízes dos problemas que impediram a execução, especialmente às relacionadas com falhas no PMP e apurar o indicador “percentual de falha por incapacidade do PMP” (Apêndice L).

Ao final do mês deverão ser geradas as informações do planejamento de curto prazo para alimentar os demais níveis de planejamento, proposta no Apêndice M, que consiste na apresentação resumida dos indicadores de curto e médio prazo:

evolução do 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.

Com os dados das atividades concluídas com qualidade e terminalidade são atualizadas as datas reais do cronograma na LBMS de forma a sobrepor o gráfico do real executado e o previsto (linha de base do projeto). Essa sobreposição facilitará a análise de adiantamentos ou atrasos no cronograma do projeto por meio da visualização do prevista e real no mesmo gráfico. Caso existam adiantamentos ou atrasos, no PMP são propostas novas estratégias de programação para recuperar o prazo, como por exemplo, acréscimo de equipes e paralelismo de tarefas ou compressão da duração das atividades, entre outros.

Em seguida, são verificadas as restrições não removidas do mês anterior que comprometem as próximas atividades. Caso haja restrições não removidas, é realizada análise se data de remoção não cumprida impactará no início ou progresso de alguma atividade para que ajustes necessários sejam realizados no cronograma.

Em seguida, também deverá ser verificado se há mudanças no projeto (solicitações de mudanças de plantas por clientes, alteração de escopo e modificações de especificações, entre outros) e mais uma vez analisado impacto no cronograma e por fim concluir sua atualização. Após atualização do cronograma, inicia-se mais um ciclo para o planejamento de fase e PMP.

De forma complementar, outras práticas apresentadas na pesquisa foram propostas a fim de melhorar a execução do PMP. Dentre elas está a padronização do procedimento de PCP da empresa e incluí-lo como procedimento no SGQ. Dessa forma, as equipes serão treinadas e auditadas periodicamente por meio das auditorias internas do SGQ da empresa.

O apoio da alta administração e a padronização do procedimento de planejamento da empresa evitará que ocorram variações na condução do PMP entre as obras da organização. Os resultados das auditorias podem ser utilizados pela alta administração para conhecer os pontos de melhorias necessários.

Foi citada a importância de treinar e capacitar a equipe do setor de suprimentos e o apoio da alta administração para implantar a cultura de responsabilidade desse setor para acompanhar o processo de aquisição até a entrega dos recursos na obra.

Em relação aos fluxos físicos, além de incluir sua análise na pauta básica das reuniões de PMP, foi sugerido na pesquisa direcionar responsável pela logística do canteiro da obra especialmente durante seu pico para que restrições de tempo e espaço sejam gerenciadas e mitigadas.

6 AVALIAÇÃO DO MODELO

A avaliação do artefato foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com base nos constructos utilidade do modelo e facilidade de uso, apresentada a seguir.

6.1 Utilidade do Modelo

6.1.1 *Entrevista com Avaliador 1*

O modelo apresenta-se abrangente, correto e útil. Segundo relatos, o fluxograma é prescritivo e que a melhor forma da avaliação seria a aplicação em campo, quando o pesquisador agirá atuando como consultor, conduzindo a empresa a usá-lo a fim de observar as dificuldades e vantagens da sua aplicação.

O entrevistado ressaltou abordagens importantes introduzidas no modelo quanto ao constructo utilidade, como:

a) ênfase no planejamento de fases, sem vir direto do planejamento de longo prazo. Isto faz com que o longo prazo fique realmente estratégico, imutável, sofrendo pouca retroalimentação do médio prazo;

b) ênfase em segurança do trabalho e cuidados ambientais;

c) introdução do BIM, se ele já estiver sendo praticado pela empresa;

d) introdução da perspectiva do gerenciamento das antecipações, na visão das teses de Machado (2003) e Santos (2004).

Uma abordagem pontuada como útil e importante do modelo foi o Quadro 17 que registra as lições aprendidas acerca das restrições por serviços, realçando que este é um conhecimento importante que deve ser sistematizado pelas empresas. O entrevistado acrescenta que outro valor útil da dissertação corresponde ao conjunto do texto, voltando a discutir o PMP com toda a literatura atualizada.

O entrevistado pontua como adequado os constructos relacionados à utilidade, enfatizando que o modelo força uma nova maneira de pensar e apresenta uma nova linguagem, entretanto os profissionais envolvidos precisarão ser treinados e necessitarão readaptar sua metodologia de planejamento.

Como sugestão ao subconstructo de o PMP interagir com gestão de custos, o entrevistado mencionou melhor representar a interferência do fluxo de caixa no PMP, pois o planejamento de fase e médio prazo representam a linguagem do dinheiro e o curto prazo a operação, qualidade e produtividade. Portanto, no modelo final foi incluído a análise do fluxo de caixa no processo de atualização do cronograma de longo prazo da obra.

6.1.2 *Entrevista com Avaliador 2*

O entrevistado realçou que o processo de PMP do modelo está claro e é similar ao processo executado pela empresa nas consultorias.

Entretanto, afirmou que não compreendeu bem a etapa descrita no fluxo denominada de planejamento de fases e antecipações, pois apenas aplica em seus projetos os planejamentos de longo, médio e curto prazo e utiliza em média o horizonte de PMP de três meses.

Não ficou claro para o entrevistado que a gestão das antecipações do planejamento de fase corresponde à análise das novas etapas da obra. O entrevistado interpretou que representava antecipar o cronograma da obra e sugere renomeação dos processos relacionados no fluxo, pois afirma que seria comum os profissionais da obra correlacionarem antecipação com adiantamento do cronograma. Portanto, esse processo do fluxo foi renomeado apenas para planejamento de fases Figura 11.

Em relação ao constructo proteger a produção, o entrevistado afirmou que o modelo atende bem ao requisito, principalmente através da realização das reuniões de PMP estruturadas e por prever um roteiro e metodologia para que esta seja realizada. Isso permite que os envolvidos realmente analisem as atividades que serão executadas e representa a principal ação que induz o engenheiro a analisar o cronograma e planejar a obra e evitar improvisações das atividades do curto prazo.

O entrevistado mencionou que aplica em suas consultorias o sistema de reuniões estruturadas e realça que embora ocorra falta de disciplina em algumas obras, quando o engenheiro segue e se compromete, os resultados são positivos.

Em relação ao constructo de integração com os demais níveis de planejamento, mencionou que está adequado e similar ao processo que trabalha atualmente, exceto pela aplicação e integração com o planejamento de fases. Entretanto, afirmou que julga essa etapa pertinente e apresentou interesse em aplicar futuramente em suas consultorias.

O item controle e aprendizado, como apresentado no fluxo, o entrevistado julga pertinente, mas seria desafiador executar nas obras. A empresa do entrevistado apura os indicadores IRR (de médio prazo) e PPC (de curto prazo). Não apura a profunda investigação se o curto prazo apresentou atividades não executadas devido a não identificação de restrições, que o modelo mede pelo indicador % Falha PMP (falha por incapacidade do PMP).

O entrevistado afirma que isso acontece, mas não aplica em suas consultorias e que raramente observa ser registrado pelas obras, que geralmente possuem intensa rotina de trabalho e essas falhas se repetem nos futuros empreendimentos. Realça que engenheiros organizados podem até registrar, mas as informações raramente são repassadas de forma estruturada e formalizada na empresa. Para isso, seria necessária uma nova ferramenta de informática para registro e integração desses dados.

O entrevistado apura no curto prazo causas por falha de planejamento, mas não analisa a fundo se foi devido falha no PMP e salientou que esse é um item importante para implementar e aprimorar em sua sistemática de planejamento atual.

Em relação a viabilizar a gestão dos fluxos físicos, o modelo inclui o planejamento de fase e como pauta durante as reuniões de PMP. O entrevistado realça que a visualização dos fluxos físicos é um ponto que vai exigir um pouco mais da gestão da obra, pois a configuração do canteiro é uma especificidade de cada projeto. Cada obra possui um fluxo diferente, equipamentos diferentes e circunstâncias diferentes. Por isso, julga ser a restrição mais difícil de gerenciar.

O subconstructo interação com a gestão de custos foi mencionado que atende adequadamente, pois prevê a validação do dimensionamento dos pacotes de trabalho realizadas pelo engenheiro e pelo coordenador ou setor de planejamento da obra, que reduz erros de dimensionamento de mão de obra e aquisições de materiais.

Outro ponto salientando pelo entrevistado foi o planejamento das premissas de prazos para aquisição de materiais e serviços (Apêndice J). O entrevistado realça que a eficaz análise das restrições resulta em relatos positivos de seus clientes. Os mesmos

afirmam que a eficaz análise de restrições resulta em redução de compras acima do valor de orçamento pelo setor de suprimentos, pois proporciona tempo hábil para vantajosas negociações.

O subconstructo planejamento e controle da segurança atende adequadamente por incluir dentro dos procedimentos do sistema de gestão da qualidade da empresa os requisitos de segurança do trabalho.

6.1.3 *Entrevista com Avaliador 3*

O entrevistado ressaltou como principal ponto para proteger a produção a ampla abordagem de categorias de restrições, que envolve até o meio ambiente e saúde, e a preparação das informações e pessoas para as reuniões. Como ponto de melhoria, o entrevistado ressaltou enfatizar treinamento não apenas vinculado à segurança do trabalho, mas também treinamento de execução de trabalhos, entre outros. Em sua visão, treinamento poderia estar relacionado a categoria de informação ou ser uma nova categoria. Essa sugestão foi incorporada ao modelo final (Figura 11).

Outra sugestão do avaliador 3 foi renomear a análise “adiantamento ou atraso?” após processo “sobrepôr real executado na LBMS” por “prazo diferente do planejado?”, para ficar mais claro ao leitor.

Também apontou como adequado os subconstructos de integração com os demais níveis de planejamento e de proporcionar o controle e aprendizado. Informou que as informações de controle e aprendizado e de integração são similares as que aplica em seus projetos. Também enfatizou que apura causas de baixo PCC no curto prazo em categoria denominada “falha de planejamento”, entretanto, não ocorre a investigação se foram falhas associadas ao processo de PMP, apontando como ponto relevante do modelo.

Em relação ao subcontrato viabilizar a análise dos fluxos, enfatiza a análise das zonas de estoques intermediários de materiais, além de analisar a disponibilidade de espaço, deve-se prever sua distribuição e fluxo de deslocamento.

Realçou adequada a abordagem do planejamento e controle da segurança e em relação à interação com a gestão de custo, realçou ponto forte do modelo, a aprovação do dimensionamento dos pacotes de trabalhos pela alta gestão e sugere que esses pacotes também sejam analisados através de prototipagens, através da execução de

uma apartamento antes de iniciar a fase para verificar a assertividade no dimensionamento.

6.2 Facilidade de Uso

6.2.1 *Entrevista com Avaliador 1*

O entrevistado informou que modelo atende aos subconstrutos de facilidade de uso, pois o modelo é prescritivo englobando importantes práticas que estão claras quanto ao uso e possíveis de serem adotadas.

Em relação a facilitar a interação entre os participantes do processo e o ambiente colaborativo, enfatiza que dependerá da qualidade das reuniões e sua estruturação. O modelo aborda estes aspectos, adotando técnicas para conduzir as reuniões.

Em relação à otimização do relacionamento entre subcontratados e empresa, apontou que atende, pois o modelo adota uma forma estruturada de se aproximar dos terceirizados e de contratá-los, como por exemplo incluir cláusulas nos contratos sobre a necessidade de participação das reuniões e visa apresentar as vantagens através das reuniões por meio da liberação no prazo das frentes de serviços e melhores fluxos de materiais, entre outros.

Outro ponto relevante foi a preocupação do modelo em proporcionar reuniões produtivas, pois os responsáveis pelas empresas terceirizadas geralmente são ocupados e necessitarão que as reuniões sejam eficientes, atrativas e que proporcionam vantagens para a produção.

6.2.2 *Entrevista com Avaliador 2*

O entrevistado afirmou que observa que modelo atende adequadamente a integração entre os participantes no processo em ambiente mais colaborativo e proporciona eficaz relacionamento entre subcontratados e empresa, pois promove a participação dessas partes interessadas em reuniões regulares e estruturadas.

Entretanto, em relação ao subconstructo de contribuir para facilitar e manter a rotina de PMP, o entrevistado afirma que o modelo adota um fluxo profundo e que

não pode afirmar que há facilidade de aplicação, pois há desafios para inserir na rotina das obras e promover mudança de paradigmas.

Afirma que o modelo não possui ações complexas e de difícil entendimento, entretanto é necessário que os profissionais tenham uma rotina estruturada, disciplinada e comprometida para que o modelo seja completamente implementado. Sugere que aplicações sejam realizadas em projetos reais e desenvolvidas informatizações para facilitar e viabilizar sua realização em projetos.

Outra sugestão é que pesquisas futuras desenvolvam ferramentas para que meçam não só qualitativamente a execução e os benefícios do PMP em projetos, mas também quantitativamente. Esse acompanhamento é interessante para que os empresários consigam exigir a incorporação do modelo e consigam mensurar o retorno que isso traz para a empresa.

Por exemplo, quando a obra era menos eficaz na gestão do projeto, obteve determinada economia. A partir da implementação de uma melhor gestão e organização, obteve maior ou menor economia. Dessa forma, podem ser apurados resultados que justifiquem e estimulem as empresas a aprimorarem seus métodos e rotinas.

6.2.3 *Entrevista com Avaliador 3*

O modelo contribui para facilitar a rotina e atende aos subconstructos, proporciona orientações claras para sua condução, como a pauta para as reuniões. Na visão do avaliador, é necessário desenvolver inteligência e ciência de dados, pouco desenvolvida na engenharia, para facilitar a rotina e estruturar bancos de dados de fácil consulta e que sejam usáveis.

6.3 Modelo Final

Os resultados da avaliação apontaram que modelo é adequado em relação aos constructos analisados e poucas alterações foram sugeridas. A Figura 12 apresenta a versão do modelo final após avaliação. As representações no fluxograma na cor vermelha representam as alterações realizadas e mencionadas anteriormente.

Figura 12 – Modelo teórico de Planejamento de Médio Prazo final

Legenda: Alterações após avaliação representadas na cor vermelha

Fonte: elaborada pela autora.

7 CONCLUSÕES

Esse trabalho de dissertação teve como principal resultado contribuir para a melhoria da utilização do Planejamento de Médio Prazo através da proposição de um modelo para sua aplicação.

O trabalho de pesquisa alcançou os objetivos, pois foi identificado o contexto de implementação do PMP, foram analisadas as barreiras e dificuldades na utilização do PMP e propostas práticas necessárias para solucioná-las. Em seguida foi desenvolvido e avaliado modelo teórico para a realização do PMP na construção civil com respectivas recomendações às equipes de projeto sobre como melhorar a implementação do PMP em obras.

A revisão da literatura apresentou que, até em estudos recentes, é ressaltado a fraca implementação do PMP na prática de muitos projetos de construção e há uma lacuna na literatura com trabalhos que busquem tornar o PMP eficaz.

Esse trabalho permitiu conhecer as principais barreiras e dificuldade na realização do PMP, entre elas foram identificadas dificuldades em sua implementação e operação, principalmente representada por um processo trabalhoso para realizar o PMP e não implementado com todas as etapas necessárias e sugeridas pela literatura.

Outras falhas foram no uso dos protótipos, a falta de conexão com os demais níveis de planejamento, no processo de análise de restrições e na condução das reuniões, dificuldade no controle de mudanças, estrutura organizacional, na gestão dos subempreiteiros e barreiras de cultura e entendimento de sua função.

Os dados das diversas fontes de pesquisa tendem para generalização, uma vez que houve convergência de dados de fontes diferentes e foram fundamentadas pela literatura, conforme apresentado nos resultados e discussões.

As práticas e sugestões de melhorias identificadas na pesquisa contribuíram para propor as soluções a cada dificuldade e barreira identificada, contribuindo teoricamente para o campo de conhecimento estudado e expandindo a literatura existente a partir do registro na literatura de dados empíricos.

Conclui-se que envolver todas as partes interessadas durante o PMP, integrar os setores da empresa para colaborar para a produção protegida e sistematizar e automatizar a realização do PMP contribuem para sua eficaz implementação e operação do PMP.

Os resultados da avaliação apontaram que modelo é adequado em relação aos constructos analisados. Entretanto foi unânime a sugestão de que é necessária aplicação prática em um projeto real para a avaliação completa.

O modelo envolve alguns desafios, como a facilidade de sua aplicação. O modelo abrange gestão de bancos de dados como lições aprendidas, preenchimentos de planilhas e apuração de indicadores. A informatização e a ciência de dados podem ajudar a facilitar seu uso, que pode ser dificultosa se realizada manualmente.

Como futuros estudos, esse trabalho propõe estudos para implantar e testar o modelo proposto na prática e para sistematizar e simplificar o processo de PMP. Foi identificado na pesquisa que a elaboração do PMP, principalmente em projetos complexos, de forma manual, pode ser demasiadamente dificultosa, ineficiente na comunicação e passível de falhas. Portanto, sugere-se como futuros estudos a automatização do modelo proposto no presente trabalho para efetivar sua sistematização.

Outro ponto revelado pela revisão de literatura e pelos estudos empíricos foi que a integração do LPS® com o BIM não contribui com informações específicas sobre adoção do BIM nas funções propostas para o PMP e tem focado somente em aspectos teóricos relacionados a essa integração. Futuros trabalhos são necessários para sistematizar a utilização do BIM no auxílio das principais funções do PMP em projetos de construção.

Por meio das entrevistas realizadas com as empresas subempreiteiras foi possível registrar as restrições mais recorrentes dos serviços de esquadria de alumínio, alvenaria de gesso, forro de gesso e pintura interna. Esse trabalho indica que pesquisas sejam realizadas com empresas subempreiteiras e empresas construtoras que já possuam a rotina de registrar lições aprendidas a fim de identificar as possíveis restrições e riscos das diversas etapas construtivas da obra e gerar banco de dados para que as empresas possam utilizar em seus projetos.

As normas de gestão da qualidade ISO 9001: 2015 e PBQP-H: 2018 adotaram em suas últimas atualizações o pensamento baseado em riscos. Os dados do presente trabalho revelaram que nenhuma parte envolvida na pesquisa realiza formalmente a gestão de riscos em seus projetos. Como futuro estudo, sugere-se estudar estratégias de atendimento aos requisitos de gestão de riscos do SGQ integradas ao nível de PMP como pré-requisito para preparar as atividades para a execução nos projetos de construção

Outro estudo futuro é investigar as particularidades e especificidades do PMP em obras de construção pesada, industriais e de edificações mais complexas, nas quais as restrições não são tão comuns e conhecidas e variam de obra para obra. Assim, sugere-se estudos complementares para estudar estratégias ou táticas do PMP em outros escopos de construções. O presente trabalho limitou-se apenas as particularidades e dados de obras civis.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 31000**: Gestão de riscos - Diretrizes. Rio de Janeiro, 2008.

AL HATTAB, Malak; ZANKOUL, Emile; HAMZEH, Farook R. Near-Real-Time Optimization of Overlapping Tower Crane Operations: a Model and Case Study. **Journal of Computing in Civil Engineering**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 05017001, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2INjnuM>>

ALVES, Thais da C. L.; BRITT, Kevin. Working to Improve the Lookahead Plan. In: 19TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-19) 2011, Lima, Peru. **Anais...** Lima, Peru Disponível em: <<https://bit.ly/2wP8sfg>>

ALVES, Thaís da Costa Lago. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudos de caso**. 2000. 264f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2000.

ANTILLÓN, Eric I. et al. A research synthesis on the interface between lean construction and safety management. In: 19TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 2011, (IGLC -19) 2011, Lima, Peru. **Anais...** Lima, Peru Disponível em: <<https://bit.ly/2ITN8d8>>

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://bit.ly/2rQZF6P>>

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory A. An update on last planner. In: 11TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-13) 2003, **Anais...** [s.l: s.n.]

BALLARD, Glenn; TOMMELEIN, Iris. Current Process Benchmark for the Last Planner System. **Lean Construction Journal**, Berkeley, USA, p. 57–89, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2IukWKA>>

BALLARD, H. Glenn. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. In: 5TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 1997, **Anais...** [s.l: s.n.] Disponível em: <<https://bit.ly/2rO23vO>>

BALLARD, Hermann Glenn. **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/>>

BATAGLIN, Fernanda Saidelles. **Modelo para gestão dos processos logísticos em obras de sistemas pré-fabricados Engineer-to-order**. 2017. 154f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2017.

BATAGLIN, Fernanda Saidelles et al. BIM 4D aplicado à gestão logística: implementação na montagem de sistemas pré-fabricados de concreto Engineer-to-order. **Ambiente Construído**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 173–192, 2018.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 294f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2001.

BHATLA, Ankit; LEITE, Fernanda. Integration framework of BIM with the last planner system. In: 20TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 2011, (IGLC-20) 2012, San Diego, CA, USA. **Anais...** San Diego, CA, USA: Proceedings for the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2KuvmdN>>

BIOTTO, Clarissa Notariano. **Método para projeto e planejamento de sistemas de produção na construção civil com uso da modelagem BIM 4D**. 2012. 180f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2012.

BORTOLAZZA, Rodrigo C.; FORMOSO, Carlos T. A quantitative analysis of data collected from the last planner system in Brazil. In: 14TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-14) 2006, Santiago, Chile. **Anais...** Santiago, Chile Disponível em: <<https://bit.ly/2rPieZZ>>

BRITTO, Eduardo. **Qualidade Total**. 1 ed. São Paulo, SP : Cengage Learning, 2016.

BRITT, Kevin et al. Lessons learned from the make ready process in a hospital project. In: 22nd ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-22) 2014, Oslo, Norway. **Anais...** Oslo, Norway Disponível em: <<https://bit.ly/2wMVQoI>>

CARNEIRO, Juliana Quinderé et al. Lean Metric system: proposal for a performance measurement system for construction projects. In: 25TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-25) 2017, Heraklion, Greece. **Anais...** Heraklion, Greece

CHUA, David K. H.; JUN, Shen Li; HWEE, Bok Shung. Integrated production scheduler for construction look-ahead planning. In: 7TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-7) 1999, Berkeley, USA. **Anais...** Berkeley, USA Disponível em: <<https://bit.ly/2IoTB0y>>

CHUA, David K. H.; SHEN, L. J.; BOK, S. H. Constraint-Based Planning with Integrated Production Scheduler over Internet. **Journal of Construction Engineering and Management**, [s. l.], v. 129, n. 3, p. 293–301, 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2L9aXw1>>

CHUA, K. H.; SHEN, Li Jun. Constraint Modeling and Buffer Management With Integrated Production Scheduler. In: 9TH ANNUAL CONFERENCE OF THE

INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-9) 2001, Singapore, Singapore. **Anais...** Singapore, Singapore Disponível em: <<https://bit.ly/2KwOs2P>>

CODINHOTO, Ricardo. **Diretrizes para o planejamento e controle integrado dos processos de projeto e produção na construção civil**. 2003. 178f. Dissertação (Mestrado em Engenharia - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, [s. l.], 2003. Disponível em: <<http://opus.bath.ac.uk/49412/>>

CODINHOTO, Ricardo et al. Análise de restrições: definição e indicador de desempenho. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO 2003, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2003. Disponível em: <<http://opus.bath.ac.uk/49407/>>

COELHO, Henrique Otto. **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, [s. l.], 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2L72ZDA>>

DAVE, Bhargav et al. Opportunities for enhanced lean construction management using Internet of Things standards. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 61, p. 86–97, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.10.009>>

DAVE, Bhargav; BODDY, Stefan; KOSKELA, Lauri. Visilean: designing a production management system with lean and BIM. In: 19TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 2011, (IGLC -19) 2011, Lima, Peru. **Anais...** Lima, Peru Disponível em: <<https://bit.ly/2GsLgTz>>

DAVE, Bhargav; BODDY, Stefan; KOSKELA, Lauri. Challenges and opportunities in implementing lean and BIM on an infrastructure project. In: 21ST ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 2013, IGLC 2013 2013, Fortaleza, Brazil. **Anais...** Fortaleza, Brazil Disponível em: <<https://bit.ly/2ITTyJg>>

DAVE, Bhargav; SEPPÄNEN, Olli; MODRICH, Ralf-Uwe. Modeling Information Flows Between Last Planner and Location Based Management System. In: 24TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-24) 2016, Boston, USA. **Anais...** Boston, USA Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/1321>>

DAVIS, Steven R. An algorithm for creating master schedules that minimises schedule reorganisation resulting from adverse risk events. In: 17TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-17) 2009, Taipei, Taiwan. **Anais...** Taipei, Taiwan Disponível em: <<https://bit.ly/2GoPfr7>>

DONG, Ning et al. A genetic algorithm-based method for look-ahead scheduling in the finishing phase of construction projects. **Advanced Engineering Informatics**, [s. l.], v.

26, n. 4, p. 737–748, 2012. Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2012.03.004>>

DONG, Ning. **Automated look-ahead schedule generation and optimization for the finishing phase of complex construction projects**. 2012. Doctor of Philosophy, CIFE Technical Report, Stanford University, [s. l.], 2012. Disponível em:
<<http://purl.stanford.edu/kg075ff7092>>

DONG, Ning et al. A method to automate look-ahead schedule (LAS) generation for the finishing phase of construction projects. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 35, p. 157–173, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.023>>

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. 181 p.

EBBS, Paul J.; PASQUIRE, Christine L. Make ready planning using flow walks: a new approach to collaboratively identifying project constraints. In: 26TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-26) 2018, Chennai, India. **Anais...** Chennai, India

EMDANAT, Samir; AZAMBUJA, Marcelo. Aligning Near and Long Term Planning for LPS Implementations: A Review of Existing and New Metrics. **Lean Construction Journal**, [s. l.], v. 101, p. 90–101, 2016. Disponível em:
<<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>>

FABBRI, Sandra et al. Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process. In: PROCEEDINGS OF THE 20TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING - EASE 16 2016, New York, NY, USA. **Anais...** New York, NY, USA: ACM Press, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2Ir8FGB>>. Acesso em: 9 out. 2017.

FIREMAN, Marcus Costa Tenório. **Proposta de método de controle integrado entre produção e qualidade com mensuração de perdas por making-do e pacotes informais**. 2012. 179f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2012.

FISCHER, Martin. Reshaping the Life Cycle Process with Virtual Design and Construction Methods. In: **Virtual Futures for Design, Construction & Procurement**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd., 2009. p. 104–112.

FORMOSO, Carlos Torres; BERNARDES, Maurício Moreira; ALVES, Thaís da Costa Lago; OLIVEIRA, Keller Augustus. **Planejamento e Controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

GONZÁLEZ, Vicente et al. Improving Planning Reliability and Project Performance Using the Reliable Commitment Model. **Journal of Construction Engineering and**

Management, [s. l.], v. 136, n. 10, p. 1129–1139, 2010. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000215>>

GRAY, David E. **Pesquisa no mundo real**. 2 ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

HAMZEH, Farook; ARIDI, Omar Z. Modeling the last planner system metrics: a case study of an aec company Week. In: 21ST ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 2011, (IGLC-21) 2013, Fortaleza, Brazil. **Anais...** Fortaleza, Brazil Disponível em: <<https://bit.ly/2L5B1YN>>

HAMZEH, Farook; BALLARD, Glenn; TOMMELEIN, Iris D. Rethinking Lookahead Planning to Optimize Construction Workflow. **Lean Construction Journal**, [s. l.], p. 15–34, 2012. Disponível em: <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>>

HAMZEH, Farook; LANGERUD, Brandon. Using simulation to study the impact of improving lookahead planning on the reliability of production planning. In: SIMULATION CONFERENCE (WSC), PROCEEDINGS OF THE 2011 WINTER, (IEEE) 2011, Grand Arizona Resor Phoenix, AZ, USA. **Anais...** Grand Arizona Resor Phoenix, AZ, USA Disponível em: <www.wintersim.org>

HAMZEH, Farook R. et al. Is improvisation compatible with look ahead planning? An exploratory study. In: 20TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 2011, (IGLC-20) 2012, San Diego, CA, USA. **Anais...** San Diego, CA, USA Disponível em: <<https://bit.ly/2k4AZEg>>

HAMZEH, Farook R. et al. Understanding the role of “tasks anticipated” in lookahead planning through simulation. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 49, p. 18–26, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.09.005>>

HAMZEH, Farook R.; BALLARD, Glenn; TOMMELEIN, Iris D. Improving Construction Work Flow - The Connective Role of Lookahead Planning. In: 16TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-16) 2008, Manchester, UK. **Anais...** Manchester, UK Disponível em: <<https://bit.ly/2GtdT2W>>

HAMZEH, Farook R.; ZANKOUL, Emile; ROUHANA, Carel. How can ‘tasks made ready’ during lookahead planning impact reliable workflow and project duration? **Construction Management and Economics**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 243–258, 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01446193.2015.1047878>>

HAMZEH, Farook Ramiz. **Improving construction workflow - The role of production planning and control**. 2009. 271f. Doctor of Philosophy in Engineering - Civil and Environmental Engineering, University of California, Berkeley, [s. l.], 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/2KuFQtJ>>

HAMZEH, Farook; ZANKOUL, Emile; SAKKA, Fatima El. 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>>

HARRIS, Britani N. **Building Information Modeling and Construction Operations**. 2017. 119f. Master of Science in Civil Engineering, San Diego State University, San Diego, CA, [s. l.], 2017.

HARRIS, Britani N.; ALVES, Thais da Costa Lago. Building Information Modeling: a report from the field. In: 24TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-24) 2016, Boston, USA. **Anais...** Boston, USA

HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. Dados básicos para a programação de edifícios altos por linha de balanço. In: CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL, 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1996. p. 167-173.

HOWELL, G.; BALLARD, Glenn; HALL, Jerome. Capacity utilization and wait time: a primer for construction. In: 9TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-9) 2001, Singapore, Korea. **Anais...** Singapore, Korea Disponível em: <<https://bit.ly/2rNbtXu>>

ISSA, Usama Hamed. Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. **Alexandria Engineering Journal**, [s. l.], v. 52, n. 4, p. 697–704, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aej.2013.07.003>>

JACKSON, Barbara J. **Construction Management Jumpstart**. 2 ed. Indianapolis: Wiley, 2010.

JANG, Jin Woo; KIM, Yong Woo. Use of Percent of Constraint Removal to Measure the Make Ready Process. In: 15TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-15) 2007, East Lansing, Michigan, USA. **Anais...** East Lansing, Michigan, USA Disponível em: <<https://bit.ly/2LbZrVs>>

JUN, Shen Li; CHUA, David H. K.; HWEE, Bok Shung. Distributed Scheduling With Integrated Production Scheduler. In: 8TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-8) 2000, Brighon, UK. **Anais...** Brighon, UK Disponível em: <<https://bit.ly/2rQEqSr>>

KASANEN, Eero; LUKKA, Kari; SIITONEN, Arto. The Constructive Approach in Management Accounting Research. **Journal of Management Accounting Research**, [s. l.], v. 5, n. June 1991, 1993.

KEMMER, Sérgio L. et al. Medium-Term Planning: Contributions Based on Field Application. In: 13TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-13) 2007, Sydney, Australia. **Anais...** Sydney, Australia Disponível em: <<https://bit.ly/2IsGRBO>>

KHANH, Ha Duy; KIM, Soo Yong. A survey on production planning system in construction projects based on Last Planner System. **KSCE Journal of Civil Engineering**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 1–11, 2016. Disponível em:

<<http://link.springer.com/10.1007/s12205-015-1412-y>>

KIM, Yong Woo; JANG, Jin Woo. Applying Organizational Hierarchical Constraint Analysis to Production Planning. In: 14TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-14) 2006, Santiago, Chile. **Anais...** Santiago, Chile Disponível em: <<https://bit.ly/2L5zWjH>>

KOSKELA, Lauri. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. f. Tese (doutorado), Helsinki University of Technology, Espoo, Helsinki, 2000.

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, Lauri. Management of production in construction : a theoretical view. In: 7TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-7) 1999, Berkeley, USA. **Anais...** Berkeley, USA

KOSKELA, Lauri. Making Do the Eighth Category of Waste. In: 12TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 2011, (IGLC-12) 2004, Helsingør, Denmark. **Anais...** Helsingør, Denmark Disponível em: <<http://usir.salford.ac.uk/9386/>>

KOSKELA, Lauri; HOWELL, Greg. Reforming Project Management : the Role of Planning , Execution and Controlling. **Proceedings of 9th International Group for Lean Construction Conference**, [s. l.], p. 185–198, 2001.

LEÃO, Cibeli Ferrando. **Proposta de Modelo para Controle Integrado da Produção e da Qualidade Utilizando Tecnologia de Informação**. 2014. 178f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2014.

LEÃO, Cibeli Ferrando; ISATTO, Eduardo Luis; FORMOSO, Carlos Torres. Proposta de modelo para controle integrado da produção e da qualidade com apoio da computação móvel. **Ambiente Construído**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 109–124, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212016000400109&lng=pt&tlng=pt>

LIMA, Romario Xavier de et al. Análise das mudanças das versões da ISO 9001 : 2008 e 2015 e PBQP- H SiAC versão 2017 e 2018. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2018, Ponta Grossa, PR. **Anais...** Ponta Grossa, PR

LINDHARD, Søren; WANDAHL, Søren. Improving the making ready process - Exploring the preconditions to work tasks in construction. In: 20TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-20) 2012, San Diego, USA. **Anais...** San Diego, USA Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84874486438&partnerID=tZOtx3y1>>

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, [s. l.], 2003.

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F. Design and Natural Science Research on Information Technology. **Decision Support Systems**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.

MENDEZ JR., Ricardo; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann. Towards Production Control on Multi-Story Building Construction Sites. In: 7TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-7) 1999, Berkeley, USA. **Anais...** Berkeley, USA Disponível em: <<http://www.iglc.net/Papers/Details/78>>

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Disponível em <http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_historico.php>. Acesso em: 12/03/2019.

MITROPOULOS, Panagiotis Takis. “Planned work ready”: A proactive metric for project control. In: 13TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-13) 2005, Sydney, Australia. **Anais...** Sydney, Australia Disponível em: <<https://bit.ly/2Irgzns>>

MOHAN, Satish B.; IYER, Sumathi. Effectiveness of lean principles in construction. In: 13TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-13) 2005, Sydney, Australia. **Anais...** Sydney, Australia Disponível em: <<https://bit.ly/2Gq100R>>

MORRIS, Peter W. G. Researching the Unanswered Questions of Project Management. In: MI® RESEARCH CONFERENCE 2000: PROJECT MANAGEMENT RESEARCH AT THE TURN OF THE MILLENNIUM 2000, Paris, França. **Anais...** Paris, França: Newtown Square, PA: Project Management Institute., 2000.

NAKAGAWA, Yoshitaka; SHIMIZU, Yoshitugu. Toyota Production System Adopted by Building Construction in Japan. In: 12TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-12) 2004, Helsingør, Denmark. **Anais...** Helsingør, Denmark Disponível em: <<https://bit.ly/2k4u6CY>>

PEREZ, Athena Maria; GHOSH, Somik. Barriers faced by new-adopter of Last Planner System®: a case study. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [s. l.], v. 25, n. 9, p. 1110–1126, 2018.

PMI. **Construction extension to the PMBOK Guide**. Newtown Square, Pennsylvania, EUA: Project Management Institute, 2016.

PMI. **Um guia de conhecimento em gerenciamento de projetos**. Guia PMBOK 6°. ed. EUA: Project Management Institute, 2017.

RIBEIRO, Flora Seixas. **Diretrizes para Implementação e Avaliação do Sistema**

Last Planner com Foco nas Práticas do Planejamento de Fase. 2018. 200f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal da Bahia, [s. l.], 2018.

RONEN, B. The Complete Kit Concept. **The International Journal of Production Research**, [s. l.], v. 30, n. 10, p. 2457–2466, 1992.

SACKS, Rafael; RADOSAVLJEVIC, Milan; BARAK, Ronen. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 641–655, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2010.02.010>>

SALVATIERRA, José Luis et al. Lean diagnosis for chilean construction industry: Towards more sustainable Lean practices and tools. In: 23RD ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-23) 2015, Perth, Australia. **Anais...** Perth, Australia Disponível em: <<https://bit.ly/2IwDRUX>>

SAMUDIO, Mike; ALVES, Thais da Costa Lago. Look-Ahead Planning : Reducing Variation To Work Flow on Projects. In: 20TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 2011, (IGLC-20) 2012, San Diego, CA, USA. **Anais...** San Diego, CA, USA Disponível em: <<http://alves.sdsu.edu/Papers/SamudioAlves2012Look-AheadPlanningReducingVariationToWorkFlowOnProjectsLadenWithChange.pdf>>

SANTOS, Débora 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, [s. l.], 2004.

SAURIN, Tarcisio A. et al. Safety and Production : an Integrated Planning and Control Model. In: 10TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-10) 2002, Gramado, Brazil. **Anais...** Gramado, Brazil Disponível em: <<https://bit.ly/2IoNV6B>>

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres; CAMBRAIA, Fabricio Borges. Analysis of a safety planning and control model from the human error perspective. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 283–298, 2005.

SCHEER, S. et al. On-Site BIM Model Use to Integrate 4D/5D Activities and Construction Works: A Case Study on a Brazilian Low Income Housing Enterprise. In: COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING (2014) 2014, Reston, VA. **Anais...** Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2wPYEkZ>>

SEPPÄNEN, Olli; BALLARD, Glenn; PESONEN, Sakari. The combination of last planner system and location-based management system. In: 18TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-18) 2010, Haifa, Israel. **Anais...** Haifa, Israel Disponível

em: <<https://bit.ly/2IIknAn>>

SEPPÄNEN, Olli; MODRICH, Ralf-Uwe; BALLARD, Glenn. Integration of Last Planner System and Location-Based Management System. In: 23RD ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-23) 2015, Perth, Australia. **Anais...** Perth, Australia Disponível em: <<http://www.iglc.net/papers/details/1201>>

SOMMER, Lucila. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. 2010. 141f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2010.

SONG, Lingguang; ELDIN, Neil N. Adaptive real-time tracking and simulation of heavy construction operations for look-ahead scheduling. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 27, p. 32–39, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.05.007>>

TOLEDO, Mauricio et al. Using 4D models for tracking project progress and visualizing the owner's constraints in fast-track retail renovation projects. In: 22nd ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-22) 2014, Oslo, Norway. **Anais...** Oslo, Norway Disponível em: <<https://bit.ly/2IOBGzy>>

TOLEDO, Mauricio; OLIVARES, Katherine; GÓNZALEZ, Vicente. Exploration of a Lean - Bim Planning Framework: A Last Planner System and Bim - Based Case Study. In: 24TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-24) 2016, Boston, USA. **Anais...** Boston, USA Disponível em: <<https://bit.ly/2rOL0Jp>>. Acesso em: 5 jan. 2017.

TOMMELEIN, Iris D.; BALLARD, H. Glenn. Look-ahead-Planning-Screening-and-Pulling. In: SECOND ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 1997, São Paulo, Brazil. **Anais...** São Paulo, Brazil: Proceedings of the Second International Seminar on Lean Construction, 1997. Disponível em: <<https://bit.ly/2wMKfGw>>

VAHDATIKHAKI, Faridaddin; HAMMAD, Amin. Risk-based look-ahead workspace generation for earthwork equipment using near real-time simulation. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 58, p. 207–220, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.07.019>>

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**, [s. l.], v. 138, n. 4, p. 491–498, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2rN0GxE>>

WEHBE, Farah A.; HAMZEH, Farook R. Failure mode and effect analysis as a tool for risk management in construction planning. In: 21ST ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION 2011, (IGLC-21) 2013, Fortaleza, Brazil. **Anais...** Fortaleza, Brazil Disponível em:

<<https://bit.ly/2LbDIYT>>

WESZ, Josana; FORMOSO, Carlos; TZORTZOPOULOS, Patricia. Design process planning and control: last planner system adaptation. In: 21ST ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-21) 2013, Fortaleza, Brazil. **Anais...** Fortaleza, Brazil Disponível em: <<http://eprints.hud.ac.uk/20969/>>

ZENG, Ningshuang; KÖNIG, Markus; TEIZER, Jochen. Off-Site Guarding: Look-Ahead Supply Scheduling for Risk Indication With BIM. In: 25TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, (IGLC-25) 2017, Heraklion, Greece. **Anais...** Heraklion, Greece Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/1369>>

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. 5.ed. Porto Alegre: Penso, 2016.

APÊNDICE A - ARCABOUÇO TEÓRICO DE PRÁTICAS NO PMP

Correlação entre as funções básicas e respectivas práticas no PMP

Funções Básicas	Práticas Citadas na Literatura	Referências
Proteger a produção contra a incerteza	Detalhar as tarefas ao nível das operações com melhor sequência, agrupando trabalho que seja altamente interdependente.	Ballard (1997); Ballard and Howell (1998); Ballard (2000); Hamzeh (2009)
	Utilizar métodos de automatização para geração do PMP (facilita o gerenciamento das restrições e a comunicação entre envolvidos).	Chua; Jun; Hwee (1999); Ju; Chua; Hwee (2000); Chua; Shen (2001); Chua; Shen; Bok (2003); Dong et al. (2012); Dong (2012); Dong et al. (2013); Dave et al. (2016a)
	Identificar e registrar as restrições por categorias e responsabilidades.	Tommelein; Ballard (1997); Ballard (2000); Kemmer et al. (2007); Hamzeh (2009); Hamzeh et al. (2012)
	Avaliar se as tarefas estão prontas para serem agendadas no curto prazo, excluindo aquelas com pré-requisitos que faltam, como: informações, material, trabalho anterior, mão-de-obra e espaço.	Tommelein; Ballard (1997); Ballard (2000); Hamzeh et al. (2012); Kemmer et al. (2007); Hamzeh (2009)
	Envolver trabalhadores para obter contribuições sobre como as tarefas são realizadas e esclarecer quais os problemas que impedem seu trabalho.	Kemmer et al. (2007); Britt et al. (2014)
	Delegar as restrições aos níveis de responsabilidade da hierarquia organizacional: (1) escritório da empresa; (2) gerentes ao nível de coordenação de projetos e (3) gerente de linha de frente.	Kim; Jang (2006)
	Visualizar por cores as restrições no 4D BIM durante PMP e gerenciar restrições virtualmente em tempo real.	Toledo et al. (2014); Alves; Britt (2011)
	Realizar reuniões regulares entre todos envolvidos no projeto, que devem elaborar seus próprios planos de médio prazo e questionamentos antes da reunião.	Kemmer et al. (2007); Alves; Britt (2011); Britt et al. (2014)
	Realizar reunião de médio prazo com utilização do BIM.	Bhatla and Leite (2012); Hamzeh et al. (2015); Scheer et al. (2014)
	Disseminar informações oriundas das reuniões para as equipes de produção.	Kemmer et al. (2007)
	Elaborar documento com todas as informações necessárias para executar pacotes de trabalho.	Kemmer et al. (2007)
	Gerenciar riscos, identificando os fatores de risco a cada plano de médio prazo.	Issa (2013); Wehbe e Hamzeh (2013), Davis (2009)
	Gerenciar riscos da cadeia de suprimentos identificando os riscos por sinalizadores de cores na modelagem BIM.	Zeng; König; Teizer (2017)
	Utilizar a técnica de gerenciamento de risco <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA), cujas etapas são: identificar os riscos, avaliar e analisar os riscos, monitorar os riscos e planejar contingências.	Wehbe e Hamzeh (2013)
Design das operações através de estudos antes da execução	Construir protótipos físicos (unidade do projeto) antes de iniciar execução.	Kemmer et al. (2007); Hamzeh et al. (2012)
	Construir protótipos virtuais utilizando o BIM (unidade do projeto) antes de iniciar execução.	Hamzeh et al. (2012)

Funções Básicas	Práticas Citadas na Literatura	Referências
Transparência entre os níveis de planejamento	Utilizar ferramenta <i>Location Based Management System</i> (LBMS) e obter transparência da integração entre o longo, fase, médio e curto prazo. Verificar impacto no PMP através da atualização do progresso no LBMS.	Kemmer et al. (2007); Seppänen; Modrich; Ballard (2015); Dave et al. (2016b); Seppänen; Ballard; Pesonen, (2010)
	Utilizar indicadores de aderência entre níveis de planejamento, como o <i>Tasks Made Ready</i> (TMR): % de tarefas no plano semanal que foram preparadas no médio prazo 2 semanas antes.	Ballard (1997); Hamzeh et al. (2012); Hamzeh (2009); Hamzeh; Zankoul and Sakka (2016); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Mendez Jr. and Heineck (1999); Zankoul; Rouhana (2015); Hamzeh; Hamzeh; Aridi (2013)
	Utilizar indicadores de aderência entre níveis de planejamento: Nível de Compromisso (<i>CL -Commitment Level</i>): <i>Required Will</i> (atividades requeridas e prontas para serem executadas no curto prazo) / <i>Should</i> (número de atividades planejadas no planejamento de fase). Mede atividades prontas no médio prazo previsto no planejamento de fase.	Emdanat e Azambuja (2016)
Efetuar controle e aprendizado	Utilizar indicador <i>Tasks Anticipated</i> (TA): % de tarefas antecipadas 2 semanas antes da execução.	Ballard (1997); Hamzeh et al. (2012); Hamzeh (2009); Hamzeh and Langerud (2011); Hamzeh et al. (2015); Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008); Hamzeh; Aridi (2013); Mitropoulos (2005); Jang; Kim (2007)
	Utilizar indicador Índice de Remoção das Restrições (IRR): % de restrições identificadas e removidas no prazo.	Codinhoto (2003); Codinhoto et al. (2003); Coelho (2003); Akkari (2003); Mitropoulos (2005); Jang; Kim (2007)
	Utilizar indicador que verifica se foram identificadas todas as restrições durante o planejamento: (Novas restrições identificadas durante a execução / Total de restrições identificadas).	Mitropoulos (2005)
	Utilizar indicador Percentual de Atividades Planejadas (PAP): [(Número de Apartamentos Executados) / (Número de Apartamentos Planejados) - 1]. Se PAP = 0 (plano no prazo), se PAP < 0 (atrasado), se PAP > 0 (adiantado).	Mendez Jr. and Heineck (1999)
	Analisar as métricas de médio prazo conjuntamente com os indicadores de desempenho do projeto, como a variação de prazo.	Mitropoulos (2005); Hamzeh et al. (2015)
	Subcontratados ter acesso aos planos definidos para os serviços	Kemmer et al. (2007)
	Registrar lições aprendidas - documentar em uma base de dados as restrições, as perguntas e respostas fornecidas pelos envolvidos no projeto.	Kemmer et al. (2007)
	Monitorar os planos de médio prazo conjuntamente com a análise das causas para não conclusão das tarefas semanais e a evolução do PPC para executar ações corretivas.	Kemmer et al. (2007); Hamzeh et al. (2012); Wesz; Formoso; Tzortzopoulos (2013)
	Registrar os eventos de improvisação e correlacionar com as falhas de curto prazo (falha na conclusão das tarefas planejadas; falha por incapacidade de planejar as tarefas durante o PMP e falha por incerteza).	Hamzeh et al. (2012)

Correlação entre as funções secundárias e respectivas práticas no PMP

Funções Secundárias	Práticas Citadas na Literatura	Referências
Análise de fluxos físicos	Analisar <i>layout</i> do canteiro - necessidades espaciais para o armazenamento de materiais e o equipamento necessário para o transporte.	Kemmer et al. (2007)
	Direcionar responsável na obra para gerenciar os fluxos físicos no canteiro de obras (planejamento do recebimento, estocagem e distribuição pelas equipes de trabalho).	Kemmer et al. (2007)
	Planejar os movimentos dos equipamentos, analisar riscos relativos a proximidade e condições de simulação visual do equipamento no canteiro de obra durante a construção em tempo real e contribui para otimização do seu uso. Exemplos: simulação de máquinas em construção pesada; simulação da utilização de guias em prédios altos.	Vahdatikhaki; Hammad (2015); Al Hattab; Zankoul; Hamzeh (2017)
	Realizar o rastreamento e simulação em tempo real de operações de construção pesada para o PMP durante operações de construção - dados da operação são constantemente capturados usando sensores de rastreamento e os dados são então introduzidos em um modelo de simulação para atualização automática do modelo.	Song; Eldin (2012)
Gerenciamento de custos	Desenvolver orçamento da mesma forma em que os pacotes de trabalho foram planejados - obter informações de quantidade e custo de forma direta.	Kemmer et al. (2007)
	Analisar nas reuniões de médio prazo o fluxo de caixa do projeto, renegociando o ritmo dos serviços, datas das entregas de materiais e contratos com fornecedores.	Kemmer et al. (2007)
Planejamento e controle de segurança	Promover gestão da obra comprometida com a segurança - estabelecer cultura e contratar profissionais para a segurança conforme exigência por norma.	Antillón et al. (2011)
	Planejar a segurança do trabalho previamente executar tarefa (em médio prazo)	Antillón et al. (2011)
	Envolver subcontratados, que devem ser incluídos nos treinamentos de segurança em médio prazo.	Antillón et al. (2011)
	Remover restrições relacionadas à segurança do trabalho antes que as tarefas façam parte do planejamento de curto prazo.	Antillón et al. (2011); Kemmer et al. (2007); Saurin et al. (2002)
	Classificar as restrições em cinco categorias de recursos relacionados à segurança: Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), Equipamentos de Proteção Individual (EPI), <i>design</i> de instalações de segurança, treinamento e espaço.	Saurin et al. (2002)
	Realizar perguntas sistemáticas nas reuniões de médio prazo: Como os trabalhadores acessam o local de trabalho? Como os EPCs serão instalados? Onde as linhas de vida estarão ancoradas?	Saurin et al. (2002)
	Acompanhar o indicador Trabalhos Executados com Segurança - % de pacotes de trabalho executados com segurança. Identificado no curto prazo (1) nenhuma falha na concepção dos planos de segurança foi detectada; (2) não houve falha em sua implementação; e (3) nenhum acidente ou quase acidentes foram observados.	Saurin et al. (2002); Saurin; Formoso; Cambraia (2005)
	Promover a participação dos trabalhadores na identificação de riscos de acidente e devidas soluções.	Saurin et al. (2002)

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA OS PROFISSIONAIS DA CONSTRUTORA ESTUDO DE CASO

Parte I: Caracterização da Empresa

A primeira parte da entrevista consiste em coletar informações sobre a empresa relacionada à sua área de atuação, informações gerenciais, certificações e porte, dentre outras. Estas informações são fundamentais para conhecer a organização.

Questionamentos

1. **Cargo do entrevistado:** _____
Em que ano a empresa foi fundada? _____
2. **Quantos funcionários a empresa possui?**
 Até 19 empregados
 De 20 e 99 empregados
 De 100 a 499 empregados
 500 ou mais empregados
3. **Qual tipo de obra a empresa constrói?**
 Residencial Comercial Industrial Outra: _____
4. **Quantas obras realizadas pela empresa encontram-se, atualmente, em andamento?** _____
5. **Que tipo de certificações a empresa às possui?**
6. **Que tipo de sistema de produção / filosofia de gestão / ferramentas e há quanto tempo à empresa às possui?**

Parte II: Características e generalidades do processo de PCP

A segunda parte desta entrevista tem por objetivo *conhecer* o funcionamento macro do processo de planejamento e controle da produção da empresa.

Questionamentos

7. **A empresa possui procedimento de PCP formalizado? Esse processo está inserido nos documentos utilizados na certificação ISO 9001?**
8. **Como é realizado treinamento das equipes de obras no procedimento de PCP?**
9. **Como é avaliado se o procedimento de PCP está sendo executado corretamente pelas equipes dos projetos? Há auditorias periódicas? Qual periodicidade?**
10. **Quem realiza o planejamento e controle dos empreendimentos?**
11. **A empresa realiza reuniões periódicas para avaliar indicadores de prazo e custo com todos os envolvidos com o projeto e diretoria da empresa? Se sim, como ocorre, o que é analisado e qual é a periodicidade?**

12. Qual técnica e ferramenta são aplicadas na empresa para o planejamento em cada nível de planejamento?

Planejamento de Longo Prazo:

Técnica: _____ Ferramenta: _____

Planejamento de Médio Prazo:

Técnica: _____ Ferramenta: _____

Planejamento de Curto Prazo:

Técnica: _____ Ferramenta: _____

Parte III: Caracterização do processo de planejamento de Médio Prazo.

A terceira parte desta entrevista consiste em **caracterizar o processo de PMP**, identificando o que é feito, como é feito, quais ferramentas e indicadores são utilizados no PMP; quais as dificuldades para realizar o PMP e verificar práticas relevantes não identificadas na literatura.

Questionamentos

13. Proteger a produção contra a incerteza

13.1. Como é preparado o plano de médio prazo? Qual software é utilizado?

13.2. Qual horizonte de tempo o PMP é realizado?

13.3. Como são dimensionados os pacotes de trabalho? Há documento padrão com informações necessárias de materiais, mão de obra e equipamentos?

14. Identificar e remover restrições

14.1. Qual frequência das reuniões de médio prazo? _____

14.2. Como é estabelecido o prazo limite para remover da restrição? Há estabelecido premissa de tempo máximo para remover restrições antes de iniciar as tarefas?

14.3. Há o registro das restrições por categorias e responsabilidades? Como e onde é feito esse registro?

14.4. Quem participa das reuniões de médio prazo?

14.5. Os envolvidos elaboram seus próprios planos de médio prazo e questionamentos antes da reunião? Tem formato padronizado? Havia análise e feedback dos subempreiteiros dos planos? Sim/Não e por quê?

14.6. Como é avaliada a eficácia do processo de remoção das restrições? Quais indicadores são utilizados e como são calculados?

14.7. Como é avaliado se as tarefas estão prontas para serem incluídas no curto prazo? Ocorrem causas de baixo PPC devido a restrições ou pré-requisitos não atendidos no PMP?

14.8. Se a empresa utilizada o BIM, como é empregado o BIM no PMP?

14.9. Como são difundidas as informações geradas das reuniões para as equipes de produção (cada equipe ou subcontratado)?

14.10. São gerenciados os riscos do projeto no PMP? Como ocorre?

15. Design das operações através de estudos antes da execução

15.1. São construídos protótipos da unidade do projeto?

() Protótipo físico (apartamento modelo) () Protótipos virtuais utilizando o BIM () Outra forma? ()

15.2. Há prazo limite para conclusão do protótipo? Qual?

16. Efetuar controle e aprendizado

16.1. Como é realizado o controle do prazo na empresa? Existe indicador que informe se a obra está atrasada ou adiantada? Qual? _____

16.2. O que é feito quando são identificadas alterações de prazo no PMP?

16.3. Como é avaliada a qualidade do PMP? São utilizados indicadores? Quais e como são calculados?

16.4. É realizada análise conjunta desses indicadores de médio prazo com o avanço físico da obra? Como?

16.5. Como são avaliadas as causas para não conclusão das tarefas e a evolução do PPC em médio prazo? Em qual reunião ela é feita? A empresa possui meta mínima para o PPC? Qual?

16.6. São registradas lições aprendidas em uma base de dados? Como e onde é realizado esse registro? E como é compartilhado?

17. Análise de fluxos físicos

17.1. Como é realizado o planejamento do canteiro de obras? O layout do canteiro é analisado e discutido nas reuniões de médio prazo?

17.2. Há responsável direcionado a gerenciar os fluxos físicos no canteiro de obras? Quem?

17.3. É realizado o planejamento dos movimentos dos equipamentos, por simulação para otimização do uso (simulação de guas, veículos etc.)? Qual software é utilizado?

18. Gerenciamento de custos

18.1. Como é desenvolvido o orçamento em relação aos pacotes de trabalhos? O orçamento é desenvolvido da mesma forma em que os pacotes de trabalho foram planejados (obter informações de quantidade e custo de forma direta)?

18.2. Existe indicador que informe se a obra está acima ou abaixo do custo? Qual?

18.3. Depois da identificação do desvio de custo, o que é feito?

18.4. O fluxo de caixa do projeto é analisado nas reuniões de médio prazo? Caso seja identificado não atendimento ao fluxo de caixa, o que é feito?

19. Planejamento e controle de segurança

19.1. Como é feito o planejamento e controle dos requisitos de segurança previamente tarefa (em médio prazo)?

19.2. Os subcontratados são incluídos no treinamento de segurança em médio prazo? Sim/Não, e por quê?

19.3. Quais itens são analisados nas reuniões de médio prazo em relação à segurança? Quais categorias de restrições são analisadas?

19.4. Existe indicador que apure os pacotes de trabalho executados com segurança? Qual?

19.5. Ocorre a coleta no campo dos riscos de acidente e sugestões de soluções para apresentar nas reuniões de médio prazo?

20. Quais práticas no PMP sua empresa realiza além das citadas nessa entrevista?

21. Quais as principais dificuldades na realização do PMP na sua empresa?

22. Quais são os possíveis pontos de melhoria para o gerenciamento do PMP?

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA EMPRESAS SUBEMPREENHEIRAS

Caracterização do processo de Planejamento de Médio Prazo entre construtora e subempreiteira

Essa entrevista consiste em coletar informações sobre a interface de Planejamento de Médio Prazo a entre a construtora e as empresas subcontratadas.

Questionamentos

1. Dados empresa e entrevistado:

Cargo entrevistado: _____

Qual tipo de produto ou serviço é fornecido por sua empresa? _____

2. Como sua empresa realiza o planejamento dos serviços contratados pela construtora?

3. Proteger a produção contra a incerteza

3.1. Como a sua empresa recebe o plano de médio prazo da construtora? (como, periodicidade, horizonte de tempo, formato etc).

3.2. Como sua empresa analisa o plano de médio prazo recebido?

3.3. Como são dimensionados os pacotes de trabalho relacionados ao seu serviço?

4. Identificar e remover restrições

4.1. Sua empresa participa das reuniões de médio prazo da obra? Qual frequência das reuniões? Quem participa de sua empresa?

4.2. Como sua empresa recebe as restrições de médio prazo de sua responsabilidade ou de seu escopo de trabalho?

4.3. Sua empresa elabora seu próprio plano de médio prazo e questionamentos antes das reuniões com a construtora? Como?

4.4. O que ocorre quando suas atividades no curto prazo não foram concluídas devido a falhas no PMP?

4.5. Caso a construtora utilize o BIM no planejamento, descreva quais benefícios e processos sua empresa participa?

4.6. São gerenciados os riscos do projeto no PMP relacionados a seu escopo de serviço? Como ocorre?

5. Design das operações através de estudos antes da execução

5.1. Como ocorre o acesso da sua empresa aos protótipos da unidade do projeto?

6. Efetuar controle e aprendizado

6.1. Como sua empresa recebe as ações necessárias da construtora devido às alterações de prazo no PMP?

7. Análise de fluxos físicos

7.1. Como sua empresa recebe as informações do planejamento do canteiro de obras, em relação ao seu escopo de serviço?

8. Gerenciamento de custos

8.1. Como é comunicado a sua empresa mudanças na programação devido a alterações no fluxo de caixa do projeto? É analisado nas reuniões de médio prazo?

9. Planejamento e controle de segurança

9.1. Como é feito o planejamento e controle dos requisitos de segurança das atividades do seu escopo?

9.2. Seus funcionários são incluídos no treinamento de segurança em médio prazo? Sim/Não, e por quê?

9.3. Como a construtora coleta informações de riscos de acidente e sugestões de soluções dos seus serviços para apresentar nas reuniões de médio prazo?

10. Quais práticas no PMP sua empresa e a construtora realizam que não foram citadas nessa entrevista?

11. Quais as principais dificuldades de sua empresa na programação das atividades a serem realizadas em médio prazo?

12. Quais são os possíveis pontos de melhorias para a programação dos seus serviços em médio prazo conjuntamente com a construtora?

APÊNDICE D – ROTEIRO DA OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE

Análise dos documentos utilizados no Planejamento de Médio Prazo.

A observação participante consistiu em avaliar como o Planejamento de Médio Prazo era realizado e conduzido pelos participantes do projeto.

Observações

- 1. Envolvimento dos participantes nas reuniões de Planejamento de Médio Prazo.**
- 2. Processo de condução das reuniões.**
- 3. Condução do processo de análise de restrições.**
- 4. Liderança durante as reuniões.**

APÊNDICE E – ROTEIRO DA ANÁLISE DOCUMENTAL

Análise dos documentos utilizados no Planejamento de Médio Prazo.

A análise documental consiste avaliar como os registros de planejamento, quais categorias de restrição são analisadas e averiguar as causas para não conclusão das tarefas de curto prazo e verificar se a causa foi PMP ineficiente.

Questionamentos

1. Analisar cronograma de longo prazo para avaliar como foi elaborado e como é utilizado a LBMS.

2. Analisar os registros do Planejamento de Médio Prazo para identificar:

2.1. Quais os dados utilizados nas planilhas de restrições ou no *Make Ready Process*?

Descrição da restrição

Data de início do serviço

Data de remoção da restrição

Responsável por remover a restrição

Status da restrição

Causas da não remoção da restrição

Outros: _____

2.2. Quais categorias de restrições são analisadas?

Projeto

Mão de obra

Materiais

Qualidade

Equipamentos

Outros: _____

3. Analisar os registros do planejamento de curto prazo de no mínimo quatro meses para analisar se é comum ocorrer problemas na produção devido incapacidade de planejar a médio prazo.

APÊNDICE F – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM ESPECIALISTAS

Parte I: Caracterização de Experiência

A primeira parte da entrevista consiste em coletar informações sobre a experiência dos entrevistados relacionada à sua área de atuação, conhecimentos e experiências.

Questionamentos

1. **Formação:** _____
2. **Cargo do entrevistado:** _____
3. **Tempo de experiência:** _____
4. **Qual tipo de obra já participou?** () Residencial () Comercial () Industrial () Outra?

Parte II: Caracterização do processo de Planejamento de Médio Prazo.

A segunda parte desta entrevista consiste em identificar quais atividades ou ações o entrevistado julga importante realizar no PMP, como também quais práticas relevantes e dificuldades para realizar o PMP.

Questionamentos

5. Proteger a produção contra a incerteza

- 5.1. Em sua visão, como deve ser preparado e conduzido o plano de médio prazo em projetos de construção (levantamento de restrições, frequência de controle, relação com os outros níveis)?
- 5.2. Como deve ser realizado o gerenciamento das restrições?
- 5.3. Como deve ser avaliada a eficácia do processo de remoção das restrições?
- 5.4. Quem julga importante participar das reuniões de médio prazo?
- 5.5. Como o BIM pode auxiliar as funções do PMP?
- 5.6. Como devem ser difundidas as informações geradas das reuniões para os envolvidos?

6. Design das operações através de estudos antes da execução

- 6.1. Como a realização de apartamentos modelos, físicos ou no BIM, podem contribuir para o PMP?

7. Efetuar controle e aprendizado

- 7.1. Como deve ser realizado o controle do prazo de uma empresa?
- 7.2. O que deve ser feito quando são identificadas alterações de prazo no PMP?
- 7.3. Como deve ser avaliada a qualidade do PMP?
- 7.4. Como deve ser efetuado o controle e aprendizado do PMP em uma empresa?

8. Análise de fluxos físicos

- 8.1. Em sua opinião, a análise do layout de canteiro impacta o PMP? Por quê? Se sim, como deve ser analisado os fluxos físicos no PMP?

9. Gerenciamento de custos

- 9.1. Como o orçamento deve ser realizado para otimizar o PMP?
- 9.2. Como o custo deve ser controlado no PMP? E em caso de desvio, o que deve ser feito?
- 9.3. Como o fluxo de caixa do projeto se relaciona com o PMP e como deve ser analisado?

10. Planejamento e controle de segurança

- 10.1. Como o planejamento e controle dos requisitos de segurança devem ser analisados no PMP?

11. Quais as principais dificuldades ou falhas e sugestões de melhorias no PMP em sua experiência?

APÊNDICE G – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM PESQUISADORES

Contribuição de pesquisadores da área de gerenciamento de obra

Essa entrevista consiste em coletar informações sobre a experiência dos entrevistados relacionada à sua realização do Planejamento de Médio Prazo em obras.

Questionamentos

1. Formação: _____

2. Linhas de pesquisa: _____

3. Tempo de experiência em pesquisa: _____

4. Proteger a produção contra a incerteza

4.1. Em sua visão, como deve ser preparado e conduzido o plano de médio prazo em projetos de construção (levantamento de restrições, frequência de controle, relação com os outros níveis)?

4.2. Como deve ser realizado o gerenciamento das restrições?

4.3. Como deve ser avaliada a eficácia do processo de remoção das restrições?

4.4. Quem julga importante participar das reuniões de médio prazo?

4.5. Como o BIM pode auxiliar as funções do PMP?

4.6. Como devem ser difundidas as informações geradas das reuniões para os envolvidos?

5. Design das operações através de estudos antes da execução

5.1. Como a realização de apartamentos modelos, físicos ou no BIM, podem contribuir para o PMP?

6. Efetuar controle e aprendizado

6.3. Como deve ser avaliada a qualidade do PMP?

6.4. Como deve ser efetuado o controle e aprendizado do PMP em uma empresa?

7. Análise de fluxos físicos

7.1. Em sua opinião, a análise do layout de canteiro impacta o PMP? Por quê? Se sim, como deve ser analisado as fluxos físicos no PMP?

8. Gerenciamento de custos

8.1. Como o orçamento deve ser realizado para otimizar o PMP?

8.2. Como o custo deve ser controlado no PMP? E em caso de desvio, o que deve ser feito?

8.3. Como o fluxo de caixa do projeto se relaciona com o PMP e como deve ser analisado?

9. Planejamento e controle de segurança

9.1. Como o planejamento e controle dos requisitos de segurança devem ser analisados no PMP?

10. Gostaria de acrescentar outras práticas importantes na realização do PMP?

11. Quais as principais dificuldades ou falhas na realização do PMP?

12. Quais sugestões de melhorias para a realização do PMP?

APÊNDICE H – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA AVALIAÇÃO DO MODELO

Objetivos da pesquisa

Esta entrevista tem por objetivo coletar informações para avaliar o modelo proposto quanto sua utilidade e facilidade de uso e obter possíveis contribuições de melhorias.

Questionamentos

1. Utilidade do modelo de PMP:

- 1.1. Proporciona maior capacidade para proteger a produção?
- 1.2. Proporciona integração com os demais níveis de planejamento?
- 1.3. Proporciona o controle e aprendizado no processo?
- 1.4. Viabiliza a análise dos fluxos físicos?
- 1.5. Interage com a gestão de custos?
- 1.6. Proporciona o planejamento de controle da segurança?
- 1.7. Quais contribuições de melhorias?

2. Facilidade de uso do modelo de PMP:

- 2.1. O modelo contribui para facilitar e manter a rotina de PMP?
- 2.2. Facilita a integração entre os participantes no processo e ambiente mais colaborativo?
- 2.3. Melhora o relacionamento entre subcontratados e empresa?
- 2.3. Quais contribuições de melhorias?

Conflito espacial	Elementos construtivos em conflito	Analisar ritmos de produção
	Arranjo físico	Planejar <i>layout</i> do posto de trabalho Planejar <i>layout</i> das vias de acesso
Sequenciamento	Equipes de trabalho numa mesma área	Definir e alocar equipes de trabalho
	Esperas	Considerar na programação os tempos de cura dos elementos
	Dependência	Interseção entre processos (sequência de execução) Inversão de prioridades (investigar alteração na ordem de execução para evitar confrontos)
Proteção dos operários	Instalação de EPC's	Observar locais de fixação para a execução dos processos
Proteção dos processos	Inversão na sequência de construção	Proteger o processo porque a precedência foi alterada
Programação de obra	Clientes	Alterar plano de produção
	Pacotes de trabalho	Definir pacotes de trabalho compatíveis com o ritmo da produção
	Recursos	Adquirir recursos Selecionar fornecedores Dividir o volume de trabalho
Detalhamento das operações	Operações críticas não dominadas pela empresa	Modelar no BIM detalhamento da operação

APÊNDICE M – PLANILHA COM INFORMAÇÕES DO PROJETO E INDICADORES

