



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**Andrezza Vagnielli Coutinho Germano**

**MÉTODO DE PREVENÇÃO DE PERDAS DO TIPO *MAKING-DO*,  
RETRABALHO E FALTA DE TERMINALIDADE EM CANTEIROS DE  
OBRAS**

**Natal/RN  
2018**

**Andrezza Vagnielly Coutinho Germano**

**MÉTODO DE PREVENÇÃO DE PERDAS DO TIPO *MAKING-DO*,  
RETRABALHO E FALTA DE TERMINALIDADE EM CANTEIROS DE  
OBRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Reymard Savio Sampaio de Melo

**Natal/RN  
2018**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI  
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Germano, Andrezza Vagnielly Coutinho.

Método de prevenção de perdas do tipo making-do, retrabalho e falta de terminalidade em canteiros de obras / Andrezza Vagnielly Coutinho Germano. - 2018.

184 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, de Tecnologia, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL. Natal, RN, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Reymard Savio Sampaio de Melo.

1. Perdas - Dissertação. 2. Making-do - Dissertação. 3. Retrabalho - Dissertação. 4. Falta de terminalidade - Dissertação. 5. Construção enxuta - Dissertação. I. Melo, Reymard Savio Sampaio de. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 624.05

**Andrezza Vagnielly Coutinho Germano**

**MÉTODO DE PREVENÇÃO DE PERDAS DO TIPO *MAKING-DO*,  
RETRABALHO E FALTA DE TERMINALIDADE EM CANTEIROS DE  
OBRAS**

Trabalho de qualificação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para obtenção do conceito no exame de qualificação.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Reymard Savio Sampaio de Melo – Presidente

---

Prof. Dr. Luiz Alessandro Pinheiro da Câmara de Queiroz – Examinador interno

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Débora de Gois Santos – Examinador externo

**Natal/RN, 28 de março de 2018.**

## MÉTODO DE PREVENÇÃO DE PERDAS DO TIPO *MAKING-DO*, RETRABALHO E FALTA DE TERMINALIDADE EM CANTEIROS DE OBRAS

Andrezza Vagnielly Coutinho Germano

Orientador: Prof. Dr. Reymard Savio Sampaio de Melo

### RESUMO

A construção enxuta é uma filosofia de produção que busca a redução ou eliminação de perdas nos processos construtivos. A perda do tipo *making-do* está relacionada com a ocorrência de improvisações pelas equipes de trabalho. A perda do tipo retrabalho consiste em nova execução de um serviço que já foi executado. A perda do tipo falta de terminalidade refere-se a não finalização das tarefas. O estudo de perdas na construção civil é de fundamental importância na melhoria do desempenho de processos construtivos bem como na redução de custos. Há importantes relações de causa e efeito entre as categorias *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade que são frequentemente relacionadas às falhas nos sistemas de gestão que não evitaram a propagação das perdas. Assim, o objetivo principal é propor um método de prevenção de perdas do tipo *making-do*, falta de terminalidade e retrabalho em canteiros de obras. Para tanto, a abordagem de pesquisa é denominada de *Design Science Research* composta de cinco fases: (1) “Consciência do problema” em que se obteve a lacuna do conhecimento; (2) “Sugestão” do método de prevenção; (3) “Desenvolvimento” da segunda versão do método, onde ocorreu o refinamento da primeira versão do método. (4) “Avaliação” consistiu na avaliação da utilidade prática da segunda versão do artefato através do grupo focal com profissionais de uma das três empresas estudadas, neste sentido algumas destas apreciações foram incorporadas na última versão do método; (5) “Conclusão” nesta última fase foi identificada as contribuições práticas e teóricas. Os resultados obtidos no estudo de caso 1 e 2 indicaram que a maior parte das perdas por *making-do* foram materiais/componentes e os impactos são retrabalho, falta de terminalidade e diminuição da produtividade. No estudo de caso 3, os pacotes informais causados por falta de terminalidade em sua maioria são alvenaria de vedação e revestimento interno e foram o que mais aumento de prazos e custos tiveram. As principais contribuições deste estudo estão relacionadas à compreensão das perdas de uma perspectiva sistêmica desde a sua origem até os impactos no sistema de produção como um todo, bem como tornar os sistemas de gestão mais robustos e buscar a redução ou eliminação das perdas de forma mais eficaz.

**Palavras-chave:** Perdas, *making-do*, retrabalho, falta de terminalidade, construção enxuta.

## METHOD OF PREVENTING WASTES OF THE TYPE MAKING-DO, REWORK AND UNFINISHED WORK IN CONSTRUCTION SITES

**Andrezza Vagnielly Coutinho Germano**

Adviser: Prof. Dr. Reymard Savio Sampaio de Melo

### **ABSTRACT**

Lean construction is a production philosophy that seeks to reduce or eliminate wastes in construction processes. Making-do is a category of waste related to the occurrence of improvisations by the work teams. Rework consists of a new execution of a task that has already been executed. Unfinished work refers to the non-completion of the tasks. The study of wastes in construction is of fundamental importance in improving the performance of construction processes as well as in cost reduction. There are important cause and effect relationships between the categories of making-do, rework, and unfinished work that are often related to failures in management systems that have not prevented the spread of wastes. Thus, the main objective is to propose a method of preventing wastes of the type making-do, rework and unfinished work in construction sites. To do so, the research approach is called Design Science Research composed of five phases: (1) "Problem awareness" in which the knowledge gap was obtained; (2) "Suggestion" of the prevention method; (3) "Development" of the second version of the method, where the refinement of the first version of the method occurred. (4) "Evaluation" consisted in evaluating the practical utility of the second version of the artifact through the focus group with professionals from one of the three companies studied, in this sense some of these assessments were incorporated in the last version of the method; (5) "Conclusion" in this last phase was identified the practical and theoretical contributions. The results obtained in case study 1 and 2 indicated that most of the wastes by making-do were materials / components and the impacts are rework, unfinished work and decrease of productivity. In the case study 3, the informal packages caused by unfinished work are mostly masonry of sealing and internal coating and were the most increase of deadlines and costs had. The main contributions of this study are related to the understanding of the wastes from a systemic perspective from its origin to the impacts on the production system, as well as to make the management systems more robust and to seek the reduction or elimination of wastes in a more effective way.

**Keywords:** Waste, making-do, rework, unfinished work, lean construction.

“Planeje com antecedência: não estava chovendo quando Noé construiu a arca”.

**Richard C. Cushing**

A **Deus**, é nEle em quem eu espero e confio. Nossa união me faz produzir bons frutos e por outras vezes me diz coragem.

E a minha **irmã**, pelo imenso amor, provendo as minhas necessidades materiais e espirituais na luta diária pela concretização dos projetos da minha caminhada, com grata lembrança aos meus pais, meu cunhado e todos os meus familiares.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, na minha verdadeira comunhão, Ele não me contou como faria, passei por sufocos, gastei adrenalina, stress e ansiedades. Contudo, Ele sempre com Seu amor foi fiel e não me deixou só, foi preciso confiar e depender dEle, recolheu minhas lágrimas com Seu amor misericordioso. Agradecer a Deus por todas as tribulações que me trouxeram paciência nas situações dolorosas e fizeram com que meu coração ficasse cheio de amor, na luta com o sofrimento ou se ganha ou se perde, posso testificar, pois se aqui cheguei e se conquistei o que queria, cheguei por que teimei e apostei na travessia. Foi Ele quem disse, certa ocasião: “Vinde a mim todos que estais cansados, Eu vos aliviarei”. A nossa humildade cresce quando somos humilhados, é doloroso, mas é saudável.

A minha irmã, que me constrange com todo seu amor, você faz parte desta conquista. Deus te enviou, com ti vou à luta, venço todo medo, obrigada por almejar meus sonhos. A minha mãe Maria Vilani e ao pai meu Antônio Germano, devo também a vocês meu agradecimento e respeito.

A meu sobrinho Joaquim por me trazer alegria com seu abraço reconfortante e ao meu cunhado Jairo que me dá o suporte necessário e sua vida de atleta me mostra que vale a pena persistir. Como também, a minha irmã Arlânia Valessa.

Jamais poderia deixar de expressar meu agradecimento e gratidão ao meu professor orientador Reymard Savio Sampaio de Melo pela sua disponibilidade e incondicional apoio durante esta etapa de orientação, sendo eu privilegiada com sua contribuição decisiva para que se concretizasse esta etapa tão significativa na minha vida.

Aos professores da banca Luiz Alessandro Pinheiro da Câmara de Queiroz e Débora de Gois Santos, pela disponibilidade de contribuir com este trabalho na melhora do mesmo.

A Mayara Barra e Ruan Landolfo, por toda dedicação e conselhos, colaboradores na luta deste sonho. A Gervásio e Augusto Jesus, amigos que DEUS me deu de presente. Meu muitíssimo obrigado!

Aos amigos Joseane Azevedo, Filipe Linhares, Maria Luiza, Jéssica Cavallante, Thais Russiely, Miranir dividir com vocês alguns momentos deste trabalho, as dificuldades e medos, podem ter certeza que foram para mim espírito benevolentes, com inesgotável bondade estiveram nos momentos de sufoco. Meus sinceros agradecimentos.

A todos os meus amigos potengienses, em especial, Dailva, Sidney, Jaime José, Leonardo, Cleyber, por estarem comigo nesta caminhada. É impossível deixar de agradecer aos meus amigos de fé da Pastoral da Juventude Missionária, Crisma, Encontro de Jovens Amigos em Cristo, ao grupo de oração Adorai e a comunidade católica Shallom. Muito obrigada.

A todos os professores da pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – que ao longo desses anos me embasaram com seu conhecimento na minha vida acadêmica, como também ao professor José Alfredo. Obrigada!

A CAPES pela concessão de bolsa durante parte da realização deste trabalho.

As empresas construtoras onde realizei o meu trabalho, pela prontidão e disponibilidade. A cooperação de vocês foi fundamental. Meus agradecimentos! Enfim, a todos que estiveram ao longo da minha trajetória, incentivando e aconselhando para que eu pudesse chegar até aqui. Muito obrigada!

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	xiii
LISTA DE QUADROS .....	xvi
Capítulo 1 .....	1
Introdução .....	1
1.1 Contextualização .....	1
1.2 Problema da pesquisa .....	3
1.3 Questões de pesquisa .....	7
1.4 Objetivos da pesquisa .....	7
1.5 Delimitações .....	8
1.6 Estrutura do Trabalho .....	8
Capítulo 2 .....	9
Fundamentação teórica .....	9
2.1 Princípios do Pensamento Enxuto .....	9
2.1.1 Princípios do Pensamento Enxuto voltados à construção civil .....	10
2.2 Sistemas de planejamento e controle da produção .....	12
2.2.1 Projeto do Sistema de Produção (PSP) .....	13
2.2.1.1 Unidade protótipo .....	14
2.2.2 Planejamento e controle da produção .....	18
2.2.2.1 Sistema <i>Last Planner</i> de Controle da Produção .....	19
2.2.2.2 Limitações na aplicação do Sistema <i>Last Planner</i> ® .....	23
2.2.3 Aderência entre planejamento de curto e médio prazo na construção civil .....	25
2.2.4 Controle integrado da produção e da qualidade .....	27
2.2.4.1 Diretrizes para integração dos sistemas .....	29
2.2.4.2 Trabalhos anteriores com contribuições da integração dos sistemas .....	31
2.2.5 Considerações finais .....	34
2.3 Revisão sistemática de literatura sobre perdas na construção civil .....	35
2.3.1 Tipos de perdas analisadas em estudos na construção civil .....	36
2.3.2 Estágios e etapas para condução da RSL .....	38
2.3.2.1 Planejamento da revisão .....	38
2.3.2.2 Condução da revisão .....	40
2.3.2.3 Disseminação e relatório .....	41
2.3.2.4 Dados bibliométricos .....	43
2.4 Resultados temáticos: categorias e contribuição dos estudos sobre perdas .....	44
2.4.1 Estudos sobre método .....	50
2.4.2 Estudos sobre métricas .....	54
2.4.3 Estudos sobre conceitos .....	55
2.4.4 Estudos sobre causas .....	55
2.4.5 Estudos sobre ação preventiva .....	57
2.5 Relação causal entre <i>making-do</i> , retrabalho, falta de terminalidade e trabalho em progresso .....	58
2.5.1 Identificação e mensuração das perdas .....	63
Capítulo 3 .....	65

Método de Pesquisa.....	65
3.1 Estratégia de pesquisa.....	65
3.2 Fontes de evidências.....	68
3.2.1 Ferramentas e indicadores utilizados na coleta de dados .....	70
3.3 Delineamento da Pesquisa .....	72
3.3.1 Fase 1 – Consciência do problema.....	73
3.3.2 Fase 2 – Sugestão .....	74
3.3.2.1 Empresa A – Estudo de caso exploratório 1 .....	74
3.3.2.2 Obra A – Estudo de caso exploratório 1.....	75
3.3.2.3 Empresa B – Estudo de caso exploratório 2.....	76
3.3.2.4 Obra B - Estudo de caso exploratório 2.....	77
3.3.3 Fase 3 – Desenvolvimento.....	78
3.3.3.1 Empresa C – Estudo de caso exploratório 3.....	78
3.3.3.2 Obra C - Estudo de caso exploratório 3.....	78
3.3.4 Fase 4 – Avaliação .....	79
3.3.4.1 Preparação e realização do grupo focal para avaliação da utilidade prática da segunda versão do método.....	81
3.3.4.2 Análise dos dados da segunda versão do método .....	83
3.3.5 Fase 5 – Conclusão.....	84
CAPÍTULO 4.....	85
Resultados.....	85
4.1 Fase 1 – Consciência do problema .....	85
4.2 Fase 2 – Sugestão.....	86
4.2.1 Estudo de caso 1 .....	86
4.2.1.1 Identificação e avaliação das perdas por improvisação .....	86
4.2.1.2 Análise da relação causal entre <i>making-do</i> , retrabalho e falta de terminalidade .....	92
4.2.2 Estudo de caso 2.....	94
4.2.2.1 Identificação e avaliação das perdas por improvisação .....	95
4.2.3 Análise dos resultados: comparação dos estudos de caso exploratório 1 e 2.....	99
4.2.4 Contribuições para a primeira versão do método de prevenção de perdas.....	101
4.3 Fase 3 – Desenvolvimento .....	110
4.3.1 Estudo de caso exploratório 3.....	110
4.3.1.1 Identificação e avaliação das perdas por improvisação .....	110
4.3.1.2 Análise da relação causal entre <i>making-do</i> , retrabalho e falta de terminalidade .....	115
4.3.1.3 Impacto das perdas por falta de terminalidade no prazo e no custo da obra .....	117
4.3.2 Análise dos resultados: comparação dos estudos de casos exploratórios.....	127
4.3.3 Contribuições para o método de prevenção de perdas .....	132
4.4 Fase 4 – Avaliação .....	143
4.4.1 Elaboração da segunda versão do método .....	143
4.4.2 Realização do grupo focal.....	145
4.4.3 Análise do grupo focal.....	147
4.4.3.1 Codificação, categorização temática e análise comparativa .....	148

4.4.3.2 Avaliação da segunda versão do método .....	151
4.4.4 Método proposto .....	152
4.5 Considerações finais .....	155
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>156</b>
<b>Conclusões e Recomendações para Trabalhos .....</b>	<b>156</b>
5.1 Conclusões .....	156
5.2 Recomendações para trabalhos futuros .....	158
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>160</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>169</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>171</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>173</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>180</b>

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

Figura 1.1 - Mapa conceitual da justificativa do trabalho.....	6
--	---

### Capítulo 2

Figura 2.13 - Etapas do PSP para empreendimentos habitacionais. ....	14
Figura 2.14 - Procedimentos para aplicação do FRS a partir do ciclo PDCA. ....	17
Figura 2.15 - Mecanismo de proteção da produção. ....	22
Figura 2.16 - Participação de falta de terminalidade e retrabalho no SLP. ....	27
Figura 2.17 - Módulo de campo para controle da produção. ....	32
Figura 2.18 - Módulo de campo para registro de perdas do tipo making-do. ....	33
Figura 2.19 - Interação do PSP com o SPL.....	34
Figura 2.1 - Processo de desencadeamento do RSL proposto. ....	40
Figura 2.2 – Comunidade de pesquisas de gerenciamento. ....	42
Figura 2.3 - Método de pesquisa das publicações. ....	42
Figura 2.4 - Análise da distribuição global do percentual da quantidade de pesquisas publicadas sobre perdas. ....	43
Figura 2.5 - Artigos por ano de publicação.....	44
Figura 2.6 - Volume das publicações por ano. ....	44
Figura 2.7 - Categorias por ano de publicação.....	46
Figura 2.8 - Tipo de contribuição dos estudos sobre perdas.....	49
Figura 2.9 - Método de identificação de perdas por improvisação. ....	51
Figura 2.10 - Dependência das tarefas em relação aos seus pré-requisitos.....	52
Figura 2.11 - Rede causal de perdas na construção.....	59
Figura 2.12 - Relação entre as causas, categorias de perdas e impactos. ....	62

### Capítulo 3

Figura 3.1 - Delineamento da pesquisa.....	73
Figura 3.2 - Obra A.....	76
Figura 3.3 - Obra B.....	77
Figura 3.4 - Obra C. ....	79

### Capítulo 4

Figura 4.1 - Categorias de perdas do tipo making-do em estudo de caso 1. ....	88
Figura 4.2 - Perdas por improvisação relacionada à categoria área de trabalho na obra A.....	89
Figura 4.3 - Perdas por improvisação relacionada à categoria equipamentos/ferramentas e sequenciamento na obra A. ....	89
Figura 4.4 - Pré-requisito das perdas por improvisação no estudo de caso 1.....	90
Figura 4.5 - Impacto das perdas por improvisação no estudo de caso 1. ....	91
Figura 4.6 - Substituição de material de shaft na obra A.....	91
Figura 4.7 - Desencadeamento da cadeia de perdas no estudo de caso 1.....	92
Figura 4.8 - Abertura da laje para passagem de tubulação elétrica na obra A.....	93
Figura 4.9 - Produção de argamassa em apartamento com parede já acabada na obra A.....	93

Figura 4.10 - Perdas por retrabalho identificadas com lápis na parede na obra A. ...	94
Figura 4.11 - Perdas por improvisação relacionada à categoria ajuste de componentes na obra B. ....	96
Figura 4.12 - Categorias de perdas do tipo <i>making-do</i> em estudo de caso 2. ....	96
Figura 4.13 - Pré-requisito das perdas por improvisação no estudo de caso 2. ....	97
Figura 4.14 - Perdas por improvisação relacionada à categoria acesso/mobilidade na obra B. ....	97
Figura 4.15 - Perdas por improvisação relacionada à categoria ajuste de componentes na obra B. ....	98
Figura 4.16 - Impacto das perdas por improvisação no estudo de caso 2. ....	98
Figura 4.17 - PPCR, PPI, e PPTe do estudo de caso 1 e 2. ....	99
Figura 4.18 - Pacotes com falta de terminalidade na obra A. ....	100
Figura 4.19 - Causa dos pacotes informais no estudo de caso 1 e 2. ....	100
Figura 4.20 - Shafts posicionados e acrescentados na obra B. ....	101
Figura 4.21 - Primeira versão do método. ....	102
Figura 4.22 - Planilha de causas das perdas. ....	105
Figura 4.23 - Documento proposto para ser utilizado na integração da produção e do controle da qualidade. ....	108
Figura 4.24 - Categorias de perdas do tipo <i>making-do</i> em estudo de caso 3. ....	111
Figura 4.25 - Perdas por improvisação relacionada à categoria acesso/mobilidade e equipamentos/ferramentas na obra C. ....	112
Figura 4.26 - Pré-requisito das perdas do tipo <i>making-do</i> no estudo de caso 3. ....	112
Figura 4.27 - Perdas por improvisação relacionada à categoria acesso/mobilidade na obra C. ....	113
Figura 4.28 - Impacto das perdas do tipo <i>making-do</i> no estudo de caso 3. ....	113
Figura 4.29 - Perdas por improvisação relacionada à categoria área de trabalho na obra C. ....	114
Figura 4.30 - Aplicação da 1ª fiada de alvenaria no entorno dos banheiros em pré-moldado na obra C. ....	115
Figura 4.31 - Desencadeamento da cadeia de perdas na obra C. ....	115
Figura 4.32 - Relação entre as atividades contrapiso e furo das instalações hidrossanitárias no estudo de caso 3. ....	116
Figura 4.33 - Escoramento metálico improvisado, apoio móvel na obra C. ....	117
Figura 4.34 - Atividades do transporte de argamassa do revestimento interno no estudo de caso 3. ....	119
Figura 4.35 - Atividades do pacote de revestimento interno com falta de terminalidade na obra C. ....	121
Figura 4.36 - Heijunka box na obra C. ....	122
Figura 4.37 - Pacote de revestimento interno planejado x executado no estudo de caso 3. ....	122
Figura 4.38 - Causas de não cumprimento dos pacotes de trabalho no estudo de caso 3. ....	123
Figura 4.39 - Índice de produtividade do pacote revestimento interno de argamassa no estudo de caso 3. ....	123
Figura 4.40 - Causas de restrições não removidas no estudo de caso 3. ....	125
Figura 4.41 - Pacote de alvenaria de vedação planejado x executado no estudo de caso 3. ....	126

Figura 4.42 - Índice de produtividade do pacote de alvenaria de vedação no estudo de caso 3.....	126
Figura 4. 43 – Alvenaria de vedação com falta de terminalidade na obra C. ....	127
Figura 4.44 - Processo de projetos no estudo de caso 3. ....	127
Figura 4.45 - Pré-moldados que delimitam os banheiros na obra C. ....	128
Figura 4.46 - Pré-moldado com dimensões diferentes do projeto na obra C. ....	129
Figura 4.47 - PPCR, PPI, e PPTe do estudo de caso 1, 2 e 3. ....	129
Figura 4.48 - Pacotes com falta de terminalidade no estudo de caso 3. ....	130
Figura 4.49 - Rede de precedência dos pacotes de trabalho do estudo de caso 3. ....	131
Figura 4.50 - Alteração da sequência dos pacotes contramarco e revestimento interno na obra C.....	131
Figura 4.51 - Falta de terminalidade de alvenaria na obra C.....	132
Figura 4.52 - Causa dos pacotes informais no estudo de caso 1, 2 e 3.....	132
Figura 4.53 - Aderência dos pacotes de trabalho no estudo de caso 3.....	137
Figura 4.54 - Índice de remoção de restrições no estudo de caso 3. ....	138
Figura 4.55 - Restrições do mês de julho de 2017 no estudo de caso 3. ....	138
Figura 4.56 - Argamassa estabilizada no estudo de caso 3. ....	139
Figura 4.57 - Índices de PPC, PPCQ e PPCS no estudo de caso 3. ....	139
Figura 4.58 - Desenvolvimento da etapa 1 da fase 4. ....	143
Figura 4.59 - Primeira versão do método. ....	144
Figura 4.60 - Segunda versão do método. ....	145
Figura 4.61 - Desenvolvimento da etapa 2 da fase 4. ....	146
Figura 4.62 - Abertura do grupo focal.....	146
Figura 4.63 - Grupos formados para avaliação do método. ....	147
Figura 4.64 - Fechamento do grupo focal.....	147
Figura 4.65 - Desenvolvimento da etapa 3 da fase 4. ....	148
Figura 4.66 - Terceira versão do método. ....	153

## LISTA DE QUADROS

### Capítulo 2

Quadro 2.1 - Definições das principais contribuições das publicações. ....	49
Quadro 2.2 - Definição dos tipos de perda por improvisação. ....	53

### Capítulo 3

Quadro 3.1 - Artefatos gerados pela Design Science Research. ....	66
Quadro 3.3 - Principais fontes de evidências. ....	69
Quadro 3.2 - Participantes do grupo focal. ....	81

### Capítulo 4

Quadro 4.1 - Ferramenta para registro das perdas por improvisação identificadas na obra A. ....	87
Quadro 4.2 - Ferramenta para registro das perdas por improvisação identificadas na obra B. ....	95
Quadro 4.3 - Proposta de painel de controle da unidade protótipo. ....	104
Quadro 4.4 - Planilha da relação causal entre as perdas e os impactos. ....	106
Quadro 4.5 - Proposta de painel para ser utilizado como controle operacional pelo PCO. ....	107
Quadro 4.6 - Planilha pacotes. ....	108
Quadro 4.7 - Planilha <i>making-do</i> . ....	109
Quadro 4.8 - Planilha da qualidade. ....	109
Quadro 4.9 - Comparação dos prazos e custos estimados com os prazos e os custos finais do pacote de revestimento interno no estudo de caso 3. ....	120
Quadro 4.10 - Comparação dos prazos e custos estimados com os prazos e os custos finais do pacote de alvenaria de vedação no estudo de caso 3. ....	124
Quadro 4.11 - Planilha automatizada de perdas por <i>making-do</i> , retrabalho e falta de terminalidade. ....	136
Quadro 4.12 - Planilha pacotes no estudo de caso 3. ....	141
Quadro 4.13 - Planilha <i>making-do</i> no estudo de caso 3. ....	142
Quadro 4.14 - Planilha da qualidade no estudo de caso 3. ....	142
Quadro 4.15 - Codificação da categoria 1. ....	148
Quadro 4.16 - Codificação da categoria 2. ....	150

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABN - Amostragem bola de neve.  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AECO - Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação  
DSR – *Design Science Resarch*  
FRS - *First Run Study*  
IGLC – *International Group for Lean Construction*  
IRR - Índice de Remoção de Restrições  
JIT – *Just in time*  
KC – *Kit Completo*  
MFV – Mapeamento de Fluxo de Valor  
PCP – Planejamento e Controle da Produção  
PSP - Projeto do Sistema de Produção  
PPC - Percentual de Pacotes Concluídos  
PPCR - Porcentagem Real dos Pacotes Concluídos  
PPCQ - Porcentagem de Pacotes Concluídos com Qualidade  
PPCS - Percentual de Pacotes Concluídos com Segurança  
PPTe - Pacotes com Trabalho em Progresso  
PCO - Planejamento e controle de obras  
PPI - Pacotes Informais  
SLP – Sistema *Last Planner*  
RSL – Revisão Sistemática de Literatura  
LSF - *Light Steel Frame*  
STP – Sistema Toyota de Produção  
TFV – Transformação, Fluxo e Valor  
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

# Capítulo 1

## Introdução

Neste capítulo são apresentados o contexto na qual a pesquisa está inserida, bem como o problema e as questões de pesquisa, os objetivos, a delimitação para o desenvolvimento deste trabalho e a estrutura da dissertação.

### 1.1 Contextualização

Apesar da relevância do setor da construção civil ainda há muitas discussões quanto a sua baixa produtividade, elevadas perdas, falhas de qualidade e condições inadequadas de trabalho (SOMMER, 2010). Onde os métodos construtivos adotados na Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) ainda são mal concebidos, e a mão de obra é insuficientemente treinada e desenvolvida (SCHEER *et al.*, 2007).

Diante desse cenário, com a ampliação da demanda habitacional, exigindo maior produtividade das empresas da AECO, é necessário que as mesmas tenham capacidade de produzir com qualidade e competitividade (BRASIL, 2009). Esta competitividade entre as empresas tem estimulado o interesse em inovar em sistemas de gestão, buscando melhorar a qualidade do produto e ao mesmo tempo reduzir o custo do mesmo com eliminação ou redução das perdas (LEÃO, 2014).

A eliminação das perdas proporciona ganhos consideráveis de eficiência. Um fator crítico é abordar um conjunto parcial de perdas, a grande maioria dos estudos sobre perdas na construção enfatizam excessivamente perdas de materiais (KOSKELA, 1992; FORMOSO, 1999).

Esta conceituação de perdas de materiais é muito operacional. É uma visão de perdas apenas como resíduos tendo com o objetivo reutilizar e reciclar o material desperdiçado. Entretanto a visão de perdas que é foco desta pesquisa se baseia na definição de perdas da construção enxuta que engloba tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto à execução de tarefas desnecessárias, que geram custos adicionais e que não agregam valor (FORMOSO *et al.*, 1996).

A indústria automobilística tem sido um ponto de referência para a construção civil. Esta indústria tem a particularidade de ser a pioneira em matéria de

organização da produção, o Sistema Toyota de Produção (STP) surge num cenário de competitividade, similar ao que atualmente vivencia a AECO, no caso da empresa *Toyota Motor Corporation* no Japão a meta foi eliminar perdas e alcançar os Estados Unidos em três anos.

Os princípios do STP são baseados numa produção enxuta em que busca uma tecnologia de produção que utiliza uma quantidade mínima de recursos, no menor tempo possível, com a menor quantidade de produtos inacabados; além de considerar como perda qualquer elemento que não contribui para atender a qualidade, preço ou prazo de entrega exigido pelo cliente, esforçando-se para eliminar todas as perdas existentes (KOSKELA, 1992). Segundo este autor, a rápida difusão desses princípios deve-se aos benefícios em termos de qualidade e produtividade, despertando a atenção de outras indústrias.

Na construção civil, os princípios do STP têm sido foco de diversos estudos nos últimos anos, a partir da adaptação e aplicação dos conceitos e princípios por diversos acadêmicos e profissionais da construção em nível mundial. Este esforço originou a aparição do termo *Lean Construction*<sup>1</sup>. Neste sentido, o objetivo mais importante da produção enxuta tem sido aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa das perdas (OHNO, 1998).

Contudo, a AECO apresenta peculiaridades que são apontadas como barreira para implementação dos procedimentos utilizados na manufatura, tais como: o caráter único do produto, o local da produção, a multiorganização temporária e a intervenção dos órgãos de regulamentação (KOSKELA, 1992).

As peculiaridades citadas aumentam a complexidade, a variabilidade e falta de transparência da produção, podendo levar a uma maior ocorrência de perdas (KOSKELA, 2000). Todavia, apesar dessas características dificultarem o processo de controle da produção, Koskela (1992) evidencia que, através de aplicação de soluções estruturais, os problemas podem ser evitados ou minimizados, levando a uma melhoria dos processos.

Essas soluções estruturais para melhoria do processo são o passo inicial e resultam em uma maior eficiência da produção, podendo ser obtidos pela eliminação de perdas. Formoso (1999) mostra que existem vários outros tipos de perdas significativas para este setor, além da perda de materiais.

---

<sup>1</sup> Construção enxuta.

De acordo a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) realizada nesta pesquisa, a temática sobre perdas na construção civil continua recebendo atenção da comunidade científica global, reportando que esse problema ainda é presente e um desafio neste setor. Tais estudos discutiram as categorias analisadas na construção civil.

Para facilitar a identificação e entender sua natureza Ohno (1988) classifica as perdas em sete categorias: superprodução, espera, transporte, processamento em si, estoque disponível, excesso de movimento, produção de produtos defeituosos. Na construção civil, além dessas perdas, a perda por *making-do* é considerada uma situação em que uma tarefa é iniciada sem todos os seus recursos (componentes, mão de obra, equipamentos, informação, espaço, condições externas e serviços interligados) ou os mesmos não são adequados para a execução da atividade (KOSKELA, 2004).

Este conceito foi inspirado no trabalho de Ronen (1992), que aponta a necessidade de ter um *kit completo* no início das atividades para evitar este tipo de problema. O conceito de *kit completo* proposto por Ronen (1992): conjunto de componentes, projetos e informações necessários para completar uma determinada tarefa de um processo.

Fireman (2012) identificaram, como consequências de *making-do* à redução da qualidade, falta de terminalidade e retrabalho nas tarefas. Na falta de *inputs*<sup>2</sup> padrão as equipes tendem a alterar a sequência de execução e deixam a área de trabalho sem finalizar completamente a atividade (FIREMAN, 2012).

Em contrapartida, os mesmos autores sugerem que a ocorrência de falta de terminalidade e retrabalhos resultam em pequenos pacotes de trabalho não planejados, que acabam resultando na maior incidência de *making-do*. A proposta do presente trabalho é da continuidade aos estudos sobre esses tipos de perdas, buscar melhorar o desenvolvimento das atividades nos processos de produção.

## 1.2 Problema da pesquisa

A origem das perdas do tipo *making-do* deve-se a grande variabilidade dos processos na AECO, incertezas e falhas no processo de planejamento (KOSKELA,

---

<sup>2</sup> Os inputs são os recursos de entrada geralmente classificados como recursos a serem transformados e recursos de transformação.

2004). As principais consequências deste tipo de perda nos processos de construção são as improvisações e as interrupções durante seu desenvolvimento.

Os processos da construção civil estão sujeitos a interrupções durante seu desenvolvimento, podendo ocasionar problemas com a necessidade de realocação de recursos e o aumento do prazo de produção (SANTOS *et al.*, 2012). Em geral, um elevado número de perdas existe na indústria da construção.

Embora seja difícil medir sistematicamente todas as perdas na construção, estudos de vários países confirmaram que as perdas representam uma porcentagem relativamente grande de custos de produção. Foi utilizada uma ampla gama de medidas para o monitoramento de perdas, como o excesso de consumo de materiais (FORMOSO *et al.*, 2002), retrabalho (HWANG *et al.*, 2009), defeitos (BURATI *et al.*, 1992). A quantificação das perdas foi amplamente utilizada na indústria da manufatura para avaliar o desempenho dos sistemas de produção, pois geralmente permite identificar áreas de potenciais melhorias e identificar as principais causas de ineficiência (OHNO, 1988).

Além disso, em comparação com as medidas financeiras tradicionais, algumas métricas de perdas (por exemplo, tempo que não agrega valor em um processo) são mais eficazes para suportar o gerenciamento de processos, pois permitem que os problemas operacionais sejam rapidamente detectados e gerem informações mais significativas para as equipes de trabalho, dando suporte ao controle da produção (FORMOSO *et al.*, 2017).

O estudo de perdas na construção civil é de fundamental importância na melhoria do desempenho de processos construtivos bem como na redução de custos da obra, como também no prazo da mesma. Observa-se que se faz necessário o esforço da comunidade acadêmica sobre estudos que contribuam com a identificação da causa fundamental de forma a evitar a reincidência do problema com ações preventivas (VIANA *et al.*, 2012).

Nos últimos anos, as perdas por *making-do* tem sido largamente investigadas, principalmente no Brasil, visando a sua melhor compreensão (SOMMER, 2010; FIREMAN, 2012). Sommer (2010) ao desenvolver um método para identificação de perdas *making-do* tendo como um dos resultados sobre este tipo peculiar de perda, que o mesmo raramente chama atenção na fase de planejamento.

De acordo com Fireman (2012), há uma forte relação entre perdas por *making-do* e a existência de pacotes informais, ou seja, pacotes de atividades que

são executadas sem terem sido planejadas e cujos requisitos nem sempre são verificados de forma sistemática. Por conseguinte, falta de terminalidade das atividades, trabalho em progresso (pela quantidade de estoques intermediários de atividades já executadas) e aumento do *lead time*<sup>3</sup> também podem ser observados devidos aos pacotes de trabalhos informais no canteiro de obras.

Fireman *et al.* (2013) enfatizam que os pacotes de trabalho com pequenos retrabalhos e terminalidades das tarefas são geralmente negligenciados nas reuniões de planejamento de médio e curto prazo. Ainda de acordo com o mesmo autor o *making-do* tem como causa principal as deficiências no planejamento de médio prazo, em que as restrições não são devidamente removidas (FIREMAN, 2012; SOMMER, 2010).

O início das tarefas sem que estejam disponíveis todos os recursos necessários e devido à reação das equipes para que o trabalho não seja interrompido pode ainda ter como consequência: diminuição da produtividade; desmotivação; perda de materiais; retrabalho; redução da segurança; e redução da qualidade (FORMOSO *et al.*, 2011).

Existem evidências indiretas de que as perdas por improvisação tende a ser muito altas em canteiros de obra (FORMOSO *et al.*, 2017). Logo, de acordo com Ballard (2000) a implementação do Sistema *Last Planner* (SLP) aponta que uma das principais causas das falhas de planejamento, medida pelo índice de PPC (Percentual de Pacotes Concluídos), que é a má gestão dos pré-requisitos (por exemplo, fornecimento de materiais, projeto, infraestrutura do espaço de trabalho, instalação de equipamentos), o que torna impossível completar tarefas incluídas em planos de curto prazo devido à falta de insumos. Segundo Formoso *et al.* (2017), é necessário investigar diretamente a origem da perda no processo de produção da construção, apontando suas principais causas.

Neste sentido, o foco deve ser as causas das perdas, ao invés de tentar monitorar ou controlar as consequências das perdas na produção (SERRA *et al.*, 2017). Embora, a elaboração e o cumprimento de procedimentos padronizados possam contribuir para a redução das perdas por *making-do*, tais medidas não são suficientes para sua eliminação (FORMOSO *et al.*, 2011).

---

<sup>3</sup> Tempo de atravessamento, requerido para um produto se movimentar por as etapas de um processo, do início ao fim.

Estudos anteriores (Formoso *et al.*, 2011; Formoso *et al.*, 2017) indicam a necessidade de dedicar esforços no Projeto do Sistema de Produção (PSP), remoção sistemática de restrições no planejamento de médio prazo e integração entre o Planejamento e Controle da Produção (PCP) com o gerenciamento da qualidade. A figura 1.1 mostra um mapa conceitual a respeito da justificativa desta pesquisa.

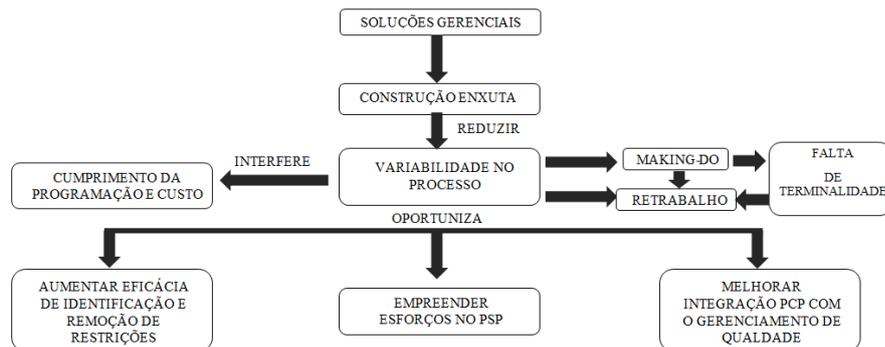


Figura 1.1 - Mapa conceitual da justificativa do trabalho.

Fonte: Autora (2018).

As perdas por *making-do* e falta de terminalidade são incidentes tanto em sistemas construtivos tradicionais, como também em sistemas industrializados, embora neste último exista um maior potencial para a sua redução, já que eles têm normalmente menores possibilidades de improvisação (SERRA *et al.*, 2017). Como sugestões para futuros trabalhos, Formoso *et al.* (2017) propõem investigar sistematicamente as perdas no controle da produção em combinação com outros indicadores de *making-do*, tais como as falhas de planejamento.

A ênfase dada à variabilidade do processo que é o propósito primordial da prototipagem (Ballard e Howell, 1997), um dos objetos de estudo desta pesquisa, é a redução da variabilidade. A redução da variabilidade está relacionada com a previsibilidade do tempo de ciclo, assegurada pela disponibilidade constante de um conjunto de recursos de mão de obra, máquinas, materiais e métodos, também designado de 4M's.

Scaramussa *et al.* (2017) afirmam ser necessário mais estudos e análises de casos relacionando o contexto e as causas para entender a relação causal entre as perdas *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade, já que ao olhar um processo e atribuir uma causa raiz, pode-se ver apenas uma perda e não toda sua cadeia.

A presente pesquisa corrobora com Viana *et al.* (2012) sobre as contribuições dos estudos, a grande maioria descreve apenas as medidas operacionais utilizadas

para guiar a coleta de dados das categorias de perdas. Dessa forma, fica como uma questão que permanece desconhecida à comunidade científica, identificar as causas das perdas e abordar a implementação de ações para reduzir ou eliminar perdas por *making-do*, esta categoria de perda é considerada como a causa raiz de outras perdas na construção civil, entre eles retrabalho e falta de terminalidade (FORMOSO *et al.*, 2015; SCARAMUSSA *et al.*, 2017.; FORMOSO *et al.*, 2017).

Enquanto do ponto de vista da prática laboral no setor da AECO esta pesquisa contribue com estratégias de melhoria no sistema de gestão com a participação de todos os envolvidos no processo e permitindo a aprendizagem intrínseca, para que este passe a ter como objetivo prevenir e eliminar a fonte de problemas, em vez de lidar com os impactos.

### **1.3 Questões de pesquisa**

A questão principal do presente trabalho é:

- Com base no problema de pesquisa apresentado acima foi proposta inicialmente a seguinte questão de pesquisa: Como prevenir perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade em canteiros de obras?

Como questões secundárias propõe-se:

- Quais as categorias e contribuições teóricas dos estudos sobre perdas na construção civil?
- Como identificar a origem e avaliar o impacto das perdas por *making-do*, e a relação causal com perdas por retrabalho e falta de terminalidade?
- Quais os impactos no prazo e no custo das perdas por falta de terminalidade e qual aplicabilidade deste método nos pacotes de trabalho?

### **1.4 Objetivos da pesquisa**

O objetivo geral desta dissertação consiste em:  
“propor um método de prevenção de perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade em canteiros de obra”.

A partir do desdobramento do objetivo geral, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Identificar a origem e avaliar o impacto das perdas por *making-do*, e a relação causal com perdas por retrabalho e falta de terminalidade.
- ✓ Especificar os impactos no prazo e no custo das perdas por falta de terminalidade e qual aplicabilidade deste método nos pacotes de trabalho.

## 1.5 Delimitações

Uma das limitações desta pesquisa são as práticas associadas ao processo de planejamento e controle da produção com desempenhos diferentes nas obras analisadas.

## 1.6 Estrutura do Trabalho

No presente capítulo foram apresentadas as justificativas sobre o cenário e contextualização do trabalho, destacando o problema da pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos, a delimitação da pesquisa e estruturação do trabalho.

O **capítulo 2** aborda um levantamento bibliográfico sobre os princípios do pensamento enxuto, apresentando a condução desses conceitos ao setor da construção que se encontra no trabalho de Koskela (1992). Como também a evolução do conceito de perdas a partir da manufatura, baseada nos conceitos de Ohno (1988) e de uma visão mais ampla, abordando novos conceitos e classificações, destacando o conceito de perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade; as diferentes contribuições de estudos sobre perdas, dando destaque as ações preventivas e as limitações dos estudos que contribuem com ação preventiva de perdas. Por último, os sistemas de planejamento e controle da produção que embasam o método proposto.

O **capítulo 3** apresenta a justificativa da escolha da estratégia de pesquisa adotada, o delineamento e o detalhamento das fases da pesquisa, incluindo as fontes de evidências utilizadas para a realização do trabalho.

O **capítulo 4** discorre os resultados obtidos na pesquisa e o método proposto para prevenção de perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade em canteiro de obras.

O **capítulo 5** são apresentadas às conclusões obtidas após a realização da pesquisa e também sugestões para possíveis trabalhos.

## Capítulo 2

# Fundamentação teórica

Este capítulo apresenta inicialmente os cinco princípios do pensamento enxuto que foram identificados por Womack e Jones (1998). A apresentação dos princípios é seguida pela discussão dos princípios para melhoria dos sistemas produtivos propostos por Koskela (1992) na construção civil. Em seguida, são apresentadas pesquisas na área da construção civil e suas contribuições sobre o estudo de perdas, relação causal entre as perdas (*making-do*, retrabalho, falta de terminalidade) e, por fim, os sistemas de planejamento e controle da produção.

### 2.1 Princípios do Pensamento Enxuto

Após a derrota do Japão na segunda guerra mundial e a necessidade de reconstrução de sua economia, surgem os princípios fundamentais do STP. Visando alcançar os Estados Unidos em três anos, foi estabelecida uma estratégia de produção de grande variedade de modelos em baixas quantidades (OHNO, 1988).

O sistema de produção e gerenciamento desenvolvido na Toyota foi resultado de esforços de tentativa e erro para competir com a produção em massa, já estabelecida nas indústrias de automóvel americanas e europeias (SHINGO, 1996).

A base do STP é a absoluta eliminação das perdas e os dois pilares necessários para suportar esse sistema são: *Just-in-Time* (JIT) e automação com toque humano, ou *autonomação*. O conceito do JIT está relacionado com o conceito de produção por demanda, em que os insumos deveriam alcançar a linha de montagem no momento e quantidade necessários. A automação com toque humano é a possibilidade de se evitar produtos defeituosos autonomamente (OHNO, 1988).

Womack e Jones (1998) definem o pensamento enxuto como uma maneira de especificar valor, alinhar na melhor sequência as atividades que criam valor, onde estas atividades ocorram sem interrupção quando solicitadas e realizadas de forma cada vez mais eficaz. Estes autores identificaram cinco princípios básicos que

orientam o pensamento enxuto nas organizações com o objetivo de criar valor e eliminar perdas. Os cinco princípios são listados a seguir:

- **Especificação do valor:** Oferecer maior valor agregado para o cliente;
- **Identificação da cadeia de valor:** Identificar e eliminar perdas ao longo de toda a cadeia de valor;
- **Fluxo:** As atividades necessárias para entrega de um produto devem ocorrer em fluxo contínuo tanto quanto possível (produção sem interrupções);
- **Puxar:** A produção deve ser “puxada” pelo cliente e definida com base no que ele entende por valor ao invés de a empresa “empurrar” produtos ao cliente com base no que ela pensa que o cliente deseja;
- **Perfeição:** Melhoria contínua através de rápida detecção e solução de problemas na base.

Portanto, as práticas adotadas pelo executivo da Toyota Taiichi Ohno, juntamente com Shigeo Shingo (um dos criadores do STP), têm a intenção de identificar as perdas e encontrar medidas para eliminá-las que é a origem dos princípios do pensamento enxuto.

### **2.1.1 Princípios do Pensamento Enxuto voltados à construção civil**

A aplicação dos princípios do pensamento enxuto na construção civil depende primeiramente do entendimento do panorama atual dessa indústria. Por muito tempo, os princípios gerenciais, baseados na abordagem convencional de produção, trouxeram barreiras para um verdadeiro progresso, pois o foco estava em partes do processo e não na visualização do processo como um fluxo completo, gerando inúmeras perdas e negligência do essencial (KOSKELA, 1992).

Portanto, o passo inicial para o aperfeiçoamento da indústria da construção é, antes de tudo, uma mudança no modo de pensar, de enxergar os processos, ao invés de aplicar ferramentas isoladas ou procurar soluções separadamente para os problemas. Desse modo, apesar de suas peculiaridades, será possível aplicar a nova filosofia de produção na construção civil com as devidas adaptações.

Em alternativa, a primeira tentativa de transpor os conceitos do pensamento enxuto ao setor da construção encontra-se no trabalho de Koskela (1992), passando

a considerar a produção como um fluxo de material e/ou informações desde a matéria prima até o produto final. Neste fluxo, existem as atividades de conversão e de fluxo, que representam atividades agregadoras e não agregadoras de valor distribuídas ao longo do fluxo. As atividades de processamento representam o aspecto de conversão de produção, enquanto as atividades de inspeção, movimentação e espera representam o aspecto do fluxo de produção.

Dessa forma, a ideia principal dessa nova filosofia de produção é reduzir ou eliminar as atividades de fluxo e aumentar a eficiência das atividades de conversão (KOSKELA, 1992). A partir desta análise, Koskela (1992) define onze princípios para melhorar o projeto dos sistemas de produção:

- i. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;
- ii. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes;
- iii. Reduzir a variabilidade;
- iv. Reduzir o tempo de ciclo;
- v. Simplificar através da redução do número de passos ou partes;
- vi. Aumentar a flexibilidade de saída;
- vii. Aumentar a transparência do processo;
- viii. Focar o controle no processo global;
- ix. Introduzir a melhoria contínua no processo;
- x. Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões;
- xi. Fazer *Benchmarking*.

Muitos dos princípios da nova filosofia de produção proposta por Koskela (1992) estão relacionadas entre si e todos são importantes, para cada fluxo da construção, que são de acordo com Picchi (2001): os fluxos de negócio, de projeto, de obra, de suprimentos e de uso e manutenção.

Picchi (2001) identifica as oportunidades de aplicação do pensamento enxuto no setor da construção como um todo, exemplificando-as através de estudos outrora desenvolvidos. No que concerne ao fluxo de obra, há diversas aplicações na literatura, como Mapeamento do Fluxo de Valor – MFV (simples processo de observação direta dos fluxos de informação e de materiais, como eles ocorrem, resumindo-os visualmente, e vislumbrando um estado futuro melhor com melhor

desempenho), redução do *lead time*, uso de células de produção (fluxo de trabalho onde as tarefas e quem as executa estão conectados em termos de tempo, espaço e informação), entre outros. Atenta-se no fluxo de obra para a oportunidade de se estudar a aplicação mais integrada e abrangente dos princípios.

Através da utilização dos princípios do *Lean Thinking* (Mentalidade Enxuta) são observados na manufatura relevantes ganhos de produtividade e redução sistemática de perdas, o que desperta interesse crescente no setor da construção civil (PICCHI; GRANJA, 2004).

## 2.2 Sistemas de planejamento e controle da produção

Dentre os sistemas de planejamento e controle da produção, pesquisaram-se para solucionar o problema proposto às teorias do PSP por meio do *First Run Study* (FRS) e o sistema de PCP (*Last Planner System*): planejamento de médio prazo e planejamento de curto prazo integrado com a gestão da qualidade.

Por sua vez, os sistemas investigados em busca de conceitos e ferramentas para a construção do método desta dissertação. Logo, procuraram-se também trabalhos acadêmicos que contribuíssem com a integração desses sistemas. Concordando com Schramm (2004) o objetivo do PSP é fornecer informações de entrada para o PCP, atenuando a variabilidade e a incerteza, inerentes dos processos produtivos na construção.

Na interface do sistema de produção com o PCP, é possível aumentar às oportunidades de se reduzir as perdas, caracterizando um sistema puxado<sup>4</sup> de planejamento e de produção. Um sistema sendo considerado puxado tende a ter maior precisão dentro de uma janela de confiabilidade e pode ser considerado contínuo quando existem *buffers* de pequenas durações entre as atividades consecutivas das equipes (BALLARD, 2000; KOSKELA, 2000; SCHRAMM, 2004).

O PSP apresenta uma estrutura de planejamento coerente como o processo de controle e programação da obra; desenvolvimento de unidades denominadas como protótipos ou FRS, que segue o escopo do PSP; avalia as atividades de cada pacote de trabalho, estabelecendo durações mais precisas e verificando a solidez das informações constantes nos detalhes fornecidos em projeto.

---

<sup>4</sup> O sistema puxado consiste em controlar a produção entre dois processos e ordenar o momento e a quantidade exata a ser produzida com base na necessidade do processo requerente.

### 2.2.1 Projeto do Sistema de Produção (PSP)

A maioria dos recursos empregados no sistema de produção é definida durante a fase de PSP. Portanto, se reduz a variabilidade por meio da estabilização da produção obtida com o PSP é possível buscar a manutenção de um fluxo contínuo dos recursos de uma unidade-base de produção para outra (SCHRAMM, 2004). A unidade-base de produção é considerada como uma unidade repetitiva representada por um pavimento, um apartamento, uma casa ou um sobrado, e pode ser dívida em zonas de trabalho.

Nas zonas de trabalho se definem os recursos, assim o PSP planeja definindo quem deve estar envolvido em qual papel para decisões a respeito de como o trabalho físico deverá ser realizado (BALLARD, 2000). As principais métricas para acompanhamento do PSP são: tempo de ciclo e indicadores de produtividade possuindo como parâmetro de demanda o tempo *takt*<sup>5</sup>. Para Schramm (2004) a concepção da produção inicia pela definição do tempo *takt*.

O método para elaboração do PSP proposto por Schramm (2004) e Boni *et al.* (2014) abrange as seguintes etapas (Figura 2.13):

- Definição da sequência de execução e pré-dimensionamento da capacidade dos recursos de produção para a unidade-base;
- Definição da estratégia de execução do empreendimento;
- Estudo dos fluxos de trabalho do empreendimento;
- Dimensionamento da capacidade dos recursos de produção para o empreendimento como um todo;
- Identificação e projeto dos processos críticos no empreendimento.

---

<sup>5</sup> O tempo *takt* corresponde ao ritmo de produção necessária para atender a demanda.

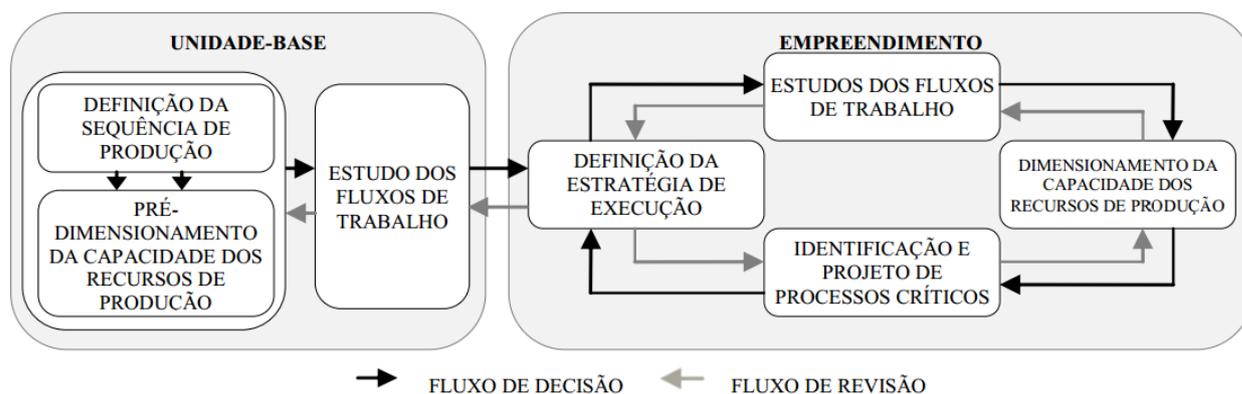


Figura 2.1 - Etapas do PSP para empreendimentos habitacionais.

Fonte: Schramm (2004).

Em suma, o PSP tem como objetivo o estudo do fluxo do trabalho. O potencial de melhoria oferecido pelo PSP é fornecer informações de entrada para elaboração de planejamento de longo, médio e curto prazo. Sendo assim, auxilia no atendimento ao plano de ataque, à sincronização de operações e manutenção dos ritmos dos processos produtivos.

No contexto da construção civil, em função das incertezas ser elevadas neste setor desde a etapa inicial de captura do cliente até a etapa final e em função da declarada contribuição da prototipagem em reduzir incertezas, a prototipagem no início da produção auxilia na interpretação de detalhes construtivos por parte das equipes.

### 2.2.1.1 Unidade protótipo

A palavra protótipo é derivada do grego *prototypon* que é a primeira forma ou o primeiro produto produzido (GRIMM, 2004). Desta maneira, um protótipo implica a pré-produção completa de um produto.

O mesmo autor afirma que como benefício do emprego de protótipos, a melhoria na veiculação de informação entre agentes envolvidos no desenvolvimento do produto, entre os quais clientes, investidores, diretores, projetistas, fornecedores e pessoal de produção. Entre as informações veiculadas, incluem-se falhas e erros que possam existir no produto.

Conforme Clark *et al.* (1992), os procedimentos estruturados voltados a experimentar e testar diferentes alternativas podem ser utilizados por engenheiros e projetistas ao longo das etapas de concepção do produto e da produção com

objetivo de cumprir metas associadas à redução do *lead time* e à melhoria da qualidade do produto. Os principais passos envolvidos são: estruturação do problema e levantamento de alternativas, definição de um modelo para avaliá-los, teste das alternativas e avaliação dos resultados (CLARK *et al.*, 1992).

Nas etapas de concepção e detalhamento do produto e da engenharia do processo são, normalmente produzidos protótipos iniciais a partir de esboços, de desenhos do produto em modelos tridimensionais (3D) produzidos por *softwares* de projeto (CAD) e a prototipagem rápida, empregada para a produção de protótipos físicos (SAFFARO, 2007).

Além da prototipagem com ênfase no produto, existem também diversas abordagens de prototipagem que são focadas no processo de produção. De acordo com Clark *et al.* (1992), a prática de experimentar e testar alternativas de sistemas de produção pode ser realizada não apenas por intermédio de uma produção-piloto, mas também no início da fase de produção propriamente dita, quando está num ritmo lento e gradualmente evolui para um ritmo desejado da linha de produção.

Clark *et al.* (1992) definem produção piloto (*pilot run*) como a experimentação da produção de um novo produto, que visa o treinamento dos operários e à identificação de problemas não solucionados nas etapas anteriores de desenvolvimento do produto. Embora tenham diferenças entre a prototipagem que geralmente é realizada na concepção do produto e as atividades de experimentação da produção, são possíveis identificar semelhanças entre as mesmas.

Em todos os tipos de experimentação da produção o propósito é reduzir custos e incertezas (SAFARRO, 2007). Para isso, são adotadas ações como: produção piloto (ensaio da produção, uma vez que ocorre em ambiente real), estudo piloto (ensaio de uma ação que envolve inovação ou uma mudança), *ramp up* (aumento gradual na velocidade da produção até que atinja toda sua capacidade) e *on-line learning* (método residual de depuração de problemas ainda não detectado pelas oportunidades anteriores de aprendizagem e que podem prejudicar o funcionamento normal ou esperado da nova tecnologia).

As atividades produção-piloto, *ramp-up* e *on-line learning* também são denominadas de prototipagem, como em todos os casos o produto esperado é o processo de produção, estas atividades são entendidas como prototipagem do processo de produção.

A prototipagem no início da etapa de produção, utilizando o próprio processo

de produção é abordada por Ballard e Howell (1997). Estes autores utilizam o termo *First Run Study* (FRS) de forma similar ao que Clark *et al.* (1992) nomeiam produção piloto. O FRS é uma das teorias base para este trabalho por isso será melhor detalhado.

O FRS é uma forma de planejamento de processos similar à prototipagem, contando com a participação de representantes dos profissionais envolvidos, sendo examinado em detalhes e buscando-se ideias e soluções (BALLARD, 2000). Ainda de acordo com Ballard (2000) estas unidades protótipos consistem basicamente na realização de uma unidade habitacional completa, dentro do próprio empreendimento, que simule todo sistema construtivo, bem como os aspectos de interferências entre as atividades e a qualidade final de acabamento a ser requerido como padrão para as demais unidades. Este processo pode auxiliar as equipes na avaliação prévia das condições de trabalho, identificando e antecipando perdas.

O FRS é um meio para lidar com as incertezas e complexidade da construção civil, consequência da falta de domínio completo da sequência operacional de trabalho e da quantidade de elementos intervenientes que interagem de forma imprevisível, por exemplo, as perdas.

Howell e Ballard (1999), afirmam que a aplicação do FRS deve ocorrer em todas as tarefas de cada empreendimento. Entretanto, acrescentam que, se por algum motivo for necessário selecionar tarefas, devem ser escolhidas aquelas críticas em termos de prazo, aquelas sujeitas a riscos de acidentes e as tarefas novas a serem priorizadas. Os mesmos autores consideram tarefas repetitivas como prioritárias.

As tarefas repetitivas possibilitam de forma mais fácil o retorno do empenho da equipe ao efetuar o FRS. Todavia, normalmente não são priorizadas por que a equipe considera que já conhece o suficiente a respeito da sua sequência de execução, o FRS é recomendando com uma antecedência do início da tarefa objeto de estudo (BALLARD; HOWELL, 1997).

Howell e Ballard (1999) compreendem que ao longo da execução, há necessidade de ajustar informações relativas à, por exemplo, localização dos materiais, número e tipos de equipamentos, capacidade de produção e trabalho em progresso.

Os procedimentos para aplicação do FRS se enquadram no ciclo PDCA. Os procedimentos são representados na figura 15. O ciclo PDCA é um método formal e

estruturado para solução de problemas, baseado em dados coletados sobre a situação existente, incluindo quatro passos gerais: *Plan* – planejar (planejar metas e métodos para atingi-los), *Do* - Executar (Implementar o plano de ação), *Check* – Verificar (confirmar os efeitos do plano implementado) e *Act* - Ação (estabelecer ou revisar o padrão para prevenir recorrência do problema).

**DEFINIÇÃO DO PLANO (PLAN)**

- 1- Selecionar a tarefa a ser estudada;
- 2- Motivar as pessoas e esclarecer o propósito do estudo;
- 3- Elaborar o desenho do método, incluindo todas as operações, utilizando, por exemplo, o gráfico de barras;
- 4- Discutir através de um *brainstorming* como eliminar, reduzir ou tornar paralelas algumas operações;
- 5- Verificar o desenho do método quanto ao aspecto segurança, antecipando riscos e especificando prevenções;
- 6- Listar prováveis erros e especificar prevenções com base em experiências anteriores;
- 7- Designar mão de obra capacitada e os recursos necessários (materiais, equipamentos e ferramentas);

**EXECUÇÃO DO PLANO (DO)**

- 8- Colocar as idéias em prática na primeira rodada;

**VERIFICAÇÃO (CHECK)**

- 9- Descrever e medir o que realmente ocorre;
  - Passos do processo (operações), seqüências e durações
  - Erros, omissões e retrabalho
  - Acidentes, quase acidentes e riscos
  - Recursos utilizados (mão de obra, equipamentos e ferramentas)
  - Produtividade

**AÇÕES DE CORRECÇÕES (ACT)**

- 10- Reconvocar a equipe, inclusive aqueles que executam a tarefa para rever os dados e compartilhar idéias. Os passos anteriores se repetem até que tenham sido exauridas as possibilidades de melhorias;
- 11- Comunicar o método melhorado e o desempenho esperado como o padrão a ser atingido ou superado.

Figura 2.2 - Procedimentos para aplicação do FRS a partir do ciclo PDCA.

Fonte: Ballard e Howell (1997).

Este roteiro apresentado na (Figura 2.14) aponta a definição dos planos a serem colocados em prática no primeiro ciclo de repetição e as propostas de alterações para melhoria dos processos. Como também, as ferramentas gráficas para representar o desenho do método e técnicas para estimular a troca de conhecimento, tais como, *brainstorming* (atividade desenvolvida para explorar a potencialidade criativa da equipe) são valorizadas porque promovem a aprendizagem da equipe com relação à execução da tarefa.

Vale destacar que apesar do caráter experimental do FRS, implicando a necessidade de constantes interrupções para esclarecer dúvidas e discutir problemas quando da execução das atividades no primeiro ciclo de repetição, é possível estabelecer durações e produtividades possíveis de serem atingidas ou desafiadas (BALLARD; HOWELL, 1997).

### 2.2.2 Planejamento e controle da produção

Apesar da relevância, é possível identificar na literatura críticas a respeito do modelo de controle tradicionalmente empregado na construção e as consequências relacionadas às falhas que estão inseridas no mesmo. Normalmente, o modelo de controle apresenta como objeto de controle: recursos e tempo (BALLARD, 2000).

Na construção civil, frequentemente as formas tradicionais de planejamento têm se resumido à geração de orçamentos e planos de longo prazo direcionados ao empreendimento. As informações utilizadas para geração do planejamento de longo prazo são baseadas em empreendimentos anteriores, entendido como planejamento empurrado<sup>6</sup>.

O significado de controle como o processo que garante que o curso das ações seja mantido e as metas desejadas sejam alcançadas (LAUFER; TUCKER, 1987). O controle envolve medir e avaliar o desempenho quando o desempenho divergir do planejado. Formoso (1991) evidencia que o planejamento só faz sentido quando integrado ao controle, assim o planejamento só é efetivo quando seguido do controle. Ainda segundo Laufer e Tucker (1987), o formato dos planos e o nível de detalhe devem ser determinados com o objetivo em mente de facilitar o controle da produção.

Para Ballard (2000), os recursos (horas de trabalho, material, equipamentos, etc.) são planejados e controlados por meio de um sistema de controle, cujo objetivo é elevar a produtividade, ou seja, maximizar a eficiência no uso dos recursos. O uso de cada recurso é monitorado de acordo com o orçamento e previsões periódicas são feitas sobre a necessidade de recursos, baseado no estado atual do empreendimento (BALLARD, 2000). O referido autor alerta que o controle do tempo envolve monitoramento do progresso das atividades de acordo com o cronograma e a previsão de quando será concluído. Em suma, o objetivo do controle do tempo é o progresso, não a produtividade.

Koskela (2004) distingue esse modelo como do tipo termostato, por medir o desempenho na saída, comparando com uma meta previamente estabelecida. Ronen (1992) também crítica o ponto de controle usualmente empregado por ser ao

---

<sup>6</sup> O planejamento empurrado consiste em produzir independente da necessidade do processo posterior.

final do processo. Este autor sugere que o controle deveria ser feito em um estágio anterior ao início do processo, mais especificamente em um ponto crítico, no qual as ações corretivas ainda podem ser tomadas. Por conseguinte, seria possível evitar o surgimento de perdas na construção, em especial a perda por *making-do*.

Outra falha clara nesse modelo de controle é que a produtividade dos recursos pode estar de acordo com o orçamento e o progresso de acordo com o previsto, mas pode não está sendo feito o trabalho certo, na maneira certa e no momento ideal (BALLARD, 2000). Nesse ponto, embora possa parecer que a obra está no caminho certo, o trabalho produzido pode não estar de acordo com os requisitos de qualidade do produto ou requisitos de qualidade do processo, o que para este autor, faz com que o controle da qualidade seja um mecanismo separado.

Com relação a este aspecto, tal falha está associada à visão predominante na construção de que se estão sendo cumpridos seus compromissos contratuais, onde não é relevante a maneira que as equipes realizam seu trabalho (BALLARD; HOWELL, 1997). Nesta visão, o controle da produção fica mais focado em entregar o produto do que reduzir as perdas e os problemas da qualidade, e ainda isenta as equipes da responsabilidade pelo controle da qualidade, passando esta função para um departamento em específico (BALLARD, 2000).

Ademais, Ballard e Howell (1997) certificam que tomar decisões sobre as causas ou ações corretivas para os desvios, confiando apenas em dados de produtividade e progresso (ou avanço físico), sem entender o fluxo do trabalho, pode gerar resultados limitados. Neste sentido, a disparidade existente entre os objetivos individuais das equipes de trabalho e o objetivo de estabilizar o fluxo da produção como um todo propiciam interrupções no fluxo da equipe de produção (SACKS *et al.*, 2009).

Afinal, destaca-se que o foco do controle deveria ser em identificar as causas dos desvios e agir sobre as mesmas, ao invés de apenas alterar o nível de desempenho para alcançar uma meta estabelecida. A aprendizagem intrínseca de um processo de melhoria deve estar também inserida no controle, para que este passe a ter como finalidade eliminar a fonte dos problemas, em vez de lidar com seus efeitos (KOSKELA, 1992).

### **2.2.2.1 Sistema *Last Planner* de Controle da Produção**

Ballard (2000) descreve o sistema SLP como um método de controle explicitamente dedicado à redução e gestão da variabilidade, com o objetivo principal de melhorar a confiabilidade do fluxo de trabalho. Para alcançar esta finalidade, o SLP apresenta uma estrutura hierárquica pautada em três níveis: Planejamento de Longo Prazo, Planejamento de Fases, Planejamento de Médio Prazo (*lookahead*), e o planejamento de curto prazo (ou de comprometimento).

Para Formoso *et al.* (1999), o planejamento de longo prazo tem como principal produto o plano mestre (*master plan*), que define os ritmos em que deverão ser executados o processo de produção. Segundo esses mesmos autores, eventuais mudanças ao longo da obra, motivadas por atraso na execução ou por outros fatores tornam necessária à utilização periódica do plano mestre.

O planejamento de fases (*phase scheduling*) é um plano detalhado para completar cada uma das fases do empreendimento (BALLARD, 2000). Esse plano é a ligação entre a estruturação do trabalho e o controle da produção, de forma a garantir que está sendo predeterminado o trabalho correto no momento certo para atingir os objetivos estabelecidos (BALLARD, HOWELL; 2003). Segundo Hamzeh *et al.* (2012) as fases são divididas em atividades e essas atividades são planejadas de trás para frente, a partir do marco (*milestone*) definido.

No planejamento de médio prazo, as etapas do plano mestre são desintegradas em um nível de detalhes apropriado para se tornarem atribuições e após uma transformação do que deve ser feito para o que pode ser feito, forma-se um estoque de atribuições livres de restrições, a partir do qual pode ser formado o pacote de trabalho (BALLARD, 2000). Ainda segundo esse autor, as restrições são atividades gerenciais, necessidades físicas, financeiras e de informações de projeto que, caso não sejam disponibilizadas no momento, na quantidade e especificação corretas, impedem a programação dos pacotes de trabalho relacionados às mesmas. O índice deste nível é o Índice de Remoção de Restrições (IRR), que verifica o percentual de restrições removidas no médio prazo.

O planejamento de curto prazo é geralmente realizado em ciclos semanais, sendo caracterizado pela alocação de pacotes de trabalhos a equipes (FORMOSO *et al.*, 1999). Continuamente, os pacotes de trabalho previstos no médio prazo são fracionados em lotes menores. Esses pacotes são definidos com base em uma negociação, na qual os participantes da reunião de curto prazo comprometem-se com as metas semanais, sendo, por isso, conhecido como planejamento de

comprometimento (FORMOSO *et al.*, 1999).

Além da estrutura hierárquica, o SLP é fundamentado em dois elementos principais: controle da unidade de produção e controle do fluxo de trabalho. O primeiro tem o intuito de melhorar progressivamente as atribuições para os trabalhadores através do aprendizado contínuo e a ação corretiva, enquanto o segundo elemento procura estabilizar o fluxo de trabalho (BALLARD, 2000).

Ainda conforme Ballard (2000), uma das funções do SLP é coordenar as equipes na execução do pacote de trabalho dentro da unidade de produção<sup>7</sup>. No SPL, o pacote de trabalho (*assignment*) é considerado como um trabalho específico que uma determinada equipe compromete-se a realizar (BALLARD, 2000). Sendo assim, o pacote de trabalho deve ser satisfatoriamente detalhado, e conseqüentemente preparado para que sua conclusão possa ser identificada claramente (BALLARD; HOWELL, 1997; BALLARD, 2000).

A qualidade nos planos produzidos no curto prazo é o ponto chave para o desempenho das equipes (BALLARD, 2000). O controle da unidade de produção é eficaz através do Percentual de Pacotes Concluídos (PPC). Esse indicador corresponde ao número de pacotes concluídos dividido pelo número de pacotes planejados na semana, assim os pacotes de trabalho que não foram concluídos durante a semana e identificados às razões por não terem sido realizados, criando um ciclo de aprendizagem (Figura 2.15).

O indicador PPC é utilizado para avaliar a confiabilidade dos planos SLP e considera apenas a conclusão dos pacotes de trabalho, mas não sua qualidade (SUKSTER, 2005). Por isto, foi proposto por Sukster (2005), para avaliar a qualidade dos pacotes de trabalho conforme os critérios especificados no sistema de gestão da qualidade o índice Porcentagem de Pacotes Concluídos com Qualidade (PPCQ).

---

<sup>7</sup> Grupo de trabalhadores diretos da produção que fazem ou compartilham responsabilidades por um trabalho semelhante, aproveitando as mesmas habilidades e técnicas.

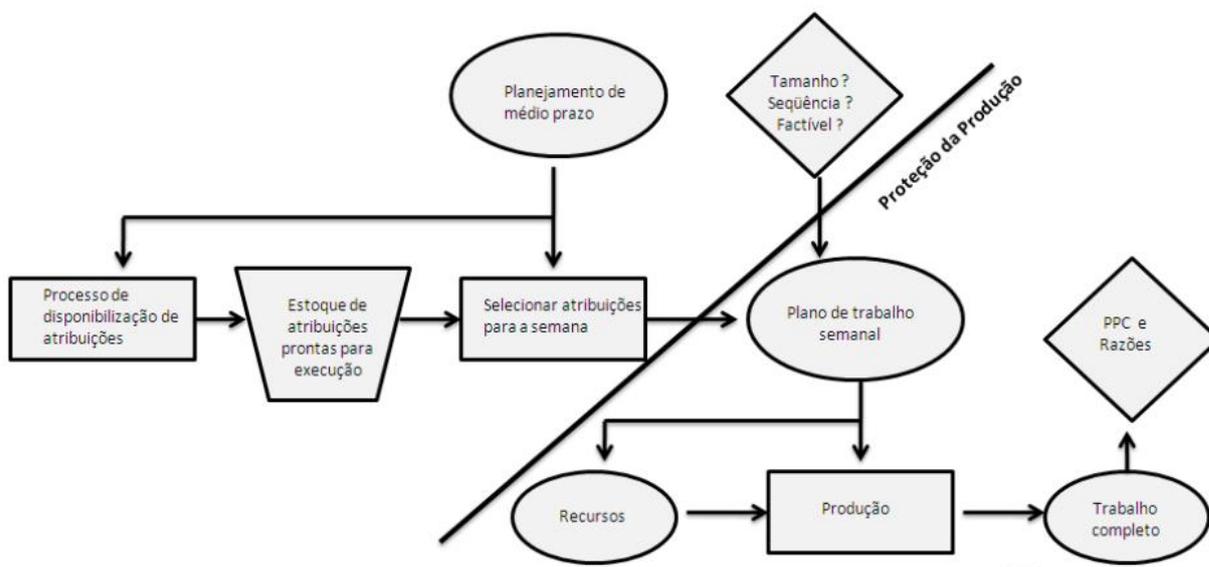


Figura 2.3 - Mecanismo de proteção da produção.

Fonte: Ballard e Howell, 1997.

Como ser verificado na figura acima, a definição dos pacotes de trabalho seguindo os critérios de qualidade faz parte de um mecanismo de proteção da produção (*shielding protection*) que busca lidar com a incerteza que existe no fluxo de trabalho, e assim, criar um ciclo de comprometimento com as equipes e fornecedores (BALLARD; HOWELL, 1997). Na verdade, a proteção da produção inicia no planejamento de médio prazo a partir da identificação e remoção sistemática das atribuições programadas.

Contudo Ballard (2000) explana que, devido a sua natureza de curto prazo, este mecanismo não consegue evitar que os recursos estejam com sua capacidade limitada quando o fluxo de trabalho estiver fora da sequência ou em quantidade suficiente.

O outro elemento que é controle do fluxo de trabalho deve permitir que o trabalho se mova na sequência e ritmo desejado entre as unidades de produção (BALLARD, 2000). Segundo Ballard (2000) no nível de planejamento de médio prazo que é feita a coordenação do fluxo de projetos, suprimentos e instalações entre as unidades de produção (BALLARD, 2000).

Conforme citado anteriormente, as etapas definidas no planejamento de médio prazo, num grau de detalhes apropriado para depois se tornarem atribuições no planejamento de curto prazo. De acordo com Ballard (2000), o planejamento de médio prazo engloba um horizonte de 3 a 12 semanas (dependendo do

empreendimento), e sua regra geral consiste na triagem dos pacotes de trabalho que podem ser concluídos conforme a programação.

Ao definir os pacotes de trabalho, os mesmos são identificados e removidos todas as restrições, a fim de tornar este pacote pronto para execução (BALLARD; HOWELL, 1997). Bernardes (2001) cita como exemplos de fontes de restrições: cláusulas contratuais, projeto inacabado, processo de aprovação de projetos, não disponibilidade de recursos, problemas na execução de pacotes predecessores àquele que está sendo planejado, entre outras.

Para Ballard (2000) e Boni *et al.* (2014), o mecanismo de puxar desde o início do processo a sequência das atividades e suas durações (planejamento de longo prazo) devem ser revisados por meio de dados realísticos, onde o processo será em fluxo contínuo e sincronizado de operações que permite aperfeiçoar o tempo de ciclo de cada atividade, e a duração total da obra.

### **2.2.2.2 Limitações na aplicação do Sistema *Last Planner*®**

A maneira como o *Last Planner* vem sendo aplicado na construção civil tem limitações. Essas limitações dificultam a redução da variabilidade e da incerteza impactando no desempenho das atividades, e na estabilidade do fluxo de trabalho. Fireman (2012) sugere que apesar do planejamento de médio prazo ser muito importante para o sistema produtivo, a remoção sistemática de restrições tem tido sucesso limitado durante a implementação (RECK, 2010; SOMMER, 2010; FORMOSO *et al.* 2017).

O foco da análise de restrições, normalmente está limitado à identificação de restrições relacionadas aos recursos materiais (RECK, 2010; SOMMER, 2010). Além disso, Sommer (2010) constatou que restrições relacionadas a instalações provisórias, espaço, informação eram frequentemente negligenciadas pela equipe de gestão.

Formoso *et al.* (2017) identificam como oportunidades de melhorias no SLP aumentar a eficácia da identificação e remoção das restrições. Enquanto Formoso *et al.* (2011) fazem referência a pouca atenção que é dada a algumas decisões que têm grande impacto nas atividades de fluxo, tais como o projeto e, a instalação da infra-estrutura do trabalho (proteções coletivas, andaimes, por exemplo) ou o controle do uso de espaços na construção civil.

No que concerne as restrições relacionadas à informação, Formoso *et al.* (2011) justifica que estas estão relacionadas a ausência de procedimentos operacionais ou instruções de trabalho para desempenhar as atividades. Ainda no planejamento de médio prazo as restrições relacionadas à segurança do trabalho também são especificadas por Sommer (2010) por serem normalmente negligenciadas nas reuniões de médio prazo.

Acrescentam-se as demais restrições a falta de terminalidade dos pacotes de trabalho que exige visitas futuras por parte de uma equipe ao mesmo posto de trabalho (ALVES, 2000). Logo, Alves (2000) constatou que as tarefas relacionadas à falta de terminalidade, frequentemente eram executadas sem que todas as restrições estivessem sido removidas.

Outro fator a ser considerado nos pacotes por falta de terminalidade é o espaço necessário para execução das atividades e para movimentação e estocagem de materiais (ALVES, 2000). Ainda de acordo está autora a falta de identificação de restrições pode resultar na necessidade de retrabalhos, visto que, a circulação de pessoas e materiais por áreas já concluídas pode causar danos as tarefas já executadas.

Fireman (2012) enfatiza que a realização de tarefas decorrentes da falta de terminalidade de um serviço requer que as restrições anteriormente removidas sejam novamente analisadas, assim como as novas restrições que emergiram devido ao contexto atual em que a atividade será realizada.

Soares (2003), em estudos exploratórios, caracteriza de 10% a 20% dos pacotes executados durante a semana eram informais, ou seja, são realizados mesmo sem terem sido planejados na reunião de curto prazo. Apesar da informalidade do PCP trazer certo grau de agilidade ao processo decisório, traz as seguintes consequências ao planejamento dessas empresas (BERNARDES, 2001):

- Dificuldade de desenvolver um processo de aprendizagem durante o desenvolvimento do processo de planejamento (baseado em dados que possibilitem a identificação dos efeitos das decisões tomadas para a correção de desvios);
- Falta de uma referência para futuros planos e de atualizações mais precisas ao longo da obra, visto que são coletados alguns dados de controle da produção;

- Um maior esforço para se estabelecer metas realistas com o estado da produção, pois não se conhece a capacidade real de trabalho dos funcionários;
- Inviabilidade de se detectar as reais causas de problemas, inclusive as perdas, em função dos quais as metas dos planos não são cumpridas, como forma de se realizar ações corretivas para que tais perdas não ocorram novamente.

No tocante à integração com o controle da qualidade, Sukster (2005) verifica que o SLP por meio da remoção das restrições e gestão de fluxos físicos no planejamento de médio prazo aumenta o comprometimento das equipes no planejamento semanal como também melhoram os requisitos de qualidade.

Ao final deste capítulo será melhor explicitado sobre a integração entre o controle da produção e da qualidade com o emprego de indicadores que avaliam a qualidade dos pacotes de trabalho semanalmente, o que permite reduzir o número de retrabalhos e perdas.

Por fim, de acordo com Rosa *et al.* (2017), a integração entre os hierárquicos de planejamento de médio e curto prazo quando ocorre de maneira deficiente, a detecção de problemas de execução resultantes de falhas no planejamento, como atrasos de atividades e perdas acabam ocorrendo muito tardiamente, fazendo com que os indicadores de planejamento assumam um caráter essencialmente reativo e limitado. A falha de integração também pode resultar na realização de atividades não previstas, denominadas “pacotes informais” (FIREMAN, 2012; LEÃO, 2014).

### **2.2.3 Aderência entre planejamento de curto e médio prazo na construção civil**

O SLP, como dito anteriormente, emprega três níveis de planejamento, o qual se inicia no nível estratégico (longo prazo) e vai sendo sucessivamente detalhado pelo nível tático (médio prazo) até o nível operacional (curto prazo), na medida em que a produção avança. O controle ocorre no sentido contrário, iniciando-se no nível operacional e consolidando as informações até o nível de longo prazo (FORMOSO, 2001).

A eficácia deste processo depende em grande parte da qualidade do desdobramento de ações do longo para o curto prazo, assim como da

concretização da informação de controle no sentido inverso, mantendo-se o nexo e a coerência entre estes três níveis (ROSAL *et al.*, 2017).

O planejamento de médio tem as seguintes funções (Ballard, 2000): modelar a melhor sequência do fluxo de trabalho, relacionar fluxo de trabalho com capacidade, quebrar as atividades do plano mestre em pacotes de trabalho e operações, desenvolver métodos detalhados para a execução do trabalho, manter um conjunto de tarefas prontas para serem realizadas e atualizar e revisar o cronograma quando necessário. Na elaboração do planejamento de curto prazo devem ser observados:

- i. Pacotes de trabalho bem definidos: Devem permitir que se verifique claramente sua conclusão ao final da semana (BALLARD; HOWELL, 1997). Os pacotes serão definidos através da indicação de uma ação, de um elemento e de um local.
- ii. Sequência certa de trabalho: Consiste na lógica interna do trabalho propriamente dito, objetivos do empreendimento e a estratégia de execução (BALLARD, 2000).
- iii. Quantidade certa de trabalho: O pacote de trabalho deve ser dimensionado em função da capacidade de trabalho de cada equipe (BALLARD; HOWELL, 1997).
- iv. Trabalho selecionado é factível: Todos os pré-requisitos e recursos devem estar disponíveis (BALLARD, 2000).

Ao longo das pesquisas de Fireman (2012) e Leão (2014), foi possível observar a ocorrência de trabalho sendo executados sem que tivessem sido incluídos no planejamento de curto prazo, os quais sugerem que estes pacotes de trabalhos informais tenham uma importante participação nos custos e prazos da obra. Ainda na participação das reuniões de curto prazo estes mesmos autores identificam que haviam pacotes programados durante a realização daquelas reuniões, quando se constata a necessidade de realização de determinadas tarefas, mesmo que não estejam no planejamento de médio prazo.

A partir das observações, a participação dos pacotes de trabalhos informais e retrabalho no SLP pode ser entendida como na Figura 2.16. Outro ponto observado durante as reuniões de curto prazo está envolvido nas decisões sobre quais os

pacotes de médio prazo que deveriam ser desdobrados para o curto prazo, geralmente as atividades que integram o caminho crítico da obra não necessariamente eram privilegiadas. Portanto, em algumas ocasiões, o gestor da obra considera outros fatores, por exemplo, a disponibilidade de mão de obra ou de recursos físico-financeiros (ROSA *et al.*, 2017).

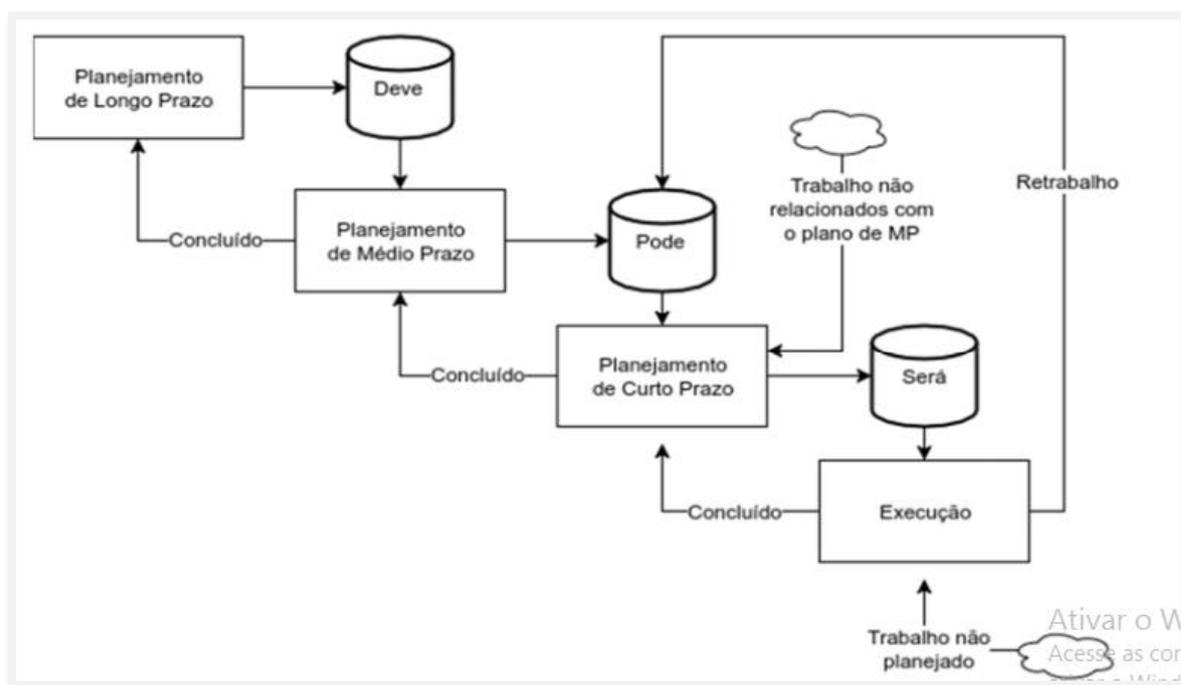


Figura 2.4 - Participação de falta de terminalidade e retrabalho no SLP.

Fonte: Rosa *et al.* (2017).

Para Rosa *et al.* (2017), a aderência entre o planejamento de médio e curto prazo tem como impedimento o comprometimento das equipes e não formalização do planejamento de curto prazo, limitando a eficácia do planejamento e do SLP, pois os operários “escolhem” as atividades que desejam realizar. Os fatores que constata a necessidade de aderência entre estes níveis de planejamento são aumentar a confiabilidade da produção, agilidade no *feedback* e avaliação da eficácia do planejamento de médio e curto prazo.

#### 2.2.4 Controle integrado da produção e da qualidade

Os sistemas do Sistema *Last Planner* de controle da produção e o controle da qualidade interagem de forma que o bom desempenho de um frequentemente influencia no desempenho do outro (SUKSTER, 2005). É necessária a integração

entre os sistemas de gestão existentes, fazendo uso mais eficiente de recursos, assim as organizações tendem a serem mais competitivas e aumentarem as chances de sobrevivência no mercado (RANZANI, 2011).

O controle integrado da produção e da qualidade pode reduzir as perdas geradas pela execução de pacotes informais, que ocorrem para finalizar os serviços com falta de terminalidade. Por conseguinte, a terminalidade está relacionada à conclusão das tarefas e fazer certo pela primeira vez é fundamental para a continuidade dos processos e operações (ALVES, 2000; FIREMAN, 2012).

O conjunto de procedimentos específicos envolvidos no processo de Garantia da Qualidade chama-se controle da qualidade (ARDITI; GUNAYDIN, 1997). Nesses procedimentos estão incluídos o planejamento, a coordenação, o desenvolvimento, a verificação, a revisão e a programação do trabalho. De acordo com Burati *et al.* (1992), o controle da qualidade refere-se à inspeção, teste, avaliação ou outras medidas necessárias para verificar se um produto, processo ou serviço está em conformidade com os requisitos estabelecidos.

Na fase anterior à efetiva realização do serviço deve ser feita uma verificação dos recursos necessários para o bom andamento, contudo Picchi e Agoypan (1993) destacam a informalidade dos controles realizados na construção civil, nas quais são realizados serviços geralmente por mestres de obras e encarregados que utilizam critérios pessoais para avaliar o serviço. Os mesmos autores apontam as diretrizes que um controle de qualidade formal deve seguir:

- O controle deve ser sistematizado, utilizando listas de verificação, procedimentos e planos de controle da qualidade;
- Devem ser definidas nos procedimentos as pessoas envolvidas na avaliação;
- Os procedimentos de avaliação devem ser padronizados e formalizados;
- Os critérios de avaliação devem ser claros e objetivos, avaliando características prioritárias e indicando as tolerâncias admitidas;
- Devem ser definidos os serviços abrangidos e os momentos de realização das verificações, estabelecendo uma rotina de controle;
- A gerência deve adotar controles que garantam a homogeneidade e previsibilidade dos resultados, dentro de metas e parâmetros estabelecidos pela empresa, reduzindo riscos e perdas, e servindo como instrumento de

crescimento dos profissionais envolvidos.

Todavia, a reação inicial do pessoal da obra diante de um controle formalizado é de rejeição: muitas pessoas aceitam o controle informal como parte do processo, mas acreditam que não há necessidade de burocracia e papelada para obtenção da qualidade (PICCHI; AGOYPAN, 1993).

O controle da qualidade deve ser realizado pelos próprios operários da obra, concomitante ou imediatamente após a conclusão da tarefa. Assim, dependendo do resultado da inspeção, as falhas de qualidade são reparadas ou a próxima tarefa é liberada para execução (MISFELDT; BONKE, 2004).

Ainda, conforme Misfeldt e Bonke (2004), a qualidade deve ser controlada e aprovada antes de uma atividade ser dada como concluída, a fim de garantir que as tarefas subsequentes não serão executadas sobre partes da construção que apresentam defeitos. Todas essas informações relevantes às falhas de qualidade devem ser registradas em um banco de dados, com o intuito de melhorar o planejamento do controle da qualidade.

#### **2.2.4.1 Diretrizes para integração dos sistemas**

Um sistema de controle da produção orientado para a qualidade deve analisar diagnosticar e ajustar os processos de produção para atender à qualidade exigida dos produtos, ao mesmo tempo em que planeja e programa a produção para respeitar aos prazos de entrega (YI, 2002).

O sistema de PCP pode ser utilizado como um meio para implementação de algumas características importantes para o sistema de gestão da qualidade, entre eles o envolvimento dos funcionários, a análise contínua dos processos, o esforço pela melhoria contínua, a utilização de indicadores, a padronização dos processos e o foco na satisfação dos clientes internos e externos (SOARES, 2003).

Com o propósito de melhorar os sistemas de gestão como um todo e reduzir as não conformidades, foram propostas por Sukster (2005) as seguintes diretrizes para integração de PCP e gestão da qualidade:

- Realização de reunião periódica de integração dos dois sistemas,
- Utilização conjunta de procedimentos do sistema de gestão da qualidade nas planilhas dos planos de médio e curto prazo,

- Inclusão do planejamento e controle da produção dentro do sistema de gestão da qualidade,
- Utilização de indicadores para avaliar aspectos de ambos os sistemas,
- Criação de mecanismos para aumentar a participação da equipe de planejamento e controle dos processos.

A participação dos funcionários da obra, de tal maneira no planejamento e no controle dos processos é primordial para que a busca por melhorias seja uma meta de todos (SUKSTER, 2005). Assim, aumenta-se a possibilidade de que os serviços executados na obra sejam planejados e executados conforme as especificações previstas e que a aplicação conjunta do sistema de gestão da qualidade e do planejamento e controle da produção tragam os benefícios e as melhorias esperadas pelas empresas construtoras.

Como já foram descritos os indicadores PPCQ e PPCR são propostos por Sukster (2005) para avaliar ambos os sistemas, produção e qualidade. O objetivo do PPCQ é verificar o percentual de pacotes concluídos com qualidade em relação ao total de pacotes concluídos na programação semanal e o PPCR com a finalidade de verificar o percentual de pacotes concluídos com qualidade na semana em relação ao total de pacotes planejados para a semana.

Uma das dificuldades na integração entre produção e qualidade são a resistência dos funcionários e a mudança organizacional indispensável à integração (RANZANI, 2011; SUKSTER, 2005). Como também o estabelecimento de um padrão único de definição dos pacotes de trabalho para ser utilizado por ambos os sistemas, isto é, o lote de produção deve ser definido em função do tamanho do lote de verificação da qualidade (LEÃO, 2014; ROCHA, 2015).

Outras dificuldades mostradas na literatura são a realização de verificação da qualidade somente depois que a atividade for dada como concluída pelo PCP, em seguida antes do início da atividade subsequente de que dela depende, ao invés da inspeção logo que a produção do pacote de trabalho é dada como concluído (Fireman, 2012), e o tempo excessivo consumido na verificação da qualidade, em função da quantidade de dados a serem processados em um único momento devido a complexidade do instrumento de coleta (LEÃO, 2014).

#### 2.2.4.2 Trabalhos anteriores com contribuições da integração dos sistemas

Nesse seguimento, o trabalho de Fireman (2012) tem a proposta de método de controle integrado entre produção e qualidade, com o objetivo de reduzir as perdas por *making-do* na produção e retrabalhos. O referido autor salienta a relevância da integração do controle da qualidade ao PCP, visto que permite identificar que a falta de qualidade da tarefa antecedente era um dos principais problemas pela não conclusão com qualidade dos pacotes semanais.

Dando continuidade ao trabalho anterior, Leão (2014) recomenda um modelo de controle integrado da produção e da qualidade, vinculado ao SLP, tendo como objetivo monitorar as perdas na construção civil causadas pela falta de terminalidade das tarefas e pela execução de pacotes informais. O modelo apresenta a utilização da definição de “pacotes de trabalhos genéricos”, que são os pacotes de trabalho que acontecem de forma repetitiva no canteiro de obras e, por isso, têm sua nomenclatura para o planejamento padronizada. A elaboração do banco de dados com os pacotes de trabalho genéricos possui critérios de qualidade vinculados a eles, possibilitando, assim, a integração entre o controle da produção e da qualidade.

O desenvolvimento de uma modelagem de dados que permitia que as informações coletadas fossem inseridas, armazenadas e processadas, associando as perdas existentes e gerando informações automaticamente. O módulo de campo tinha uma interface simplificada o que facilita a execução da coleta por profissionais menos experientes, bem como o arquivo utilizado mais leve, outra vantagem, a coleta era realizada com *tablets* (LEÃO, 2014). Neste mesmo estudo, a transferência de informações entre o módulo de campo e o banco de dados realizado foi de forma manual: desse modo, a inserção dos pacotes planejados para a semana eram inseridos no banco de dados e tinham suas relações verificadas pelo sistema. Os dados eram copiados para o módulo de campo e, após a coleta de informações no canteiro, os dados são copiados novamente para o banco de dados.

A coleta de dados de Leão (2014) iniciou com a verificação dos pacotes de trabalho que estão em execução no canteiro, através do módulo de campo, mostrados na Figura 2.17. Posteriormente, após a identificação do pacote, foi necessário verificar se ele consta ou não na programação semanal, se o pacote estivesse na programação, ele tinha sua data de início registrada, se não, deveria

ser cadastrado como uma atividade do tipo informal e, também, ter sua data de início registrada.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
1	ID PT	Espec	Tipo	PT Generico	Lote	Quadra	Equipe_ID	Equipe	Data inicio real	Data conclusao	Falta de Terminalidade	Comentarios
40	5.323.16		Formal	Cobertura: Telhamento	Casas 319/321	QI1	JR	Ton eq1				
41	5.324.16		Formal	Cobertura:	Casas 323/325	QI1	JR	Ton eq1				
42	23.322.16		Formal	Forro de gesso:	Casas 315/317	QI1	Chico	Gesso eq1				
43	23.323.16		Formal	Forro de gesso:	Casas 319/321	QI1	Chico	Gesso eq1				
44	23.324.16		Formal	Forro de gesso:	Casas 323/325	QI1	Chico	Gesso eq1				
45	23.325.16		Formal	Forro de gesso:	Casas 327/329	QI1	Chico	Gesso eq1				
46	23.326.16		Formal	Forro de gesso:	Casas 331/333	QI1	Chico	Gesso eq1				
47	23.327.16		Formal	Forro de gesso:	Casas 335/336	QI1	Chico	Gesso eq1				
48	23.328.16		Formal	Forro de gesso:	Casas 337/338	QI1	Chico	Gesso eq1				
49	23.329.16		Formal	Forro de gesso:	Casas 339/341	QI1	Chico	Gesso eq1				
50	23.330.16		Formal	Forro de gesso:	Casas 343/345	QI1	Chico	Gesso eq1				
51	2.375.16		Formal	Cobertura: Estrutura	Casas 600/602	QI2	Matuza	eq1				
52	2.377.16		Formal	Cobertura: Estrutura	Casas 604/606	QI2	Matuza	eq1				
53	2.379.16		Formal	Cobertura: Estrutura	Casas 608/610	QI2	Matuza	eq1				
54	5.375.16		Formal	Cobertura:	Casas 600/602	QI2	Matuza	eq1				
55	5.377.16		Formal	Cobertura:	Casas 604/606	QI2	Matuza	eq1				
56	5.379.16		Formal	Cobertura:	Casas 608/610	QI2	Matuza	eq1				
57	2.381.16		Formal	Cobertura: Estrutura	Casas 612/614	QI2	Matuza	eq1				
58	2.383.16		Inf novo	Cobertura: Estrutura	Casas 616/618	QI2	Matuza	eq1	4/14/2014			
59	43.345.16		Inf UW	Parede: concretagem	Casas 547/549	QH3	Darcy	eq1	4/14/2014			

Figura 2.5 - Módulo de campo para controle da produção.

Fonte: Leão (2014).

No modelo de Leão (2014) os pacotes informais podem ser classificados de duas formas, como pacotes do tipo “novo”, que são pacotes de trabalho que haviam sido iniciados, e do tipo “retrabalho”, que são pacotes de trabalho que já haviam sido iniciados ou concluídos anteriormente e precisaram ser executados mais uma vez.

Em seguida ao início do pacote de trabalho deve-se observar se sua execução é realizada em conformidade ao procedimento da empresa ou se há alguma necessidade de ocorrência de *making-do*. Em caso de *making-do* é preciso fazer o seu registro no módulo de campo para esta função (Figura 2.18), acrescentando uma descrição da ocorrência de *making-do* e classificá-lo quanto ao pré-requisito e categoria, de acordo com o método proposto por Sommer (2010). Leão (2014) ainda propõe que seja feito um registro fotográfico da ocorrência de *making-do* para que essa imagem fique registrada no banco de dados com as demais informações.

S						
Pacotes		Making-do		Qualidade		+
A	B	C	D	E	F	
1	ID	Making-do	Categoria	Natureza	Foto	ID_Ptesp
2	M01	forma escorada na tela com um calço de Madeira para aplicar o desmoldante	equipamentos/ferramentas	equipamentos/ferramentas		43.456.13
3	M02	uso da forma como escada para subir no andaime e fazer a desforma	equipamentos/ferramentas	equipamentos/ferramentas		55.343.10
4	M03	regularizacao feita sem a camada anterior de selador.	sequenciamento	servicos interligados		43.345.14
5	M05	kits de casas com um banheiro foram liberadas para casas de dois banheiros e o radier foi executado com canalizacao de somente um banheiro	sequenciamento	materiais e componentes		78.408.14
6	M06	kits de casas com um banheiro foram liberadas para casas de dois banheiros e o radier foi executado com canalizacao de somente um banheiro	sequenciamento	materiais e componentes		78.405.14

Figura 2.6 - Módulo de campo para registro de perdas do tipo *making-do*.

Fonte: Leão (2014).

Na finalização do registro das perdas por *making-do*, nos pacotes de trabalho em execução, se realiza o controle da conclusão desses pacotes. No qual quando os pacotes de trabalho forem finalizados, é feito o registro de uma data fim e há a possibilidade de realização de inspeção de qualidade. Para os pacotes que não forem concluídos até o final da semana, é preciso vinculá-los a um motivo de não conclusão, que é definido pelo engenheiro responsável. Os pacotes devem ser planejados outra vez para a semana seguinte a fim de serem finalizados e não gerarem pacotes de trabalhos informais (LEÃO, 2014).

Os pacotes dados como concluídos pela engenharia, mas que, se verificar a qualidade é percebido que não foram concluídos integralmente, ou seja, não apresentam falta de terminalidade. Para esses pacotes Leão (2014) indica que na ocorrência dessa situação é preenchido um campo de falta de terminalidade, que deve servir como apoio para que o pacote volte a ser programado para a semana seguinte, com a finalidade de ser efetivamente concluído e não gere pacotes de trabalhos informais.

Por último, Leão (2014) indica a inspeção da qualidade, após a conclusão do pacote de trabalho, onde uma nova planilha de campo é acessada, em que os critérios de qualidade estão disponíveis, e cada um deles deve ser preenchido com uma das opções de verificação: S (aprovado), N (reprovado), AR (aprovado com restrição) ou NA (não se aplica). Se todos os critérios forem aprovados, conclui-se o ciclo de controle.

Se não forem aprovados integralmente, o responsável pelo controle tem que

atribuir um motivo de não conclusão com qualidade para que um novo pacote de retrabalho seja programado para a semana posterior, evitando a ocorrência de pacotes de trabalhos informais (LEÃO, 2014).

Rocha (2015) teve como objetivo realizar o refinamento dos modelos de controle integrado da produção e da qualidade, proposto em trabalhos anteriores, que inclui o controle de pacotes formais e informais, e perdas por *making-do* com o uso de dispositivos móveis. Os dispositivos móveis permitiram o registro das perdas identificadas, com a inserção de dados descritivos e registros fotográficos, contribuindo para uma discussão mais elucidada das perdas ocasionadas pelas improvisações (ROCHA, 2015).

As limitações enfrentadas na pesquisa de Rocha (2015) estão relacionadas a ampliar o modelo de controle integrado proposto, realizando o planejamento de médio prazo com a identificação e remoção das restrições e tornando a ferramenta mais robusta e confiável, assim como incluindo funcionalidades que suportem o controle integrado entre produção e qualidade.

## 2.2.5 Considerações finais

A eficácia do processo de planejamento se torna restrita quando não fornece base suficiente para posterior aprendizagem (Bernardes, 2015), com prevenção das perdas no controle do trabalho das equipes. O PSP é a base de informações para o SLP (Figura 2.19), todavia no planejamento tradicional, o mesmo pode não ser levado em consideração.

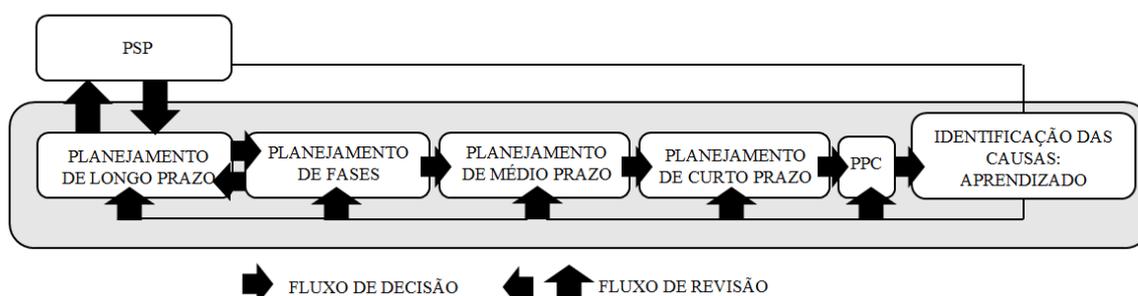


Figura 2.7 - Interação do PSP com o SLP.

Fonte: Adaptado de Boni *et al.* (2014).

O SLP é um sistema de controle que objetiva reduzir a variabilidade da produção, e as perdas causadas por essa (KOSKELA, 1999). Para esse fim, são

realizados os planos de médio e curto prazo, sendo que no primeiro são identificadas e removidas às restrições para a execução das atividades, e no planejamento de curto prazo são planejados os pacotes de trabalho aptos a serem realizados (BALLARD, 2000). Cada pacote de trabalho é uma atribuição dada a uma equipe, que se compromete na sua realização.

No entanto, no planejamento de médio prazo, os pacotes de trabalho devem ter um elevado grau de definição do que deve ser executado, o que ajuda a assegurar a terminalidade das atividades (ALVES, 2000). Na grande maioria das falhas no planejamento e problemas de execução estão associados a uma integração deficiente entre os níveis de planejamento, por exemplo, os atrasos e as perdas. Sendo assim, faltam mecanismos para assegurar a integração entre os níveis de planejamento de médio prazo e curto prazo (ROSA *et al.*, 2017).

Quanto aos sistemas de controle da produção e da qualidade, o controle da produção que apenas monitora se as especificações do planejamento estão sendo cumpridas, não se trata de um modelo de controle da produção e sim de um controle do empreendimento (BALLARD e HOWELL, 1997). Quanto ao controle da qualidade, os pacotes de trabalho apresentam problemas de qualidade que são detectados muito depois da conclusão e acabam gerando perdas (ALVES, 2000; SUKSTER, 2005).

### **2.3 Revisão sistemática de literatura sobre perdas na construção civil**

A RSL é um estudo secundário, por onde é possível identificar, avaliar, interpretar as pesquisas disponíveis em estudos primários, relevantes para uma pesquisa específica (KITCHENHAM *et al.*, 2009). Ainda segundo Lopes e Fracolli (2008), ressalta-se que esta abordagem difere, amplamente, das revisões bibliográficas narrativas convencionais, uma vez que demandam uma sequência de etapas cuja metodologia é claramente explicitada, com técnicas padronizadas e passíveis de reprodução.

Especificamente no Brasil, foram encontrados poucos estudos secundários nessa temática. Como exemplo, Viana *et al.* (2012) apresentaram em sua pesquisa o acervo da produção científica e a importância do tema. Os autores apresentaram a fase embrionária de desenvolvimento dos trabalhos, sendo que estes indicam o

conceito de perdas de maneiras distintas, principalmente consumo excessivo de material, retrabalhos.

Outro artigo ressalta que a noção de perda está fortemente associada aos detritos removidos dos canteiros e depositados em aterros, sendo a principal razão para essa visão o fato de ser relativamente fácil de ver e medir (FORMOSO *et al.*, 2002). Viana *et al.* (2012), discute que propor quantificar perda de materiais de construção é objeto da grande maioria das publicações.

O conceito de perda adotado na filosofia da produção enxuta vai além dessas noções e o definem como a perda de qualquer tipo de recurso – materiais, tempo (trabalho e equipamentos) e financeiros – produzidos por atividades que geram custos diretos ou indiretos, mas que não geram nenhum valor ao produto final do ponto de vista do cliente (FORMOSO *et al.*, 2002).

A partir do estudo de Viana *et al.* (2012), observa-se que se faz necessário o esforço da comunidade acadêmica para definir o conceito de perdas adotado na filosofia da produção enxuta e que contribua com a identificação da causa fundamental de forma a evitar a reincidência do problema com medidas preventivas.

Apesar de o estudo supracitado contribuir para um entendimento da produção internacional de publicações sobre perdas, não há o aprofundamento necessário para caracterização desta produção, tanto pelo aspecto quantitativo, como temporal da amostra.

### **2.3.1 Tipos de perdas analisadas em estudos na construção civil**

De acordo com Ohno (1988), no STP o conceito de perdas refere-se “como sendo ‘tudo’ (atividade ou não atividade) que gera custos, porém não adiciona valor ao produto ou serviço”.

Para Shingo (1996), a produção é definida como uma rede funcional de processos e operações. Portanto, os processos estão relacionados à transformação da matéria prima em produto acabado, sendo considerados como o fluxo de materiais no tempo e no espaço. Enquanto que as operações são as ações executadas para realizar a transformação da matéria-prima, ou seja, o trabalho realizado pelo trabalhador e pelas máquinas (SHINGO, 1996). A partir destas

definições, o autor evidencia que as perdas da produção podem estar relacionadas tanto com os processos quanto com as operações.

Os processos são compostos por quatro elementos: processamento, inspeção, transporte e espera. Dos elementos supracitados, apenas o processamento agrega valor, pois transforma matéria-prima em produtos, os outros são considerados perdas (SHINGO, 1996). Já em relação às operações, apenas aquelas que constituem o processamento, ou seja, aquelas que transformam a matéria-prima, agregam valor à produção. As demais operações como manutenção de equipamentos, reparos e retrabalhos, não agregam valor e são consideradas perdas (SHINGO, 1996).

Para facilitar a identificação das perdas e entender sua natureza, Shingo (1996) e Ohno (1998) classificam as perdas em sete categorias:

- i. **Perdas por superprodução:** relacionadas à produção excessiva, quando se produz mais que a demanda, ou à produção antecipada, quando se produz antes do momento necessário (SHINGO, 1996).
- ii. **Perdas por espera:** tempo ocioso de material, máquina, informação ou equipamento.
- iii. **Perdas por transporte:** são custos decorrentes da movimentação dos materiais, não agregando valor ao produto, podendo ser eliminados com o aprimoramento do *layout* dos processos (SHINGO, 1996).
- iv. **Perdas por processamento excessivo:** realização de atividades de processamento que não agregam valor, ou representam retrabalho, e que poderiam ser eliminadas sem prejuízo do produto entregue ao cliente final.
- v. **Perdas por estoque:** são custos associados à formação de estoques de matéria prima, trabalho em progresso e produto acabado.
- vi. **Perdas por movimentação:** saída dos funcionários de seu ambiente de trabalho para procurar materiais, ferramentas, instruções de trabalho e/ou ajuda. Má organização do posto de trabalho que contribui para a movimentação excessiva do trabalhador.
- vii. **Perdas por produção de produtos defeituosos:** fabricação de produtos com defeitos devido a falhas no processo ou nos recursos necessários para a entrega do produto final.

Dentre os tipos específicos de perdas estão: roubo, vandalismo, acidentes, *making-do*. No entanto, não há muita evidência de estudos por acadêmicos destes tipos específicos e melhoria por parte da indústria da construção (VIANA *et al.*, 2012). A categoria falta de terminalidade (trabalho inacabado) estudada por Fireman (2012) é identificada como um impacto causado pelas perdas por *making-do*.

Pode-se perceber que as categorias e conceitos utilizados nas pesquisas foram diversificados e heterogêneos. Esse fato exigiu uma análise detalhada sobre os entendimentos de cada autor e uma decorrente proposta de unificar para fins de consolidação das categorias desta pesquisa. Além das categorias, a contribuição teórica das pesquisas é apresentada mais à frente neste trabalho.

### **2.3.2 Estágios e etapas para condução da RSL**

Os estudos secundários como as RSL's são considerados como estratégias direcionadas a pesquisas pragmáticas nas diversas áreas do conhecimento, têm como intuito contemplar tanto as comunidades acadêmicas como os profissionais de uma área (MUIANGA *et al.*, 2015).

Os estágios correspondem ao (i) planejamento da revisão onde é descrita a necessidade da pesquisa, (ii) condução da revisão onde se buscam as evidências sobre o tema a ser pesquisa e, por último (iii) disseminação do relatório, onde se apresentam os resultados obtidos a partir dos estudos primários e aplicação das evidências na prática. Em seguida, apresentam-se as descrições dos estágios e as respectivas etapas realizadas nesta pesquisa.

#### **2.2.2.1 Planejamento da revisão**

A literatura estudada apresentou grande diversidade no entendimento de conceitos. Portanto, tornou-se necessário apresentar um alinhamento de definições para a condução desta pesquisa. Assim, apresenta-se uma contribuição adicional, para que esses conceitos possam ser tratados de forma sólida. É importante enfatizar que muitos estudos não definem claramente os conceitos utilizados, mas apenas medidas operacionais.

As pesquisas analisadas trazem diferentes percepções sobre perdas. O conjunto das definições dá origem ao termo “perdas na construção civil”, utilizado nesta pesquisa:

“A perda de material que estão danificados e não pode ser reparados e posteriormente, utilizados ou que são perdidos durante o processo de construção” (SKOYLES, 1976).

“Perda monetária porque geralmente os materiais não são perdidos fisicamente” (SKOYLES, 1976).

“Perdas como mudanças nos requisitos que resultam em retrabalho, bem como produtos ou resultados que não estejam em conformidade com todos os requisitos da especificação, mas não exigem retrabalho” (BURATI *et al.*, 1992).

Designadamente na construção civil, existe um esforço no meio acadêmico para compreender melhor as perdas. A classificação proposta por Ohno (1988) não é completa para a construção civil, sendo necessárias novas subdivisões e definições mais contextualizadas ao setor (FORMOSO *et al.*, 2002; MACOMBER, HOWELL, 2004).

Bolviken *et al.* (2014) apresentaram uma proposta de taxonomia das perdas na construção, levando em consideração apenas três tipos de perdas: perdas de materiais, perdas de tempo e perdas de valor, a partir das perspectivas da teoria TFV (Transformação, Fluxo e Valor). Na perspectiva da transformação, as perdas estão relacionadas à utilização de mais recursos para a produção do que o necessário, ou seja, as perdas de materiais. Na perspectiva de fluxo, perda envolve mais tempo do que o necessário, estes autores entendem tempo como um atributo e um recurso na produção. Na perspectiva de valor, a perda ocorre quando o resultado não é o esperado. Enquanto Formoso *et al.* (2015) propõem uma estrutura conceitual para prescrever análises causais das perdas na construção. O presente trabalho foca na construção civil como perdas de qualquer tipo de recurso – materiais, tempo (trabalho e equipamentos) e financeiros, produzidos por atividades que geram custos diretos ou indiretos, mas que não geram valor ao produto final do ponto de vista do cliente (FORMOSO *et al.*, 2002).

### 2.3.2.2 Condução da revisão

Para a realização da RSL, foram identificadas as palavras-chave com vistas à seguinte questão da pesquisa: “quais as categorias e contribuições teóricas dos estudos sobre perdas na construção civil?”. As palavras-chave que caracterizam o tema investigado são “perda” como *waste*, “produção enxuta” como *lean production*.

A revisão iniciou a partir da busca de evidências no banco de dados individual de cada periódico. O conjunto de periódicos específicos na comunidade de pesquisa de gerenciamento de construção relevantes quanto a pesquisas sobre perdas segundo Viana *et al.* (2012) são *Lean Construction Journal*, *Journal of Construction Engineering and Management*, *Journal of Management in Engineering*, *Engineering Construction and Architecture Management*, além dos anais do *International Group for Lean Construction*. Para inclusão de pesquisas brasileiras o periódico da *Ambiente Construído* foi acrescentado. O desencadeamento da pesquisa é ilustrado inicialmente na Figura 2.1.

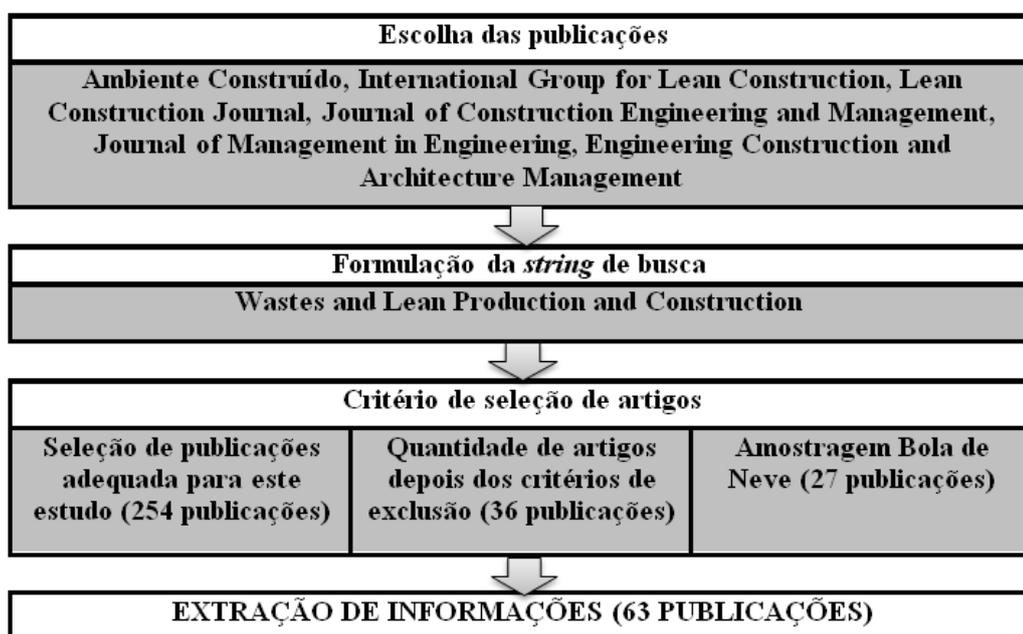


Figura 2.8 - Processo de desencadeamento do RSL proposto.

Fonte: Autora (2016).

Para restringir a busca e dar ênfase apenas para o setor da construção civil, foi adicionada a palavra “construção”, *construction*. Com a aplicação das palavras-chave, foram obtidos 254 artigos, logo após vários refinamentos na pesquisa com

base no critério de seleção de busca das publicações supracitado, foram selecionados 63 estudos.

Os principais critérios utilizados para a seleção de publicações adequada para este estudo foram: publicações teóricas e empíricas, a partir da leitura do título e resumo (todas as publicações que abordam sobre perdas na produção na construção civil), publicações em inglês e português.

O critério de exclusão realizado foi considerando: (a) o conceito de perda adotado, se era explícita ou não; (b) os tipo de perdas analisado; e (c) a principal contribuição do trabalho com o tema das perdas de construção. A codificação de dados foi realizada numa planilha eletrônica para possibilitar a classificação e análise dos mesmos.

### **2.3.2.3 Disseminação e relatório**

Neste estágio, extraíram-se os principais resultados primários dos estudos identificados na RSL. Primeiro, foi necessário caracterizar e identificar os tipos de perdas, para definir os termos utilizados para o agrupamento dos resultados.

Posteriormente, efetuou-se uma análise das contribuições de perdas utilizadas nas diversas pesquisas. Portanto, foi realizada uma estratificação e homogeneização das perdas, agrupadas dentro das contribuições.

A extração sistematizada de dados foi realizada com base nos: autores, título, periódico, ano de publicação, país, tipos de perdas, metodologia de pesquisa das publicações, contribuição teórica do estudo em relação ao assunto (conceitos, causas, método, métricas, ação preventiva).

Na análise das publicações, percebe-se que 54%, ou seja, a maioria das publicações são artigos de conferência, em especial, a conferência anual do grupo internacional de construção enxuta, do inglês *International Group for Lean Construction* (IGLC). Em seguida, 32% dessas publicações estão no *Journal of Construction Engineering and Management*, 8% *Engineering Construction and Architecture Management*, 5% *Lean Construction Journal*, 1% Ambiente Construído (Figura 2.2).

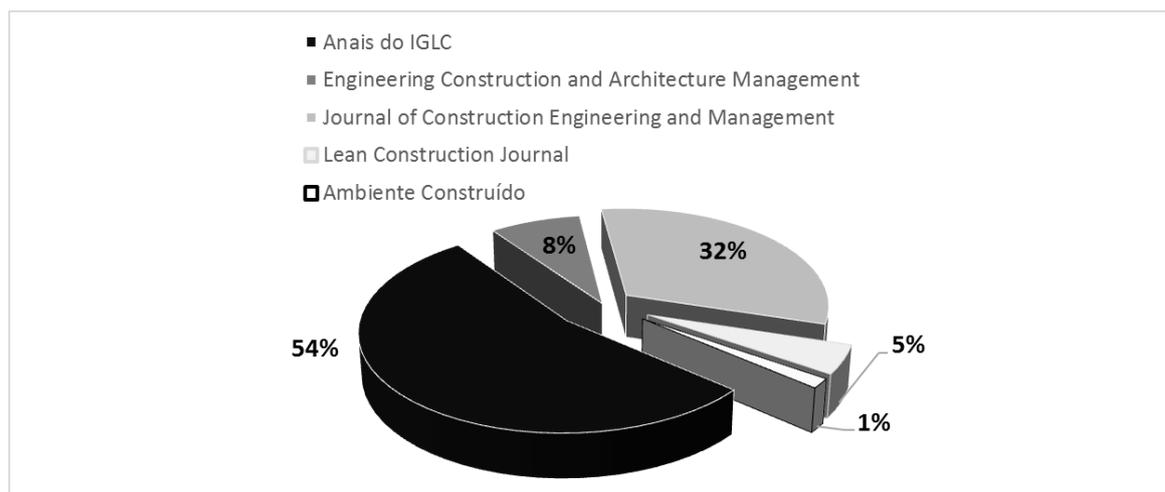


Figura 2.9 – Comunidade de pesquisas de gerenciamento.

Fonte: Autora (2016).

Quanto à natureza de pesquisa adotada nas publicações estudadas, percebe-se que 30% das publicações são estudos teóricos, enquanto 70% são estudos empíricos. Quanto ao método de pesquisa, dentre os estudos empíricos, 54% são estudo de caso, 7% pesquisa-ação, 6% survey e apenas 3% das publicações analisadas utilizam como método de pesquisa, *Design Science Research* (Figura 2.3).

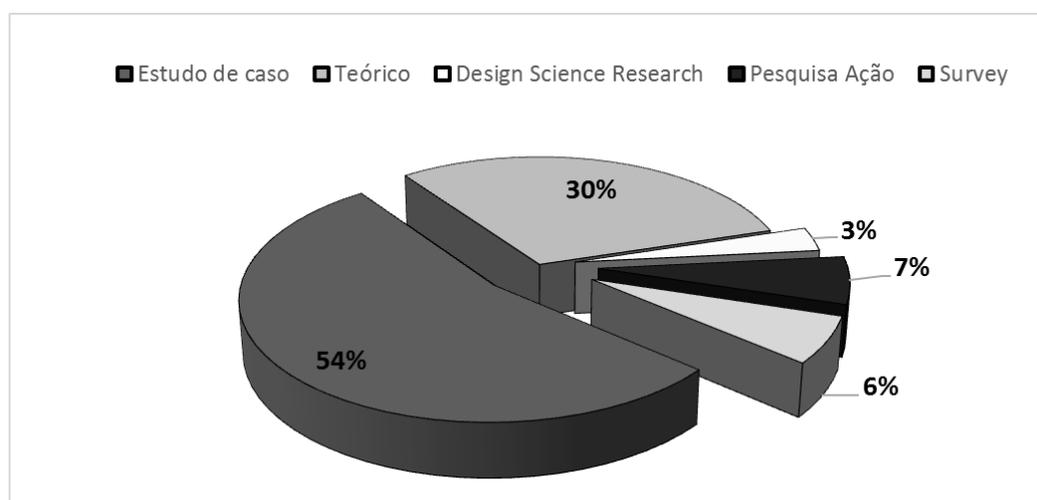


Figura 2.10 - Método de pesquisa das publicações.

Fonte: Autora (2016).

Com a leitura das pesquisas aderentes, foi possível analisar em que região elas tinham sido realizadas. A Figura 2.4 mostra que a maior parte dos estudos foi realizada na América e, em seguida, na Ásia. A obtenção de trabalhos a partir do referencial de pesquisas aderentes é descrita como “Amostragem bola de neve” (ABN).



Figura 2.11 - Análise da distribuição global do percentual da quantidade de pesquisas publicadas sobre perdas.

Fonte: Autora (2016)

A RSL e a ABN são métodos característicos do paradigma baseado em evidências (*Evidence-based Paradigm*). A ABN consiste em buscar outros estudos citados dentro das referências da própria RSL, considerando adequação temática e frequência de citação. É particularmente aplicada para garantir que ferramentas de pesquisas seminais estejam dentro da amostra (BIERNACKI; WALDORF, 1981). Com a ABN foram 27 publicações aderentes. O período de busca foi de 2005 a 2015. Entretanto, foram identificadas, publicações a partir de 1992 devido a ABN.

#### 2.3.2.4 Dados bibliométricos

Os 63 trabalhos aderentes foram submetidos a análises bibliométricas. A Figura 2.5 apresenta a distribuição das pesquisas e os respectivos anos de publicação. Portanto, é possível inferir que, apesar de já existirem várias pesquisas relacionadas a perdas, esse é um tema que continua a receber destaque na literatura.

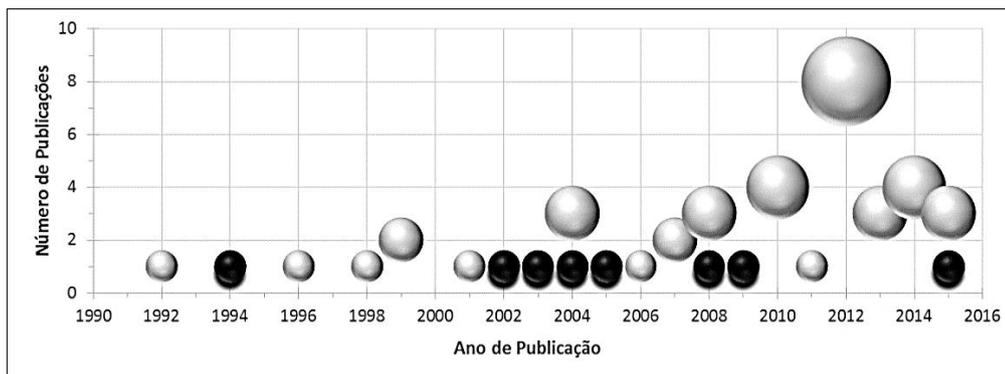


Figura 2.12 - Artigos por ano de publicação.

Fonte: Autora (2016).

Observa-se que, a partir de 2004, há um aumento no número de pesquisas. Nos anos seguintes, esse número manteve a tendência de aumento; em 2012, o valor foi duas vezes maior em relação a 2004. Como também percebe-se o aumento de volume destas publicações por ano, mostrando que há uma tendência da continuidade do estudo desta temática a partir de 2014 (Figura 2.6).

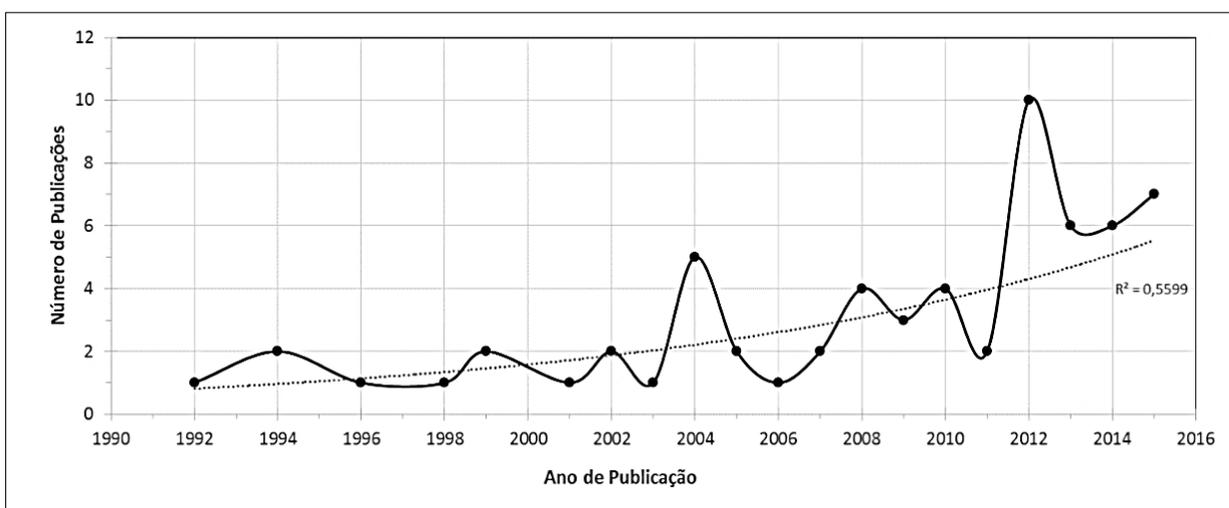


Figura 2.13 - Volume das publicações por ano.

Fonte: Autora (2016).

As pesquisas sobre perdas no setor da construção civil ainda recebem atenção, ao que tudo indica devido às perdas representarem uma porcentagem relevante dos custos de produção. As medidas mitigadoras para essas perdas nem sempre são efetivas, mesmo quando há consciência sobre o problema.

#### 2.4 Resultados temáticos: categorias e contribuição dos estudos sobre perdas

A RSL gerou uma grande quantidade de informações sobre as pesquisas selecionadas. A seguir, são apresentados resultados provenientes da análise dessas

informações. Por existir o agrupamento das 7 categorias de perdas definidas por Ohno (1988), optou-se por manter esse padrão encontrado na literatura. As categorias de perdas proporcionam o agrupamento das mesmas a partir da síntese da RSL. As categorias adotadas nesta pesquisa são:

- **Perda de materiais:** Este conceito de perda tem a visão de perdas apenas como resíduos, tendo como objetivo reutilizar e reciclar o material desperdiçado.
- **7 categorias de perdas:** As 7 categorias são (superprodução, espera, transporte, processamento excessivo, estoque, movimentação, perdas por produção de produtos defeituosos).
- **Retrabalho:** Consiste em nova execução de um serviço que já foi executado, seja por falta de qualidade ou por ter sido executado diferentemente dos projetos ou especificações.
- **Making-do:** Oposto de *buffering*. No *buffering*, os materiais ficam esperando para ser processado, no *making-do*, o processo é iniciado antes da chegada do material ou de algum outro recurso.
- **Falta de terminalidade:** Ocorre quando um pacote de trabalho é considerado concluído, mas são deixadas para trás pequenas tarefas de acabamento, sendo necessário o retorno de alguma equipe para concluir o trabalho.
- **Todas as categorias de perdas:** Esta categoria se refere a trabalhos com todos os conceitos citados anteriormente.

Conforme a Figura 2.7 observam-se na maioria dos anos de publicação analisados estudos sobre a perda de materiais. Esses dados corroboram com a pesquisa de Formoso *et al.* (2002) que ressalta esta categoria como o mais frequentemente estudado. Ainda de acordo com o mesmo autor esta categoria é considerada como o maior problema da indústria da construção, que tem implicações importantes tanto na eficiência da indústria quanto no impacto ambiental dos projetos da construção.

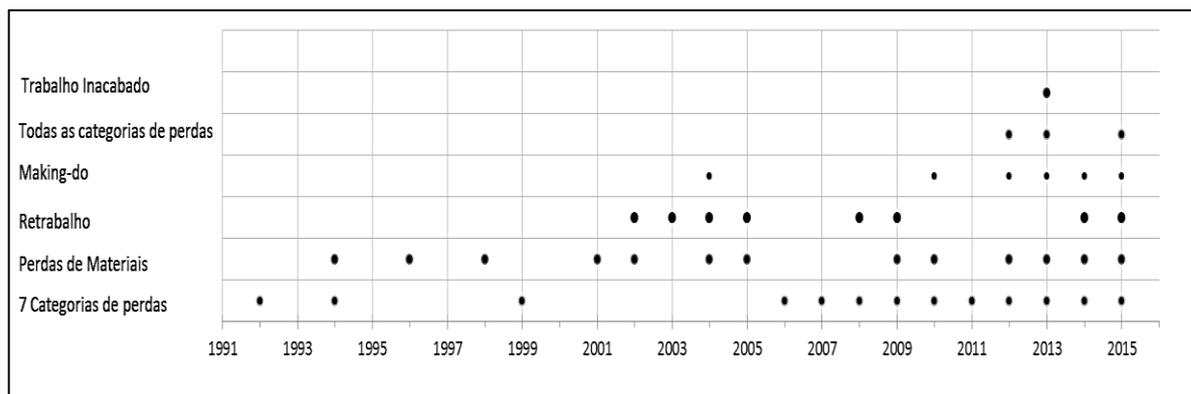


Figura 2.14 - Categorias por ano de publicação.

Fonte: Autora (2016).

Os primeiros estudos (Galivan; Bernold, 1994 e Bossink; Browsers, 1996) sobre perdas na construção civil enfatizam a perda de materiais, que ainda é um tema comum nos últimos anos. São 22 publicações adotando essa categoria. Enquanto a categoria de perda por retrabalho são 18 estudos, os autores Love (2002) e Burati *et al.* (1992) divergem quanto às causas de perdas por retrabalho. Algumas das causas são alterações de projeto ou mudanças nos pedidos dos clientes.

Viana *et al.* (2012) apontam que embora a importância deste tipo de perda seja amplamente reconhecida, não está claro na literatura se o retrabalho é simplesmente uma consequência do desvio de qualidade ou se é também uma consequência de alteração de pedidos e tarefas incompletas. O retrabalho é uma grande deficiência no gerenciamento da indústria da construção, provoca sobre custos no orçamento e atrasos sem justificativa.

Quanto às 7 categorias de perdas, são 13 publicações nos respectivos anos, dentre estas publicações destacam-se os estudos sobre perdas por espera, transporte e produção de produtos defeituosos.

A perda por espera analisa o tempo em que o funcionário aguarda por equipamentos e materiais para iniciar a próxima atividade do processo (DENZER *et al.*, 2015; ULHÔA, 2012). A perda por transporte é associada ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes em função de uma má programação das atividades ou de um *layout* ineficiente (PEREZ *et al.* 2016; BOLVIKEN, *et al.* 2014). A perda por produtos defeituosos deve-se a falhas no processo ou nos recursos necessários, alguns pesquisadores buscam identificar as causas e os impactos desta perda. Os resultados principais são o aumento dos

custos e redução da produtividade associadas à mesma (BURATI *et al.*, 1992; FORSBERG, SAUKKORIIPI, 2007).

A improvisação relacionada com o conceito de *making-do* proposto por Koskela (2004), que é objeto de algumas pesquisas já realizadas, dentre elas Sommer (2010), Fireman (2012) e Leão (2014), que chegam ao mesmo ponto de vista de que é uma perda que pode gerar impactos negativos na construção civil, uma vez que esse tipo de improvisação pode ocorrer por falta de conhecimento de algo que não necessariamente necessita improvisar.

A ausência de recursos pode causar a interrupção do trabalho ou resultar em improvisações (FORMOSO *et al.*, 2011). O conceito de perdas do tipo *making-do* é suportado por Koskela (2004) com três evidências na literatura. A primeira está no SPL de controle da produção proposto por Ballard (2000), onde uma tarefa só deve ser liberada para execução após a remoção de todas as restrições para sua realização. A segunda evidência é o método *Kit Completo* (KC), proposto por Ronen (1992), definido componentes, desenhos, documentos e informações necessários para realizar um processo.

Ronen (1992) sugere que as tarefas não sejam liberadas para execução sem que todo esse conjunto necessário para sua realização esteja disponível. A terceira evidência está na observação de que trabalhar em condições inadequadas é uma das principais perdas da construção (KOSKELA, 2000).

Segundo Ronen (1992), o KC desempenha um papel importante no processo de planejamento e controle, pois impulsiona os gerentes a planejar melhor as tarefas e seus componentes e ainda faz com que haja um ponto de controle no estágio inicial do processo, quando ações corretivas ainda podem ser tomadas. No entanto, apesar dos benefícios do KC, o *making-do* ocorre devido a (RONEN, 1992):

- Síndrome da eficiência: a pressa em utilizar os recursos tanto quanto tempo possível;
- Pressão por resposta imediata: o cliente acredita que iniciando o trabalho imediatamente após o pedido, mesmo sem um KC, o tempo de entrega será menor;
- Divisão inadequada dos níveis de montagem: quando o número de componentes de um KC cresce a um nível difícil de controlar e torna-se quase impossível reuni-los em um determinado tempo.

No que concerne às consequências geradas pelo *making-do*, Ronen (1992) as classifica em dois tipos: técnicas e comportamentais. As consequências técnicas são que o *making-do* gera um aumento no tempo de processamento, maior variabilidade, maior quantidade de trabalho em progresso, reduz a produtividade, aumenta as despesas operacionais e ainda torna o controle dos processos mais complexos.

Como também, são apresentadas como consequências técnicas a redução da qualidade, o aumento de retrabalhos e a redução da segurança (RONEN, 1992; KOSKELA, 2004). Enquanto as consequências comportamentais, Ronen (1992) cita a falta de motivação dos trabalhadores e a redução de esforços para garantir que todos os itens estejam disponíveis para realização da tarefa.

Quanto aos estudos sobre todas as categorias de perdas, apenas 3 estudos, um deste é a revisão sistemática realizada por Viana *et al.* (2012). Estes autores analisam em relação à construção civil e mapearam os estudos mais relevantes sobre perdas. Formoso *et al.* (2015) pesquisam sobre todas as categorias de perdas e suas conexões, dando ênfase as perdas que ocorrem durante a produção, são elas: trabalho em progresso (estoque de produtos inacabados), *making-do* e falta de terminalidade (trabalho quase concluído).

A falta de terminalidade apresenta situações similares: retrabalho, trabalho quase concluído e trabalho não inspecionado (FIREMAN, 2012). Esta perda é considerada o oposto de *making-do*. As principais consequências são aumento do trabalho em progresso, atividades que não agregam valor e *making-do* (FORMOSO *et al.*, 2015). A falta de terminalidade similar à perda por improvisação está relacionada à ocorrência de trabalho informal (não controlado ou controlado formalmente).

Na RSL realizada nesse estudo, a partir de 63 publicações sobre perdas na construção civil, as categorias de contribuição teórica foram agrupadas (Quadro 1). As contribuições são com base no estudo de Viana *et al.* (2012): causas, métricas, ação preventiva, método e conceitos.

Quadro 2.1 - Definições das principais contribuições das publicações.

<b>Contribuição principal</b>	<b>Definição</b>
<b>Causas</b>	Identifica as causas e propõe algumas soluções para evitar perdas.
<b>Métricas</b>	Medidas de perdas em uma amostra de projetos, produzindo métricas.
<b>Ação preventiva</b>	Descreve a implementação de ações para reduzir ou eliminar perdas.
<b>Método</b>	Propõe um método para identificar ou mensurar perdas.
<b>Conceitos</b>	Sugerir uma maneira diferente de entender perdas.

Fonte: Viana *et al.* (2012).

Nos seis grupos de conceitos supracitados, perda de materiais, 7 categorias de perdas, retrabalho, *making-do*, trabalho inacabado e todas as categorias de perdas, em 25% das publicações é proposto um método para identificar ou mensurar perdas, como mostrado na Figura 2.8.

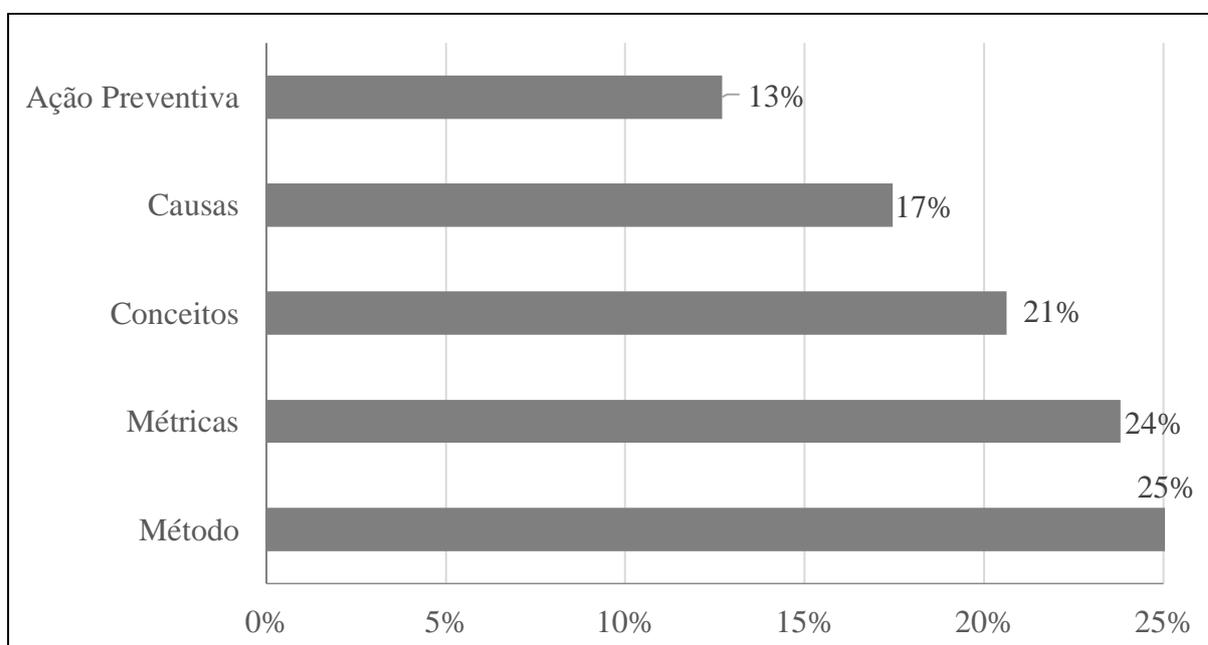


Figura 2.15 - Tipo de contribuição dos estudos sobre perdas.

Fonte: Autora (2016).

Em 24% são medidas de perdas em uma amostra de projetos, produzindo métricas. Quanto a sugerir uma maneira diferente de entender perdas, 21% das

publicações tratam conceitos. As categorias de contribuições com menor número de pesquisas são causas e ação preventiva, uma vez que 17% identificam as causas e propõe algumas soluções para evitar perdas e apenas 13% descreve a implementação de ações para reduzir ou eliminar perdas em canteiros de obra.

#### **2.4.1 Estudos sobre método**

Os estudos sobre método propõem um método para identificar ou mensurar perdas. O objetivo de propor um método para quantificar perda de materiais de construção, em relação ao conceito perda de materiais é objeto da grande maioria das publicações nesse tipo de contribuição (KOUSHKI; KARTAM, 2004; SACKS *et al.*, 2007).

Outros estudos, como os de (ROSENBAUM *et al.*, 2012; YU *et al.*, 2009) focam na utilização do mapeamento de fluxo de valor como método que pode possibilitar na construção civil eliminar as perdas e implementar um novo sistema de produção que agrega valor aos seus produtos, atingindo a satisfação de seus clientes. A fim de investigar a ocorrência das perdas por *making-do* na construção civil e melhorar o processo de planejamento e controle da produção, mensuração das perdas por improvisação, Sommer (2010) e Santos e Santos (2017) propôs um método de identificação e mensuração das perdas por improvisação (Figura 2.9). Esse método será apresentado, composto por três grupos:

- (i) identificação dos pré-requisitos para iniciar um processo;
- (ii) identificação das improvisações que ocorrem durante a execução do serviço;
- (iii) avaliação do possível impacto gerado pelas improvisações.

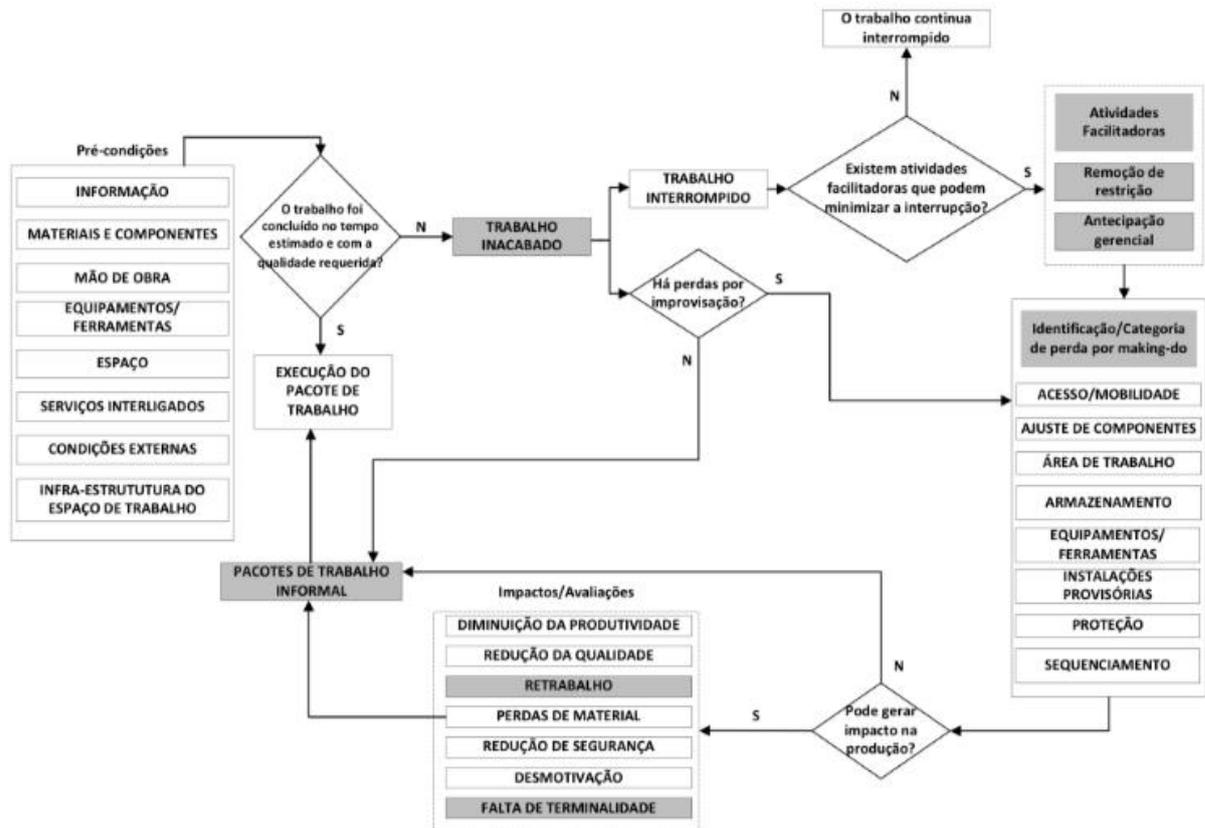


Figura 2.16 - Método de identificação de perdas por improvisação.  
 Fonte: Sommer (2010), Santos e Santos (2017).

A identificação dos pré-requisitos é baseada em sete fluxos de entrada apresentados por Koskela (2000): projeto, materiais e componentes, mão-de obra, equipamentos, espaço, serviços interdependentes e condições externas, conforme ilustrado na Figura 2.10. Sommer (2010) reestruturou esses pré-requisitos conforme as causas que deram origem às perdas por improvisação ao longo do seu estudo, chamando-os de natureza das perdas por *making-do* e acrescentou a natureza chamada “instalações”.

---

# TAREFAS

Projetos (informações)  
Materiais e componentes

---

Mão de obra  
Equipamentos/ferramentas

---

Espaço  
Serviços interdependentes  
Condições externas

---

Figura 2.17 - Dependência das tarefas em relação aos seus pré-requisitos.  
Fonte: Adaptado de Sommer (2010).

Koskela (2000) não faz distinção quanto à importância de cada um dos fluxos propostos. Sendo assim, planejar e controlar a produção para que os processos não sejam interrompidos devido à falta de entradas é uma tarefa inerentemente difícil, e isso é refletido pelo tempo improdutivo e comumente encontrado na construção civil.

O planejamento pode levar a uma redução das perdas por *making-do*, aumentar a produtividade, e reduzir os custos da produção, por meio de uma análise prévia dos pré-requisitos para a execução dos pacotes de trabalho<sup>8</sup>, envolvendo tanto aqueles que planejam quanto aqueles que executam as tarefas (SOMMER, 2010).

Contudo, uma vez que cada empreendimento é único, ocorrem problemas inesperados na sua execução, como também é difícil identificar quando um KC está realmente completo. Isso pode forçar as equipes a improvisar e encontrar outras soluções para terminar as tarefas, apesar de não haver os recursos adequados (HAMZEH *et al.*, 2012). As perdas por *making-do* estão fortemente relacionadas com o conceito de improvisação já que, em uma dificuldade ou incerteza, as pessoas costumam utilizar qualquer recurso que esteja ao seu alcance para conseguir atingir

---

<sup>8</sup> O pacote de trabalho como o próprio nome diz é um pacote que contém atividades que são agrupadas conforme necessidade do projeto.

seus objetivos, ou ainda os objetivos podem ser redefinidos a partir dos recursos disponíveis.

Sommer (2010) ainda infere que as equipes envolvidas nos pacotes de trabalho não são treinadas para avaliar as situações antes de tomar as decisões, desta forma, ao improvisarem, geram situações de risco e perdas e ainda comprometem a qualidade do produto.

O Quadro 2.2 apresenta as perdas registradas com base nas categorias de perdas por improvisação propostas por alguns autores (SOMMER, 2010; FIREMAN, 2012). Na avaliação dos impactos gerados pelas improvisações, Sommer (2010) considerou as possíveis consequências apresentadas por Koskela (2004): baixa produtividade, retrabalho, redução da qualidade, redução da segurança, desmotivação e perda de material.

Quadro 2.2 - Definição dos tipos de perda por improvisação.

<b>CATEGORIAS</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
<b>Acesso/mobilidade</b>	Relativo ao espaço, meio ou posicionamento de quem executa as tarefas.
<b>Ajuste de componentes</b>	Indisponibilidade de materiais e componentes adequados à realização das tarefas.
<b>Área de trabalho</b>	Refere-se à bancada de trabalho ou área de apoio durante as atividades realizadas.
<b>Armazenamento</b>	Organização de materiais ou componentes em locais não preparados para o seu recebimento.
<b>Equipamentos/ferramentas</b>	Criados ou adaptados para uso durante as atividades.
<b>Instalações provisórias</b>	Criados ou adaptados para uso de água e eletricidade durante as atividades.
<b>Proteção</b>	Forma de uso dos sistemas de produção.
<b>Sequenciamento</b>	Alteração na ordem de produção de determinado processo, ou rearranjo da sequência de ataque.

Fonte: Adaptado de Sommer (2010); Fireman (2012).

Fireman (2012) propõe um método de controle integrado produção e qualidade, com a mensuração de perdas por *making-do* e pacotes de trabalho informais (pacotes que são executados sem ter sido planejado). Em relação às categorias de perda por *making-do*, este estudo propõe uma extensão daquelas

propostas por Sommer (2010). Foi considerada como uma nova categoria a perda por sequenciamento, a qual foi definida como a alteração da sequência de atividades necessárias para finalizar um determinado processo. Foi também acrescentada uma categoria de possíveis impactos das improvisações, denominada falta de terminalidade.

Formoso *et al.* (2011) propõem um método para medir perdas do tipo *making-do*, identificando causas e impactos, mostrando como principais causas a má gestão do espaço de trabalho e a falta de informação e como impactos a perda de material (técnica) e redução de motivação dos trabalhadores (comportamental).

#### **2.4.2 Estudos sobre métricas**

Um amplo número de indicadores tem sido usado para medir perdas, mesmo quando se considera apenas um grupo de conceito de perda (Viana *et al.*, 2012). Um exemplo são os desperdícios de construção e demolição, medido como grandezas físicas, tais como o volume de desperdícios retirados do canteiro de obras (GALIVAN; BERNOLD, 1994). Esta perda de material implica tanto na eficiência da indústria da construção quanto em impactos ambientais. Formoso *et al.* (2002) apresentam números típicos para o desperdício de materiais na indústria de construção brasileira que é bastante elevado.

Em contrapartida, as categorias de perdas definidas por Ohno (1988), tais como produtos defeituosos (Ledbetter, 1994) e a específica do tipo retrabalho (Hwang *et al.*, 2009) foram medidos pelos seus custos. O indicador tempo é frequentemente utilizado como uma medida de perdas importante, particularmente quando o objetivo é identificar perdas por espera, movimentação, processamento excessivo (Forsberg; Saukoriipi, 2007; Kalsaas, 2010; Han *et al.*, 2012; Lapinski *et al.*, 2006).

A formulação do significado de perdas na construção civil é uma das contribuições dos estudos analisados. Denzer *et al.* (2015) agrupa em sua pesquisa sobre as definições de perdas encontradas na literatura na indústria da manufatura e na indústria da construção, os principais autores no setor da construção civil segundo este autor são (Koskela, 1992; Formoso *et al.*, 1999; Bolviken *et al.*, 2014).

### 2.4.3 Estudos sobre conceitos

Quanto às definições usadas pelos autores, Denzer *et al.* (2015) denotam que a grande maioria dos estudos empíricos na construção tem foco no conceito de perda de movimentação desnecessária, conseqüentemente aumentando o tempo de trabalho.

Formoso *et al.* (1999) conceitua perdas como perda de materiais e com base nesta classificação realiza seu estudo, que além de formular este significado os autores realizam estudos de caso em três construtoras com questionários sobre desperdícios de construção e demolição.

De acordo com Isatto e Formoso (1998), é necessária uma compreensão mais aprofundada dos conceitos e princípios que sustentam o STP. Viana *et al.* (2012) corroboram do mesmo pensamento, pois ao investigarem a ocorrência das perdas na indústria da construção, incluem os conceitos adotados.

O conceito de perdas merece ser aguçado e as conseqüências em relação à organização e gestão merecem ser esclarecidos (KOSKELA *et al.*, 2012). Entretanto, recentemente trabalhos foram apresentados sobre o tema, comprovando um esforço no meio acadêmico para compreender melhor as perdas (BOLVIKEN *et al.*, 2014; FORMOSO *et al.*, 2015).

Para Formoso *et al.* (2015), alguns conceitos que não são amplamente conhecidos ou usados como um foco para a melhoria na indústria da construção, são *making-do* e trabalho em progresso. De fato, sua inclusão se deve não apenas à sua importância na melhoria do desempenho como também porque esses conceitos podem ser úteis para mostrar problemas não óbvios (FORMOSO *et al.*, 2015). As categorias de perdas tem relação causa-efeito, o desperdício nem sempre é óbvio: ele "aparece frequentemente sob a aparência de trabalho útil" (SHINGO, 1996).

### 2.4.4 Estudos sobre causas

Para Formoso *et al.* (1999), a maioria das causas de perdas na construção está associada a falhas no sistema de gestão das obras, sendo fundamental a integração do controle de perdas ao processo de PCP.

A maioria dos trabalhos, que investigaram as causas de perdas em relação às atividades que não agregam valor, foca em perda de materiais e retrabalho. Os trabalhos que discutiram as causas do retrabalho foram (Love, 2002; Burati *et al.*, 1992). Estes autores divergem quanto às causas de perdas por retrabalho, principalmente, alterações de projeto ou mudanças nos pedidos dos clientes.

A aprendizagem intrínseca de um processo de melhoria de perdas na construção deve estar também inserida no controle, para que este passe a ter como objetivo eliminar a fonte dos problemas, em vez de lidar com seus efeitos (KOSKELA, 1992).

Além de quantificar as perdas (Formoso *et al.*, 2002; Bossink, Browsers, 1996) analisam as causas das mesmas, as quais se destacam os seguintes: gestão dos materiais (incorreta descarga, estoque e manuseio de materiais, má condições do terreno, equipamentos inadequados de transporte), projeto (falta de modularização, imprecisa especificação dos produtos, projeto mal detalhado, mudanças de projeto, escolha de produtos de baixa qualidade), planejamento (ausência de planejamento de *layout* e, de estudos sobre entrega de materiais no canteiro e sua distribuição nas áreas de trabalho, desconhecimento da quantidade de produtos necessária), operação (mau funcionamento dos equipamentos, erros na execução das atividades, danos causados por equipes subsequentes, uso incorreto dos materiais, informações sobre o tipo e dimensões dos produtos que serão usados chegam tarde para as equipes).

Ronen (1992) aponta a pressão por prazo como uma das causas da ocorrência de *making-do*, e a alteração da sequência do trabalho é proposta por Fireman (2012). Segundo Ballard e Howell (1998) e Formoso *et al.* (1999), para que o controle tenha um papel pró-ativo, auxiliando na identificação e na correção das causas dos problemas, o mesmo deve ser realizado em tempo real, auxiliando na identificação e na correção das causas dos problemas, e deve ser realizado em tempo real, agindo diretamente na realização dos processos de produção, expandindo-se para além do papel de inspeção ou verificação. Machado (2003) e Santos (2004) enfatizam a importância da análise de restrições para planejar e antecipar os recursos necessários para execução e continuidade das tarefas, sendo conceitos essenciais para prevenção de perdas do tipo *making-do*.

### 2.4.5 Estudos sobre ação preventiva

Desde a década de 1990, estudos que contribuíram com a descrição e/ou implementação de ações para reduzir ou eliminar perdas no setor da construção civil foram (LEDBTTER, 1994; FARINAN; CABAN, 1998; MACHADO, 2003; KOSKELA, SANTOS, 2004; ZHAO *et al.*, 2010; SOMMER, 2010; PIKAS *et al.*, 2012; PARK *et al.* 2012; ULHÔA, 2012; GROSSKOPF *et al.*, 2013).

Ledbtter (1994) descreve um sistema de melhoria da qualidade da gestão na construção civil, com o intuito de promover a consciência de melhoria no processo de produção, evitando perdas por produção de produtos defeituosos. Esse sistema deve ser combinado com ferramentas de métricas.

Enquanto Farinan e Caban (1998) objetiva identificar estratégias de minimização de perdas de materiais empregadas por empresas de construção, os autores descrevem como ações: evitar desperdício, reutilização dos desperdícios da construção e demolição, e reciclagem do mesmo.

As atividades propostas por Machado (2003) são denominadas antecipações gerenciais, constituídas por ações gerenciais referentes ao provimento dos recursos necessários para a execução dos serviços. Machado (2003) e Santos (2004) também sugerem um conjunto de atividades que poderiam ser incluídas nos procedimentos de execução da obra. Para Grosskopf *et al.* (2013) é preciso auxílio aos gestores na antecipação e planejamento dos recursos necessários para a execução das tarefas, evitando a ocorrência das perdas por *making-do*.

Segundo Machado (2003), as antecipações gerenciais são adquiridas de projetos anteriores e deveriam ser incluídas no processo hierarquizado de planejamento da produção. Logo, Zhao *et al.* (2010) apresentam um sistema baseado em atividade para modelar os fluxos de informação existentes no processo de projeto de construção. Posteriormente a avaliação das improvisações, apesar da principal contribuição de Sommer (2010) ser um método, o mesmo também verificou que as perdas do tipo *making-do* estão relacionadas com a falta de planejamento ou antecipação.

Ademais em relação a reduzir ou eliminar perdas do tipo *making-do*, Pikas *et al.* (2012) propõem que decisões operacionais sejam tomadas em curto prazo relativas à coordenação, execução e controle do trabalho. De forma clara, na construção civil os gestores lidam diariamente com incertezas; nesse contexto, é

preciso uma melhor estabilidade do fluxo de informação e de materiais, por meio de um mapa teórico do processo de tomada de decisão e de trabalho (PIKAS *et al.*, 2012).

No que concerne às perdas de materiais, perda por espera, perda por transporte e perdas por movimentação, Park *et al.* (2012) apresentam um modelo de implementação do planejamento do canteiro de obras, onde é possível identificar espaço disponível para armazenamento e transporte, segmentação das áreas dentro do canteiro, cálculo da distância real de transporte e determinação do local de armazenamento ideal dos materiais de construção.

As perdas por retrabalho e falta de terminalidade, foram estudadas por Ulhôa (2012) com o objetivo de propor um conjunto de diretrizes para melhorar o controle do prazo de entrega de obras, focado na gestão. Os principais procedimentos são: definição do passo a passo para execução de cada serviço e das características que devem ter o produto final, treinamento antecipado da equipe executora em relação a esta questão e medição dos serviços somente quando forem totalmente concluídos (ULHÔA, 2012).

A implementação de atividades que facilitam o trabalho, aquelas que impedem ou minimizam paralisações ou interrupções ao longo do processo de produção é proposta como atividades facilitadoras por Grosskopf *et al.* (2013), o estudo realizado pelos autores teve como resultados categorias de atividades de apoio a produção: conflito espacial, preparação do ambiente de trabalho, sequenciamento das atividades e projeto.

É possível mencionar semelhanças entre as categorias de atividades propostas por Machado (2003) e Santos (2004) e as categorias de perdas por improvisações apresentadas por Sommer (2010). Enquanto Machado (2003) propõe uma lista de ações que buscam evitar interrupções na produção, Sommer (2010) apresenta as alternativas encontradas pelos operários para não deixar que essas interrupções ocorram.

## **2.5 Relação causal entre *making-do*, retrabalho, falta de terminalidade e trabalho em progresso**

A definição de perda por *making-do* sugere que um pacote de trabalho não deve iniciar até que todos os itens necessários para sua conclusão estejam

disponíveis, evitando o aumento do trabalho em progresso, assim como a baixa qualidade na entrega, aumento dos custos e prejuízo do prazo da obra.

Para Koskela *et al.* (2013), a perda por *making-do* é uma perda central na construção, por ser a possível causa de outras perdas. As categorias de perda têm relação causa-efeito (Figura 2.11), não apenas com o desperdício de recursos, mas também com outras categorias de perdas da produção (FORMOSO *et al.*, 2015). Esta figura apresenta uma apresentação de tais relações de causa e efeito, levantadas a partir de diferentes estudos sobre perdas reportados na literatura.

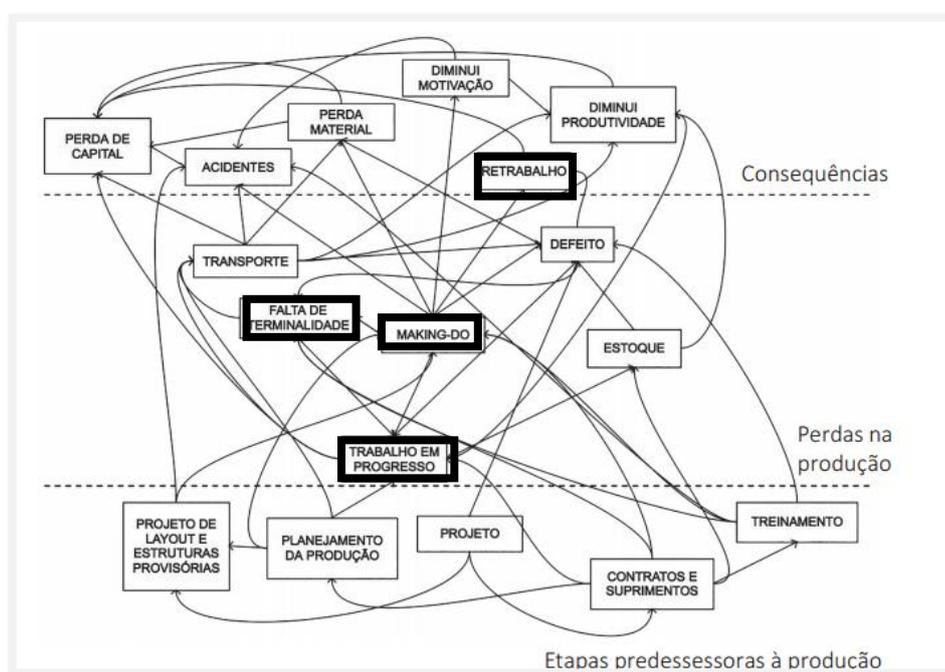


Figura 2.18 - Rede causal de perdas na construção.

Fonte: Formoso *et al.* (2015).

Sendo dividida em três zonas: (a) na parte superior, aparecem as categorias de perdas denominadas terminais, ou seja, aquelas que são consequências de outras perdas; (b) na parte intermediária, são reunidas as categorias denominadas de perdas na produção, que se referem a fenômenos importantes na produção que se devem ser controladas para evitar as perdas terminais; e (c) os processos predecessores da produção, que podem contribuir para a ocorrência de perdas. O mapeamento indica as categorias de perda que mais interagem com as demais, ou seja, as que têm mais centralidade na rede de relação causa-efeito.

Os estudos realizados sobre a ocorrência de perdas por improvisação na construção civil (Fireman, 2012; Sommer, 2010; Leão, 2014) confirmam que o

*making-do* pode ser considerado como a causa raiz de outras perdas como problemas de qualidade, retrabalho e trabalho em progresso. Essas perdas estão fortemente relacionadas com a falta de terminalidade das tarefas. Todas estas perdas são objeto desta pesquisa e outras pesquisas já realizadas, citadas anteriormente.

A categoria de perda retrabalho pode ser definida como uma atividade que não agrega valor por estar ligada à correção de produtos defeituosos que se desviaram de um padrão de qualidade esperado (OHNO, 1988). Todavia, Hwang *et al.* (2009) afirma que muitos esforços de pesquisa têm tentado definir retrabalho e suas causas, mas geralmente estes estudos focam nos custos de retrabalho. Ainda Formoso *et al.* (2015), asseguram que há poucas contribuições com relação à investigação das causas de retrabalho.

De acordo com Alves (2000), a falta de terminalidade refere-se a não finalização das atividades dos pacotes de trabalho nos prazos estipulados e em conformidade com os critérios de qualidade pré-estabelecidos, requerendo o retorno posterior de alguma equipe para realização de retrabalhos ou arremates.

A terminalidade é compreendida como a conclusão total de um serviço em um espaço pré-definido, tais como um apartamento ou pavimento, sem que haja resquícios do mesmo e a necessidade de voltar uma equipe ou funcionário para alguma finalização (ULHÔA, 2012).

Entre os fatores que influenciam na falta de terminalidade das tarefas, destaca-se o grau de definição dos pacotes de trabalho e o adequado sequenciamento dos processos (SERRA *et al.*, 2017). Além disto, muitas dessas atividades são realizadas informalmente, sujeitando-se às incertezas e aumentando a ocorrência de outros tipos de perda na construção, devido à necessidade de refazer trabalhos já executados, aumentando a quantidade de retrabalho e de trabalho em progresso (FIREMAN, 2012).

O trabalho em espera pode ser associado às perdas por espera, onde ao se concluir uma determinada etapa, aguarda-se o momento de início da etapa seguinte. Essa perda refere-se às atividades inacabadas existentes entre as etapas de processamento, as quais podem estar associadas a itens não concluídos que estão à espera do processamento (SHINGO, 1996).

As atividades inacabadas podem ser geradas em função de superprodução, ou seja, quando há excesso de estoques de atividades iniciadas antecipadamente a

espera de serem processados. No contexto da construção, esta perda é associada à espera entre processos (Saffaro, 2007) ou ao excesso de frentes de serviço abertas.

Um dos fatores que contribuem para o surgimento dessa perda é a relação contratual tradicional da construção civil (SACKS *et al.*, 2009). Principalmente, as empresas terceirizadas são estimuladas a otimização local em detrimento da busca pelo melhor desempenho global do empreendimento. Esta situação faz com que as equipes subcontratadas busquem realizar trabalhos que resultem em uma maior produtividade, abrindo várias frentes de serviço, em vez de completar as atividades em pacotes de trabalho já iniciados.

As dificuldades na execução do controle de qualidade podem também ser uma possível causa do aumento do trabalho em progresso, pois se uma equipe não concluir adequadamente a sua tarefa, as falhas de qualidade são detectadas tardiamente, após o deslocamento da equipe para outra frente de trabalho, deixando o local em espera para ser corrigido (SERRA *et al.*, 2017).

Alguma das causas de *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade são evidenciadas por Scaramussa *et al.* (2017) ou tendo em comum: uso inadequado do recurso, conhecimento do processo, conhecimento das operações, relação entre atividades, relação entre ambiente e atividade, atividade não prevista (Figura 2.12).

As causas de *making-do* estão relacionadas à informação (projetos, estudos, procedimentos), materiais e componentes (não previstos ou inadequados), mão de obra (não disponível ou não qualificada), equipamento e ferramentas (indisponíveis, não funcionam ou inadequados), problema no espaço do ambiente de trabalho (acesso, circulação ou falta de local para o estoque), atividades com interdependência, condição externa que está relacionada ao clima, e instalações provisórias que não atendem às necessidades (FIREMAN, 2012).

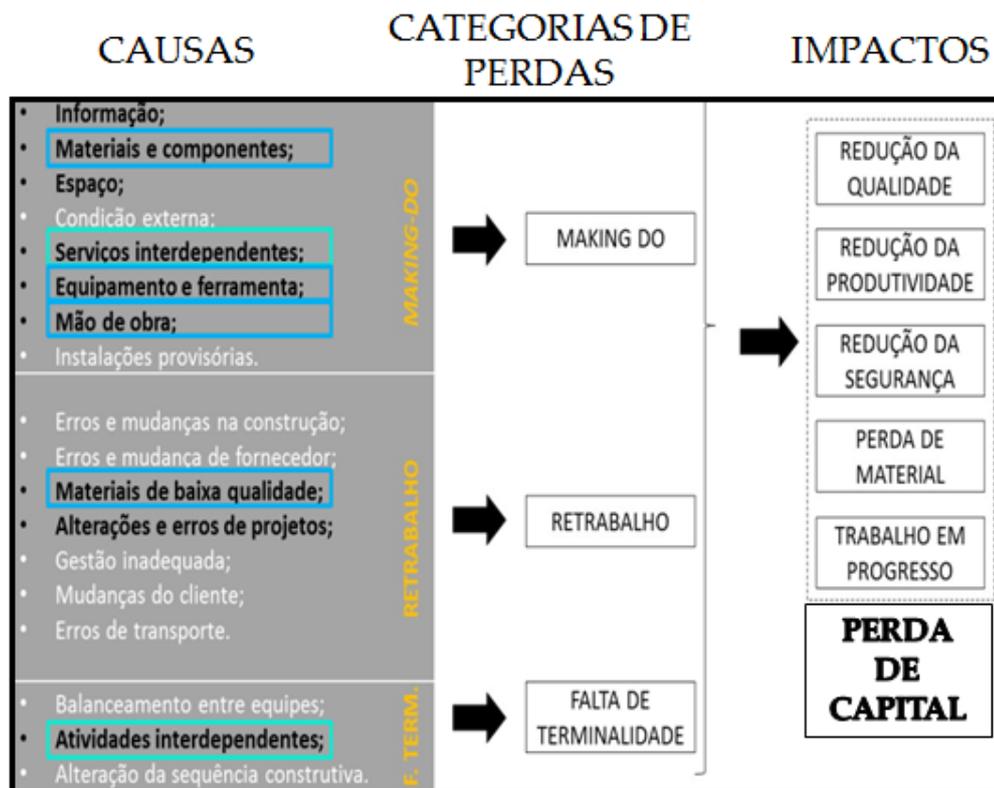


Figura 2.19 - Relação entre as causas, categorias de perdas e impactos.

Fonte: Adaptado de Scaramussa *et al.* (2017).

Enquanto Hwang *et al.* (2009) listam alguma das causas de retrabalho: mudanças do cliente, erros e omissões de projeto, mudanças de projeto, erro e/ou emissão de fornecedor, mudança de fornecedor, erros e omissões na etapa de execução da construção, mudanças na construção e erros de transporte.

Com relação à falta de terminalidade: balanceamento entre as equipes, durante a execução de atividades interdependentes, e as improvisações realizadas pelas equipes de trabalho, tais como a alteração da sequência produtiva quando algum pré-requisito não é atendido, são apontadas por Fireman (2012) como algumas das causas de ocorrência de falta de terminalidade nas obras.

Além das causas apontadas acima, Ye *et al.* (2014) também identificam que as obras são iniciadas o quanto antes, com inadequada preparação dos planos, devido as urgências de cronogramas ou tomada de decisão arbitrária. Os mesmos autores também apontam que, a qualidade insuficiente das tecnologias construtivas e o uso de materiais de baixa de qualidade são causas de retrabalho.

No que concerne aos impactos das perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade trazem consequências semelhantes para a construção: redução da qualidade, redução da produtividade, redução da segurança, perda de material,

trabalho em progresso (SOMMER, 2010).

### 2.5.1 Identificação e mensuração das perdas

A identificação de *making-do* pode ser realizada pela observação direta das tarefas realizadas nos canteiros de obras ao comparar com padrões ou melhores práticas estabelecidas. Sommer (2010) como também Ibarra *et al.* (2016) propõem um protocolo para a mensuração desse tipo de perda. As principais etapas são:

- i. Descrever a improvisação observada e fazer um registro fotográfico;
- ii. Identificar os pré-requisitos que não estavam disponíveis;
- iii. Analisar possíveis impactos devido à ação realizada;
- iv. Categorizar os casos (conforme Quadro 2.2) e identificar suas possíveis causas.
- v. Pode-se também mensurar a incidência de *making-do*, de forma relativa, por meio da relação de trabalho com improvisação e o número total de pacotes.

A perda por retrabalho é identificada por meio da observação direta nos canteiros, descrevendo o retrabalho observado e fazendo registro fotográfico, como também identificando suas possíveis causas. Ou ainda na análise das fichas de verificação do sistema de gestão da qualidade pelos próprios profissionais no canteiro de obras.

A falta de terminalidade pode ser medida por meio da identificação dos pacotes que não estão prontos, impedindo o serviço subsequente de ser iniciado. Pode também ser associado, ao controle de qualidade e identificada mediante os serviços que apresentam não conformidades, ou apenas identificada por meio de pacotes que foram iniciados, porém, estão sem equipe alguma realizando o trabalho (SERRA *et al.*, 2017). Ainda segundo os mesmos autores, o número de atividades cujo trabalho foi iniciado e não finalizado.

O trabalho em progresso deve medir a quantidade de trabalho pronto para ser entregue na próxima etapa ou ao cliente final e aquela que está em espera, que é capaz de atender diferentes serviços (SERRA *et al.*, 2017). Semanalmente a realização de rotinas de controle da produção, contabilizando o número de atividades em espera para iniciar um novo serviço.

Nas observações das equipes trabalhando em pacotes que não foram planejados, denominados pacotes de trabalho informais, deve-se verificar as causas dos mesmos, ou seja, se o trabalho está associado a algum retrabalho, finalização do serviço não concluído na semana anterior que não foi planejado, arremates ou novas equipes iniciando serviços antes do previsto (SERRA *et al.*, 2017).

Nesta pesquisa foram quantificados em cada estudo de caso alguns indicadores dos sistemas de planejamento e controle da produção, a Porcentagem Real dos Pacotes Concluídos (PPCR) que é calculada pela relação entre o número de pacotes concluídos com qualidade e o número total de pacotes planejados para a semana (SUKSTER, 2005). O indicador Porcentagem de Pacotes Informais (PPI) calculado a partir da relação entre quantidade de pacotes informais e a quantidade total de pacotes de trabalhos executados (LEÃO, 2014). Por último, a Porcentagem de Pacotes com Trabalho em Progresso (PPTE) dado pela relação entre quantidade de pacotes em espera para iniciar um novo serviço e a quantidade total de pacotes de trabalhos planejados.

## Capítulo 3

# Método de Pesquisa

Este capítulo apresenta o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento do trabalho. O capítulo inicia com a apresentação da estratégia de pesquisa adotada e, na sequência, a descrição de cada uma das fases realizadas. Por fim, são apresentadas fontes de evidências utilizadas, ferramentas e indicadores utilizados na coleta de dados.

### 3.1 Estratégia de pesquisa

Neste estudo foi adotada a abordagem *Design Science Research* (DSR), dado que, é o método que fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa quando o objetivo a ser alcançado é um artefato ou uma prescrição. Como método de pesquisa que conduz a solução de problemas, a DSR busca a partir do entendimento do problema, construir e avaliar artefatos que permitam modificar situações, alterando suas condições para estados melhores ou desejáveis (DRESCH *et al.*, 2014). Sendo assim, é utilizada nas pesquisas como forma de diminuir o distanciamento entre teoria e prática.

O pesquisador não é mais um observador, é um indivíduo que age no contexto pesquisado, buscando compreender uma determinada realidade, em que utiliza o seu potencial criativo para a geração de soluções para problemas ou necessidades reais (HEVNER *et al.*, 2004).

Ainda, de acordo com Dresch *et al.* (2014), uma característica fundamental da pesquisa que utiliza a DSR como método é ser orientada à solução de problemas específicos, que nesta pesquisa é a prevenção de perdas do tipo *making-do*, não necessariamente buscando a solução ótima, mas a solução satisfatória para a situação.

A criação de um artefato na DSR é o principal meio pelo qual se pode gerar novo conhecimentos baseados em experiências práticas. O artefato em si não é necessariamente o principal resultado da DSR. Os resultados da aplicação são

diversos: constructos, modelos, métodos, instanciações, podendo resultar em um aprimoramento de teorias (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 - Artefatos gerados pela Design Science Research.

<b>Artefatos</b>	<b>Descrição</b>
<b>Constructo</b>	Vocabulário conceitual dos termos e variáveis do estudo.
<b>Modelo</b>	Um conjunto de proposições que gera uma relação entre os constructos.
<b>Método</b>	Um passo a passo realizado para executar uma tarefa.
<b>Instanciações</b>	Operacionalização de um constructo, modelo ou método.
<b>Construção/ Melhoria de Teoria</b>	Processo metodológico de construção de um artefato.

Fonte: Adaptado de March e Smith (1995); Hevner *et al.* (2004).

Para auxiliar na condução da DSR, Hevner *et al.* (2004) definem sete critérios a serem considerados pelos pesquisadores. Tais critérios são fundamentais, o primeiro critério é que a DSR demanda a criação de um novo artefato (método de prevenção), o segundo critério foi ser um problema em especial (perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade em canteiro de obras). O terceiro critério é que o artefato seja adequadamente avaliado (grupo focal exploratório), além disso, o quarto critério é que as contribuições da pesquisa devem ser esclarecidas tanto para os profissionais interessados na resolução de problemas organizacionais quanto para a academia, contribuindo para o avanço do conhecimento na área (resultados desta pesquisa).

Para assegurar a validade da pesquisa e sua confiabilidade, é fundamental que as investigações sejam conduzidas com rigor, demonstrando que o artefato construído, neste caso um método, está adequado ao uso que foi proposto e que atendeu aos critérios estabelecidos para seu desenvolvimento. Outro critério é a realização de pesquisas pelo investigador para o entendimento do problema para buscar possíveis formas de solucioná-lo (revisão sistemática de literatura). Por fim, os resultados da pesquisa devem ser devidamente comunicados a todos interessados (acadêmicos e profissionais da área de gestão).

Os artefatos desenvolvidos a partir de uma pesquisa fundamentada em *design* são a prova de sua validade. Portanto, o método de prevenção de perdas do

tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade deve provar que têm condições de atingir os objetivos desejados, ou seja, que cumpre plenamente sua função.

Existem cinco formas de avaliar um artefato: observacional, analítica, experimental, teste e descritiva (HEVNER *et al.*, 2004). Outra abordagem de avaliação são os grupos focais, garantindo uma discussão mais profunda e colaborativa em relação aos artefatos desenvolvidos pela pesquisa (DRESCH *et al.*, 2014).

Nesta pesquisa, foi utilizado como forma de avaliação do método de prevenção de perdas por improvisação, retrabalho e falta de terminalidade o grupo focal exploratório para sua avaliação final, tendo como objetivo alcançar melhorias incrementais na criação deste artefato (LACERDA *et al.*, 2013). De fato, o rigor implica cuidados para evitar que algo seja afirmado ou concluído sem que a pesquisa tenha condições de embasar.

Vaishnavi e Kuecheler (2009) apresentam um roteiro para aplicação da DSR: entendimento ou conscientização do problema, sugestões, desenvolvimento, avaliação e conclusões. Segundo Manson (2006), essas etapas podem ser descritas:

- **Entendimento ou conscientização do problema:** o processo de investigação começa quando o pesquisador toma conhecimento de um problema ou oportunidade de pesquisa.
- **Sugestões:** durante a etapa da sugestão, elabora um ou mais modelos de tentativa para a resolução do problema. Os projetos preliminares estão ligados a uma proposta formal que inclui, normalmente, um projeto experimental. Esta etapa é totalmente criativa e é nesta fase que diferentes pesquisadores irão a diferentes modelos experimentais.
- **Desenvolvimento:** nesta etapa, o pesquisador construirá um ou mais artefatos. As técnicas utilizadas variam dependendo do artefato a ser construído.
- **Avaliação:** uma vez construído, o artefato deve ser avaliado em função dos critérios que estão implícitos ou são implicitamente contidos na proposta. Quaisquer desvios de expectativas devem ser relatados pelos pesquisadores. Antes e durante a construção, os pesquisadores formulam hipóteses sobre o comportamento do artefato. Na DSR raramente as hipóteses iniciais são descartadas; porém os desvios de comportamento esperados do artefato

forçam os pesquisadores a redefinir e buscar novas sugestões.

- **Conclusões:** Nesta fase são consolidados e registrados os resultados da pesquisa.

Simon (1996) afirma que o artefato cumpre um determinado propósito e é um ponto de encontro entre o ambiente interno (a própria organização) e o ambiente externo (setor da construção civil). Em síntese, o artefato é “a organização dos componentes do ambiente interno para atingir objetivos em um determinado ambiente externo” (DRESCH *et al.*, 2014, p. 108).

### 3.2 Fontes de evidências

Yin (2005) sugere quatro testes para se julgar a qualidade dos projetos de pesquisa: validade do constructo, validade interna, validade externa e confiabilidade.

A validade do constructo está relacionada com o estabelecimento de medidas operacionais corretas para os conceitos e variáveis que estão sob estudo. Segundo Martins (2006), constructo é “uma variável, ou conjunto de variáveis, que busca representar o significado teórico de um conceito ou de uma proposição”. Segundo Yin (2005), ao se usar múltiplas fontes de evidências na pesquisa, tem-se uma maior confiabilidade.

- **Observação direta no canteiro de obras e anotações de campo:** As observações diretas podem ser feitas informalmente, ao longo das visitas de campo, incluindo as situações durante as quais estão sendo coletadas outras evidências (YIN, 2005). As anotações são úteis para fornecer informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado, sendo muito valiosa em combinação com registros fotográficos. Apesar de consumirem muito tempo, enriquecem as informações por se tratar de acontecimentos em tempo real.
- **Análise de documentos:** A partir de uma análise de documentos podem ser feitas interferências que são utilizadas como indícios a serem investigados com maior profundidade (YIN, 2005).
- **Entrevistas:** É uma das fontes de informações mais importantes; no entanto os dados obtidos dessa fonte de evidência devem ser corroborados por informações obtidas de outras fontes, uma vez que as entrevistas estão

sujeitas a problemas como memória fraca, articulação imprecisa e influências interpessoais (YIN, 2005). Para essa pesquisa, foram realizadas entrevistas abertas e semi-estruturadas. As entrevistas permitem obter a opinião dos respondentes, sobre determinados eventos, onde os mesmos apresentam suas próprias interpretações sobre certos acontecimentos. Já as entrevistas semi-estruturadas seguem um conjunto de perguntas originadas do roteiro de questões.

A seguir são apresentadas as várias fontes de evidências que foram utilizadas ao longo da pesquisa para obter as informações necessárias (Quadro 3.3).

Quadro 3.2 - Principais fontes de evidências.

<b>Principais fontes de evidência</b>	<b>Estudo de caso 1</b>	<b>Estudo de caso 2</b>	<b>Estudo de caso 3</b>
<b>Observação direta no canteiro de obras e anotações de campo</b>	7 visitas no canteiro de obras, (69 eventos <i>making-do</i> ).	3 visitas no canteiro de obras, (8 eventos <i>making-do</i> ).	15 visitas no canteiro de obras, (51 eventos <i>making-do</i> ).
<b>Análise de documentos</b>	Planejamento de tarefas mensais e semanais, gráfico de gantt.	Planejamento de tarefas mensais e semanais.	Planejamento de tarefas mensais e semanais, indicadores de curto e médio prazo, linha de balanço, rede de precedência.
<b>Entrevistas</b>	Entrevistas com engenheiros, mestre da obra, assistente de engenharia e pedreiro.	Entrevista com engenheiro da obra e montadores.	Entrevistas com engenheiro da obra, engenheiro de planejamento e controle da obra, mestre da obra, assistente de engenharia e pedreiro.
<b>Observação das reuniões de planejamento</b>	1 reunião de médio prazo e 1 reunião de curto prazo.	Não são realizadas reuniões.	1 reunião de médio prazo e 1 reunião de curto prazo.

Fonte: Autora (2017).

De acordo com Yin (2005), a validade interna está relacionada ao estabelecimento de causalidade, aplica-se apenas em estudos de casos explanatórios ou causais. Esse segundo teste não foi realizado dado o caráter exploratório dos estudos de caso conduzidos na presente dissertação. Entretanto, através do uso de múltiplas fontes de evidência buscou-se relacionar os diferentes fatores que poderiam contribuir para os resultados observados no estudo e explicar sua inter-relação.

A validade externa está relacionada com a generalização dos resultados de uma pesquisa. Em um estudo de caso, esta validade externa será evidenciada na medida em que os achados desse estudo possam ajudar a explicar outro caso semelhante (MARTINS, 2006).

Os estudos de caso se baseiam em generalizações analíticas. Nesse sentido, o pesquisador busca generalizar um conjunto particular de resultados para uma teoria mais abrangente (YIN, 2005). Essa teoria deve ser testada através da replicação das descobertas em um segundo ou terceiro local, nos quais a teoria supõe que deveriam ocorrer os mesmos resultados. Essa lógica de replicação foi à tática utilizada nesta dissertação com mais de um estudo de caso. Também foram identificados casos na literatura que confirmam a ocorrência de situações e problemas similares aos encontrados neste estudo em outros canteiros de obras.

A confiabilidade serve para minimizar os erros e as visões tendenciosas de uma pesquisa. Uma das táticas principais para aumentar a confiabilidade de um estudo de caso é através da documentação dos procedimentos adotados no estudo (YIN, 2005).

### **3.2.1 Ferramentas e indicadores utilizados na coleta de dados**

A ferramenta para identificação das categorias, pré-requisito e impacto das perdas por *making-do* a partir da revisão da literatura apresentada no item 2.3.1. A ferramenta é o método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras. A planilha com registro fotográfico será descrita no detalhamento dos estudos posteriormente.

O ponto de partida para a identificação do *making-do* foi a observação direta de dois tipos de eventos que podem ser considerados indicadores para esta categoria de perda: (1) improvisações feitas pelos operários que foram observadas como eventos instantâneos (ações) em determinadas tarefas devido à falta de insumos padrão; ou (2) condições latentes no ambiente de trabalho que poderia exigir algum tipo de improvisação dos trabalhadores.

Inicialmente, três fontes de evidência (entrevistas, observação nas reuniões e análise de documentos) foram realizadas para aumentar a confiabilidade dos dados

além da observação no canteiro de obra. Em primeiro lugar, as entrevistas não estruturadas foram feitas com engenheiro da obra, assistentes de engenharia, mestre, operários, montadores com o objetivo de entender por que eles estavam improvisando e se eles estavam cientes de outra forma de realizar suas tarefas.

Em segundo lugar, ocorreu a observação nas reuniões de planejamento de curto e médio prazo; essa participação tinha como finalidade entender se as improvisações eram consideradas práticas aceitáveis pelos mestres e contramestres representantes das equipes nessas reuniões. Foram realizadas algumas perguntas para verificar ausência de insumos padrão, causas e impactos de *making-do*, além disso, perdas por falta de terminalidade e retrabalho.

Especificamente na empresa C, na reunião de médio prazo coletaram-se o IRR e causas de restrições não removidas, e na reunião de planejamento de curto prazo, foi possível identificar os índices de PPC, PPCQ e Percentual de Pacotes Concluídos com Segurança (PPCS) como também as causas de não conclusão de pacotes de trabalho, uma vez que estas informações são úteis para explicar as causas das perdas analisadas.

Posteriormente, a análise dos documentos para identificar algum tipo de *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade, tais como planos existentes e procedimentos padrão adotados por cada canteiro de obras (por exemplo, planejamento e controle da obra, procedimentos de gerenciamento de qualidade). Entretanto, estes documentos não abrangiam detalhes suficientes para avaliar se havia algum tipo de perda por *making-do*, apenas falta de terminalidade e retrabalho. Por exemplo, a maioria dos procedimentos de gerenciamento de qualidade não possuía uma descrição abrangente dos insumos padrão, nem o processo das operações, sendo focado principalmente nos critérios de aceitação das tarefas.

Devido ao caráter exploratório desta investigação, a observação direta de perdas começou de forma bastante desestruturada. A coleta foi inicialmente focada na observação de eventos do tipo *making-do*. As visitas no canteiro, que duraram duas a cinco horas, foram realizadas com o objetivo de realizar pelo menos uma observação para cada equipe. A relação causal entre as perdas *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade na produção emergiu da descrição desses eventos após vários ciclos de análise de dados qualitativos, considerando as entrevistas, participação nas reuniões de planejamento e análise de documentos.

Segundo Yin (1994), as imagens aumentam a comunicação das informações além de constituir um importante registro das características do estudo. O registro fotográfico também permitiu documentar qualquer ocorrência de perda durante as visitas no canteiro.

Uma vez que esses dados foram coletados, uma base de dados foi então criada no final dos estudos de caso das obras A e B: porcentagem de categorias, pré-requisito e impactos das perdas por improvisação (observação direta nos canteiros/anotações de campo); porcentagem real dos pacotes concluídos, pacotes informais e pacotes com trabalho em progresso (observação direta nos canteiros/anotações de campo e análise de documentos); pacotes com falta de terminalidade (entrevistas abertas); causas dos pacotes informais (observação direta nos canteiros/anotações de campo).

Com o objetivo de apoiar o resto da investigação na empresa C foram formuladas questões orientadoras, entrevista semi-estruturada (Apêndice D). A coleta de dados no estudo de caso da obra C foi realizada de acordo com os pacotes de trabalho definidos nos planos semanais. Isso permitiu analisar a importância e incidência das perdas, e ainda comparar prazos e custos nos pacotes: revestimento interno e alvenaria de vedação.

Como havia interesse da empresa C em utilizar o artefato após o término da pesquisa, o método foi parcialmente aplicado com auxílio dos estagiários, engenheiro responsável pelo planejamento e controle da obra e assistente de engenharia. Os dados coletados foram apresentados no grupo focal à alta e média gerência, a fim de avaliar a utilidade prática do artefato.

### **3.3 Delineamento da Pesquisa**

Neste item são apresentadas as diversas fases da pesquisa e as questões que guiaram cada fase. A Figura 3.1 ilustra as fases do processo, o objetivo de cada fase e as saídas de cada fase.

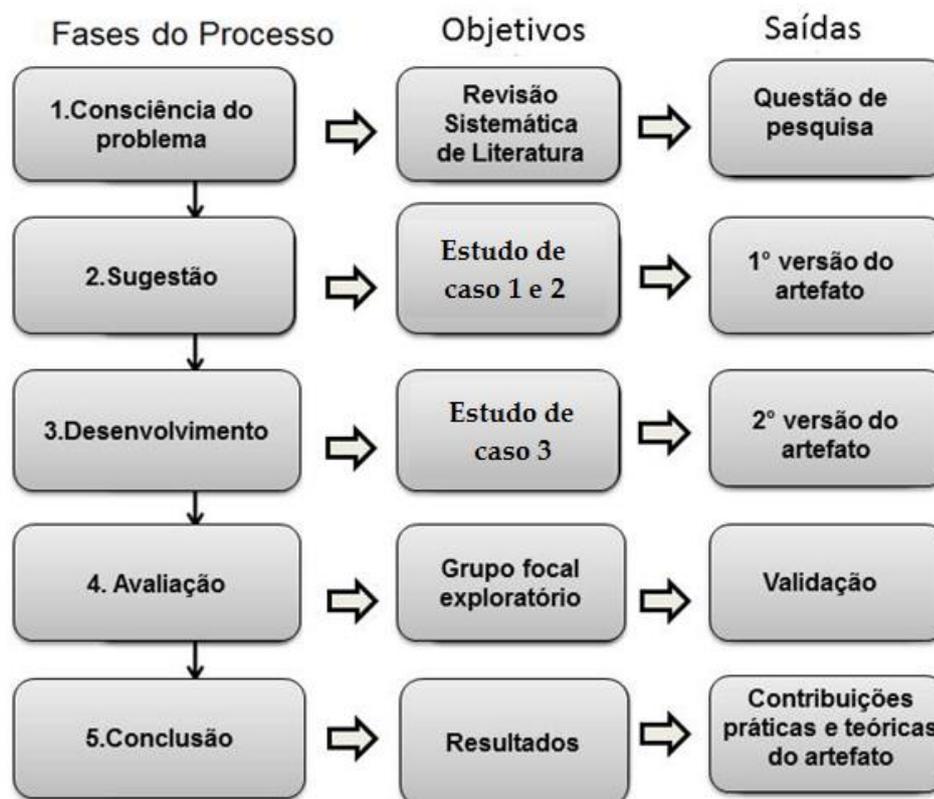


Figura 3.1 - Delineamento da pesquisa.

Fonte: Autora (2017).

### 3.3.1 Fase 1 – Consciência do problema

A primeira fase denominada “consciência do problema” por meio de uma RSL em que estudos primários foram utilizados para mapear, encontrar, avaliar criticamente, consolidar e agregar os resultados acerca de uma questão ou tópico específico, sendo assim os seguintes temas: *Lean Construction* e *Lean Production*, Improvisação, *Making-do*, Perdas. E a partir disto a identificação da lacuna (o que ainda é pouco pesquisado), nesta pesquisa a lacuna identificada são estudos que contribuem com prevenção de perdas por improvisação, retrabalho e falta de terminalidade. A RSL é uma fase do processo da condução de pesquisas científicas, especialmente de pesquisas realizadas sob o paradigma da DSR.

Nesta fase a realização da RSL sobre perdas permitiu caracterizar a produção mundial de pesquisas publicadas na temática de perdas na indústria da construção civil no período de 2005 a 2015 em um conjunto de periódicos específicos na comunidade de pesquisa de gerenciamento. A questão de pesquisa que guiou esta fase foi:

- Quais as categorias e contribuições teóricas dos estudos sobre perdas na construção civil?

### 3.3.2 Fase 2 – Sugestão

A segunda fase do processo “sugestão” tem o intuito de aplicar o método encontrado na literatura desenvolvido por Sommer (2010) para identificação e avaliação do possível impacto gerado por *making-do* e a relação causal com as perdas retrabalho e falta de terminalidade, de acordo com o estudo de Scaramussa (2017). Esta fase tem como etapa a realização de dois estudos de caso. Nestes estudos de caso exploratório a pergunta que norteou a pesquisa foi:

- Como identificar a origem e avaliar o impacto das perdas por *making-do*, e a relação causal com perdas por retrabalho e falta de terminalidade com base em visitas na obra, participação nas reuniões de planejamento e na percepção dos operários e da alta gerência?

Ao final desses casos foi proposto um método de prevenção de perdas *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade em pacotes de trabalho em canteiros de obras. Este método consiste em um fluxograma e documentos que devem ser preenchidos em cada passo.

Nos itens a seguir seguem a descrição da empresa, obra dos estudos de caso exploratório. A empresa A e obra A são referentes ao estudo de caso exploratório 1 e empresa B e obra B são referentes ao estudo de caso exploratório 2. Durante as primeiras semanas de coleta nos estudos exploratórios foram aplicados *checklists* para a caracterização das empresas, conforme Apêndice A.

#### 3.3.2.1 Empresa A – Estudo de caso exploratório 1

A empresa construtora A constrói casas e apartamentos na cidade de Natal/RN. A incorporadora e construtora é uma das líderes do mercado de incorporação e construção do Brasil. Esta empresa atua em mais de 140 cidades do Brasil, está no mercado há trinta e nove anos, sendo sua atuação preponderante

obras do Programa Minha Casa Minha Vida. A empresa tem certificação de gestão da qualidade, ISO 9001. Possui oito profissionais na equipe de engenharia, entre engenheiros, analista de produção, mestre de obras, contramestres, estagiários e técnico de segurança do trabalho. O período de coleta de dados foi de 2 meses.

### **3.3.2.2 Obra A – Estudo de caso exploratório 1**

A obra A situa-se em área urbana, composta de sete torres em alvenaria estrutural com laje maciça. Dos quatorze pavimentos, treze são tipo com oito apartamentos por andar, e o último pavimento é composto por quatro duplex, além dos quatro apartamentos tipo. Os apartamentos tipo têm 44,14 a 45,98 m<sup>2</sup> e os apartamentos duplex 67,79 m<sup>2</sup>.

O empreendimento residencial possui vários itens de lazer, um total de 784 apartamentos e 805 vagas de garagem. Esta obra possui vários serviços subempreitados. Um dos poucos serviços executados pela incorporadora e construtora que gerencia o empreendimento foi o revestimento interno e externo, elevação de alvenaria estrutural. Ao longo das sete visitas, foi possível acompanhar os serviços de revestimento interno e externo, revestimento cerâmico, elevação de alvenaria estrutural, instalações elétricas e hidráulicas, pintura e pavimentação. A Figura 3.2 mostra uma foto da obra A.



Figura 3.2 - Obra A.  
Fonte: Autora (2017).

### 3.3.2.3 Empresa B – Estudo de caso exploratório 2

A empresa B foi fundada em 2017, especializada em projetos e construções em *Light Steel Frame* (LSF), sistema construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado. É caracterizada por usar produtos padronizados de tecnologia avançada. Os elementos construtivos são produzidos industrialmente.

A empresa tem pouca experiência com esse tipo de sistema construtivo, ainda no ano de 2017 expandiu para o segmento de reformas em LSF. O principal motivo para a empresa B participar deste estudo é por ser um sistema industrializado e constituir uma das importantes estratégias adotadas pelo setor da construção civil para obter melhorias de eficiência e redução de prazos na entrega das obras.

### 3.3.2.4 Obra B - Estudo de caso exploratório 2

A obra B é um empreendimento residencial unifamiliar, pavimento térreo de 167,74 m<sup>2</sup> e pavimento superior com 99,52 m<sup>2</sup>. Este empreendimento habitacional possui 2 vagas de garagem. As áreas comuns possuem diversos itens de lazer (churrasqueira, salão de jogos, salão de festas, *fitness*, *playground*, entre outros). O empreendimento B é situado em uma área nobre da cidade de Natal/RN, próximo ao litoral, colégios. Nas visitas realizadas nesta obra, os pacotes em execução eram fechamentos internos, instalações, montagem de painéis, passagem de tubulações e fechamentos externos. A coleta ocorreu durante 1 mês. A Figura 3.3 mostra uma foto da obra B.



Figura 3.3 - Obra B.  
Fonte: Autora (2017).

Ao final deste estudo juntamente com a análise feita no estudo de caso exploratório 1, gerou-se um método preliminar (saída desta fase) para que pudesse ser implementado ou não na etapa seguinte.

### 3.3.3 Fase 3 – Desenvolvimento

A terceira fase da DSR denominada “desenvolvimento”. Nesta fase, ocorreu a avaliação dos impactos do prazo e do custo das perdas por falta de terminalidade nos pacotes revestimento interno e alvenaria de vedação, além da coleta dos dados com o preenchimento das planilhas da 1ª versão do artefato construído na fase anterior com o intuito de avaliá-lo e adaptá-lo para 2ª versão do artefato (saída desta fase). A pergunta que guiou esta fase foi:

- Quais os impactos no prazo e no custo das perdas por falta de terminalidade e qual aplicabilidade deste método nos pacotes de trabalho?

Nos subitens a seguir são apresentadas algumas informações referentes à empresa, a obra em que foi submetida esta fase da pesquisa.

#### 3.3.3.1 Empresa C – Estudo de caso exploratório 3

A empresa onde foi realizado o estudo de caso trata-se de uma incorporadora, construtora e administradora de médio porte em Natal, capital do Rio Grande do Norte, atuando há cerca de 25 anos em diversos setores da construção e há cerca de 17 anos direcionou-se exclusivamente para o setor de empreendimentos verticais de cunho comercial e residencial. Desde 2008 obteve a certificação ISO 9001, desde 2015 implementa a filosofia *lean* em seus canteiros de obra.

A principal motivação de seleção desta empresa na pesquisa é o constante treinamento de seus funcionários sobre o *Lean Thinking* e o objetivo contínuo de aumento de produtividade.

#### 3.3.3.2 Obra C - Estudo de caso exploratório 3

A obra C tem duas torres de 27 pavimentos, uma residencial e outra comercial. Ambas as torres possuem três pavimentos de garagem, um térreo e um mezanino. A área dos apartamentos da torre residencial tem 215 e 220 m<sup>2</sup> e a área das salas comerciais são 34,50 m<sup>2</sup>; 68,99 m<sup>2</sup> e 293 m<sup>2</sup>. Este empreendimento possui

diversos itens de lazer e alguns itens de sustentabilidade (aquecimento de água por energia solar, fachada com vidros refletivos de alto desempenho reduzindo o consumo de energia e melhorando a climatização dos ambientes).

A obra C possui a aplicação de algumas ferramentas *lean*, como: *kanban*<sup>9</sup> e também utiliza o SLP para controlar a execução das atividades. Com relação ao andamento da obra durante a pesquisa estavam sendo executados: superestrutura, alvenaria de vedação, acabamento interno e esquadrias. A Figura 3.4 ilustra a obra C.



Figura 3.4 - Obra C.  
Fonte: Autora (2017).

#### 3.3.4 Fase 4 – Avaliação

A quarta fase da DSR denominada “avaliação” teve como objetivo avaliar a utilidade prática do método. O produto final é uma versão refinada do método. A pergunta que guiou esta fase foi:

- Qual a avaliação da utilidade prática deste método com base na percepção da alta e média gerência?

---

<sup>9</sup> Dispositivo sinalizador que autoriza e dá instruções para a produção ou para retirada de itens em um sistema puxado.

O grupo focal exploratório fornece informações que possam ser utilizadas para eventuais mudanças tanto no artefato como no roteiro do próprio grupo focal (DRESCH *et al.*, 2014).

Lakatos; Marconi (2001) definem a entrevista com um procedimento de coleta de dados utilizado na investigação social que auxilia no diagnóstico de um problema. Um dos tipos de entrevista, apontado por Morgan (1997), corresponde à entrevista de grupo, a qual se refere a uma técnica de coleta de dados qualitativa. Quando inserida num contexto exploratório, um dos objetivos do pesquisador que utiliza esta técnica, entre outros casos, é testar junto a algumas pessoas, um processo metodológico (MORGAN, 1997).

É definido como uma reunião de pessoas liderada por um moderador. A literatura recomenda seis a doze pessoas; o grupo de foco tem duração pré-estabelecida e busca a troca de ideias e experiências em torno de um tópico específico (GREENBAUM, 1998). A análise sistemática e cuidadosa das discussões forneceu pistas e "*insights*" sobre a forma como é percebido o método de prevenção de perdas que será desenvolvido.

Em relação à composição do grupo, os participantes devem possuir características homogêneas, o que não significa que devam possuir a mesma opinião, visto que a discussão acerca do tópico se torna improdutiva (BARBOUR, 2009). Assim, cada participante deve ter algo a dizer sobre o tópico da pesquisa e se sentir confortável para debater com os demais (FREITAS; OLIVEIRA, 2006).

Segundo Freitas; Oliveira (2006), o moderador tem a função de apresentar os tópicos e incentivar o grupo a discutir sobre o mesmo; não pode, portanto colocar-se numa posição de poder ou influenciar a discussão. O envolvimento do moderador com o grupo pode ser alto (quando o moderador controla os tópicos e a dinâmica da discussão) e baixo (quando o moderador auxilia apenas no andamento da reunião). Os moderadores podem ser auxiliados por um moderador assistente, cuja função é observar e registrar a discussão (FREITAS; OLIVEIRA, 2006).

Enfim, o grupo focal divide-se em três etapas (FREITAS; OLIVEIRA, 2006):

(1) Preparação, o qual envolve a identificação e convocação dos participantes e a realização de reuniões de planejamento;

- (2) Realização do grupo focal, a qual consiste na moderação da reunião;
- (3) Análise dos dados, composta pela realização da transcrição e pela realização do relatório final.

### 3.3.4.1 Preparação e realização do grupo focal para avaliação da utilidade prática da segunda versão do método

Para a participação no grupo focal, foram escolhidos os profissionais da alta e média gerência das empresas pesquisadas, com atuação no mercado da construção civil, todos estes inseridos na cidade de Natal. Trata-se, assim, de um grupo com características homogêneas, por ter profissão correlata.

Devido ao número de participantes no grupo focal indicado na literatura, foi planejado convidar doze pessoas, o que seria suficiente para suprir eventuais ausências e, ainda assim, não prejudicar a realização do grupo focal. No total foram listados nove engenheiros civis, uma administradora, uma técnica de edificações e estudante de engenharia civil e um mestre de obras. Para estes profissionais foram enviadas cartas-convite (Apêndice B). As cartas remetidas sete dias antes do grupo focal através de e-mail, explicavam brevemente o contexto da pesquisa e atividade que seria realizada, além da data, local, horário e duração prevista da reunião.

Durante a semana da realização do grupo focal, a pesquisadora, contatou por telefone, os profissionais convidados. Três engenheiros recusaram o convite, visto que já estava comprometido com outras atividades profissionais; dos nove que aceitaram o convite (a administradora responsável pelo setor da qualidade e um engenheiro civil entraram de férias). Portanto, de um total de doze pessoas, foram confirmadas a presença de sete, sendo um diretor de engenharia, outro engenheiro da obra, três assistentes de engenharia, um coordenador de planejamento, e um mestre de obras com atuação no mercado da construção civil, como visto no Quadro 3.2.

Quadro 3.3 - Participantes do grupo focal.

Grupo	Profissional participante	Atuação profissional	Formação
1	Participante 1	Assistente de Engenharia Civil	Engenharia Civil
	Participante 3	Diretor de Engenharia	Engenharia Civil
	Participante 5	Mestre de obras	2º Grau completo
	Participante 7	Assistente de Engenharia Civil	Engenharia Civil

2	Participante 2	Coordenador de planejamento	Engenharia Civil
	Participante 4	Assistente de Engenharia Civil	Técnica de edificações e Estudante de Engenharia Civil
	Participante 6	Engenheiro da obra	Engenharia Civil

Fonte: Autora (2018).

Um documento contendo as informações seguintes foi entregue aos participantes na realização do grupo focal (Apêndice C):

- Procedimento de aplicação do método;
- Explicação de cada passo do método.

Junto com folhas brancas (tamanho A4), o documento descrito anteriormente foi distribuído em sete pastas, sendo quatro verdes e três laranjas. Além deste material, foram confeccionados crachás com a identificação de todos os participantes do grupo focal.

Enfim, a condução do grupo focal ocorreu na data, local e horário previstos, com a participação de todos os profissionais que haviam confirmado presença. A pesquisadora e outro mestrando atuaram como moderadores, conduzindo a avaliação do método em dois grupos distintos como também tomando nota e gravando a realização do grupo focal, uma engenheira civil ajudou acompanhando com registro fotográfico entre outras atividades.

As pastas com as cores alternadas foram entregues aos participantes, junto com o respectivo crachá, na medida em que eles chegavam ao local. A distribuição de pastas com cores diferentes ocorreu em função da divisão dos participantes em dois grupos distintos, durante a avaliação do método, em caso da presença dos sete profissionais. Esta atitude teve, como objetivo, mesclar os grupos de tal forma que eles fossem os mais homogêneos possíveis. A divisão em grupos menores almejou possibilitar um maior envolvimento dos profissionais com a segunda versão do método e a avaliação de um maior número de melhorias do artefato dentro do tempo pré-estabelecido.

O grupo focal foi dividido em três momentos distintos, (1) abertura, (2) avaliação da utilidade prática do método, (3) fechamento. Tanto para a abertura quanto para o fechamento, foram disponibilizados vinte minutos; a avaliação da utilidade prática do método teve uma previsão de quarenta minutos de duração. Durante a abertura, a apresentadora agradeceu a presença dos profissionais e explicou, de forma resumida, o contexto do trabalho; em seguida, a pesquisadora fez

uma explanação sobre o método e o roteiro de atividades, demonstrando como havia sido realizado, finalizando com a apresentação dos resultados do banco de dados com base nos passos 1, 3, 4 e 5 na obra C.

Em seguida, os profissionais foram divididos em dois grupos, o verde e o laranja, de acordo com a cor da pasta que haviam recebido. Para cada grupo foi designado um moderador, e um auxiliar para os dois grupos. Vale ressaltar que, com o consentimento dos profissionais, toda a reunião foi gravada.

Quando os profissionais concluíram as atividades previstas, os dois grupos reuniram-se para discutir o processo de aplicação do método em outros pacotes de trabalho. O intuito, neste momento, foi propiciar a troca de opiniões sobre o método entre todos os profissionais.

#### **3.3.4.2 Análise dos dados da segunda versão do método**

São duas as formas básicas de análise de dados proveniente do grupo focal (FREITAS; OLIVEIRA, 2006):

- Qualitativa, ou resumo etnográfico: na qual se valorizam as citações diretas da discussão,
- Sistemática codificação: através da análise de conteúdo, cuja relevância é dada a descrição numérica dos dados.

Para a realização da análise da segunda versão do método, utilizou-se a primeira delas, a análise qualitativa. Segundo Gibbs (2009), a análise qualitativa da compreende três etapas (1) preparação dos dados, (2) codificação e categorização temática, (3) análise comparativa.

Nessa perspectiva, após a realização do grupo focal, os dados gravados passaram pelo processo de preparação, etapa correspondente à transcrição das gravações. Assim a transcrição detalhada foi realizada para segunda versão do método, possibilitando que se volte para a gravação em áudio durante a análise dos dados transcritos e que o contexto fosse visualizado no todo. Uma das sugestões de Gibbs (2009) é o anonimato dos participantes para as citações de transcrição, neste caso, cada participante recebeu um número de 1 a 7.

Devido ao grupo focal ser dividido em dois momentos (em dois grupos) e a discussão conjunta acerca deste processo, foram realizadas três transcrições:

- Avaliação da utilidade prática do método com o grupo 1;
- Avaliação da utilidade prática do método com o grupo 2;
- Discussão final com todos os participantes.

As transcrições compreendem os dados utilizados na análise qualitativa: codificação, categorização temática e análise comparativa. A codificação é a forma como você define sobre o que se trata os dados em análise, geralmente, várias passagens são identificadas e então relacionadas com um nome para a ideia, ou seja, o código (GIBBS, 2009).

Nesta pesquisa as citações diretas (trechos da transcrição manual) fizeram parte da codificação (FREITAS; OLIVEIRA, 2006). Buscou-se extrair da transcrição das ideias relacionadas ao método, o seu processo de aplicação, a interação entre as equipes na identificação e remoção das restrições, entre outras. Os códigos, portanto, foram associados a categorias temáticas.

Logo em seguida, foi realizada uma análise comparativa, a qual, de acordo com Gibbs (2009), corresponde à organização dos códigos. Neste momento, as categorias receberam os seguintes títulos, aos quais os códigos se associaram:

1. Importância do método: expressa outros motivos, além da prevenção de perdas, pelos quais o método deve ser considerado importante;
2. Abrangência do método: corresponde ao contexto no qual o método pode ser aplicado.

Por fim, cada uma das categorias foi analisada, o método proposto foi avaliado e a sua versão final foi consolidada.

### **3.3.5 Fase 5 – Conclusão**

Na última fase “conclusão” foram feitas as discussões finais. Como produto desta fase foram feitas as contribuições práticas e teóricas do método proposto e sugestões para trabalhos futuros. A pergunta que guiou esta fase foi:

- Qual a avaliação final do método do ponto de vista prático e teórico?

## CAPÍTULO 4

# Resultados

Este capítulo apresenta os principais resultados obtidos em cada uma das fases da DSR, além da avaliação final da solução. Por último, é apresentada a proposta final do método de prevenção de perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade.

### 4.1 Fase 1 – Consciência do problema

A caracterização da produção mundial de pesquisas publicadas na temática de perdas na indústria da construção civil, contribuiu com a sintetização dos argumentos teóricos e os resultados na literatura de gerenciamento, composto de 63 publicações primárias no intervalo de 2005 a 2015. Entretanto, poucos deles se propuseram a analisar as perspectivas das contribuições teóricas.

Foram identificadas, entretanto, publicações a partir de 1992 devido a ABN. Com base na RSL realizada, propuseram-se seis categorias:

- (a) perda de materiais;
- (b) 7 categorias de perdas;
- (c) retrabalho;
- (d) *making-do*;
- (e) falta de terminalidade;
- (f) todas as categorias de perdas.

Dentro dessas categorias, foram distribuídos em cinco contribuições teóricas na temática perda na AECO. As categorias foram estratificadas a partir de seus significados nos seus estudos primários levantados, uma vez que houve diversidade de uso destas pelos diferentes autores, o que constitui em uma contribuição adicional desta pesquisa para o alinhamento das categorias.

Os resultados da RSL também sugerem que as categorias de método e métricas ainda são os principais focos de pesquisas da comunidade científica. Quanto à contribuição teórica da amostra analisada, apenas 17% estão relacionadas

a causas e 13% ações preventivas. Mostrando assim insuficiência de estudos sobre estas contribuições teóricas.

Nesta revisão sistemática de literatura, foi possível alcançar o resultado de que dentre as contribuições possíveis, ação preventiva para as perdas do tipo *making-do* merece atenção especial. A prevenção de perdas por improvisação é apontada na literatura como um meio de melhorar os processos construtivos (SOMMER, 2010), o planejamento com tomada de decisões envolvendo o estabelecimento dos procedimentos necessários a ser seguidos (PIKAS *et al.*, 2012). Esta fase de consciência do problema foi melhor explicitada no item 2.2 desta pesquisa.

## **4.2 Fase 2 – Sugestão**

Nesta fase são apresentados os resultados dos estudos obtidos ao longo desta pesquisa, nos estudos de caso exploratório 1 e 2. Ao final desta fase será construído o método preliminar, a proposta da 1ª versão do método para prevenção de perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade.

### **4.2.1 Estudo de caso 1**

Os resultados do estudo de caso exploratório 1 (obra A), são apresentados na seguinte ordem: inicialmente a identificação e avaliação das perdas por improvisação no canteiro da obra; em seguida a análise da relação causal entre improvisação, retrabalho e falta de terminalidade. Desde então a pesquisadora realizou registros fotográficos e anotações de todos os casos encontrados para que, assim, não fosse perdida a oportunidade de uma análise futura mais detalhada.

#### **4.2.1.1 Identificação e avaliação das perdas por improvisação**

Baseada na categorização de perdas por improvisação proposta por Sommer (2010) e Fireman (2012) que foi mostrada no quadro 2.2, a observação das perdas foi orientada de forma a identificar as categorias propostas. Ao longo das 7 visitas na obra A, conforme descrito no capítulo de método, a pesquisadora passava por todos os pavimentos e observava todos os operários que estavam realizando alguma atividade.

A organização do banco de dados foi realizada com o intuito de aperfeiçoar o conceito e verificar os critérios e as categorias propostos para a coleta nos canteiros de obras. O Quadro 4.1 apresenta uma parte da planilha usada para o registro dos dados, incluindo a descrição da perda, a indicação do pré-requisito, quando possível, um registro fotográfico. No exemplo do quadro 4.1, a equipe de instalações tomou decisões de improvisar junto à equipe da gestão da obra.

Quadro 4.1 - Ferramenta para registro das perdas por improvisação identificadas na obra A.

FOTO	PACOTE DE TRABALHO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA DE PERDA	PRÉ REQUISITO
	Instalação elétrica	Devido a falta de tubo corrugado de 32mm utilizou-se o tubo corrugado de 40mm na laje	Ajuste de componentes	Materiais/componentes

Fonte: Autora (2017).

A categoria foi ajuste de componentes, onde a quantidade de tubulações passando dentro da laje era excessiva, sendo causada pela utilização de materiais diferentes dos especificados em projeto e reutilização de sobras de materiais. A altura da laje ao invés de 10 cm ficou com 12 cm, divergindo das especificações do projeto estrutural. O principal impacto desta perda é o custo.

Outro caso da categoria ajuste de componentes, são as tubulações de esgoto que atendem ao duplex da obra A, que eram fixadas na laje da sala, cozinha, quarto do apartamento e por esse motivo para embutir estas tubulações o apartamento é todo forrado com placas de gesso, conseqüentemente o pé direito fica abaixo do especificado em projeto arquitetônico.

No que se refere à análise dos dados, o resultado mais importante para a caracterização das perdas nos canteiros se refere às categorias propostas. Na obra A (Figura 4.1), o maior número de registros de observações de perdas de improvisação, 48%, foram relacionados à categoria ajuste de componentes

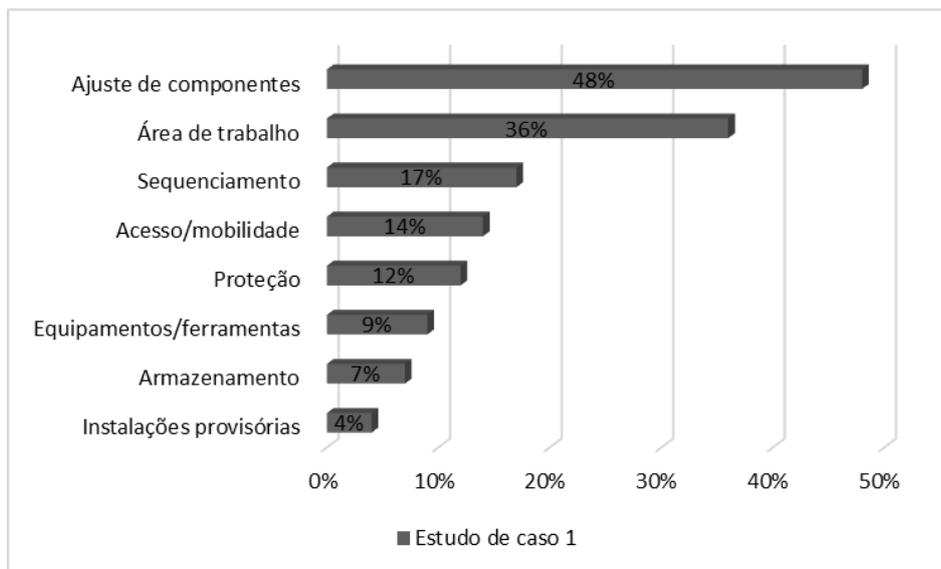


Figura 4.1 - Categorias de perdas do tipo making-do em estudo de caso 1.

Fonte: Autora (2017).

Algumas figuras possuem o somatório de porcentagens maior que 100%, isto se justifica por um determinado item se enquadrar em mais de uma classificação. Ainda sobre a elevada porcentagem ajuste de componentes, foi observada nas reuniões de planejamento e entrevistas, a ineficiência da gestão administrativa está em enfatizar a correção dos problemas ao invés da prevenção dos mesmos.

Entretanto não são adotadas medidas para que não ocorram mais. Desta forma, constatou-se nestes canteiros de obras que as perdas causadas por materiais/componentes se repetiram com a justificativa de buscar o menor custo, ao invés de realizar parcerias com fornecedores para um maior envolvimento desde início da obra.

Ainda, segundo a Figura 4.1, nota-se também porcentagem expressiva de perdas das categorias do tipo área de trabalho, sequenciamento e acesso/mobilidade. Na categoria área de trabalho foi possível observar diversos operários subindo na janela para segurar o balancim, com o objetivo de não danificar o revestimento de fachada já executado. Além disso, na mesma categoria, o operário está sob a platibanda que está sendo retirada, apoiando-se no peitoril da janela (Figura 4.2). Mesmo ciente que a situação da segurança é crítica, a equipe de gestão não conseguiu desenvolver uma estrutura adequada para área de trabalho destes operários. Essa dificuldade de movimentação poderia ser reduzida, por exemplo, com a plataforma cremalheira.

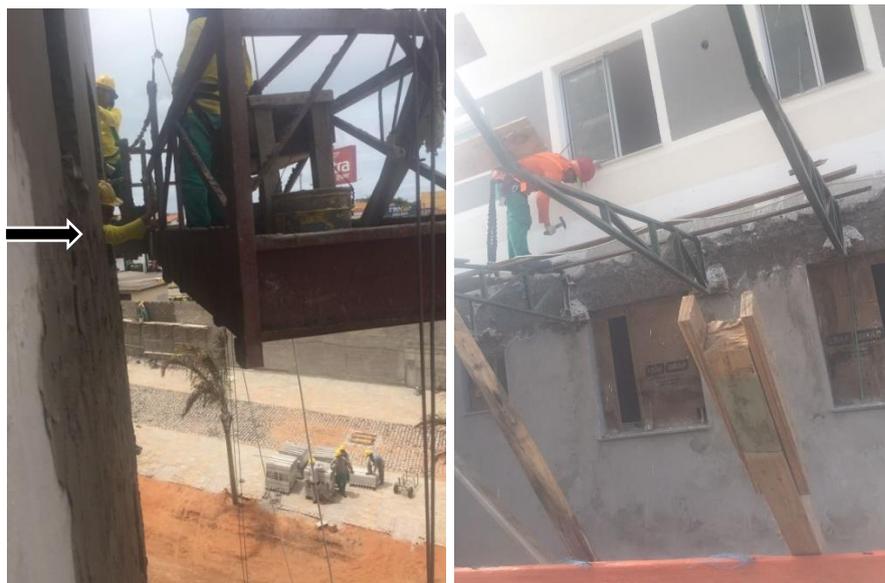


Figura 4.2 - Perdas por improvisação relacionada à categoria área de trabalho na obra A.

Fonte: Autora (2017).

Quanto às categorias sequenciamento e equipamentos/ferramentas foram registradas perdas por improvisação no contrapiso, executado com a espessura de 6 cm, o que era previsto para ser 2 a 3 cm. Os pré-requisitos são equipamentos/ferramentas, pois nas primeiras lajes não foi verificado o nivelamento com o equipamento adequado, e sequenciamento em função das marcações terem sido feitas antes da finalização do contrapiso. Estas categorias de perdas por *making-do* acarretaram em diminuição da altura da peça sanitária (Figura 4.3).



Figura 4.3 - Perdas por improvisação relacionada à categoria equipamentos/ferramentas e sequenciamento na obra A.

Fonte: Autora (2017).

Com relação ao pré-requisito das perdas por improvisação se destaca: materiais/componentes, informação e infraestrutura ilustrados na Figura 4.4, corroborando com os estudos de Sommer (2010), Fireman (2012), Formoso *et al.* (2017) onde uma porcentagem considerável da origem das perdas por *making-do* é materiais/componentes e por informação.

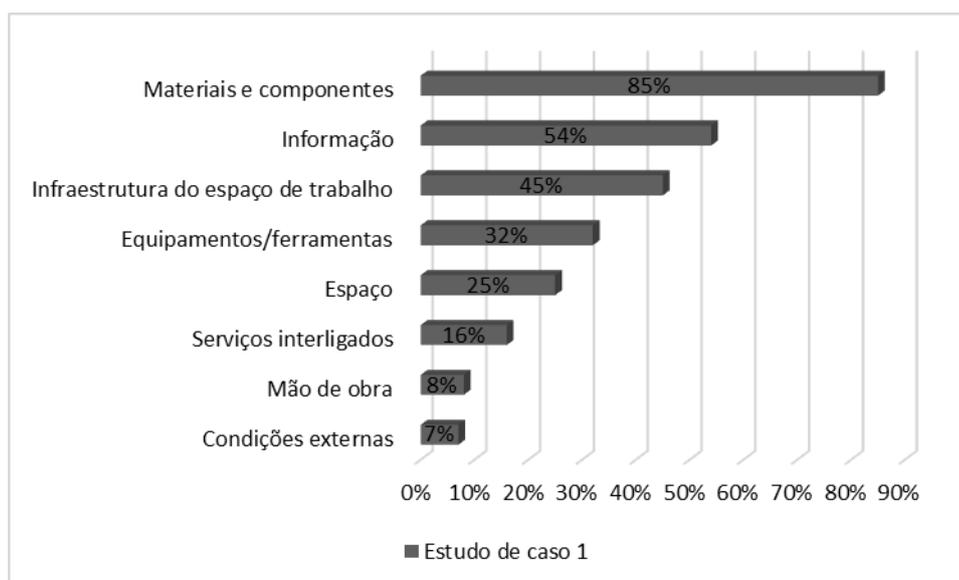


Figura 4.4 - Pré-requisito das perdas por improvisação no estudo de caso 1.

Fonte: Autora (2017).

Estes pré-requisitos na obra A estão associados à necessidade de maior integração entre o sistema de PCP e qualidade com a ampliação da comunicação, transparência e redução das perdas, bem como desenvolver PCP principalmente no que diz respeito ao processo de identificar e remover restrições.

O pré-requisito informação se refere aos projetos e documentos necessários para completar um processo, como visto na obra A, quando a tubulação de ventilação não foi prevista em projeto passando da cobertura. Entretanto conforme a norma da NBR 8160 (ABNT, 1999): Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução, a extremidade do tubo de ventilação deve estar situada acima da cobertura do edifício.

Por fim, a avaliação do impacto das perdas identificadas apontou como principais consequências: falta de terminalidade, diminuição da produtividade, retrabalho (Figura 4.5). Embora houvesse um grau de subjetividade na análise do impacto das perdas, eram fáceis de notar como a situação ilustrada na Figura 4.6: a substituição de material de *shaft* (espaço de construção vertical por onde passam as

instalações hidráulicas e sanitárias do banheiro) de EPS<sup>10</sup> por *drywall*<sup>11</sup>, ocasionou falta de terminalidade do revestimento cerâmico, retrabalho, trabalho em progresso e diminuição da produtividade das equipes de instalações e revestimento cerâmico.

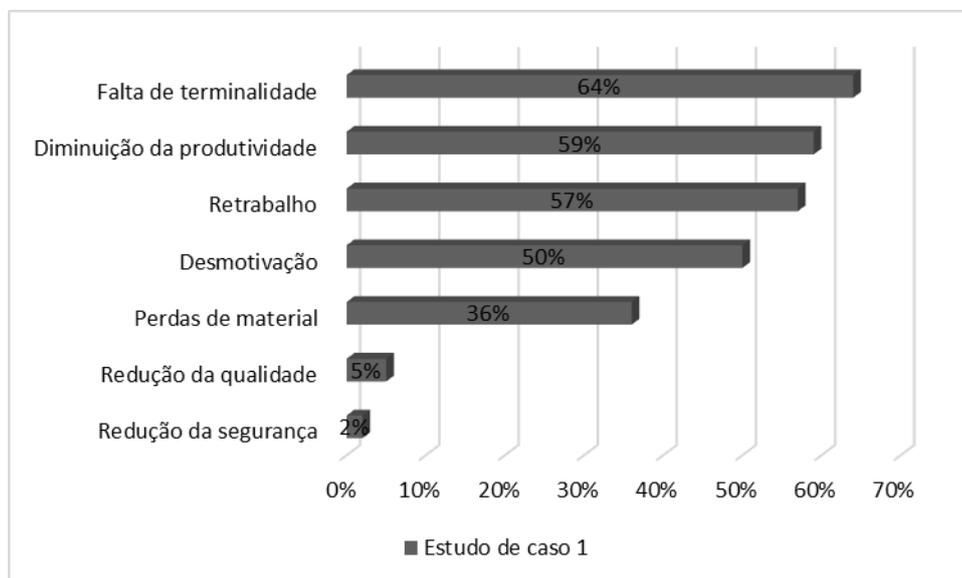


Figura 4.5 - Impacto das perdas por improvisação no estudo de caso 1.  
Fonte: Autora (2017).



Figura 4.6 - Substituição de material de shaft na obra A.  
Fonte: Autora (2017).

<sup>10</sup> É um plástico celular rígido, resultante da polimerização do estireno em água.

<sup>11</sup> Um painel constituído por sulfato de cálcio hidratado (gesso).

Outro exemplo do impacto por retrabalho foi perceptível ainda na obra A, causado pela improvisação no início do pacote de instalações elétricas sem a verificação do projeto de água fria, ocasionado furo em tubulação *pex*.

#### 4.2.1.2 Análise da relação causal entre *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade

A partir da observação direta no canteiro de obras, foram identificadas situações em que estavam presentes mais de um tipo de perda. Exemplificado pelo pacote concretagem da laje, onde a sequência de passos aumentou devido às perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade (Figura 4.7), consequentemente maior o tempo de ciclo e custo da mesma.

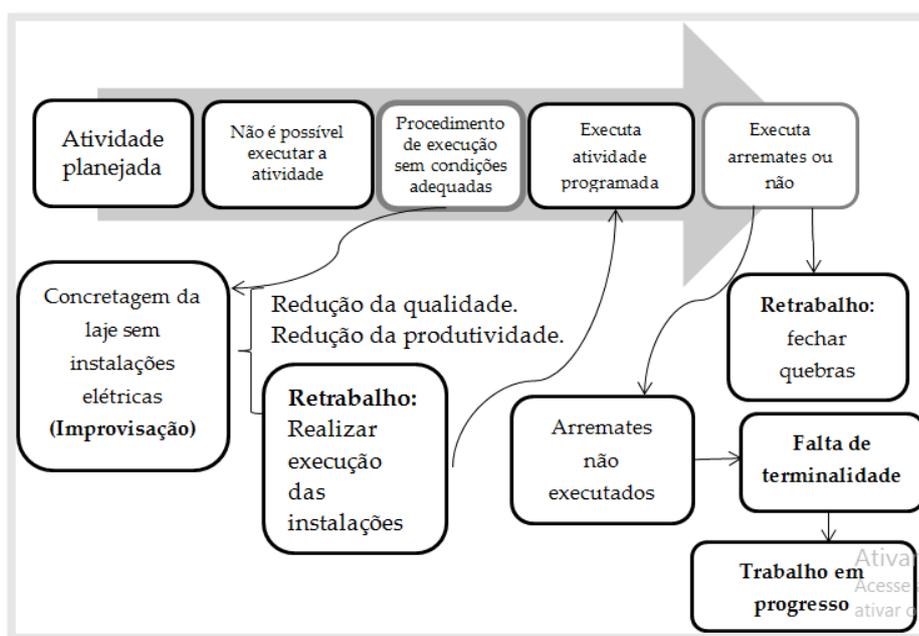


Figura 4.7 - Desencadeamento da cadeia de perdas no estudo de caso 1.

Fonte: Autora (2017).

Durante a atividade planejada, concretagem da laje, não foi possível executá-la completamente, uma vez que as tubulações elétricas não foram embutidas, configurando-se como *making-do*, sendo necessário sua quebra para término da atividade programada, caracterizando retrabalho. Porém, ocorreu falta de terminalidade e trabalho em progresso, pois após a quebra e colocação das tubulações não foi feito o arremate (Figura 4.8).



Figura 4.8 - Abertura da laje para passagem de tubulação elétrica na obra A.  
Fonte: Autora (2017).

Outro exemplo está no pacote de revestimento externo que foi executado de maneira improvisada, em que a produção de argamassa é realizada dentro de um apartamento com parede em gesso já acabada (Figura 4.9). Com isso, o revestimento precisou ser refeito gerando retrabalho. Ainda, a equipe responsável pelo pacote em estudo não realizou este pacote informal, por não estar incluso nas suas atividades, causando falta de terminalidade e trabalho em progresso de outros pacotes, dentre eles a execução do contrapiso.



Figura 4.9 - Produção de argamassa em apartamento com parede já acabada na obra A.  
Fonte: Autora (2017).

Este retrabalho só entrou no planejamento de curto prazo por que houve resistência dos empreiteiros em realizar a atividade. Para sanar essa resistência algumas atividades relacionadas a retrabalhos nas paredes, por exemplo, são anotadas diretamente sobre as paredes com lápis para que as equipes tomem conhecimento do que precisa ser feito (Figura 4.10). Neste caso da parede do *shaft*, a ausência de correção do defeito além de retrabalho, provocou falta de terminalidade deste pacote.



Figura 4.10 - Perdas por retrabalho identificadas com lápis na parede na obra A.  
Fonte: Autora (2017).

O desencadeamento da cadeia de perdas está relacionado às falhas nos sistemas de gestão, que não evitaram a propagação das perdas, e dos pré-requisitos ou causas que estão relacionadas a essas perdas. A ocorrência destas resultou em pacotes informais. Este caso ainda ratifica a proposição de Formoso *et al.* (2015) e Koskela *et al.* (2013), Scaramussa *et al.* (2017): quando se analisa um processo pode-se identificar cadeias ou ciclos de perdas que formam uma relação complexa.

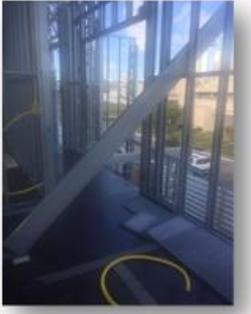
#### 4.2.2 Estudo de caso 2

A identificação e avaliação das perdas por improvisação na empresa B consistem em coletar informações que indicassem ações necessárias para que se possa potencializar as vantagens intrínsecas deste sistema industrializado, eficiência e redução de prazos de entrega da obra.

#### 4.2.2.1 Identificação e avaliação das perdas por improvisação

A rotina de monitoramento na obra B consistiu em verificar todo trabalho que está sendo realizado. O pacote era transcrito para a ferramenta com a descrição da perda por improvisação, informando a categoria e causa (Quadro 4.2).

Quadro 4.2 - Ferramenta para registro das perdas por improvisação identificadas na obra B.

FOTO	PACOTE DE TRABALHO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA DE PERDA	PRÉ REQUISITO
	Superestrutura	Escoramento inadequado	Ajuste de componentes	Materiais e componentes

Fonte: Autora (2017).

Ao longo das 3 visitas de coleta na obra B, foi identificado alguns casos na obra B, realizando um ajuste de componentes, pois não havia a escora adequada das placas cimentícias provocando um impacto na redução da produtividade e da segurança, uma vez que foi utilizado o próprio perfil de aço que compõe a estrutura do sistema de LSF.

Este tipo de categoria de perda, ocorre com frequência nesse sistema construtivo, no estudo de Serra *et al.* (2017), também em uma obra de LSF, haviam ajustes de componentes para estabilização durante o processo de montagem, a equipe utilizou madeira. Outro caso de *making-do* identificado foi à abertura dos perfis de aço para passagem da tubulação hidráulica (Figura 4.11), deve-se a ausência da solicitação de perfis furados ao fornecedor em função da falta de elaboração de projeto hidráulico, comprometendo a qualidade deste sistema construtivo racionalizado.



Figura 4.11 - Perdas por improvisação relacionada à categoria ajuste de componentes na obra B.

Fonte: Autora (2017).

Na obra B, a perda considerada com maior recorrência também é o ajuste de componentes (Figura 4.12). Em ambos os estudos de caso, essa maior frequência se deve ao atraso da entrega de pedido de materiais, com pouca vinculação da obra com as atividades denominadas de apoio que são agentes do processo, a exemplo dos fornecedores e terceirizadas.

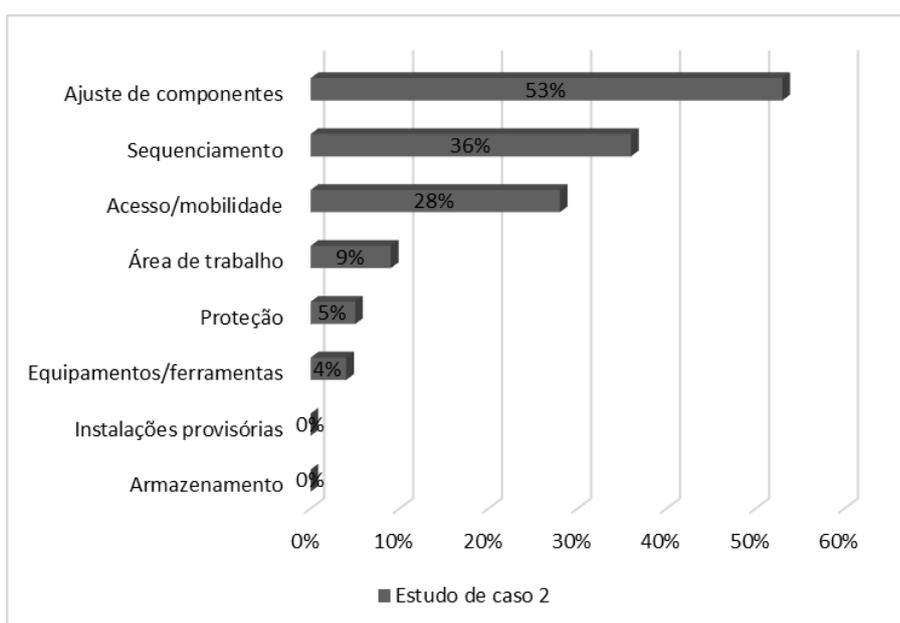


Figura 4.12 - Categorias de perdas do tipo *making-do* em estudo de caso 2.

Fonte: Autora (2017).

Quanto aos pré-requisitos analisados durante a montagem dos componentes do LSF, infraestrutura do espaço de trabalho (31%) e espaço (28%), conforme Figura 4.13 e figura 4.14. Entre as causas estão às práticas tradicionais de projeto, tal como a falta de planejamento das estruturas de apoio, as quais eram frequentemente adaptadas pelas equipes.

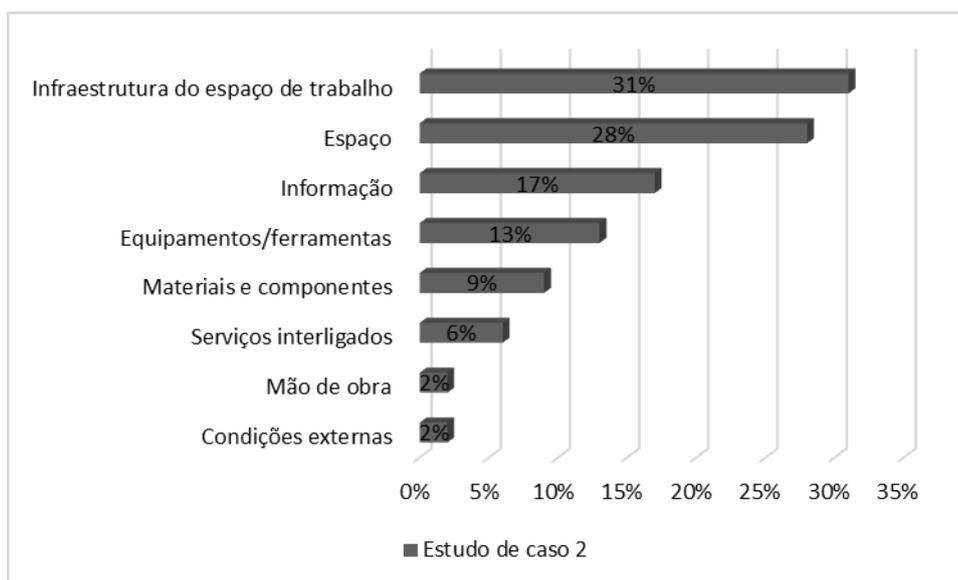


Figura 4.13 - Pré-requisito das perdas por improvisação no estudo de caso 2.  
Fonte: Autora (2017).

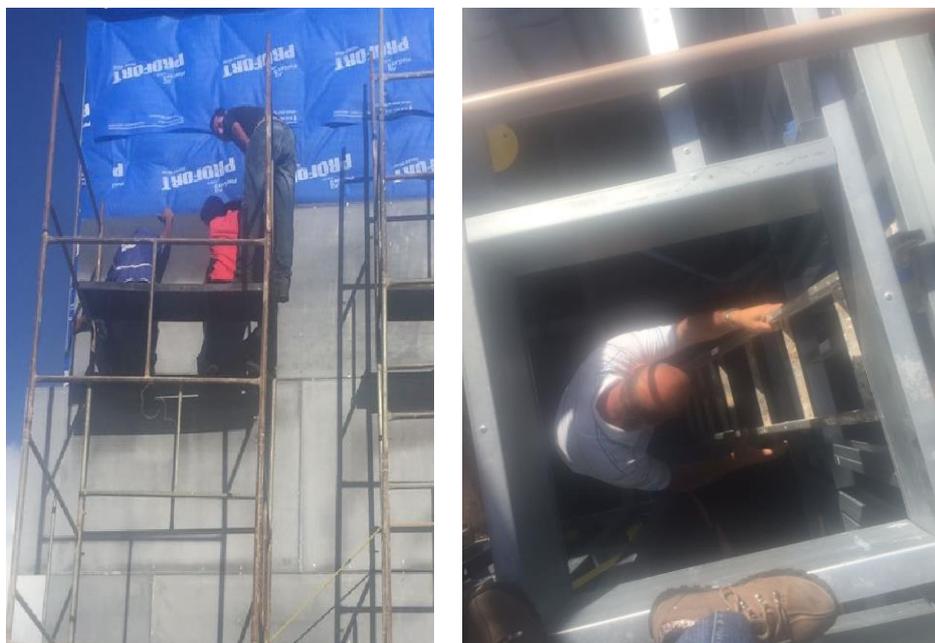


Figura 4.14 - Perdas por improvisação relacionada à categoria acesso/mobilidade na obra B.

Fonte: Autora (2017).

Na obra B, referente à categoria ajuste de componentes, foi visto que a fixação entre a telha termo acústica e a estrutura não permaneceram com a ação do vento, pois foi feita com material inadequado (Figura 4.15). O pacote planejado não foi concluído, com impactos nas perdas de material, redução da segurança e ainda um pacote de trabalho informal (Figura 4.16).



Figura 4.15 - Perdas por improvisação relacionada à categoria ajuste de componentes na obra B.

Fonte: Autora (2017).

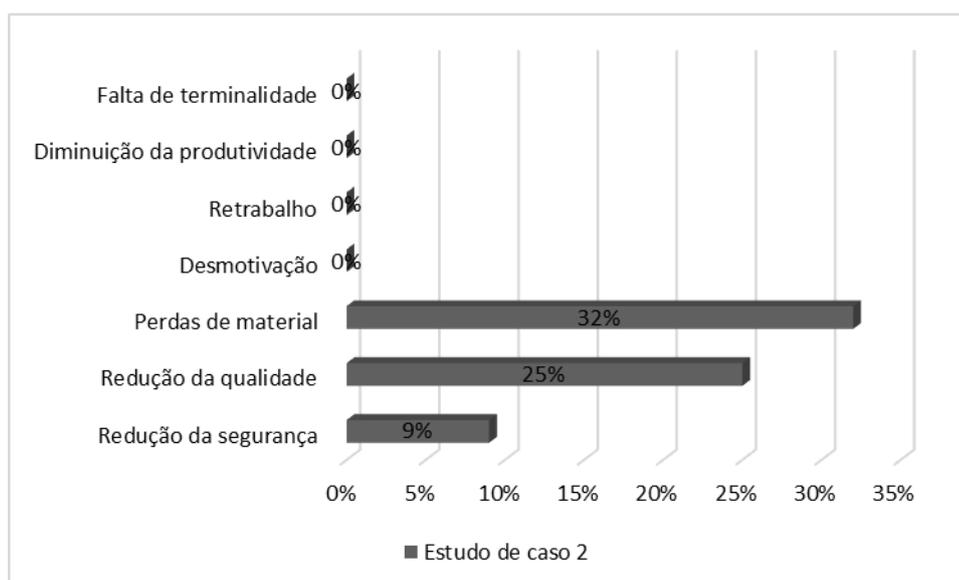


Figura 4.16 - Impacto das perdas por improvisação no estudo de caso 2.

Fonte: Autora (2017).

A redução da qualidade na produção foi verificada principalmente nas perdas por improvisação ocasionada por materiais/componentes, visto que, como comentado anteriormente, as alterações das especificações de projeto referente aos materiais reduzem a qualidade.

#### 4.2.3 Análise dos resultados: comparação dos estudos de caso exploratório 1 e 2

Há uma forte relação entre perdas por *making-do* e falta de terminalidade com a existência de pacotes informais, ou seja, pacotes de atividades que são executadas sem terem sido planejadas e cujas causas nem sempre são verificadas de forma sistemática (FIREMAN, 2012).

Conseqüentemente, falta de terminalidade das atividades, trabalho em progresso e aumento do *lead time* também podem ser observados devido aos pacotes de trabalho informais no canteiro de obras. O trabalho em progresso necessita da contabilização do percentual de pacotes de trabalho em espera para iniciar um novo serviço. A Figura 4.17 a seguir demonstra o resultado dos cálculos das seguintes porcentagens: PPCR, PPI e PPTE.

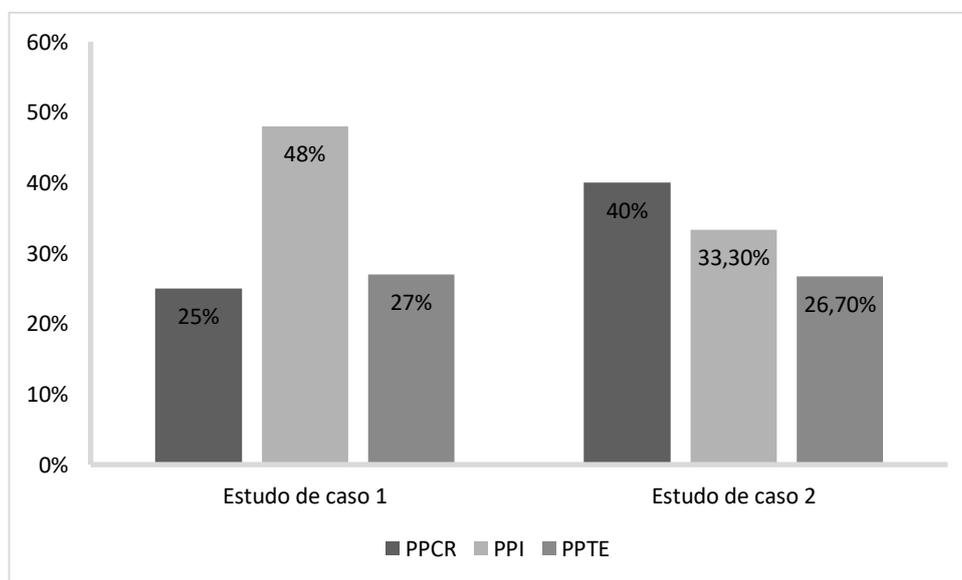


Figura 4.17 - PPCR, PPI, e PPTE do estudo de caso 1 e 2.

Fonte: Autora (2017).

A partir dos indicadores apresentados na figura 4.17, dos pacotes concluídos, apenas 32% em média, ou seja, baixo, deve-se ao índice de PPTE que influenciou o baixo índice de PPCR, na qual o PPTE médio foi em torno de 27%. Os pacotes que

apresentam falta de terminalidade, na obra A, são apresentados na Figura 4.18, sendo que os pacotes “revestimento interno”, “revestimento externo” e “instalação elétrica” apresentaram maior porcentagem, o que resultou nos altos índices de PPI nos meses verificados.

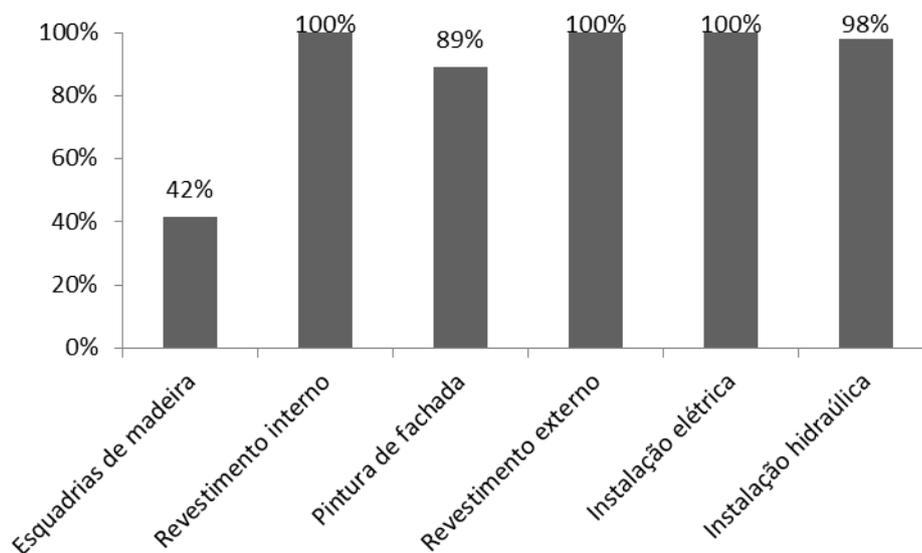


Figura 4.18 - Pacotes com falta de terminalidade na obra A.

Fonte: Autora (2017).

A partir disto foi possível identificar a causa de pacotes informais, são elas trabalho inacabado ou retrabalho; esta questão foi adaptada do trabalho de Santos e Santos (2017), Figura 4.19.

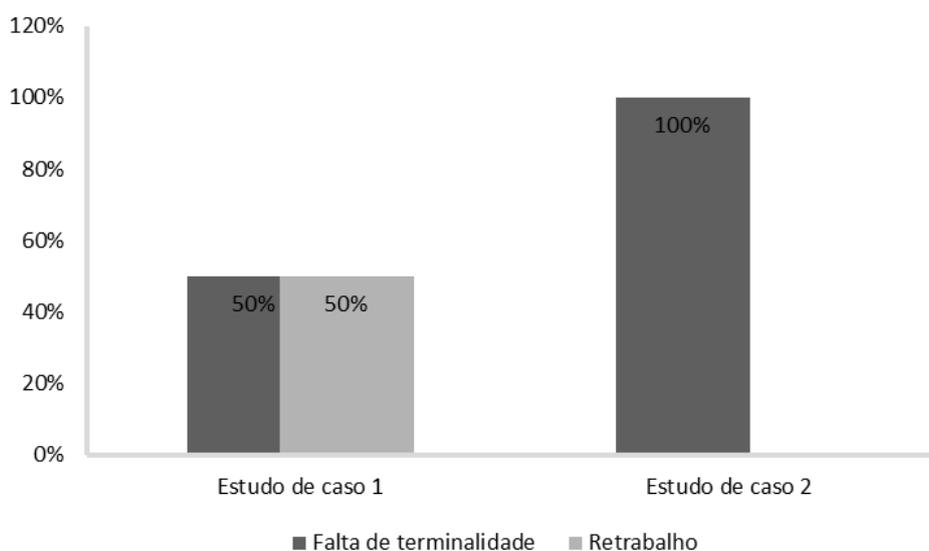


Figura 4.19 - Causa dos pacotes informais no estudo de caso 1 e 2.

Fonte: Autora (2017).

As porcentagens de falta de terminalidade encontradas, para as obras A e B, são respectivamente 50% e 100%; estes pacotes reservas ainda precisam ser concluídos, para execução de arremates, ou de algum elemento construtivo não finalizado (por exemplo, o revestimento cerâmico da obra A).

Já em relação ao retrabalho, nota-se a partir da figura 4.19, uma porcentagem de 50% para o estudo de caso 1 e 0% para o estudo de caso 2. Porém, houve uma contradição, no estudo de caso 2, entre os valores coletados em observação direta e a questão aplicada aos gestores em relação às causas dos pacotes informais. Como mostrado na Figura 4.20, os *shafts* foram posicionais e acrescentados após a estrutura já está montada.



Figura 4.20 - Shafts posicionados e acrescentados na obra B.  
Fonte: Autora (2017).

#### **4.2.4 Contribuições para a primeira versão do método de prevenção de perdas**

Após o aprendizado ocorrido ao final dos estudos de caso, foi realizada a elaboração do método em sua primeira versão (Figura 4.21). Os passos deste método foram desenvolvidos, devido à informalidade pela qual as obras A e B têm encarado o planejamento e controle da obra, além de outras consequências, como a dificuldade de gerência das obras em prevenir as perdas que ocorrem nos processos construtivos.

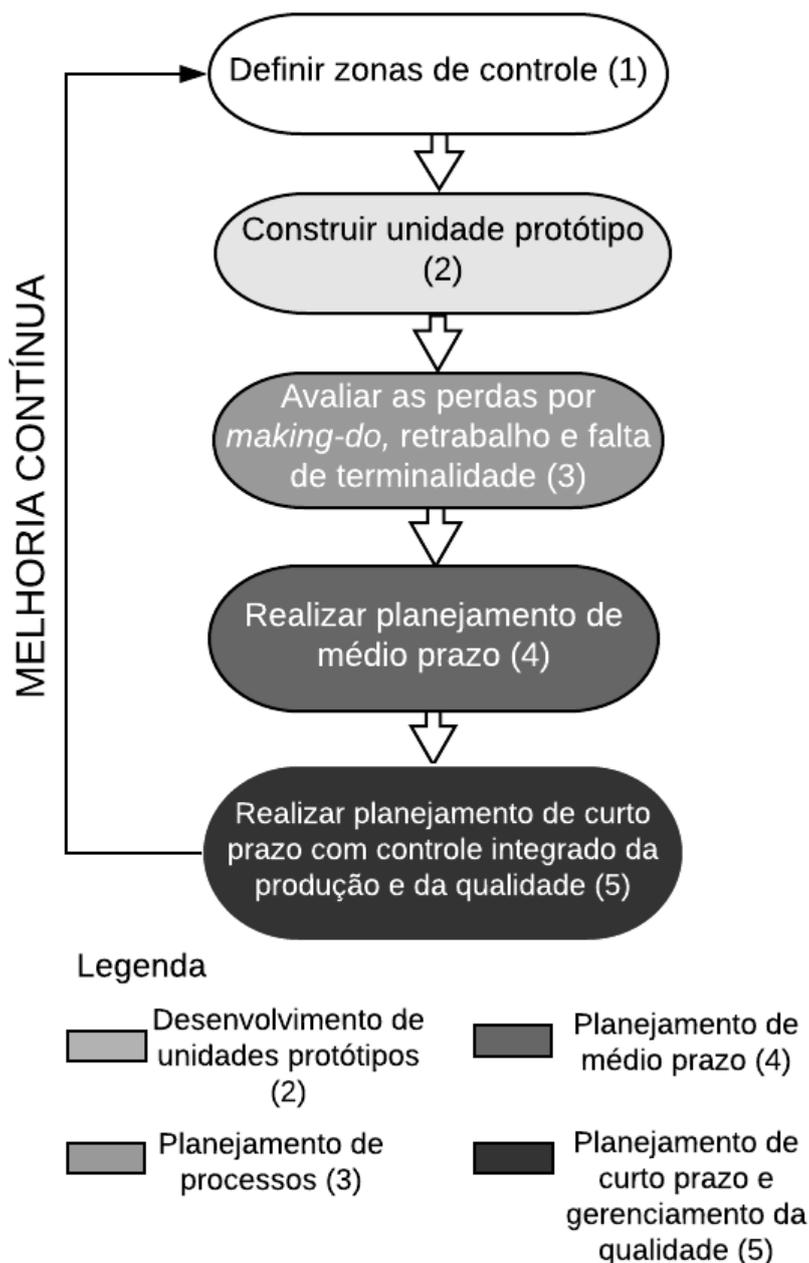


Figura 4.21 - Primeira versão do método.

Fonte: Autora (2017).

Algumas ações para reduzir perdas por *making-do* e falta de terminalidade em obras de LSF também são propostas por Serra *et al.* (2017), são elas: desenvolver um projeto capaz de ampliar a comunicação, a transparência e reduzir o tamanho dos pacotes de trabalho, como também desenvolver PCP principalmente no que diz respeito ao processo de identificar e remover restrições.

Com base nas informações das participações e observações nos canteiros de obra se propõe primeiramente, definir zonas de controle. As zonas de controle

são o caminho crítico da obra, ou seja, os pacotes de trabalho com maior prazo de execução que não necessariamente eram privilegiados. No segundo passo, a construção da unidade protótipo, também com base nas evidências de campo foi visto que todos os funcionários da empresa como também o diretor, engenheiro da obra e estagiários deveriam se envolver diretamente, com o pacote de trabalho e perceber a importância do projeto do sistema de produção. Neste passo, com a participação de todos os envolvidos, podem-se listar as prováveis causas das perdas encontradas no primeiro ciclo de produção de um pacote de trabalho.

Em seguida o passo 3, especificar prevenções com base nas perdas encontradas na produção, o que é difícil de conseguir apenas com a alta gerência é necessário à média gerência e a participação dos empreiteiros, para apresentação dos serviços que serão executados e um *brainstorming* de como eliminar e/ou reduzir as perdas. O passo 4, o planejamento de médio prazo é visto como um dos pontos chave. Após a realização do estudo de Santos (2004), pode-se perceber que a antecipação e remoção das restrições não é realizada, com a apresentação de um grande número de restrições que deveriam ter sido removidas em um curto intervalo de tempo. Bernardes (2015) afirma que quanto mais cedo o engenheiro começar a detalhar e a remover as restrições, melhor para a garantia de continuidade das operações no canteiro de obras.

O fato desta análise de restrições não ser realizada nas obras A e B não impedem necessariamente a execução dos pacotes. Porém, a falta deste procedimento poderá resultar em maiores custos, maiores tempos de execução, ou que estas tarefas sejam executadas incorretamente, ou ainda a ocorrência de todos esses problemas juntos (BALLARD; HOWELL, 1997).

Por último, o passo 5 que é a integração entre os sistemas de controle da produção e qualidade. Em especial a empresa A, possui sistemas de controle de qualidade abrangentes e bem documentados, mas o pessoal da obra é resistente em utilizar, pois acredita que seu uso dificilmente leva a uma melhoria da qualidade dos processos; entretanto, a avaliação concomitante dos sistemas reduz perdas por retrabalhos (FIREMAN, 2012; LEÃO, 2014; ROCHA, 2015). Este método preliminar teve como embasamento teórico os estudos de (BALLARD; HOWELL, 1997; BALLARD, 2000; LEÃO, 2014).

**Passo 1 – Definir zonas de controle:** O pacote de trabalho a ser selecionado, podem ser aqueles críticos em termos de prazo (Ballard; Howell, 1997) para que haja planejamento com o intuito de diminuir atividades que não agregam valor.

**Passo 2 – Construir unidade protótipo:** A produção é experimentada em um período que antecede seu início baseada nos princípios do FRS. A realização desse tipo de estudo visa identificar nos ciclos iniciais de um determinado processo (gerencial ou de produção), os meios para a realização do trabalho de forma a possibilitar a melhoria do seu desempenho (BALLARD; HOWELL, 1997). O Quadro 4.3 apresenta o painel de controle proposto a partir da unidade protótipo, o qual compreende três principais seções:

- i. Coleta das atividades fora do pacote de trabalho e identificação das causas e perdas associadas;
- ii. Acompanhamento da produtividade de acordo com as metas planejadas;
- iii. A condição meta a ser planejada leva em consideração as condições atuais de produtividade, atividades que não agregam valor e a redução e/ou eliminação das perdas agindo sobre as causas.

Quadro 4.3 - Proposta de painel de controle da unidade protótipo.

<b>PAINEL DE CONTROLE DA UNIDADE PROTÓTIPO</b>	<b>Pacote:</b>
	<b>Data:</b>

COLETAR ATIVIDADES FORA DO PACOTE DE TRABALHO		
Atividades executadas no pacote de trabalho	Atividades fora dos pacotes de trabalho	Causas das atividades fora do pacote de trabalho/perdas
ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DA EQUIPE		
	Meta de produtividade	Produtividade real
<b>CONDIÇÃO META (aumentar a produtividade e reduzir perdas a partir das causas).</b>		

Fonte: Autora (2017).

**Passo 3 – Avaliar as perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade:** A proposição da avaliação das perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade tem como objetivo coordenar ações por meio de uma planilha automatizada (Figura 4.22).

- iv. A equipe de planejamento deve apontar as causas para a ocorrência das perdas.

	Causas	Perdas	Perda principal	Impacto	Ações recomendadas	Responsabilidade pelas ações recomendadas
4						
5	Informação					

Informação  
 Materiais e componentes  
 Espaço  
 Condição externa  
 Serviços interdependentes  
 Equipamento e ferramenta  
 Não de obra  
 Instalações provisórias

Figura 4.22 - Planilha de causas das perdas.

Fonte: Autora (2017).

- v. A partir da análise das causas, as perdas são identificadas: perdas por improvisação ou retrabalho ou falta de terminalidade.
- vi. O Quadro 4.4 é preenchida automaticamente identificando a relação causal da ocorrência de uma ou mais perdas e os impactos.

Quadro 4.4 - Planilha da relação causal entre as perdas e os impactos.

Causas	Perdas	Perda principal	Impacto	Ações	Responsabilidade
Serviços interdependentes	Making-do	<b>Making-do/Falta de terminalidade</b>	Redução da qualidade, redução da produtividade, perda de material, trabalho em progresso, redução da segurança.		
Atividades interdependentes	Falta de terminalidade				
Gestão inadequada	Retrabalho				

Fonte: Autora (2017).

vii. Por fim ações e responsáveis para execução das mesmas. As ações são baseadas:

- Execução de serviços anteriores.
- Gestão de aspectos relativos aos projetos e construtibilidade.
- Gestão de materiais.
- Gestão de equipamentos e ferramentas, provimento de condições de segurança do trabalho, inspeções, acessibilidade, transparência.
- Planejamento da produção e distribuição de argamassa, preparação de espaço físico para armazenagem.
- Provimento de condições para a realização dos serviços.
- Abastecimento de água e energia elétrica.
- Proteção contra intempéries, limpeza, compatibilização entre carga de trabalho e carga de produção.

**Passo 4 – Realizar planejamento de médio prazo:** O planejamento de médio prazo cumpre papel fundamental na medida em que facilita a identificação dessas restrições e estabelece um período necessário para que a gerência atue sobre elas. O Quadro 4.5 apresenta o painel de controle operacional compreende duas principais seções:

- viii. Aderência de entrega de pacotes planejados, realizados, assim como os retrabalhos, pacotes realizados que não foram previstos, pacotes atrasados.
- ix. Análise de restrições de forma sistemática, na qual são registrados o Índice de Remoção das Restrições (IRR), natureza das restrições e ainda defini como explorar as restrições, eleva a restrição do sistema, analisar o status da restrição, pois se não for removida

deve ser dada uma nova data e responsável sem deixar que a inércia se torne à restrição do sistema e registrar trabalhos paralisados e motivos.

Quadro 4.5 - Proposta de painel para ser utilizado como controle operacional pelo PCO.

EQUIPE: Planejamento e controle de obras (PCO)			DATA:	
<b>ADERÊNCIA</b>				
1. Aderência de pacotes (previsto x realizado)			2. Controle de etapas	
<b>ANÁLISE DE RESTRIÇÕES</b>				
<b>Índices</b>	<b>%</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Meta</b>	<b>Objetivo do indicador</b>
<b>IRR mês</b>		<b>IRR =</b> $\frac{\text{Restrições removidas}}{\text{Restrições identificadas}} \times 100$	<b>&gt; ou = 80%</b>	Garantir que as restrições sejam removidas no prazo.
1. Índice de remoção de restrições			2. Natureza das restrições	
<b>3. Explorar as restrições</b>				
Descrição da restrição (categoria)	Responsável	Data limite da remoção	Data de remoção da restrição	
<b>4. Elevar a restrição do sistema.</b>				
<b>5. Analisar o status da restrição para identificar as causas de restrições não removidas no período.</b>				
<b>6. Registrar trabalhos paralisados e motivos.</b>				

Fonte: Autora (2017).

**Passo 5 – Realizar planejamento de curto prazo com controle integrado da produção e da qualidade:** A redução da incidência de pacotes informais por devido às perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade, por meio da integração entre o planejamento e controle da produção e da qualidade (Figura 4.23). O modelo sugerido por Leão (2014) permite o monitoramento dos pacotes de trabalho em execução identificando perdas por *making-do*, assim como verificação da qualidade de pacotes de trabalho concluídos e perdas por falta de terminalidade. Nos pacotes com *making-do* são propostas ações corretivas e os pacotes com falta de terminalidade e retrabalho podem ser planejados no médio ou ainda no curto prazo.

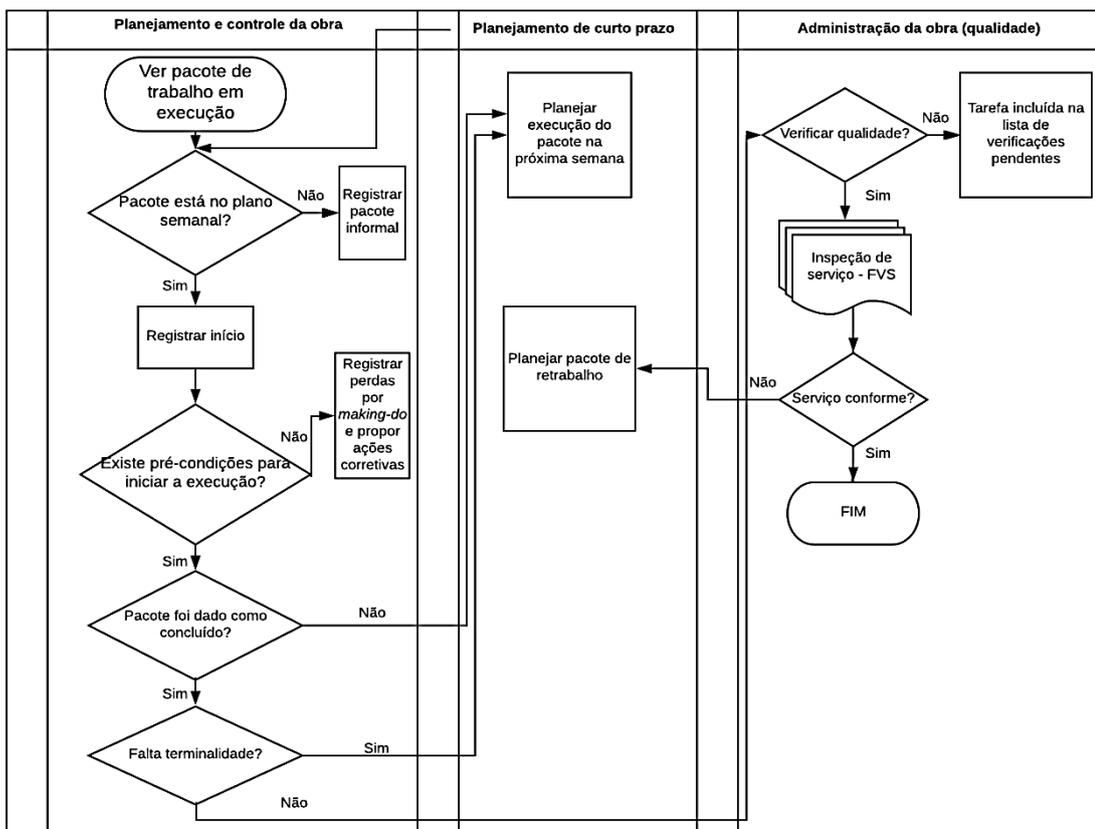


Figura 4.23 - Documento proposto para ser utilizado na integração da produção e do controle da qualidade.

Fonte: Adaptado de Leão (2014).

Na planilha pacotes consta os pacotes de trabalho específicos planejados para a semana e também são inseridos os pacotes informais (tarefas reservas) identificados no canteiro de obras. O Quadro 4.6 deve ser preenchido com o intuito de controlar a execução dos pacotes de trabalho.

Quadro 4.6 - Planilha pacotes.

Dados da Obra						Causas							Indicador		
Engenheiro Responsável:			Mestre de Obras:			1 - M.O.		5 - Planejamento					PPC		
Obra:			Elaborado por:			2 - Material		6 - Projeto							
						3 - Máquina		7 - Meio Ambiente					META: 70%		
						4 - Método		8 - Segurança							
TORRE	PAVIMENTO	PACOTE INFORMAL	ATIVIDADE	EQUIPE	P X R	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	FALTA DE TERMINALIDADE	RETRABALHO	CAUSA RAÍZ DA FALTA DE TERMINALIDADE/RETRABALHO
<b>CANTEIRO DE OBRAS</b>															
					PREV.										
					REAL										
					PREV.										
					REAL										
					PREV.										
					REAL										

Fonte: Adaptado de Leão (2014).

Na planilha *making-do* são registradas as improvisações identificadas durante a execução dos pacotes de trabalho, sendo classificadas quanto à categoria e pré-requisitos (Quadro 4.7). Também são realizados registros fotográficos e o pacote específico no qual ocorreu o evento. As ações corretivas podem ser tomadas com base nesses dados.

Quadro 4.7 - Planilha *making-do*.

FOTO	PACOTE DE TRABALHO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA DE PERDA	PRÉ REQUISITO

Fonte: Adaptado de Leão (2014).

A planilha qualidade contém os critérios de qualidade que devem ser verificados em cada pacote de trabalho específico. Assim que o pacote é concluído, a data de conclusão aparece nessa planilha, demonstrando que o pacote de trabalho está liberado para verificação da qualidade (Quadro 4.8).

Quadro 4.8 - Planilha da qualidade.

Pacote de trabalho	Torre	Pavimento	Critério	Data conclusão	Motivo da não qualidade

Fonte: Adaptado de Leão (2014).

Se algum critério de qualidade for reprovado, é informado o motivo de não conclusão e ainda, pode-se fazer um registro fotográfico. Assim como nas outras

planilhas, algumas células possuem uma lista de opções pré-definidas para facilitar o registro.

### **4.3 Fase 3 – Desenvolvimento**

Nesta fase o método desenvolvido na fase anterior foi refinado por meio da coleta dos dados dos passos 1, 3, 4 e 5 e foi realizado antes do grupo focal como uma atividade de preparação dos dados para discussão junto aos profissionais.

#### **4.3.1 Estudo de caso exploratório 3**

Os resultados do estudo de caso exploratório 3 são apresentados na seguinte ordem: primeiro a identificação e avaliação das perdas por improvisação no canteiro da obra; em seguida, a análise da relação causal entre improvisação, retrabalho e falta de terminalidade; impacto das perdas no prazo e no custo da obra; análise dos resultados: causas dos pacotes informais, e por fim, as contribuições para a segunda versão do método de prevenção de perdas.

A empresa C possui um procedimento gerencial onde são elaborados planos como uma referência inicial e interpretadas como hipóteses a serem aprovadas de acordo com a execução do trabalho. O processo de planejamento inicia com o cronograma mestre, desenvolvido pelo setor de planejamento da empresa, e depois segue para a etapa de planejamento de médio prazo, identificação e remoção das restrições, definição do plano de curto prazo e ao término de cada semana, a verificação dos serviços executados e o cálculo do PPC.

##### **4.3.1.1 Identificação e avaliação das perdas por improvisação**

As improvisações identificadas foram classificadas de acordo com o quadro 2.2. Neste último estudo de caso foram realizadas 15 visitas. Para identificar os pré-requisitos que não estavam disponíveis e causaram perdas do tipo *making-do*, foram questionados o engenheiro da obra, engenheiro de planejamento e controle da obra, mestre, operários, e assistente de engenharia envolvido na realização da tarefa.

As perdas por *making-do* de maior ocorrência durante o estudo de caso 3 são aquelas relacionadas às categorias acesso/mobilidade e equipamentos/ferramentas (Figura 4.24). Essas categorias representam a porcentagem de 59% das perdas

dessa por improvisações apontadas durante o estudo. Confirmada pelos resultados de Leão (2014), onde mais de 50% das perdas representam as categorias de acesso/mobilidade e equipamentos/ferramentas.

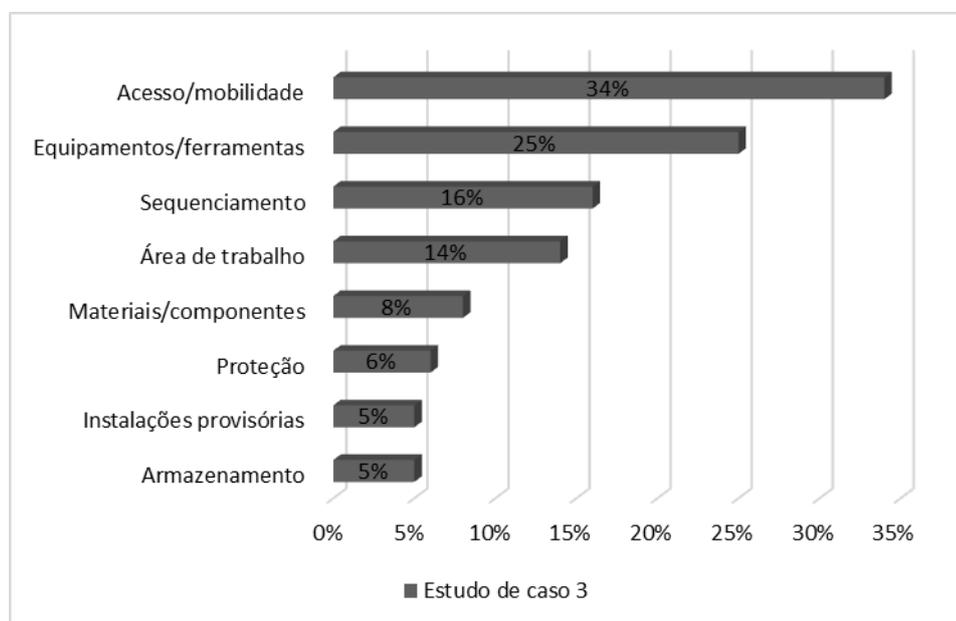


Figura 4.24 - Categorias de perdas do tipo *making-do* em estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

A categoria sequenciamento representa 16% das perdas do tipo *making-do*, em que é alteração na ordem de produção, num total de 10 pacotes de trabalho e tem maior ênfase nos pacotes de trabalho: superestrutura e alvenaria de pré-moldado.

Na Figura 4.25 a perda por improvisação da categoria acesso/mobilidade e equipamentos/ferramentas é causada pela ausência de organização do *layout* de trabalho e equipamento danificado.



Figura 4.25 - Perdas por improvisação relacionada à categoria acesso/mobilidade e equipamentos/ferramentas na obra C.

Fonte: Autora (2017).

Quanto aos pré-requisitos, é evidenciada a indisponibilidade dos seguintes recursos: infraestrutura do espaço de trabalho (79%), espaço (65%), informação (42%). Este resultado é consolidado por Formoso *et al.* (2017), em que em apenas um estudo de caso, num total de dois estudos, 55% estão associadas a infraestrutura (Figura 4.26).

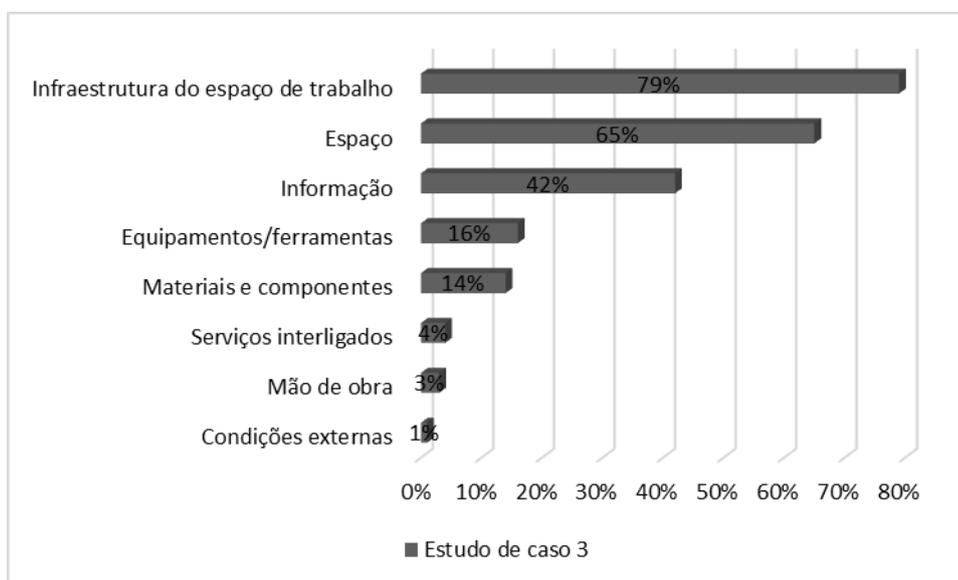


Figura 4.26 - Pré-requisito das perdas do tipo *making-do* no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

A infraestrutura do espaço de trabalho está fortemente relacionada à falta de atenção dada pelo gerenciamento, como afirmado por Koskela (2004) e Formoso *et*

al. (2017), em que geralmente não é visto como importante o planejamento e controle do uso do espaço nos canteiros de obras (Figura 4.27).



Figura 4.27 - Perdas por improvisação relacionada à categoria acesso/mobilidade na obra C.

Fonte: Autora (2017).

A entrada do canteiro de obras está interrompida devido ao armazenamento de areia. O principal impacto é a redução da produtividade nas atividades que envolvem transporte de material, para ter acesso ao local da obra os operários se deslocam por fora do canteiro. Os funcionários precisam sair do canteiro, realizar o transporte pela calçada e então entrar novamente no perímetro da obra. Em relação aos impactos das perdas observadas, destacam-se falta de terminalidade, diminuição da produtividade e retrabalho (Figura 4.28).

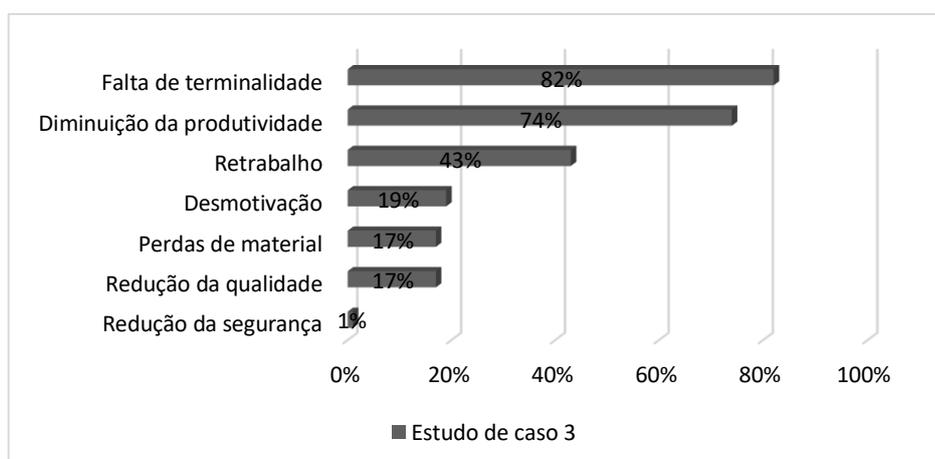


Figura 4.28 - Impacto das perdas do tipo *making-do* no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

Logo após, são ilustrados algumas destas perdas observadas durante o estudo de caso 3. Na construção da alvenaria, pode-se perceber uma bancada de

trabalho improvisada, sendo empregados os próprios componentes utilizados na execução da atividade e ainda como apoio do balde e da argamassadeira (Figura 4.29). Foi identificada a falta do pré-requisito infraestrutura do espaço de trabalho em três pacotes de trabalho. A falta de uma bancada de trabalho adequada impacta na produção com diminuição da produtividade, redução da qualidade e da segurança e perda de materiais.



Figura 4.29 - Perdas por improvisação relacionada à categoria área de trabalho na obra C.

Fonte: Autora (2017).

Existem algumas improvisações positivas segundo Formoso *et al.* (2017), apesar de não ser o objetivo deste trabalho, foi observada no estudo de caso 3, a aplicação da 1ª fiada de alvenaria no entorno dos banheiros em pré-moldado (Figura 4.30). As motivações são tornar as áreas de banheiros mais estanques; otimização do processo construtivo, uma vez que a execução das alvenarias internas de gesso é executada depois do revestimento cerâmico de piso; maior resistência à percolação; maior aderência à estrutura. Além de eliminar a entrada da equipe de alvenaria de gesso em dois momentos distintos. Sendo incluída esta atividade no pacote de revestimento interno.



Figura 4.30 - Aplicação da 1ª fiada de alvenaria no entorno dos banheiros em pré-moldado na obra C.

Fonte: Autora (2017).

#### 4.3.1.2 Análise da relação causal entre *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade

Nas causas levantadas nesta pesquisa e na bibliografia constata-se que algumas delas são comuns às três categorias. Uma das causas em comum é a relação entre as atividades. Como mostrado na Figura 4.31 e Figura 4.32 à alteração entre as atividades contrapiso e furo das instalações hidrossanitárias desencadeia a perda por falta de terminalidade da atividade contrapiso e a perda por retrabalho com o furo das instalações.

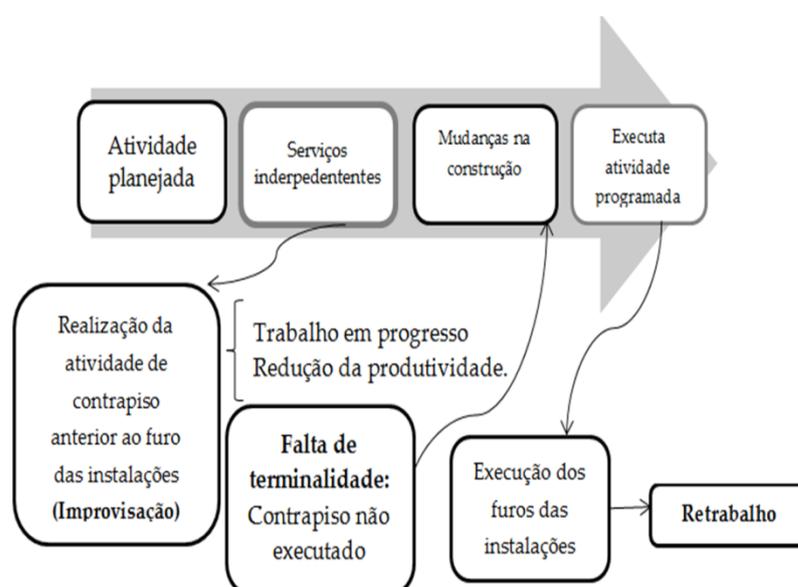


Figura 4.31 - Desencadeamento da cadeia de perdas na obra C.

Fonte: Autora (2017).

Estes dados solidificam a alteração da sequência do trabalho sugerida por Fireman (2012) como uma das categorias de perdas por *making-do*, tendo como consequências a falta de terminalidade e o retrabalho.



Figura 4.32 - Relação entre as atividades contrapiso e furo das instalações hidrossanitárias no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

O conceito de perda por improvisação não está relacionado com a interrupção do fluxo de trabalho e sim as alternativas encontradas para que isso não aconteça (SOMMER, 2010). No caso da figura 4.32, para que não houvesse interrupção do fluxo de trabalho, os responsáveis pelo planejamento tomaram a decisão de antecipar a equipe de revestimento interno (contrapiso) por estar ociosa e isto provocou *making-do* e as demais perdas supracitadas.

Outra causa em comum é o uso inadequado do recurso. No exemplo da figura 4.33 a laje desabou, pois, alguns escoramentos metálicos eram improvisados um dos apoios do escoramento é móvel, provocando retrabalho e falta de terminalidade da laje. Além do alto custo, os impactos foram redução da produtividade, redução da segurança, perda de material, trabalho em progresso.



Figura 4.33 - Escoramento metálico improvisado, apoio móvel na obra C.  
Fonte: Autora (2017).

#### **4.3.1.3 Impacto das perdas por falta de terminalidade no prazo e no custo da obra**

Nesta obra as perdas com maior índice são por falta de terminalidade (88%), para investigação do impacto destas perdas, utilizaram-se os indicadores de prazo e custo informados pela equipe da obra. Os pacotes quantificados com maior representatividade de falta de terminalidade são revestimento interno e alvenaria de vedação. Estes pacotes de trabalho são críticos e devem ser priorizados mesmo que não estejam totalmente concluídos.

O tempo extra para realização do trabalho foi empregado na forma de pacote informal, sabendo que o pacote informal toma a maior parte do prazo de execução do pacote de trabalho por envolver diversos tipos de perda, inclusive *making-do* e retrabalho (SANTOS; SANTOS, 2017).

##### **4.3.1.3.1 Revestimento interno (argamassa piso e parede) e alvenaria de vedação**

Durante as visitas averiguou-se o pacote revestimento interno e alvenaria de vedação. O pacote revestimento interno tinha a sequência de execução, documentada pela empresa: encunhamento, chapisco, alvenaria pré-moldado 1ª

fiada da área molhada, emestramento piso e parede, colocação da manta acústica, contrapiso e emboço. Contava com cerca de 17 colaboradores, sendo 11 pedreiros e 6 ajudantes.

Entretanto, na prática deste pacote de trabalho, as atividades acompanhadas foram: bater o nível do pavimento com auxílio de mangueira de nível, emestramento da periferia do apartamento com taliscas de cerâmica. A partir das mestras da periferia, foi feito o restante do emestramento com o auxílio de linha de nylon ou régua de alumínio e nível de bolha.

Além dessas atividades foi feito a colocação da manta acústica soldada com auxílio de um soprado de ar quente e finalmente o despejo da argamassa de contrapiso sobre a manta acústica, compactação do contrapiso com compactador manual, sarrafeamento do piso com régua de alumínio e, por fim, acabamento de contrapiso com o auxílio de desempenadeira de madeira e brocha para aspersão de água.

A atividade alvenaria pré-moldado, 1º fiada da área molhada, outra sequência operacional: preparação/limpeza do pavimento, disposição das linhas de eixo do pavimento, locação do pré-moldado a partir das linhas de eixo (cotas em projeto), assentamento com argamassa de chumbamento e por fim nivelamento, prumo e esquadro dos pré-moldados.

Sendo assim, a empresa não definiu uma sequência operacional para o serviço, apenas de execução do pacote. Portanto, o controle da produção tende a ser focado nos subprocessos individuais em detrimento do processo global, tendo um impacto relativamente limitado na eficiência global (KOSKELA, 1992).

Ainda, de acordo com Koskela (1992), os fluxos físicos entre as atividades não são considerados, sendo a maior parte dos custos oriunda desse fluxo. No transporte da argamassa do revestimento interno, as atividades de conversão são: fabricação em betoneira, transporte horizontal, transporte vertical no pavimento onde será despejado o material. O processo global inclui a espera que não agrega valor e deve ser eliminada ou reduzida, representando 62% do tempo de transporte da argamassa (Figura 4.34). Esta perda por espera acaba por ocasionar falta de terminalidade deste pacote.

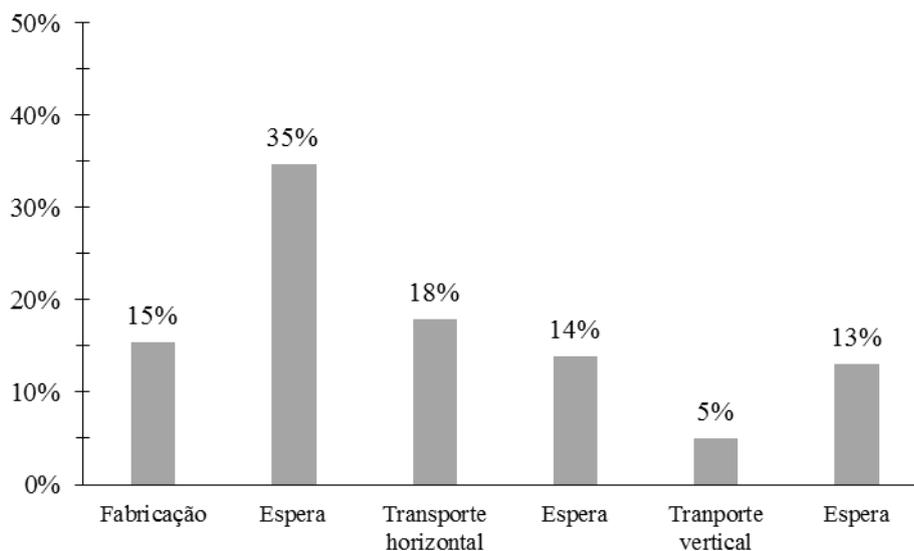


Figura 4.34 - Atividades do transporte de argamassa do revestimento interno no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

Enquanto, o pacote de alvenaria de vedação continha: limpeza, lixamento, chapisco de estrutura, amarração e fixação de alvenaria com estrutura, alvenaria de vedação bloco de concreto, alvenaria de tijolo cerâmico furado, confecção de verga e contraverga 9x9cm, assentamento de caixa pré-molda para hidrante. Contava com cerca de 6 colaboradores, sendo 4 pedreiros e 2 ajudantes.

Para discussão dos dados de prazo, tomou-se como referência à pesquisa de Santos e Santos (2017) e a unidade adotada para coleta em campo foi dias de trabalho, a unidade homem-hora de trabalho (Hh).

O indicador (A) foi o indicador formal e referiu-se ao tempo estimado pelo engenheiro para a execução em campo, de acordo com o planejamento do serviço e o indicador (B) foi o indicador real que estava sendo obtido, de acordo com o tempo médio de execução, também informado pelo engenheiro da obra. O indicador (C) foi calculado e apresentou a quantidade de dias gasta na realização do pacote, considerada a subtração de  $(B) - (A)$ . O indicador (D), a percentagem de tempo, foi obtido pela divisão de (C) sobre (B) vezes 100.

Quanto aos dados de custo, o indicador (E) foi o indicador formal e refere-se ao custo estimado pelo engenheiro para a execução em campo, de acordo com o planejamento do serviço e o indicador (F) foi o indicador real que estava sendo obtido, de acordo com o custo médio de execução. O indicador (G), custo na realização do pacote, subtraindo  $(F) - (E)$ . O indicador (H) percentual de custo, obtido pela divisão de (G) sobre (E) vezes 100.

Como mostrado no Quadro 4.9, 13% do tempo e custo são extras para realização do pacote. Um dos motivos destes valores pode ter sido pelo fato do transporte de argamassa, fabricado *in loco*, ser um processo crítico indicado pela empresa. O processo de revestimento interno se inicia com o preparo da argamassa, logo após o transporte horizontal e transporte vertical por um único guincho para cada uma das duas torres, tido assim como o “gargalo” do processo. O operador só transporta a argamassa quando a mesma atinge a capacidade máxima do guincho (6 giricas). Após o transporte vertical da argamassa até o pavimento onde a mesma será utilizada, as giricas permaneçam no pavimento até a sua utilização. Os estudos realizados nas três empresas, principalmente, na obra C permitiram a presente autora deste trabalho compreender o processo de revestimento com argamassa.

Quadro 4.9 - Comparação dos prazos e custos estimados com os prazos e os custos finais do pacote de revestimento interno no estudo de caso 3.

<b>A</b>	Tempo de realização previsto pela programação (formal)	14 DIAS	336 Hh
<b>B</b>	Tempo de realização do serviço (real)	16 DIAS	384 Hh
<b>C = B - A</b>	<b>Hh gasto na realização do pacote</b>	<b>48 Hh</b>	
<b>D = (C/B)*100</b>	<b>Percentual de tempo</b>	<b>13%</b>	
<b>E</b>	Custo previsto para realização previsto pela programação (formal)	2.423,68	
<b>F</b>	Custo previsto para realização previsto pela programação (real)	2.769,92	
<b>G = F - E</b>	<b>Custo na realização do pacote</b>	<b>346,24</b>	
<b>H = (G/E)*100</b>	<b>Percentual de custo</b>	<b>13%</b>	

Fonte: Autora (2017).

Posteriormente à avaliação dos resultados destes estudos, foi possível confirmar os estudos exploratórios de Perez *et al.* (2016) que muitos dos problemas que ocorriam no processo de revestimento com argamassa estavam localizados ao longo dos fluxos físicos, devido à grande parcela de atividades de transporte.

As atividades contrapiso e chapisco do pacote de revestimento interno apresentam falta de terminalidade (Figura 4.35), dentre outros motivos: solicitação de traços através de *kanbans* utilizado de forma inadequada, causando diversos problemas (OHNO, 1988), *layout* do canteiro onde a central da argamassa estar localizada em uma área que inviabiliza o transporte da argamassa dentro da obra, giricas eram posicionadas em frente ao guincho e chegavam a fazer uma fila de até 12 delas.



Figura 4.35 - Atividades do pacote de revestimento interno com falta de terminalidade na obra C.

Fonte: Autora (2017).

A ferramenta *heijunka box* utilizada para nivelar a produção, distribuindo *kanbans* em intervalos fixos não ocorria da maneira correta, pois os funcionários pediam traços de argamassa para alguns pavimentos com urgência, desorganizando a organização do gerenciador de *kanbans* (Figura 4.36).



Figura 4.36 - Heijunka box na obra C.  
Fonte: Autora (2017).

Neste período de coleta de dados, o planejamento deste pacote que deveria ser realizado nos meses de fevereiro, março, abril e maio só começam efetivamente em junho do ano corrente (Figura 4.37).

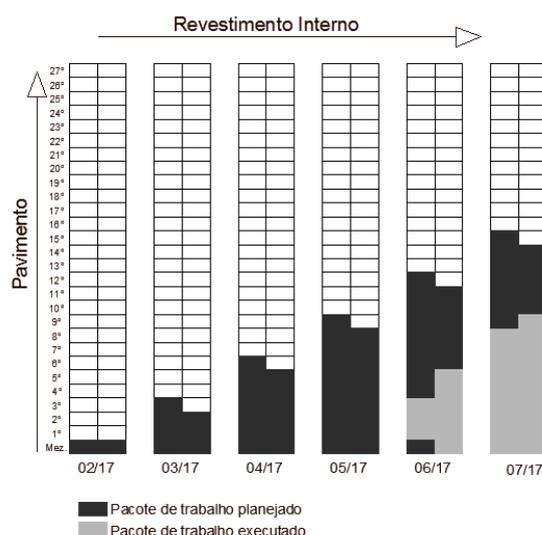


Figura 4.37 - Pacote de revestimento interno planejado x executado no estudo de caso 3.  
Fonte: Autora (2017).

As seguintes causas foram identificadas como principais razões de não aderência as metas mensais: atraso de tarefa antecedente (30%), baixa produtividade (34%), desvio de programação (26%) e falta de projeto executivo (15%), mostrados na Figura 4.38.

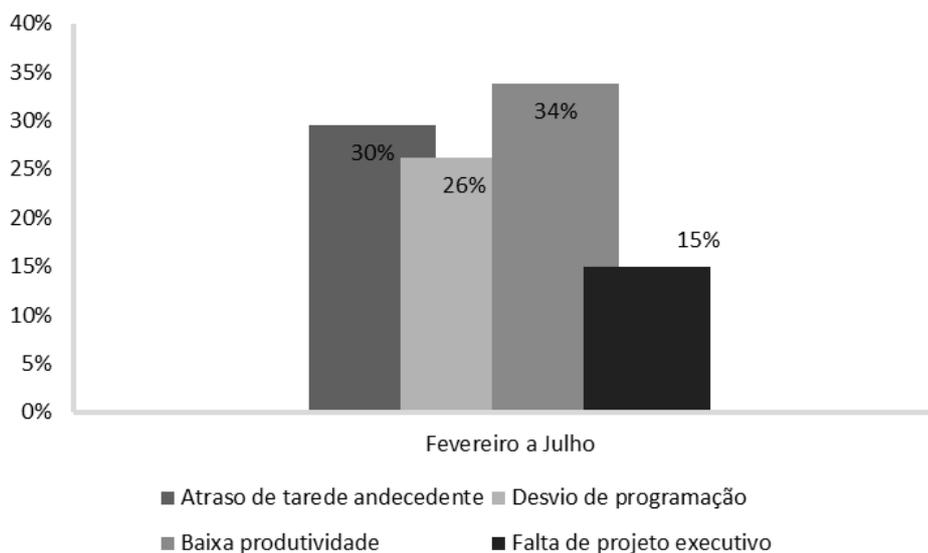


Figura 4.38 - Causas de não cumprimento dos pacotes de trabalho no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

O pacote revestimento interno tem alto índice de atraso das tarefas antecedentes e ainda baixa produtividade pela necessidade de retrabalho (Figura 4.39). Contudo, o sistema de planejamento presente nesta empresa tem o objetivo de elevar a produtividade, ou seja, maximizar eficiência no uso dos recursos.

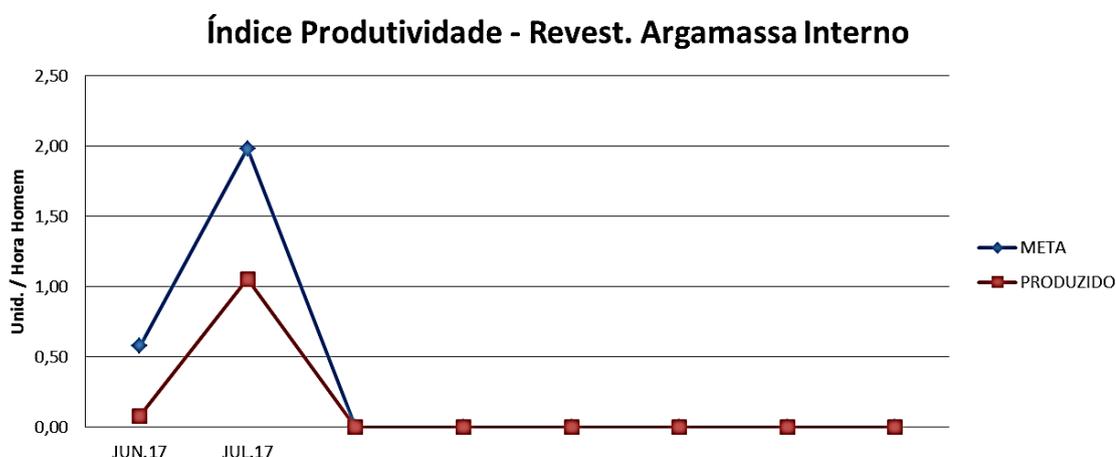


Figura 4.39 - Índice de produtividade do pacote revestimento interno de argamassa no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

A comparação dos prazos e custos estimados com os prazos e os custos finais do pacote de alvenaria no estudo de caso 3 (Quadro 4.10), 30% do tempo e 22% do custo são extras. No que concerne ao controle do tempo, por sua vez, envolve o monitoramento do progresso das atividades de acordo com o cronograma e a previsão de quando será concluído.

Quadro 4.10 - Comparação dos prazos e custos estimados com os prazos e os custos finais do pacote de alvenaria de vedação no estudo de caso 3.

<b>A</b>	Tempo de realização previsto pela programação (formal)	7 DIAS	168 Hh
<b>B</b>	Tempo de realização do serviço (real)	10 DIAS	240 Hh
<b>C = B - A</b>	<b>Hh gasto na realização do pacote</b>	<b>72 Hh</b>	
<b>D = (C/B)*100</b>	<b>Percentual de tempo</b>	<b>30%</b>	
<b>E</b>	Custo previsto para realização previsto pela programação (formal)	889,84	
<b>F</b>	Custo previsto para realização previsto pela programação (real)	1271,2	
<b>G = E - F</b>	<b>Custo na realização do pacote</b>	<b>381,36</b>	
<b>H = (G/E)*100</b>	<b>Percentual de custo</b>	<b>22%</b>	

Fonte: Autora (2017).

A variação entre a meta do tempo e custo planejados e executados deve ser usada para corrigir o processo de maneira que possa ser alcançada. Porém, o horizonte fixo mensal de planejamento deve ter as restrições removidas para não sobrecarregar a última semana de cada mês e diminuindo a produção na primeira semana.

Foi possível perceber uma dificuldade nas reuniões de planejamento de médio prazo para explicitar antecipadamente as informações necessárias para a execução dos pacotes de trabalho, sendo possível analisar a execução dos pacotes de trabalho. Mesmo quando as restrições não eram removidas no prazo, apareciam como causas de não conclusão dos pacotes de trabalho de curto prazo.

Apesar da realização de planejamento de médio prazo, muitas atividades ainda eram incluídas no plano de curto prazo sem ter suas restrições removidas, particularmente em virtude de falta de planejamento/programação (46%) que nesta obra é justificado pela alta variabilidade de projeto conceitual, fornecedor não entregou (29%), desvio de programação (24%), e atraso de tarefa antecedente (15%), (Figura 4.40). Em alguns casos, a inclusão de pacotes com restrições no plano de curto prazo deve-se à existência de inatividade da equipe.

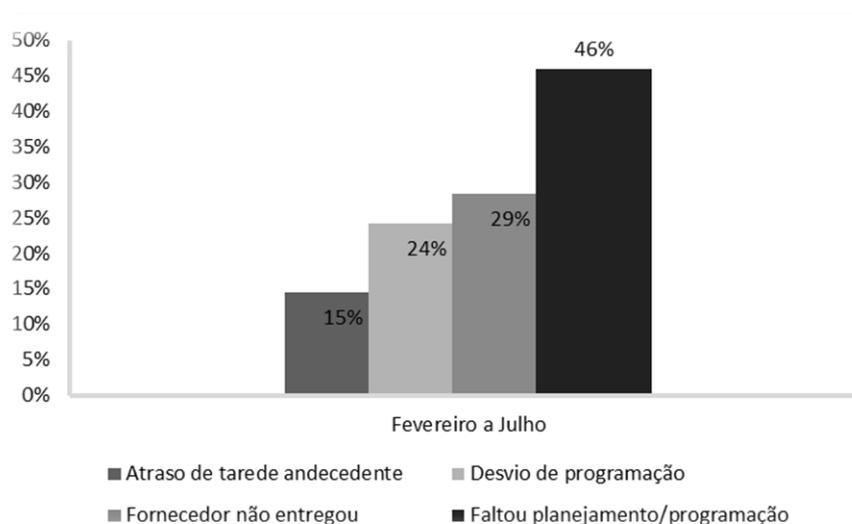


Figura 4.40 - Causas de restrições não removidas no estudo de caso 3.

Como visto na figura 4.41, é comum que as fases finais tenham que absorver atrasos das fases iniciais, que envolvem maior variabilidade e incerteza, como pode ser observado nas fases iniciais dos pacotes de trabalho, neste caso, de alvenaria de vedação.

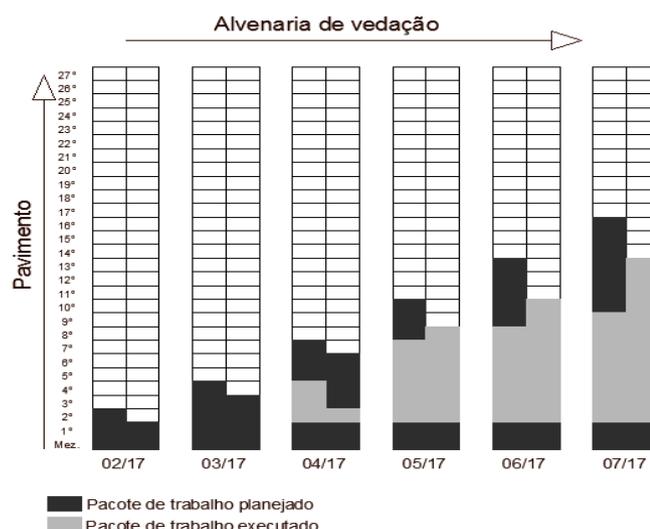


Figura 4.41 - Pacote de alvenaria de vedação planejado x executado no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

O objetivo do controle do tempo é o progresso, não a produtividade (BALLARD, 2000). Em contrapartida, o atraso na entrada de informações por parte do cliente é uma das dificuldades encontradas, resultando em impactos na produtividade (Figura 4.42).

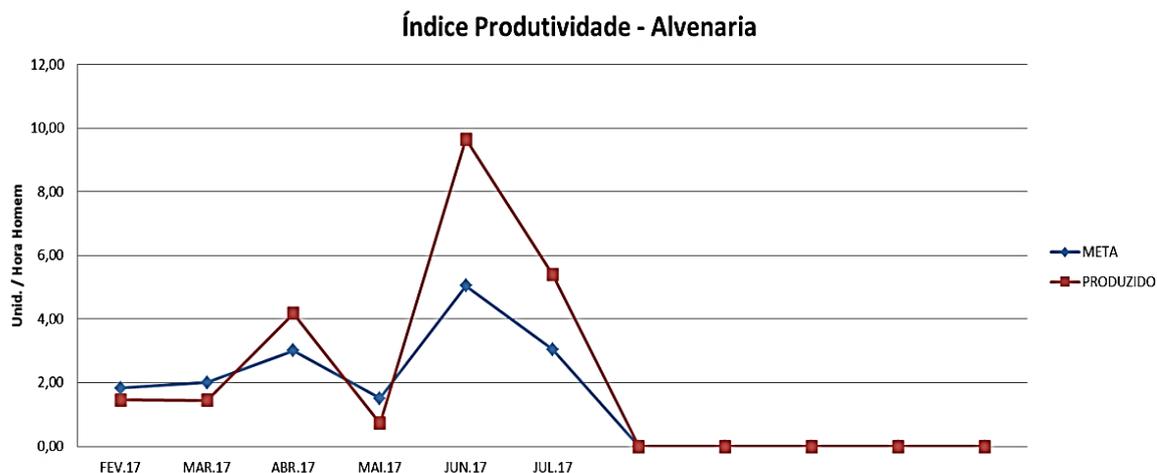


Figura 4.42 - Índice de produtividade do pacote de alvenaria de vedação no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

Nesta obra os pacotes de alvenaria de vedação de bloco de concreto dos pavimentos estavam inacabados por indefinição de projetista e fornecedor da esquadria dos elevadores (Figura 4.43), apontando a importância do envolvimento de especialistas de projeto, assim como de fornecedores, no início do desenvolvimento do produto.



Figura 4. 43 – Alvenaria de vedação com falta de terminalidade na obra C.  
Fonte: Autora (2017).

#### 4.3.2 Análise dos resultados: comparação dos estudos de casos exploratórios

A partir das fontes de evidências, é possível destacar que a perda por falta de terminalidade e retrabalho nesta obra tem relação com as mudanças dos projetos feitas pelos clientes, sendo quatro opções de planta com possibilidade de personalização do apartamento. O processo de projeto nesta obra segue a ordem apresentada na Figura 4.44.

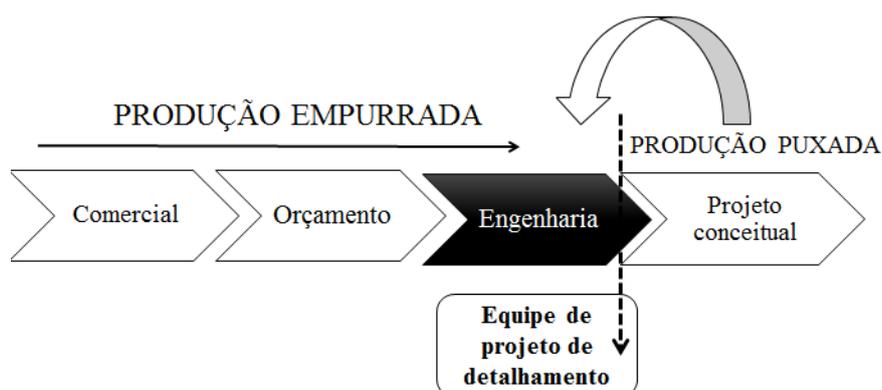


Figura 4.44 - Processo de projetos no estudo de caso 3.  
Fonte: Autora (2017).

A produção de projetos é iniciada com um sistema de produção empurrada em que é realizada com base em previsão de demanda. A partir do pedido do cliente na fase de projeto conceitual realizado em escritórios de arquitetura externos a empresa, o sistema é puxado. Nesta fase, o trabalho depende diretamente das decisões do cliente, sendo assim, é possível estabelecer um sistema de

planejamento no qual o médio prazo autoriza a produção do projeto de detalhamento. A partir disto, evita-se a formação de estoque de projetos para a produção no canteiro de obras.

No canteiro de obras são antecipadas algumas atividades que não dependem dos projetos conceituais, deixando pacotes de trabalho inacabados, um exemplo, são as divisórias dos banheiros, e conseqüentemente ocorre retrabalho dos pré-moldados que delimitam a área, alteradas inúmeras vezes por mudanças dos clientes (Figura 45).



Figura 4.45 - Pré-moldados que delimitam os banheiros na obra C.

Fonte: Autora (2017).

Portanto, as perdas por falta de terminalidade, neste caso, não dependem diretamente da equipe de engenharia, o que aumenta a complexidade da tomada de decisão e evidencia necessidade da utilização de técnicas de planejamento e controle.

O PPI apresenta nos três estudos, uma média de 33%, segundo Koskela (2004), devido ao planejamento destes pacotes informais há o aparecimento das perdas por improvisação. O planejamento do pacote informal pré-moldado deveria ser realizado num prazo menor, pois o contrapiso estava como trabalho em espera. Este prazo reduzido fez com que a equipe de pré-moldado fizesse com dimensões menores por falta de verificação de projeto (Figura 4.46).



Figura 4.46 - Pré-moldado com dimensões diferentes do projeto na obra C.  
Fonte: Autora (2017).

Apesar disso, os entrevistados da equipe técnica demonstram-se satisfeitos com o aumento da flexibilidade do processo de projeto, sendo uma estratégia de customização que agrega valor para os clientes, e ainda possibilita a definição de responsabilidades na equipe. Por outro lado, a equipe operacional apresenta um problema pontual que é a entrega dos projetos de forma fragmentada, afetando as demais sub-etapas com aumento do trabalho em espera. Esta percepção dos operários confirma o índice de PPTE (19,70%), mostrado na Figura 4.47.

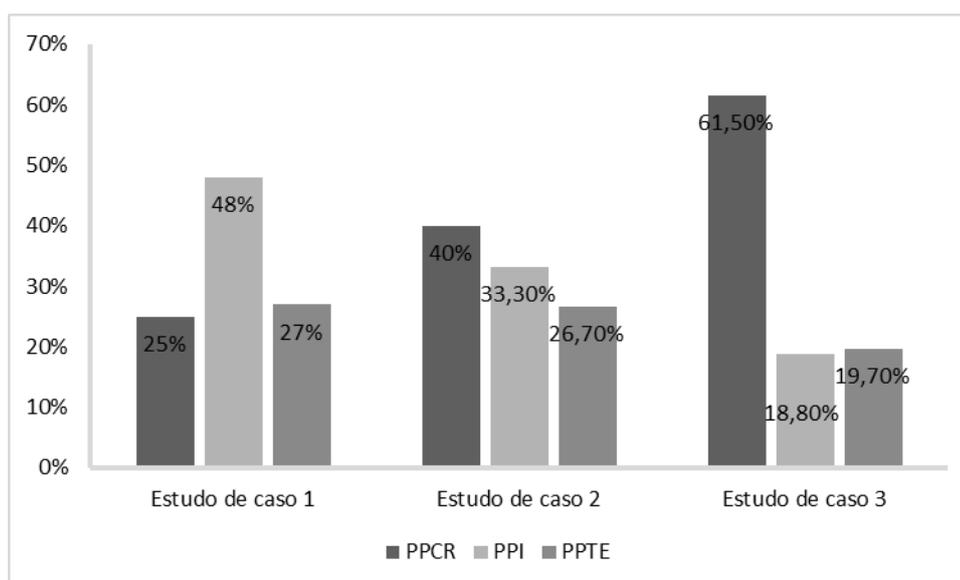


Figura 4.47 - PCR, PPI, e PPTE do estudo de caso 1, 2 e 3.  
Fonte: Autora (2017).

No pacote de trabalho superestrutura, os dados da Figura 4.48 apresentam o maior índice (73%), tendo em vista uma comparação com Germano *et al.* (2017) no mapeamento das perdas deste pacote nesta mesma obra, a perda por espera, movimentação, estoque, superprodução, retrabalho e *making-do* causava falta de terminalidade e o tempo de ciclo planejado que deveria ser de 7 dias, na prática ocorreu em 14 dias.

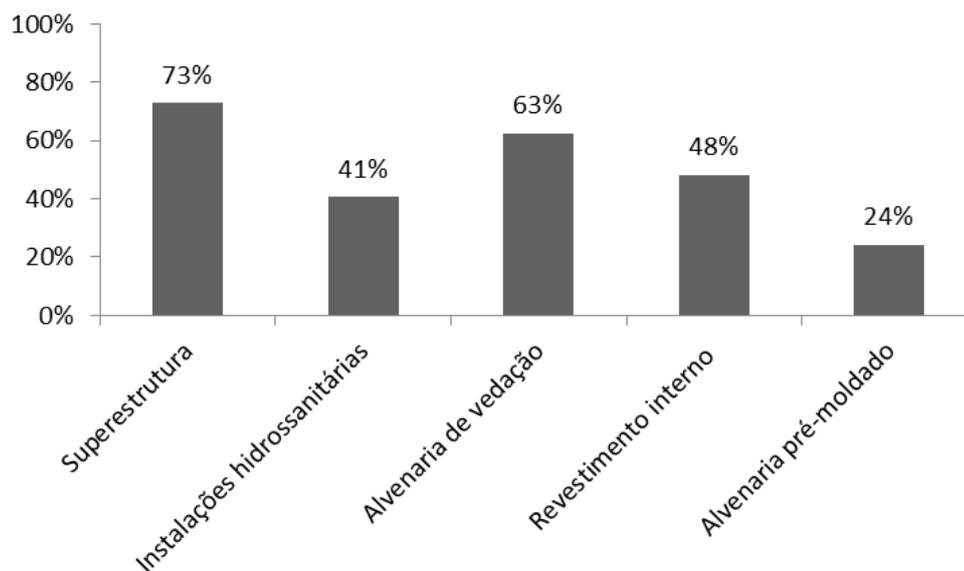


Figura 4.48 - Pacotes com falta de terminalidade no estudo de caso 3.  
Fonte: Autora (2017).

Ainda com relação à falta de terminalidade, observa-se alteração da sequência produtiva. A sequência produtiva é um dos pré-requisitos que não são atendidos e estão relacionadas ao estudo de Fireman (2012), além do balanceamento entre as equipes e atividades interdependentes. Na rede de precedência dos pacotes de trabalho do estudo de caso 3 (Figura 4.49), o pacote contramarco antecedeu o revestimento de argamassa de piso e parede.

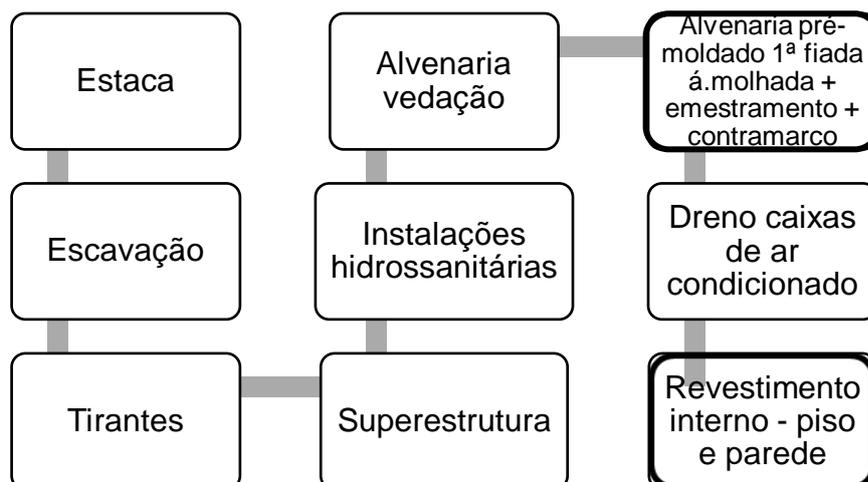


Figura 4.49 - Rede de precedência dos pacotes de trabalho do estudo de caso 3.  
Fonte: Autora (2017).

Entretanto, o revestimento interno foi executado sem ter sido colocado o contramarco nas esquadrias, pois o planejamento do pedido desse material ainda não havia sido realizado (Figura 4.50).



Figura 4.50 - Alteração da sequência dos pacotes contramarco e revestimento interno na obra C.

Fonte: Autora (2017).

As causas dos pacotes informais são: falta de terminalidade (75%) e retrabalho (25%). No estudo de caso 3, pacotes informais eram causados com frequência pela falta de terminalidade, como visto nas equipes de alvenaria que se deslocavam para fechamento da alvenaria externa devido à retirada das bandejas e deixam inacabada a alvenaria na qual já haviam iniciado (Figura 4.51).



Figura 4.51 - Falta de terminalidade de alvenaria na obra C.  
Fonte: Autora (2017).

A partir das entrevistas foi possível apontar causas para existência dos pacotes informais (Figura 4.52), em média 75% na categoria falta de terminalidade. A partir das observações e participação nas reuniões de planejamento, realiza-se a análise da existência desses pacotes, sendo elas a falta de comunicação entre os envolvidos no processo, que acabam por alterar a ordem de produção, e verificações informais da qualidade dos serviços realizada por estagiários.

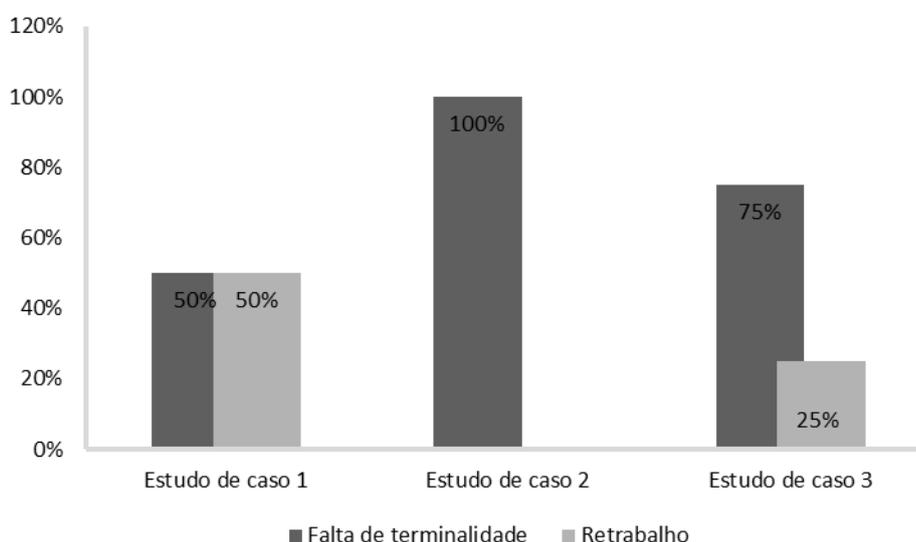


Figura 4.52 - Causa dos pacotes informais no estudo de caso 1, 2 e 3.  
Fonte: Autora (2017).

### 4.3.3 Contribuições para o método de prevenção de perdas

Por meio da participação nas reuniões, constatou-se a utilização e atualização do cronograma de longo prazo e a realização de reuniões de médio prazo, nas quais

ocorre a identificação, análise e remoção das restrições. Porém não existe, uma rotina de reuniões de curto prazo e quando ocorrem não são realizadas em forma conjunta com os terceirizados e/ou empreiteiros da obra.

Ao longo da semana, os estagiários e o mestre da obra acompanham a execução das tarefas no canteiro de obras, sendo que a conclusão das mesmas é preenchida na planilha de controle no término da semana e entregue ao engenheiro da obra que repassa para a equipe de planejamento quando ocorrem reuniões de curto prazo, se não houver, apenas são compartilhadas via *e-mail*.

Ao final das reuniões de planejamento e controle eram anotadas as restrições identificadas, os motivos de não conclusão das atividades planejadas e foi calculado o PPC semanal. O planejamento de médio prazo, assim como o resumo das informações coletadas no canteiro, foi utilizado como dispositivos visuais no mural do escritório de engenheiros da obra.

A aplicação do SLP na construção civil tem por desígnio a redução da variabilidade, a melhoria do fluxo de trabalho e a redução de vários tipos de perdas (SACKS *et al.*, 2010). O SLP utiliza a eliminação das perdas por *making-do* como um condutor para a redução da variabilidade e para melhoria do sistema de produção como um todo (KOSKELA, 2004). Entretanto, por meio das evidências coletadas na obra C e consolidando o estudo de Henrich *et al.* (2005) quando o planejamento de curto prazo não tem um papel proeminente, ou ainda quando a empresa é muito hierarquizada e apresenta problemas de comunicação, a utilidade do SLP fica limitada.

A partir das observações na reunião de médio e curto prazo, as principais deficiências encontradas foi o comprometimento das equipes nas análises das restrições e não formalização do planejamento de curto prazo, dissociação entre o planejamento de médio e curto prazo. O comprometimento das equipes nas reuniões de médio prazo com a identificação das restrições é uma das barreiras da eficácia do SLP. Esta falha de aprimoramento do médio prazo torna os planos semanais sem a devida articulação com o plano mestre e o PPC passa a ser pouco confiável quanto ao progresso da obra.

A deficiência na formalização no planejamento de curto prazo foi observada nas reuniões semanais que deveriam ocorrer com a finalidade de identificar e diagnosticar problemas ou oportunidades de melhoria na execução dos serviços, mas as mesmas não ocorrem com frequência. Quando ocorriam as reuniões de

curto prazo, participava o engenheiro da obra, o engenheiro e o mestre de obras. Além disso, para que a implementação do SLP tenha sucesso, as informações coletadas nestas reuniões semanais precisavam ser usadas, a fim de estabelecer ações corretivas para as próximas execuções das atividades do mesmo pacote em outros pavimentos.

Embora a gerência indique a atividade de executar o planejamento da obra a um especialista, ela cumpre um papel fundamental nesse processo, visto que é responsável pelas decisões inerentes à sua unidade organizacional (BERNARDES, 2015). Verifica-se neste contexto estudado que a cooperação entre o responsável pela equipe de administração da obra, de projeto e os responsáveis pelos operários tende a contribuir para a melhoria de todo o processo. No caso da obra C, os responsáveis pela equipe de estruturas e instalações são terceirizadas, conseqüentemente tem a maior necessidade de tomada de decisão participativa, onde os operários identificam possíveis formas de melhorar o desempenho global dos processos, bem como minora a incidência de retrabalho e interferências entre as equipes.

Analisando especificamente a equipe de instalações, quando uma atividade que não cria valor é identificada, esta foi removida do processo, sendo que, neste caso, ocorresse a participação de subcontratados da mão de obra. Nestas situações, ocorreu uma instrução informal à equipe de produção quanto a não realização da atividade. Mesmo assim, quando se trata de ajustar o processo como no exemplo do furo das instalações hidrossanitárias devido à alteração do pré-moldado, ocasionou atrasos devido à perda por falta de terminalidade.

O estabelecimento das tarefas reservas confere um caráter contingencial ao plano de curto prazo, cujos objetivos principais residem na absorção dos efeitos da incerteza existentes no ambiente produtivo. Na dissociação entre o planejamento de médio e curto prazo, foi possível constatar que os responsáveis pela elaboração do planejamento têm com pouca consciência da importância da retroalimentação dos dados nos diferentes níveis hierárquicos. Uma das razões observadas para o não cumprimento das metas fixadas no plano de curto estavam a não remoção das restrições.

A partir dos dados coletados com base nos passos 1, 3, 4 e 5 da primeira versão do método de prevenção de perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade no estudo de caso 3 foi proposta a segunda versão do método. A

seguir é apresentada a sequência de realização dos passos da segunda proposta do método. Nota-se que, como nem todos os passos foram alterados, somente será descrito em sua totalidade aqueles que sofreram alterações, mesmo que pontuais.

### **Passo 1 – Definir zonas de controle:**

- Este passo também não foi modificado, corresponde ao passo 1 da primeira versão do método (4.2.4).
- Os resultados mostram que os pacotes alvenaria de vedação e revestimento interno no planejamento de longo prazo da empresa tem um dos maiores prazos de execução.
- Na quantificação dos pacotes com falta de terminalidade apresentados anteriormente (Figura 4.48), destacavam-se alvenaria de vedação (63%) e revestimento interno (48%).

### **Passo 2 – Construir unidade protótipo:**

- Este passo também não foi modificado, corresponde ao passo 2 da primeira versão do método (4.2.4). Este passo não foi realizado, pois a construção da unidade protótipo já havia sido realizada no momento da pesquisa, apenas para fins de visita dos clientes.

### **Passo 3 – Avaliar as perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade:**

- Este passo também não foi modificado, corresponde ao passo 3 da primeira versão do método (4.2.4).
- Este passo foi realizado por meio do acompanhamento semanal na obra, apesar de não ter sido realizado o passo anterior, os dados foram coletados com o auxílio e a troca de conhecimento com o engenheiro da obra, mestre da obra, estagiários, assistente de engenharia e operários responsáveis pela execução do pacote de trabalho.

- As causas das perdas do pacote revestimento interno são listadas e classificadas quanto ao tipo de perda associada, através da relação causal a perda principal para que fossem realizadas as ações recomendadas com identificação de um responsável para realização da mesma.
- As perdas identificadas foram: *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade. Através da relação causal, as perdas principais são *making-do* e falta de terminalidade (Quadro 4.11).

Quadro 4.11 - Planilha automatizada de perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade.

Causas	Perdas	Perda principal	Impacto	Ações recomendadas	Responsabilidade
Espaço	Making-do	<b><i>Making-do/Falta de terminalidade</i></b>	Redução da qualidade, redução da produtividade, perda de material, trabalho em progresso, redução da segurança.	Central de argamassa no subsolo da obra.	Contra mestre da torre residencial.
Balanceamento entre equipes	Falta de terminalidade			Dividir a equipe de revestimento interno, para que haja compatibilização entre a carga de trabalho e a capacidade de produção.	Contra mestre da torre residencial.
Gestão inadequada	Retrabalho			Informatização do sistema gerenciador de kanban.	Engenheiros do Planejamento e Controle da Obra.
Informação	<i>Making-do</i>			Treinamento do operador de guincho, e do ajudante que pega as giricas no pavimento.	Assistentes de engenharia e estagiários.
Informação	<i>Making-do</i>			Estabelecer um tempo <i>takt</i> .	Operador de betoneira.

Fonte: Autora (2017).

A ação de prevenção causada pelo espaço de trabalho tem como ação recomendada o planejamento da produção e distribuição de argamassa, preparação de espaço físico para armazenagem. Esta recomendação foi atendida pela empresa.

Antes da organização do *layout*, os operários realizavam 25 viagens até o pavimento para realizar a entrega da argamassa, aproximadamente 111,20 metros. Após a mudança do local da central da argamassa, foram realizadas 16 viagens em aproximadamente 37,20 metros. Por fim, outros problemas poderiam ser solucionados por meio da organização do canteiro, principalmente das vias de acesso.

Outra ação que a empresa realizou foi o balanceamento entre as equipes, em que a equipe de revestimento interno foi dividida. A primeira equipe foi responsável pelas atividades: encunhamento, chapisco, pré-moldado, emestramento de piso e parede. Enquanto a segunda equipe foi responsável pelas atividades: emboço, colocação de manta acústica e contrapiso. O tempo de ciclo que devia ser realizado em 14 dias, mas ocorria em média de 21 dias, e com algumas das ações recomendadas sendo realizadas ficou em torno de 17 a 18 dias.

#### Passo 4 – Realizar planejamento de médio prazo:

- A contribuição dada pela pesquisadora refere a maior integração entre as equipes de trabalho, onde cada equipe realizaria o seu planejamento e identifica as restrições.
- Uma vez que o planejamento de médio prazo já foi realizado nesta empresa, sugere-se que haja maior integração entre as equipes com maior participação nas rotinas de planejamento. A partir dos dados coletados da equipe de administração da obra este passo pode ser organizado e apresentado. A aderência de entrega de pacotes planejados: realizados (82%), realizados que não foram previstos (49%), retrabalhos (13%), e atrasados (18%), Figura 4.53.



Figura 4.53 - Aderência dos pacotes de trabalho no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

Na análise das restrições, o IRR do mês de julho de 2017 foi de 48,8% e do mês de junho de 2017 foi de 29%, como pode ser visto na Figura 4.54. No mês estudado 43% das perdas identificadas foram removidas, abaixo da meta que era de 70%.

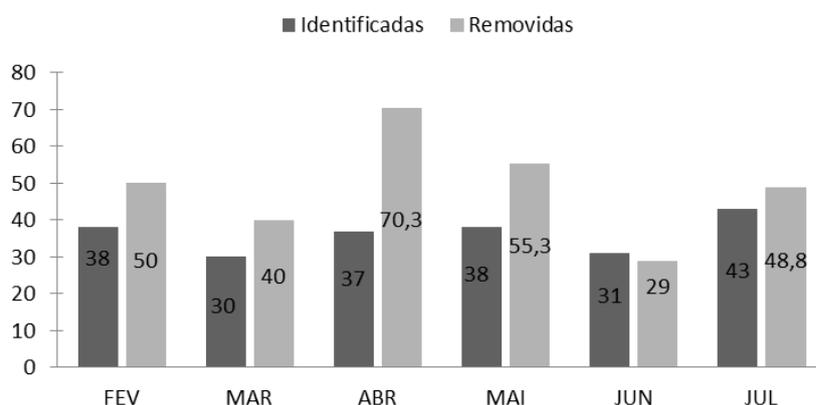


Figura 4.54 - Índice de remoção de restrições no estudo de caso 3.  
Fonte: Autora (2017).

As restrições ainda do mês de julho de 2017 foram: planejamento (23%), material (21%), equipamento (19%), projeto (16%), espaço (12%), segurança (9%), Figura 4.55. Ao explorar as restrições de planejamento, a primeira delas é a falta de terminalidade do pacote de revestimento interno. A partir disso, pode-se planejar um estudo piloto com a argamassa estabilizada (Figura 4.56). O responsável por esta restrição é a equipe de planejamento. A restrição foi removida no prazo, entretanto os custos inviabilizaram a permanência deste fornecimento de material. Um dos trabalhos paralisados foi a alvenaria de vedação, devido a não conclusão do revestimento interno.

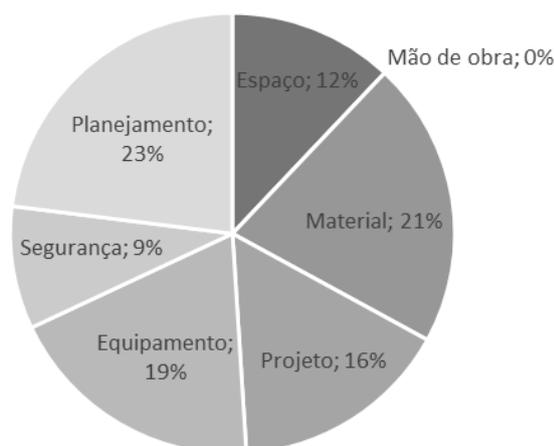


Figura 4.55 - Restrições do mês de julho de 2017 no estudo de caso 3.  
Fonte: Autora (2017).



Figura 4.56 - Argamassa estabilizada no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

#### **Passo 5 – Realizar planejamento de curto prazo com controle integrado da produção e da qualidade:**

- Na realização deste passo foi feita a indicação para a maior aderência entre o curto prazo e o médio prazo, através das planilhas utilizadas. Como também as tarefas reservas passam a ser planejadas no médio prazo.

Na avaliação do comprometimento com o planejamento de curto prazo das equipes ao longo das semanas ficaram em médio 97%, os índices de PPCQ em média 78,75% e o PPCS em média 79% mostrados (Figura 4.57).

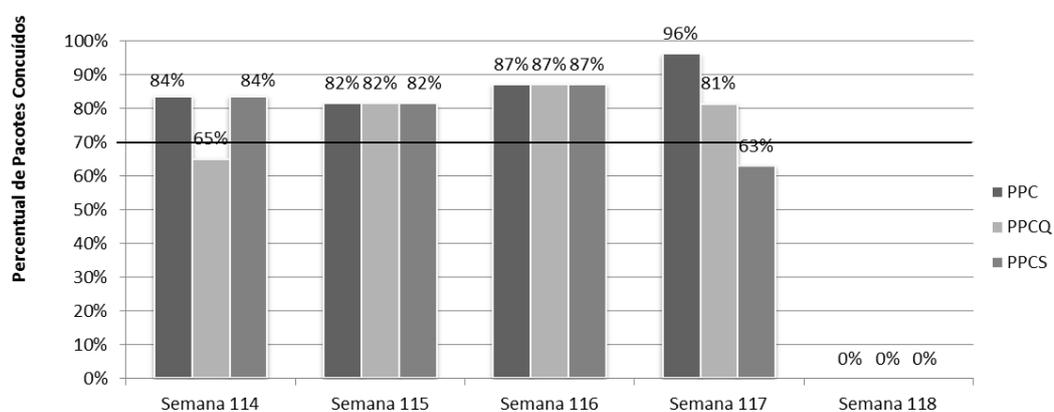


Figura 4.57 - Índices de PPC, PPCQ e PPCS no estudo de caso 3.

Fonte: Autora (2017).

Das causas de não cumprimento dos pacotes de trabalho 31%, ocorre por baixa produtividade. A baixa produtividade nos pacotes estudados estava associada à falta de terminalidade devido ao transporte de argamassa. Essa atividade apenas era planejada novamente no curto prazo, entretanto a mesma precisa ter suas restrições removidas para evitar mais atrasos neste pacote. A aplicação deste passo do método permitiu preencher a planilha dos pacotes, *making-do* e qualidade. As planilhas foram preenchidas apenas com os pacotes alvenaria e revestimento interno.

O Quadro 4.12 mostra que, na última semana de julho, o pacote de alvenaria de vedação teve falta de terminalidade devido ao revestimento interno estar inacabado na torre B. Do 14° ao 17° pavimento, esse pacote estava previsto para ser realizado em 4 dias da semana e ocorreu em apenas 3, enquanto o pacote da alvenaria das platibandas era tido como um pacote informal, pois não estava planejado para ocorrer nesta semana. Devido à frequência deste pacote, o mesmo entrou no planejamento de médio prazo. O pacote alvenaria vedação do 18° ao 20° foi uma atividade em progresso devido à saída da mão de obra para realização de alvenaria das platibandas.

Quadro 4.12 - Planilha pacotes no estudo de caso 3.

Dados da Obra				Causas								Indicador			
Engenheiro Responsável:		Mestre de Obras:		1 - M.O.		5 - Planejamento		PPC		META: 70%		META: 96%			
Obra:		Elaborado por: Equipe de planejamento e controle da obra		2 - Material		6 - Projeto									
				3 - Máquina		7 - Meio Ambiente									
				4 - Método		8 - Segurança									
TORRE	PAVIMENTO	PACOTE INFORMAL	ATIVIDADE	EQUIPE	P X R	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	FALTA DE TERMINALIDADE	RETRABALHO	CAUSA RAÍZ DA FALTA DE TERMINALIDADE/RETRABALHO
<b>CANTEIRO DE OBRAS</b>															
B	14º TIPO - 17º TETO	Não	ALVENARIA DE VEDAÇÃO 11 A 14 DE 07 DIAS	EQP15	PREV.	x	x	x	x				Sim	Não	Atraso de tarefa antecedente
					REAL	x	x	x							
B	MEZANINO	Sim	ALVENARIA DOS PLATIBANDAS	EQP27	PREV.	x	x	x	x	x	x		Não	Não	
					REAL	x	x	x	x	x	x				
B	10º TIPO - 13º TETO	Não	REVESTIMENTO INTERNO DE ARGAMASSA	EQP24	PREV.	x	x	x	x	x	x		Não	Não	
					REAL	x	x	x	x	x	x				
R	18º TIPO - 20º TETO	Não	ALVENARIA DE VEDAÇÃO EXTERNA	EQP27	PREV.	x	x	x	x	x	x		Não	Não	Mão de obra
					REAL										
R	6º TIPO - 8º TETO	Não	REVESTIMENTO INTERNO DE ARGAMASSA	EQP26	PREV.	x	x	x	x	x	x		Não	Não	
					REAL	x	x	x	x	x	x				

Fonte: Autora (2017).

Ao percorrer o canteiro de obras acerca do processo de aplicação desses passos da segunda versão do método, os dados ilustram o fato de que os sistemas de gestão da qualidade e de planejamento e controle da produção não eram eficazes na prevenção, correção e identificação de perdas, prejudicando o início das atividades seguintes.

Em relação às perdas por *making-do* (Quadro 4.13), essas informações não foram utilizadas nas reuniões de planejamento, sendo que a equipe da obra tomou conhecimento apenas quando os resultados desta pesquisa foram apresentados e discutidos no grupo, na próxima fase da pesquisa.

Quadro 4.13 - Planilha *making-do* no estudo de caso 3.

FOTO	PACOTE DE TRABALHO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA DE PERDA	PRÉ REQUISITO
	Revestimento interno	Alteração entre as atividades contrapiso e furo das instalações hidrossanitárias	Sequenciamento	Serviços interligados
	Alvenaria de vedação	Os próprios componentes utilizados na execução da atividade e ainda como apoio do balde e da argamassadeira	Área de trabalho	Infraestrutura do espaço de trabalho

Fonte: Autora (2017).

No Quadro 4.14 são apresentados os critérios de qualidade. Quando um pacote de trabalho não é aprovado na verificação da qualidade, deve ser identificada a causa que o originou. Conforme apontado por Fireman (2012), os motivos de não qualidade podem ser: tarefa precedente concluída sem qualidade, material inadequado, negligência da força de trabalho, baixa instrução da força de trabalho e pré-requisito não disponível.

Quadro 4.14 - Planilha da qualidade no estudo de caso 3.

Pacote de trabalho	Torre	Pavimento	Critério	Data conclusão	Motivo da não qualidade
Revestimento interno em argamassa	Residencial	11º Pavimento	Sarrafeamento	28/08/2017	Material inadequado
Revestimento interno em argamassa	Residencial	11º Pavimento	Acabamento	28/08/2017	Negligência da força de trabalho
Alvenaria de vedação	Residencial	19º Pavimento	Vãos de portas, janelas, caixas de ar condicionado, vergas e contravergas	09/08/2017	Baixa instrução da força de trabalho

Fonte: Autora (2017).

Nestes casos citados anteriormente, os pacotes informais, causados por retrabalho ao serem incluídos no plano semanal, foram removidas as restrições. No primeiro caso, foi substituído o material improvisado para o sarrafeamento do piso por uma régua de alumínio com nível bolha acoplado. No segundo e terceiro caso foi preciso treinar a mão de obra, para que o controle da qualidade melhore a qualidade do produto para o cliente ao invés de satisfazer os requisitos administrativos do sistema de gestão.

#### 4.4 Fase 4 – Avaliação

Na fase 4 foi apresentada a elaboração da segunda versão do método, preparação e realização do grupo focal, avaliação ainda da segunda versão e, finalmente, o método proposto, ou seja, sua terceira versão.

##### 4.4.1 Elaboração da segunda versão do método

As dificuldades encontradas na realização dos passos propostos na primeira versão do método, bem como as sugestões dadas na fase 3 de desenvolvimento, propiciaram algumas adaptações a serem incorporadas no método proposto de auxílio à prevenção de perdas, as quais foram incorporadas durante a fase de elaboração da segunda versão do método (Figura 4.58).

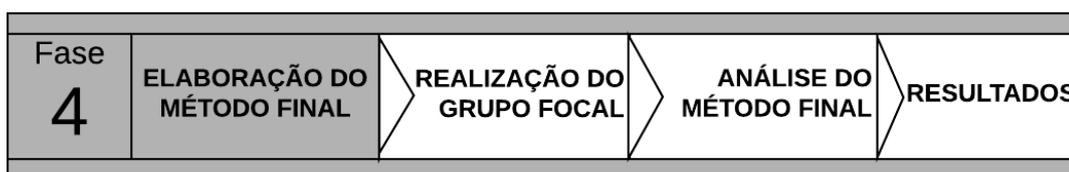


Figura 4.58 - Desenvolvimento da etapa 1 da fase 4.

Fonte: Autora (2017).

Nota-se, a partir das figuras 4.59 e 4.60, que tanto a primeira como a segunda versão do método são compostas por 5 passos, os quais são realizados sequencialmente, gerando, dessa forma, informações para as atividades posteriores e possibilitando a formação de uma base de dados acerca das perdas em canteiros de obras, contendo todas as informações geradas com preenchimento dos documentos. As alterações necessárias, conforme apontado no item anterior, referem-se à reformulação dos documentos e inclusão, no passo 4, do médio prazo

integrado entre as equipes e no passo 5 a aderência entre o planejamento de curto e médio prazo, conforme é apresentado na Figura 4.60.

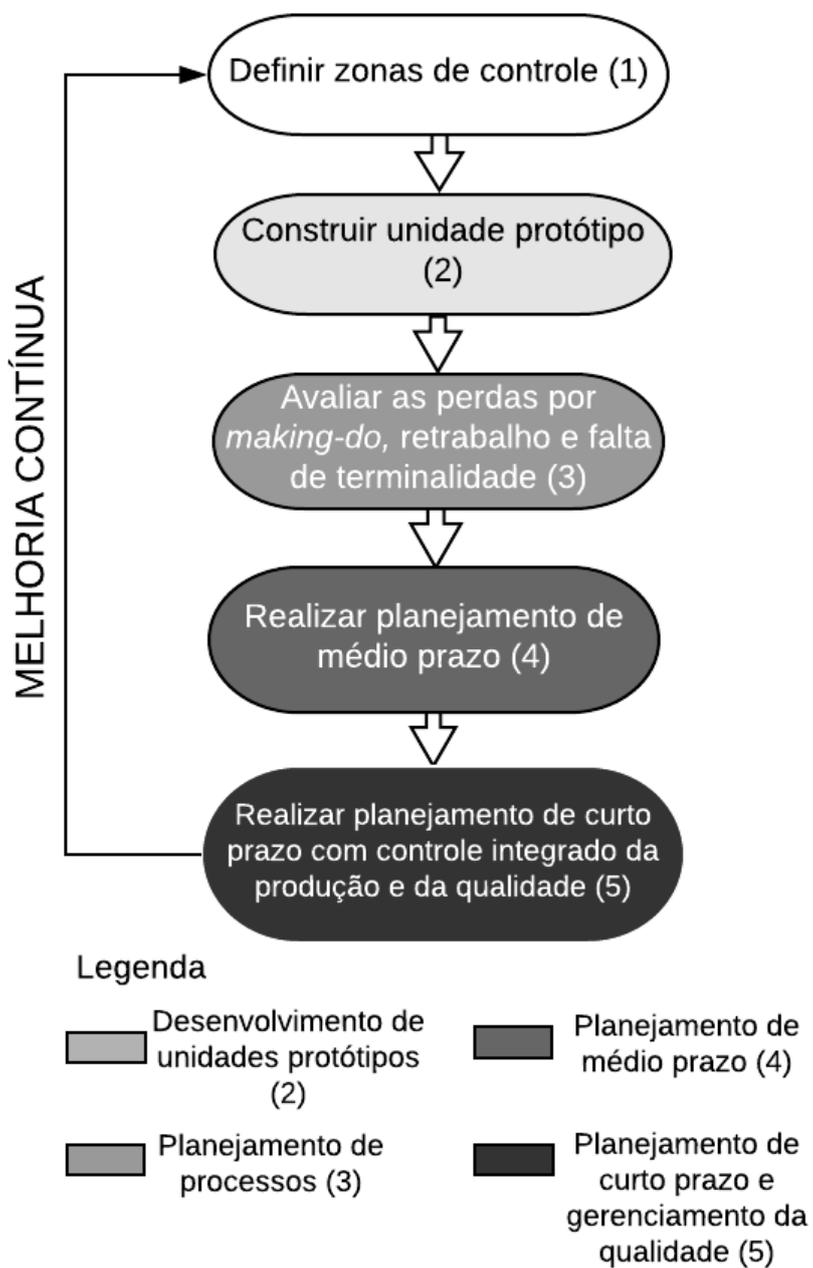


Figura 4.59 - Primeira versão do método.

Fonte: Autora (2017).

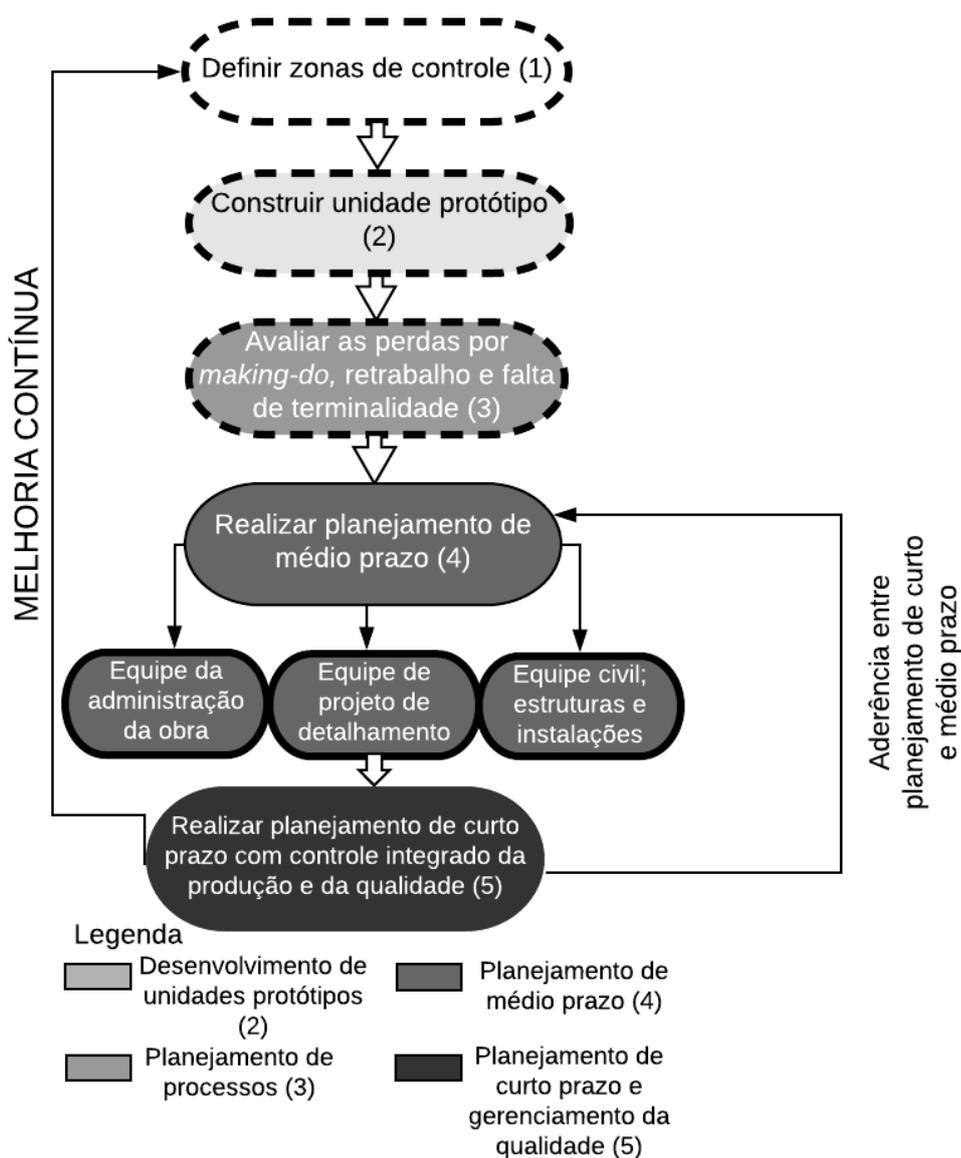


Figura 4.60 - Segunda versão do método.

Fonte: Autora (2017).

#### 4.4.2 Realização do grupo focal

A realização do grupo focal (Figura 4.61) segunda etapa da fase 4 ocorreu em três momentos distintos, (1) abertura, (2) avaliação do método e (3) fechamento.

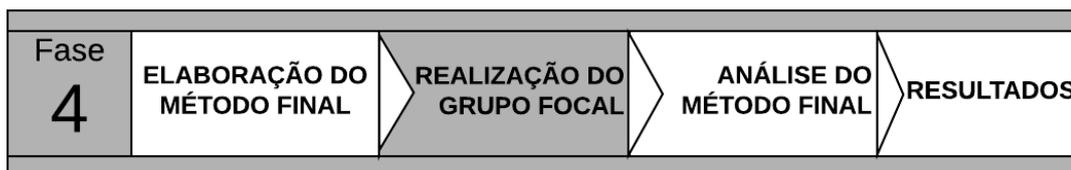


Figura 4.61 - Desenvolvimento da etapa 2 da fase 4.

Fonte: Autora (2017).

Durante a abertura (Figura 4.62), foram apresentados aos participantes, o contexto do trabalho, o método proposto e as atividades relativas a ele, bem como resultados gerais das pesquisas realizadas nos três canteiros de obras estudados. Para auxílio da apresentação, foi elaborado e entregue aos participantes, antes do início dos trabalhos, um material com parte das informações discutidas durante a apresentação inicial.



Figura 4.62 - Abertura do grupo focal.

Fonte: Autora (2018).

Para avaliação da utilidade prática do método, foi dividido o número de participantes presentes em dois grupos, sendo discutidos, em cada grupo separadamente, a importância do método e sua aplicabilidade nos empreendimentos (Figura 4.63). Esta avaliação durou em média, quarenta minutos.



Figura 4.63 - Grupos formados para avaliação do método.

Fonte: Autora (2018).

Finalmente, após a finalização da avaliação da utilidade prática do método, ocorreu o fechamento do grupo focal (Figura 4.64). Nessa etapa, os profissionais foram incentivados a debater sobre a aplicação nos pacotes de trabalho.



Figura 4.64 - Fechamento do grupo focal.

Fonte: Autora (2018).

#### 4.4.3 Análise do grupo focal

Seguidamente a realização do grupo focal, foi realizada a análise da segunda versão do método proposto (Figura 4.65). A seguir, apresentam-se os resultados relativos à codificação, categorização temática e análise comparativa, bem como a avaliação final desta versão do método.

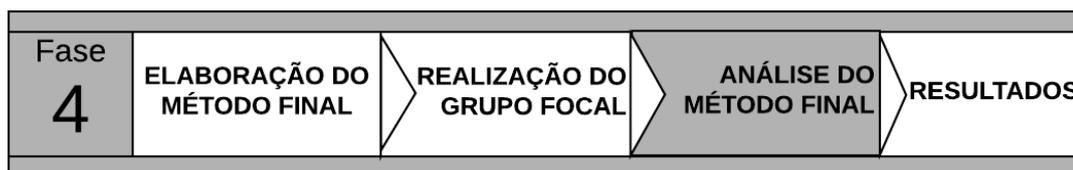


Figura 4.65 - Desenvolvimento da etapa 3 da fase 4.

Fonte: Autora (2017).

#### 4.4.3.1 Codificação, categorização temática e análise comparativa

Neste item foi apresentada a análise das duas categorias provenientes da transcrição da discussão final com todos os participantes do grupo focal.

##### (a) Categoria 1 – Importância do método

Esta categoria refere-se ao principal objetivo da realização do grupo focal, que foi avaliar a utilidade prática do método proposto. De uma forma geral, os participantes entenderam o processo e desenvolveram o mesmo conforme o previsto. A partir da verificação dos trechos codificados (Quadro 4.15), podem ser realizadas 2 análises referentes a esta categoria. Primeiramente, quando os participantes afirmam que “o método é importante para quem está gerenciando” (participante 4) ou que “eu acho interessante, pois hoje não temos essas informações” (participante 6), percebe-se uma opinião positiva acerca do método proposto, embora esta opinião deve ser ponderada, conforme os participantes 1 e 5.

Quadro 4.15 - Codificação da categoria 1.

<b>CATEGORIA 1. IMPORTÂNCIA DO MÉTODO</b>	
<b>PARTICIPANTE</b>	<b>TRECHO DA TRANSCRIÇÃO</b>
4	“O método é importante para quem está gerenciando, mesmo dependendo de um fornecedor, pois identificar as causas e saber o impacto das atividades que não agregam valor e consequentemente saber como tomar uma ação”.
1	“É importante, mas precisamos aplicar para enxergar quais seriam os resultados”.
4	“Pode funcionar na redução dos custos para empresa com pacotes cada vez mais ‘enxutos’ e aumento da produtividade, além disso, a mão de obra terá maior remuneração por produtividade”.

6	“Eu acho interessante, pois hoje não temos essas informações, onde as causas das perdas podem auxiliar principalmente a identificação das restrições e soluções futuras”.
5	“O passo 2 que é a construção da unidade protótipo demandaria muito tempo para ser feito, mas a partir dele conseguiríamos ganhos na redução das perdas”.
6	“Para a equipe de planejamento o mais importante será o preenchimento destes documentos, se tivermos esses dados desde início da obra faremos o máximo para que não venham acontecer às perdas”.
2	“O mais importante será a agilidade de planejar tarefas de forma a não ocorrer improvisações e “replanejar” falta de terminalidade e retrabalho”.
2	“O envolvimento da equipe operacional na análise das causas para que ele entenda da mesma forma que a equipe técnica como devem ser feitos os pacotes de trabalho com redução ou eliminação destas perdas”.
4	“As ações de prevenção devem chegar à equipe operacional, pois muitas vezes até sabem qual a lacuna de melhoria, mas não se esforçam para melhorar se não houver comunicação”.
6	“Complementando o participante 4, a equipe operacional improvisa para não ficar parada, pode partir da equipe operacional a identificação destas perdas”.
2	“É satisfatório o controle da qualidade integrado a produção, pois em caso de ocorrência das perdas identifica-se durante a execução a origem das mesmas”.

Fonte: Autor (2018).

O participante 6 afirma ainda que “o método aumentará a identificação e eficácia da remoção das restrições durante o planejamento de médio prazo com a troca de informação entre todas as equipes”. Nesse mesmo sentido, o participante 2 destaca ser “fundamental a interação entre a equipe que está na inspeção da qualidade com a equipe de planejamento”.

Por outro lado, conforme almejado os participantes 3 e 7 dão ênfase “a aplicação dessas ações de prevenção nas futuras execuções dos serviços, sendo o

ponto chave deste trabalho” e o participante 6 “a integração da qualidade ao planejamento é exatamente isso que a gente precisa, sendo um bom desafio e é simples”.

### **(b) Abrangência do método**

A abrangência do método buscou avaliar o tipo de empreendimento que o método pode ser aplicado e quais pacotes de trabalho que deveria ser aplicados. Embora se tenha buscado propor um método que possa ser aplicado em diferentes contextos, os participantes indicaram a aplicabilidade nos transportes vertical e horizontal nos canteiros de obra, conforme pode ser visto no Quadro 4.16.

Quadro 4.16 - Codificação da categoria 2.

<b>CATEGORIA 2. ABRAGÊNCIA DO MÉTODO</b>	
<b>PARTICIPANTE</b>	<b>TRECHO DA TRANSCRIÇÃO</b>
7	“É possível ser aplicado em qualquer tipo de empreendimento e em todos os pacotes de trabalho”.
5	“Sim, com certeza é aplicável, pois é preciso enxergar essas perdas”.
6	“É aplicável sim neste empreendimento, apesar da customização dos apartamentos, pois tem vários processos que não se alteram”.
4	“A aplicação deste método deve ser feita no transporte vertical, pois é o gargalo do planejamento”.
6	“Além do transporte vertical, o pacote de revestimento interno de argamassa merece atenção, por ter um longo ciclo de produção”.
2	“Sem dúvidas deve ser aplicado no transporte horizontal e vertical, pois interferem na execução de diversos pacotes”.

Fonte: Autor (2018).

Ainda, segundo o participante 2, “o método é aplicável e introduz melhoria contínua nos processos por meio do esforço de redução de perdas”. O participante 5 ressalta que “em caso da obra em andamento seria possível avaliar se houve melhorias ao longo dos pavimentos”.

No fechamento do grupo focal foram discutidos com os participantes a sequência dos passos do método e a importância da sua inserção na rotina das empresas.

Quanto à sequência dos passos os participantes opinaram, o participante 6 que propõe “incluir a equipe de orçamento no passo 4” e o participante 5 “o passo 4 poderia ser realizado antes do passo 2”.

Quanto a inserção na rotina das empresas, os participantes 4 e 6 apontam “alguns dos passos já estão inseridos, apenas trazem melhoria, principalmente nos aspectos visuais com os gráficos do passo 2”.

O participante 5 afirma, sobre a rotina das empresas “através da construção da unidade protótipo é possível mensurar se é preciso aumentar a equipe para realização deste método” e o participante 2 “é preciso conscientizar nossas equipes”. O participante 3 diz que “além dos benefícios para rotina da empresa percebe-se também melhorias para rotina dos fornecedores”.

#### **4.4.3.2 Avaliação da segunda versão do método**

Através da realização da análise da segunda versão do método, bem como as notas dos observadores e dos *insights* gerados durante a discussão, esta versão do método proposto pode ser considerada como apta a reduzir perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade nos canteiros de obras. O contexto de pacote de trabalho analisado fora especificamente revestimento interno e alvenaria de vedação, ficando clara a funcionalidade da aplicação deste método para estes pacotes. Porém, em relação a outros pacotes, faz-se necessário averiguar a aplicação do método neste contexto.

Embora o método tenha sido bom e destacado a análise das causas das perdas, ele se mostrou deficiente na ausência de construção da unidade protótipo. Os participantes do grupo focal destacaram os passos mais relevantes do ponto de vista de aplicação: avaliação das perdas (passo 3) e integração do controle da qualidade e da produção (passo 5).

Ainda sobre a construção da unidade protótipo, verificou-se que um dos seus aspectos considerados negativos, seria o tempo para realização da mesma. Embora

este resultado não inviabilize o andamento dos passos seguintes, este é um resultado indesejado pelos participantes.

Em relação à avaliação das perdas e integração do controle da qualidade e da produção, respectivamente destaca-se difundir informações pertinentes aos serviços e institucionalizar os conhecimentos, princípios e técnicas da construção enxuta.

Quanto às questões levantadas sobre a importância e abrangência do método acerca das diferentes opiniões dos profissionais envolvidos no planejamento e controle da obra, o método contribui para estabelecimento de um consenso por gestão participativa das equipes (passo 4).

Por fim, a importância de prevenção destas perdas para evitar a interrupção dos fluxos de trabalho, frisada pelos participantes do grupo focal, por sua vez, reforça a necessidade de estudos que contribuam para este fim.

#### **4.4.4 Método proposto**

Neste item, é apresentado o método proposto, o qual representa a terceira versão do método, que teve com base os refinamentos realizados a partir da primeira versão do método, aplicada pela pesquisadora e alguns dos profissionais no canteiro de obras no estudo de caso 3, e da segunda versão, aplicada no grupo focal.

Conforme pode ser visto o método continua a ser composto por cinco passos sequenciais, que geram informações para os passos posteriores e formam uma base de dados que contém as informações geradas. Assim, os passos que compõem a proposta final do método (Figura 4.66) são, a seguir, apresentados.

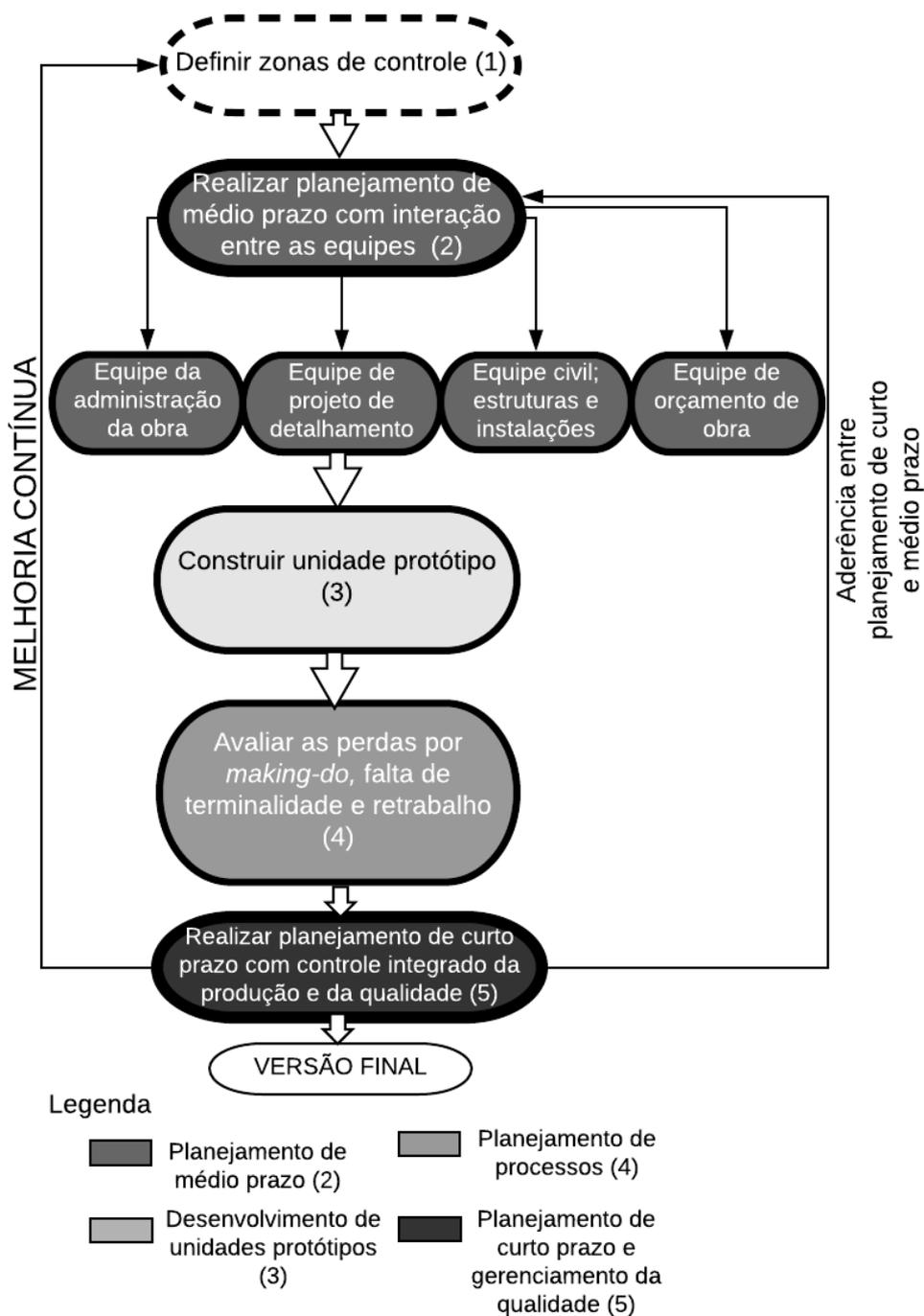


Figura 4.66 - Terceira versão do método.

Fonte: Autora (2018).

**Passo 1 – Definir zonas de controle:**

- Este passo também não foi modificado, corresponde ao passo 1 da primeira versão do método (4.2.4).

**Passo 2 – Realizar médio prazo:**

- Este passo também foi modificado, corresponde ao passo 4 da primeira versão do método (4.2.4) passou a ser o passo 2 da terceira versão do método (figura 4.66).

**Passo 3 – Construir unidade protótipo:**

- Este passo foi modificado, corresponde ao passo 2 da primeira versão do método (4.2.4) passou a ser o passo 3 da terceira versão do método (figura 4.66).

**Passo 4 – Avaliar as perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade:**

- Este passo também foi modificado, corresponde ao passo 3 da primeira versão do método (4.2.4) passou a ser o passo 4 da terceira versão do método (figura 4.66).
- A contribuição dada pelos participantes do grupo focal refere-se a maior integração entre as equipes de trabalho, onde cada equipe realizaria seu controle operacional e acrescentado a essas equipes, a equipe de orçamento de obra.

**Passo 5 – Realizar curto prazo com controle integrado da produção e da qualidade:**

- Este passo também não foi modificado, corresponde ao passo 5 da primeira versão do método (4.2.4).

#### 4.5 Considerações finais

Neste capítulo, foi apresentado o desenvolvimento das etapas metodológicas propostas para esta pesquisa, dois estudos de caso e o grupo focal. Os sistemas de planejamento e controle da produção foram, portanto, adaptados para este contexto específico, e com a inclusão dos fornecedores e terceirizados desde etapa de planejamento com verificação das perdas e seus impactos na produção, configurando a primeira versão do método.

Esta versão passou por uma aplicação junto aos profissionais do canteiro de obras, e a partir dos resultados, a segunda versão foi elaborada. Entre as alterações realizadas, a interação das equipes na identificação e remoção das restrições e aderência entre as fases de planejamento.

A segunda versão do método foi, portanto, elaborada e avaliada, com a alta e média de gerência de uma das empresas estudadas, em um grupo focal. Desta forma, a versão final do método de prevenção de perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade foi proposta no item 4.4.

## CAPÍTULO 5

### Conclusões e Recomendações para Trabalhos

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho e as recomendações para trabalhos futuros.

#### 5.1 Conclusões

A presente pesquisa teve como objetivo principal “**Propor um método de prevenção de perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade em canteiros de obra**”. O objetivo da pesquisa foi proposto devido à lacuna teórica e à necessidade de eliminar e/ou reduzir as perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade de forma mais eficaz através dos sistemas de planejamento e controle da produção da obra nos três estudos exploratórios em diversos pacotes, mais especificamente no estudo de caso 3 nos pacotes revestimento interno com argamassa e alvenaria de vedação.

O objetivo geral foi desdobrado em dois objetivos específicos:

- ✓ Identificar a origem e avaliar o impacto das perdas por *making-do*, e a relação causal com perdas por retrabalho e falta de terminalidade.
- ✓ Especificar os impactos no prazo e no custo das perdas por falta de terminalidade e qual aplicabilidade deste método nos pacotes de trabalho.

#### Contribuições da Revisão Sistemática de Literatura

A revisão sistemática de literatura sobre perdas por *making-do* permitiu identificar a lacuna no tocante a contribuição com a descrição e/ou implementação de ações para reduzir ou eliminar perdas, em especial do tipo *making-do* que é causa raiz de outras perdas como retrabalho, falta de terminalidade, como também problemas de qualidade nos canteiros de obras. É preciso então identificar as causas e eliminar, de forma a evitar a reincidência do problema e reduzir paradas na linha de produção, empreendendo esforços para que o desempenho dos sistemas de planejamento e controle da produção seja mais robusto.

### **Método de prevenção de perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade em canteiros de obras**

O primeiro objetivo **identificar a origem e avaliar o impacto das perdas por *making-do*, e a relação causal com perdas por retrabalho e falta de terminalidade**. No estudo de caso 1 a maior parte das perdas identificadas é da categoria ajuste de componentes originadas pelo uso de materiais não adequados a realização dos pacotes de trabalho gerando principalmente falta de terminalidade, redução da produtividade e retrabalho.

No estudo de caso 2, as perdas por *making-do* concentravam-se principalmente, na categoria ajustes de componentes causadas por infraestrutura do espaço de trabalho, gerando perdas de material, redução da qualidade e redução da segurança.

A realização da descrição dos eventos que resultam em perdas onde suas causas estão associadas ao contexto é imprescindível para o entendimento da complexidade nas relações entre as distintas categorias de perdas.

As causas apresentadas neste trabalho indicam a existência de alguns problemas na etapa de execução, portanto a redução destas perdas poderá trazer consequências positivas na qualidade, produtividade, segurança, terminalidade das tarefas e atividades subsequentes. O aumento da qualidade implica em redução de retrabalhos e perda de materiais.

O segundo objetivo refere-se a **especificar os impactos no prazo e no custo das perdas por falta de terminalidade e a aplicabilidade deste método nos pacotes de trabalho**. Esse objetivo foi alcançado através da condução do terceiro estudo de caso em que foi possível analisar com profundidade os pacotes de trabalho durante o período da pesquisa.

Na análise destes impactos no revestimento interno e alvenaria de vedação verificou-se detrimento dos prazos e custos estimados pelos engenheiros. No pacote de trabalho revestimento interno, o aumento do prazo e custo é de 13%, enquanto o pacote alvenaria de vedação é de 30% e 22%.

Quanto à avaliação da utilidade prática os participantes do grupo focal por um lado acharam que o método era importante nos pacotes de revestimento interno e alvenaria de vedação principalmente para as atividades de transportes vertical e

horizontal nos canteiros de obra, contudo é preciso institucionalizar os conhecimentos, princípios e técnicas da construção enxuta.

Considera-se que o objetivo principal foi alcançado através do cumprimento dos dois objetivos específicos citados anteriormente e mais especificamente da proposta do método de prevenção de perdas do tipo *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade. Do ponto de vista prático o método permite que a análise de restrições possibilite o aumento da continuidade das operações no canteiro e conseqüentemente a melhoria de eficácia do planejamento, mas exige, que no decorrer da análise, os responsáveis por esse processo tenham conhecimento do desempenho real do sistema de produção, bem como tenham identificado as causas dessas perdas existentes na obra. A adoção das ferramentas do método e coleta dos indicadores depende da implantação pelos próprios gestores, como também consciência da sua utilidade.

Quanto à contribuição teórica, aumentar a compreensão com relação às perdas na construção para que se possa buscar com eficácia a sua eliminação ou redução, pois a ocorrência e a relação entre as perdas não é frequentemente visível nos sistemas gerenciais. Através desta sistemática, pode-se empreender realizações para que o sistema de planejamento e controle da produção atinja desempenho cada mais elevados. A tomada de decisões e ações preventivas é extremamente importante para que sejam alcançadas melhorias de fato. A principal limitação desta dissertação é a implementação completa do método, apenas parcial.

## **5.2 Recomendações para trabalhos futuros**

Neste item são apresentadas as sugestões para estudos futuros a serem realizados sobre a gestão das perdas por *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade:

- Aplicar o método proposto em outros empreendimentos para permitir a identificação e impacto dessas perdas, em outros pacotes de trabalho, para avaliar sua aplicabilidade em outros contextos, bem como propor melhorias para a redução das perdas.
- Uso de Tecnologia da Informação (TI) na implementação do método proposto.

- Analisar se a percepção das categorias e impacto das perdas no canteiro e por parte dos engenheiros, mestre e operários varia em função do processo construtivo.
- Propor coleta dos indicadores utilizados neste trabalho em outras regiões, verificando se os aspectos locais interferem nos resultados, sobretudo quanto as principais causas levantadas.

## Referências Bibliográficas

ABNT. **Sistema Predial de Esgoto Sanitário – Projeto e execução** - NBR 8160, Brasil,1999.

ALVES, T. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: propostas baseadas em estudos de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

ARDITI, D.; GUNAYDIN, H. M. Total Quality management in the construction process. **International Journal of Project Management**, v.15, n. 4, p. 235-243, ago. 1997.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. Birmingham, 2000. Thesis (Ph.D) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing lean construction: improving downstream performance. *In*: ALARCÓN, L. (Ed.). **Lean construction**. Rotterdam: Balkema, 1997. p. 111-126.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: essential step in production control. **Journal Of Construction Engineering And Management**, 1998.

BALLARD, G.; HOWELL, G. An update on last planner. *In*: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 11, 2003, Virginia. **Proceedings...**Virginia: IGLC, 2003.

BARBOUR, R. **Grupos focais**. Porto Alegre: Artmed, 216 p. (Coleção Pesquisa Qualitativa / coordenada por Uwe Flick), 2009.

BERNARDES, M.M.S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas da Construção**. Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BERNARDES, M. M. e S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

BIERNACKI, P.; WALDORF, D. Snowball Sampling: problems and techniques of chain referral sampling. **Sociological Methods e Research**, v. 10, n. 2, p. 141-163, 1981.

BONI, A. C.; PALIAIRI, J. C.; SERRA, S. M. B. Sistema puxado de planejamento e controle da produção. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014, p. 1115-1125.

BRASIL. **Plano Nacional de Habitação**. Brasília: Ministério das cidades. Secretaria Nacional de Habitação, 2009.

BURATI JUNIOR, J. L.; JODI, J.F.; LEDBETTER, W.B. Causes of Quality Deviations in Design and Construction. **Journal Of Construction Engineering And Management**. Estados Unidos, p. 1-16, 1992.

BOLVIKEN, T.; ROOKE, J.; KOSKELA L. The wastes of production in construction – a TFV based taxonomy. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 22, 2014. **Proceedings...** Oslo, 2014.

BOSSINK, B. A. G.; BROWERS, H. J. H. Construction waste: quantification and source evaluation, **Journal of Construction Engineering Management**, ASCE, v. 122, n. 1, p.55-60, 1996.

CLARK, K. B.; CHEW, W. B.; FUJIMOTO, T. Manufacturing for design: beyond the production/R&D dichotomy. In: SUSMAN, Gerald I. (Ed.). **Integrating Design and Manufacturing for Competitive Advantage**. Oxford: Oxford University Press, 1992.

DENZER, M., MUENZL, N., SONNABEND, F. A., HAGHSHENO, S. Analysis of definitions and quantification of waste in construction. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 23, 2015. **Proceedings...** Perth, 2015.

DRESCH, A., LACERDA, D. P., VALLE, J. A., JÚNIOR, A. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 204p.

FARINAN, O. O; CABAN, G. Minimizing waste on construction project sites. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Vol. 5 Iss: 2, pp.182 – 188, 1998.

FIREMAN, M. C. T. **Proposta de método integrado da produção e qualidade, com ênfase na medição de perdas por *making-do* e retrabalho**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Núcleo Orientado Para Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2012.

FIREMAN, M.T., FORMOSO, C.T., ISATTO, E. L. Integrating Production and Quality Control: Monitoring Making-Do and Unfinished Work. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 21, Fortaleza. **Proceedings...**Fortaleza: IGLC, 2013.

FORMOSO, C. T. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. Thesis (Ph.D) - Department of Quantity and Building Surveying, University of Salford, Salford:, 1991.

FORMOSO, C.T. **Termo de Referência para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras**. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

FORMOSO, C.; ISATTO, E.; HIROTA, E. Method for waste control in the building industry. *In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 7, Berkeley. Proceedings...* Berkeley: IGLC, 1999.

FORMOSO, C. T.; L. SOIBELMAN; C. DE CESARE; E. L. ISATTO, “Material waste in building industry: Main causes and prevention.” **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 128, n.4, p. 316–325, 2002.

FORMOSO, C. T.; CESARE, C. M.; LANTELME, E. M. V; SOIBELMAN, L. **As Perdas na Construção Civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. Porto Alegre, UFRGS, 1996.

FORMOSO, C.T.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E.L. An exploratory study on the measurement and analysis of making-do in construction sites. *In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 19, 2011, Lima. Proceedings...*Lima: IGLC, 2011.

FORMOSO, C.T.; BOLVIKEN, T.; ROOKE, J.; KOSKELA, L. A conceptual framework for the prescriptive causal analysis of construction waste. *In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 23, 2015, Perth. Proceedings...*Perth: IGLC, 2015.

FORMOSO, C. T.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E. L. The identification and analysis of making-do waste: insights from two Brazilian construction sites. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 55-68, jul./set. 2017.

FORSBERG, A.; SAUKKORIIPI, L. Measurement of waste and productivity in relation to lean thinking. *In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 15, 2007, Suécia. Proceedings...*Suécia: IGLC, 2007.

FREITAS, H.; OLIVEIRA, M. *Focus group: instrumentalizando o seu planejamento*. *In: GODOI, C. K.; BANDEIRA, R; SILVA, A. B. Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos*. São Paulo: Editora Saraiva, 2006, cap. 11, p.325-346.

GALIVAN, R. M.; BERNOLD, L. E. Source Evaluation of Solid Waste in Building Construction. **Journal Of Construction Engineering And Management**, Estados Unidos, v. 120, n. 3, p.1-17, 1994.

GERMANO, A.V.C, FONSÊCA, N.J.M, MELO, R.S.S, MOURA, A. “Value Stream Mapping: Case Study in Columns Concreting.” *In: LC3 2017 Volume II – Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Proceedings...*Heraklion: IGLC, 2017.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Artmed, 198 p. (Coleção Pesquisa Qualitativa / coordenada por Uwe Flick), 2009.

GREENBAUM, T. L.: **The Handbook for Focus Group Research**. Second Edition. Sage, Thousand Oaks, 1998.

GRIMM, T. **User's guide to rapid prototyping**. Dearborn, Mi.: Society of Manufacturing Engineers, 2004.

GROSSKOPF, J; MENEZES, A. S; SANTOS, D. G. Proposal of activities that facilitate work in order to avoid workflow interruptions caused by making-do. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 20, 2013, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza: IGLC, 2013.

HAMZEH, F. R.; MORSHED, F. A.; JALWAN, H.; SAAB, I. Is improvisation compatible with lookahead planning? An exploratory study. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 20, 2012, San Diego. **Proceedings...** San Diego: IGLC, 2012.

HAN, S.; SANHYUN, L.; FENIOSKY, P. M. Identification and Quantification of Non-Value-Adding Effort from Errors and Changes in Design and Construction Projects. **Journal Of Construction Engineering And Management**, Austrália, v.138, n.1, p. 98-109, 2012.

HWANG, B. G.; THOMAS, S.R.; HAAS, C.T.; CALDAS, C.H. Measuring the Impact of Rework on Construction Cost Performance, **Journal Of Construction Engineering And Management.**, ASCE, v. 135, n. 3, p. 187-198. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:3(187), 2009.

HENRICH, G.; TILLEY, P.; KOSKELA, L. Context of production control in construction. In: Annual Conference of International Group for Lean Construction, 13, 2005, Sidney. **Proceedings...** Sidney: IGLC, 2005.

HEVNER A.; MARCH S.; PARK J.; RAM S. Design Science in information systems research, *Management Information Systems Quarterly*, v.28, n.1, p. 75-105, 2004.

HOWELL, G. BALLARD, G. Can project controls do its job? In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4., 1996, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham, 1999.

IBARRA, J.V.; FORMOSO, C.T.; LIMA, C. Model for integrated production on and quality control: implementation on and testing using. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Proceedings...** Boston: IGLC, 2016.

ISATTO, E.; FORMOSO, C.T. Design and Production Interface in Lean Production: A Performance Improvement Criteria Proposition. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 6, 1998, Guarujá. **Proceedings...** Guarujá: IGLC, 1998.

KALSAAS, B.T. 'Work-Time Waste in Construction'. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Haifa. **Proceedings...** Israel: IGLC, 2010.

KITCHENHAM, B. *et al.* Systematic Literature Reviews in Software Engineering: a systematic literature review. **Information and Software Technology**, v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** CIFE Technical Report, n.72: Center for Integrated Facility Engineering, Salford, 1992.

KOSKELA, L. Management of production in construction: a theoretical view. *In: Annual Conference of International Group for Lean Construction, 7, 1999. Berkeley. Proceedings...* Berkeley: IGLC, 1999.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** Thesis (Ph. D) – Technical Research Centre of Finland, Espoo, 2000.

KOSKELA, L. Making-do. The eighth category of waste. *In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 12, 2004, Helsingor. Proceedings...* Helsingor: IGLC, 2004.

KOSKELA, L.; SACKS, R.; ROOKE, J. A brief history of the concept of waste in production. *In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 20, San Diego. Proceedings...* San Diego: IGLC, 2012.

KOSKELA, L.; BØLVIKEN, T.; ROOKE, J. Which are the wastes of construction. *In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 21, p.3–12. Proceedings...* Fortaleza: IGLC, 2013.

KOUSHKI, P. A; KARTAM, N. Impact of construction materials on project time and cost in Kuwait. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Vol. 11 Iss: 2, pp.126 – 132, 2004.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A; JÚNIOR, J. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LAPINSKI, A. R.; HORMAN, M. J; RILEY, D. R. Lean Processes for Sustainable Project Delivery. **Journal Of Construction Engineering And Management**. Estados Unidos, v.132, n.10, p. 1083-1091, 2006.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is Construction Planning Really doing its Job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, v.5, p. 243-266, USA, 1987.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001. 288p.

LEÃO, C. F. **Proposta de modelo para controle integrado da produção e da qualidade utilizando tecnologia de informação.** 2014. 179 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

LEDBETTER, W. B.. Quality Performance on Successful Project. **Journal Of Construction Engineering And Management**. Austrália, v.120, n.1, p. 1-13, 1994.

LOPES, A. L. M.; FRACOLLI, L. A. Revisão sistemática de literatura e metassíntese qualitativa: considerações sobre sua aplicação na pesquisa em enfermagem. **Texto contexto - enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 771-778, 2008.

LOVE, P. "Influence of Project Type and Procurement Method on Rework Costs in Building Construction Projects". **Journal of Construction Engineering and Management**., ASCE, Vol. 128 No. 1, pp 18-29, 2002.

MACOMBER, H. and HOWELL, G. "The two great wastes". In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12<sup>th</sup>, Elsinore, 2004. **Proceedings...** Elsinore, 2004.

MANSON, N. J. **Is operation research really research?**. Operations Research Society of South Africa, v. 22, n. 2, p. 15-180, 2006.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. **Design and natural science research in information technology**. Decision Support Systems, v. 15, p. 251-266, 1995.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2006.

MACHADO, R. L. **A sistematização de antecipações gerenciais no planejamento da produção de sistemas da construção civil**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MISFELDT, E.; BONKE, S. Quality control in lean construction. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 12, 2004, Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen: IGLC, 2004.

MUIANGA, E. A. D.; GRANJA, A. D.; RUIZ, J. de A. Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 79-97, 2015.

MORGAN, D. **Focus group as qualitative research**. Qualitative Research Methods Series. 16. London: Sage Publications, 1997.

OHNO, T. Toyota production system: beyond large-scale production. New York: Productivity Press, 1988.

PARK, M. M.; YANG, Y.; LEE, H. S.; HAN, S.; JI, S. Floor-level construction material layout planning model considering actual travel path. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.137, n.7, p.905-915, 2012.

PEREZ, C. T. COSTA, D. B. e GONCALVES, J. P. Identificação, mensuração e caracterização das perdas por transporte em processos construtivos. **Ambiente construído** [online]. 2016, vol.16, n.1, pp.243-263.

PICCHI, F. A.; AGOYPAN, V. Sistemas de Qualidade na Construção de Edifícios. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/104, São Paulo, 1993.

PICCHI, F. A. *System view of lean construction application opportunities*. In: Annual conference of the international group for lean construction, **Proceedings...** Singapore, 2001.

PICCHI, F. A.; GRANJA, A. D.. **Aplicação do lean thinking ao fluxo de obra**. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, jul. 2004.

PIKAS, E.; SACKS, R; PRIVEN, V. Go or no-go decisions at the construction workforce: uncertainty, perceptions of readiness, making ready and making-do, In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 20, 2012, San Diego. **Proceedings...** San Diego: IGLC, 2012.

RANZANI, C. **Diretrizes para planejamento e implementação de sistema de gestão integrada em empresas da construção civil**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista.: Faculdade de Engenharia, Bauru, 2011.

RECK, R.H. **Aplicação do Índice de Boas Práticas de Planejamento em Empresas Construtoras da Região Metropolitana de Porto Alegre**. 2010. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROCHA, G. S. **Proposta de Refinamento de Modelo de Controle Integrado da Produção e Qualidade com Uso de Dispositivos Móveis**. 2015. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grand e do Sul, Porto Alegre, 2015.

ROSA, P. S.; ISATTO, E. L.; RECK, R. H. Aderência entre planejamento de curto e médio prazo na construção civil. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 10, 2017. Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: Sibragec, 2017, p. 189-196.

RONEN, B. The complete kit concept. **The International Journal of Production Research**, v.30, n.10, p. 2457-2466, 1992.

ROSENBAUM, S; TOLEDO, M; GONZÁLEZ, V. Improving environmental and production performance in construction projects using value-stream mapping: case study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 2, 2012.

SAFFARO, Fernanda Aranha. **Uso da prototipagem para gestão do processo de produção da construção civil**. 2007. 237 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SANTOS, D. de G. **Modelo de Gestão de Processos na Construção Civil Para Identificação de Atividades Facilitadoras**. Florianópolis, 2004, 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SANTOS, D. G.; GROSSKOPF, J; SOUZA, A. M.; NETO SANTOS; HEINECK, L. F. M. Utilization of extra planning activities by construction companies in Sergipe, Brasil. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 20, 2012, San Diego. **Proceedings...** San Diego: IGLC, 2012.

SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. de G. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. **Ambiente construído**. 2017, vol.17, n.2, pp.39-52.

SACKS, R., ESQUENAZI, A., GOLDIN, M. LEAPCON: Simulation of lean construction of high-rise apartment buildings. **Journal of Construction Engineering and Management**., v. 133, n. 7, 529-539, 2007.

SACKS, R.; TRECKMANN, M.; ROZENFELD, O. Visualization of work flow to support lean construction, ASCE, **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135 n.12, pp.1307-1315, 2009.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Automation in construction**, v. 19, n.5, p. 641-655, ago. 2010.

SERRA, S. M. B; COSTA, D. B; SAURIN, T.A. **Tecnologia para canteiro de obras sustentável** [recurso eletrônico] – [São Carlos]: FINEP, 2017.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SCARAMUSSA, T. R.; ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T. Análise das causas e da relação causal entre *making-do*, retrabalho e falta de terminalidade. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 10, 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sibragec, 2017. p. 74 - 81.

SCHEER, S.; AMORIM, S. R. L.; SANTOS, E. T.; FERREIRA, R. C.; CARON, A. M. The scenario and trends in the Brazilian, **ITCON** Special issue construction information technology in emerging economies v.12, p.193-206, 2007.

SCHRAMM, F. K. **O projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social**. 2004. 182 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SKOYLES, E. R., 'Materials wastage – a misuse of resources', **Batiment International, Building Research and Practice**, Vol. 4 n.4, p. 232, 1976.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

SOARES, A.C. **Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre. 2003.

SOMMER, L. **Contribuições para um Método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Núcleo Orientado Para Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em engenharia civil, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2010.

SUKSTER, R. **A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ULHÔA, U. G. **Proposição de diretrizes focadas na gestão para melhorias no controle de prazo de construção de empreendimentos - estudo de caso em obras da região de Brasília-df e Goiânia-go.** 2012. 221 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. **Design Research in Information Systems.** Disponível em: <<http://desrist.org/design-research-in-information-systems/>>. 2009. Acesso em: 01 fev. 2017.

VIANA, D.D.; FORMOSO, C.T.; KALSAAS, B.T. Waste in construction: A systematic literature review on empirical studies. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 20, 2012, San Diego. **Proceedings...** San Diego: IGLC, 2012.

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro/RJ: CAMPUS, 1998. 427p.

YE, G; JIN, Z. G ; XIA, B.; MORE, M. S. Analyzing causes for reworks in construction projects in China. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 6, p. 1–9, 2014.

YI, G. Quality-oriented shop floor control system for large-scale manufacturing processes: Functional framework and experimental results. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 21, n.3, 2002.

YIN, R. K. **Case study research: Design and methods.** Thousand Oaks, CA: Sage, 1994.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 212 p., 2005.

YU, H., TWEED, T., AL-HUSSEIN, M., AND NASSERI, R. "Development of lean model for house construction using value stream mapping." **Journal of Construction Engineering and Management**, (782), 782–790, 2009.

ZHAO, Z. Y.; LV, Q. L; ZUO, J., GEORGE, Z. Prediction System for Change Management in Construction Project. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n.6, p.659-669, 2010.

# APÊNDICE A

## CHECK LIST PARA CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS DOS ESTUDOS DE CASO EXPLORATÓRIO

CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS				
<b>DADOS INFORMATIVOS</b>				
Nome da empresa:				
Endereço da obra:				
<b>EQUIPE DE COORDENAÇÃO DA OBRA</b>				
Engenheiro da obra:				
Engenheiro coordenador de planejamento:				
Diretor:				
<b>EQUIPE OPERACIONAL</b>				
Mestre:				
Contramestres:				
<b>TIPO DO EMPREENDIMENTO</b>				
Residencial	Comercial		Outro	
<b>ÁREAS</b>				
Área total da obra:		Área dos apartamentos/sala:		
<b>CARACTERÍSTICAS DA OBRA A</b>	Número de torres:	Número de pavimentos:	Número de unidades:	
<b>CARACTERÍSTICAS DA OBRA B</b>	Número de torres:	Número de pavimentos:	Número de unidades:	
<b>CARACTERÍSTICAS DA OBRA C (RESIDENCIAL)</b>	Número de torres:	Número de pavimentos:	Número de unidades:	
<b>CARACTERÍSTICAS DA OBRA C (BUSINESS)</b>	Número de torres:	Número de pavimentos:	Número de unidades:	

<b>TIPOLOGIA DA ESTRUTURA</b>	<b>Alvenaria estrutural com bloco de concreto</b>		<b><i>Steel Frame</i></b>		<b>Reticulada vigada (pilar, viga e laje)</b>	
<b>TIPOLOGIA DE VEDAÇÃO</b>	<b>Bloco de concreto</b>		<b>Placa cimentícia <i>Drywall</i></b>		<b>Bloco cerâmico</b>	
<b>TIPOLOGIA DE REVESTIMENTO INTERNO</b>	<b>Chapisco/ emboço/reboco</b>		<b>Placas de gesso acartonado</b>		<b>Chapisco/ emboço/reboco</b>	

## **APÊNDICE B**

### **CARTA-CONVITE A ALTA GERÊNCIA DAS EMPRESAS**

Natal, 03 de Janeiro de 2018.

Prezado(a) Sr(a).,

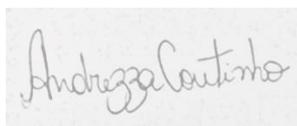
O Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil: Processos Construtivos e Estruturas, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, vêm desenvolvendo uma pesquisa sobre a filosofia da construção enxuta que busca a eliminação ou redução das perdas nos processos construtivos. O estudo de perdas na construção civil é de fundamental importância na melhoria do desempenho de processos construtivos bem como na redução de prazos e custos.

Na primeira etapa desta pesquisa foi possível identificar a origem e avaliar o impacto das perdas por improvisação em canteiros de obras, como também identificar a relação causal entre improvisação, retrabalho e falta de terminalidade. A partir desta análise, foi proposto um método de prevenção de perdas por improvisação, retrabalho e falta de terminalidade, mediante a identificação das causas destas perdas.

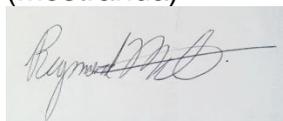
Diante do exposto, convidamos Vossa Senhoria para participar de uma reunião para a avaliação da utilidade prática deste método, ocasião em que será discutido, juntamente com outros profissionais, o processo de aplicação do mesmo. Esta ocorrerá no dia 12 de Janeiro de 2018, Espaço América (Av. Rodrigues Alves, 930) e terá início às 15 horas, com duração prevista de duas horas.

Desde já, agradecemos pela colaboração nesta pesquisa.

Atenciosamente,



Eng. Civil Andrezza Vagnielly Coutinho Germano  
(Mestranda)



Prof. Reymard Savio Sampaio de Melo  
(Orientador)

# **APÊNDICE C**

**MATERIAL ENTREGUE AOS PARTICIPANTES DO GRUPO FOCAL**

**Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil  
Processos Construtivos e Estruturas**

**MÉTODO DE PREVENÇÃO DE PERDAS DO TIPO *MAKING-DO*, RETRABALHO  
E FALTA DE TERMINALIDADE EM CANTEIROS DE OBRAS**

**Andrezza Vagnielly Coutinho Germano (Mestranda)  
Reymard Savio Sampaio de Melo (Orientador)**



Natal, 12 de Janeiro de 2018.

Prezado(a) Sr(a).,

Gostaríamos de agradecer a sua disponibilidade em participar da pesquisa que estamos desenvolvendo no *Programa de Pós Graduação de Engenharia Civil* da UFRN. A sua participação e colaboração está sendo muito importante para nós!

Este material apresenta, em linhas gerais, os assuntos abaixo identificados, os quais serão discutidos nessa reunião:

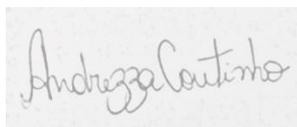
- 1) O método proposto na pesquisa, voltado à melhoria dos processos construtivos, através do estudo das perdas por improvisação, retrabalho e falta de terminalidade que causam interferência no ritmo da produção e que pode ter seus efeitos minimizados (prazo e custo) caso sejam tomadas decisões preventivas, além dos conhecimentos teóricos sobre o processo de planejamento e controle da produção que embasaram o método;

Programamos que as atividades sejam realizadas durante 1h20min, tendo o seguinte roteiro:

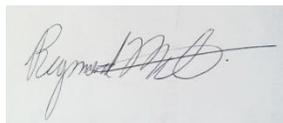
- Abertura \_\_\_\_\_ 20 minutos
- Avaliação do método \_\_\_\_\_ 40 minutos
- Fechamento \_\_\_\_\_ 20 minutos

Mais uma vez, obrigada pela sua contribuição!

Atenciosamente,



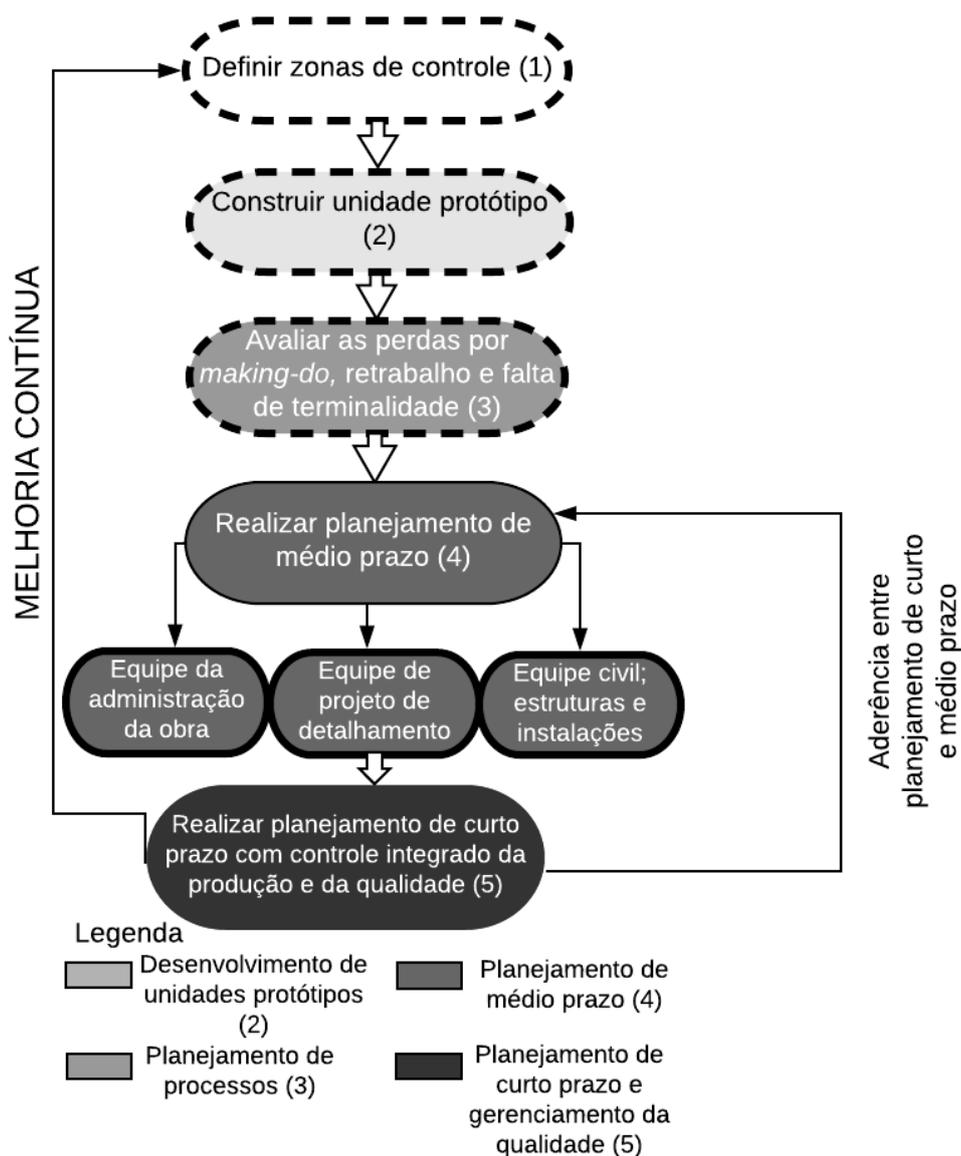
Eng. Civil Andrezza Vagnielly Coutinho Germano  
(Mestranda)



Prof. Reymard Savio Sampaio de Melo  
(Orientador)

**Procedimento de aplicação do método**

- 1) Definir zonas de controle: pacote de trabalho com maior prazo de execução;
- 2) Definição das causas das atividades fora do ciclo de trabalho e que aumentam o prazo de execução do pacote através de estudos baseados na unidade protótipo;
- 3) Compilação das causas com identificação das perdas, impactos e ações de prevenção através da relação causal entre improvisação, perda por retrabalho e falta de terminalidade;
- 4) Consolidação entre planejamento de médio e curto prazo e entre equipes de planejamento e controle, administração da obra, de projeto e as operacionais;
- 5) Priorizar a redução da incidência de pacotes informais por making-do, retrabalho e falta de terminalidade através da integração entre os controles da produção e da qualidade.



**Figura 1 – Método proposto.**

### **PASSO 1) DEFINIR ZONAS DE CONTROLE**

Pacote de trabalho com maior prazo de execução;

### **PASSO 2) CONSTRUIR UNIDADE PROTÓTIPO:**

Os passos da construção da unidade protótipo são:

- Organização da sequencia de atividades;
- Coletar atividades fora do pacote de trabalho (identificar as causas das atividades que não agregam valor);
- A detecção das possíveis causas proporciona a classificação das perdas, além de ações a serem tomadas;

- A condição meta a ser planejada levam em consideração as condições atuais de produtividade, atividades que não agregam valor e a redução e/ou eliminação das perdas agindo sobre as causas.

### **PASSO 3) AVALIAR AS PERDAS POR MAKING-DO, RETRABALHO E FALTA DE TERMINALIDADE**

Os passos para avaliação das perdas por making-do, retrabalho e falta de terminalidade são:

- Preenchimento da planilha com as causas das atividades que não agregam valor no processo produtivo;
- A partir da análise das causas, as perdas são identificadas: perdas por improvisação ou retrabalho ou falta de terminalidade;
- Logo em seguida, a relação causal identificando a ocorrência de uma ou mais perdas e os impactos;
- Por fim, ações e responsáveis para execução das mesmas, as ações recomendadas são baseadas na execução de serviços anteriores, gestão de aspectos relativos aos projetos e construtibilidade, à gestão de materiais, gestão de equipamentos e ferramentas, provimento de condições de segurança do trabalho, inspeções, acessibilidade, transparência, planejamento da produção e distribuição de argamassa, preparação de espaço físico para armazenagem, provimento de condições para a realização dos serviços, abastecimento de água e energia elétrica, inversões técnicas na sequência de execução dos serviços, proteção contra intempéries, limpeza, compatibilização entre carga de trabalho e carga de produção.

### **PASSO 4) REALIZAR INTEGRAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE PLANEJAMENTO**

Os passos para realizar integração entre os níveis de planejamento são:

- Painel proposto para o planejamento, três principais seções: (a) Aderência de entrega de etapas de projeto ao cronograma do Planejamento, na qual são controladas as etapas planejadas e realizadas, assim como os retrabalho e etapas antecipadas na equipe; (b) Análise de restrições, na qual são registrados o IRR e a natureza das restrições.

### **PASSO 5) REALIZAR CURTO PRAZO COM CONTROLE INTEGRADO DA PRODUÇÃO E DA QUALIDADE**

Os passos para realização do curto prazo com controle integrado da produção e da qualidade são:

- A planilha pacotes nela consta os pacotes de trabalho específicos planejados para a semana e também são inseridos os pacotes informais identificados no canteiro de obras. A função dessa planilha é controlar a execução dos pacotes de trabalho;
- Na planilha *making-do* são registradas as improvisações identificadas durante a execução dos pacotes de trabalho, sendo classificadas quanto à categoria e natureza. Também são informados o número da fotografia que registra o evento de *making-do* e o pacote específico no qual ocorreu o evento e as ações corretivas;
- A planilha qualidade contém os critérios de qualidade que devem ser verificados em cada pacote de trabalho específico. Assim que o pacote é concluído, a data de conclusão aparece nessa planilha, demonstrando que o pacote de trabalho está liberado para verificação da qualidade. Então se registra a data de verificação da qualidade, se o pacote foi aprovado e o nome do responsável pela verificação. Se algum critério de qualidade for reprovado, é informado o motivo de não conclusão com qualidade e ainda, pode-se fazer um registro fotográfico. Assim como nas outras planilhas, algumas células possuem uma lista de opções pré-definidas para facilitar o registro.

## **APÊNDICE D**

**ROTEIRO PARA ENTREVISTAS REALIZADAS NA EMPRESA C**

### **Roteiro entrevistas engenheiro da obra C**

1. É realizado planejamento de curto prazo?
2. Os serviços semanais são planejados formalmente?
3. Há envolvimento dos mestres e contramestres nesse planejamento?
4. São levantadas possíveis restrições do planejamento?
5. Existe preocupação em observar as condições de campo para os serviços futuros?
6. Os serviços costumam ocorrer no prazo previsto?
7. Quais as causas dos pacotes informais?

### **Roteiro entrevistas engenheiro de planejamento e controle da obra C**

1. Quais os níveis hierárquicos do PCP na empresa?
2. Quem participa da elaboração e controle de cada plano, e quais informações são utilizadas para controle do planejamento?
3. Quem participa do processo de planejamento?
4. Como é o envolvimento das equipes terceirizadas e dos fornecedores com os planos?
5. Como é processo de identificação e eliminação das restrições?
6. Quais as dificuldades enfrentadas no processo de planejamento?
7. Em que etapas do processo você acha que pode haver oportunidades de melhoria?
8. Utilização de dispositivos visuais para disseminar as informações no canteiro?
9. Análise crítica do conjunto de dados disponíveis para a avaliação global da eficácia do sistema de planejamento e tomada de ações?
10. Quais pacotes de trabalho apresentam mais perdas por falta de terminalidade?

<b>A</b>	Tempo de realização previsto pela programação (formal)		
<b>B</b>	Tempo de realização do serviço (real)		
<b>C = B - A</b>	<b>Hh gasto na realização do pacote</b>		
<b>D = (C/B)*100</b>	<b>Percentual de tempo</b>		
<b>E</b>	Custo previsto para realização previsto pela programação (formal)		
<b>F</b>	Custo previsto para realização previsto pela programação (real)		
<b>G = E - F</b>	<b>Custo na realização do pacote</b>		
<b>H = (G/E)*100</b>	<b>Percentual de custo</b>		

### Roteiro entrevistas assistente de engenharia da obra C

1. As equipes iniciais são as que fazem o retrabalho?
2. Geralmente o operário realiza serviços parecidos?
3. Os serviços são interrompidos por modificações de projeto?
4. Os serviços são interrompidos por mudança de planos?
5. Existe algum serviço que foi interrompido por cruzamento de fluxo com outra equipe?
6. Existe avaliação da qualidade dos serviços?
7. Os motivos das não conclusões são registrados?
8. Existem ações corretivas com base nas restrições identificadas?
9. A qualidade do serviço é inspecionada durante a execução?
10. É feito programação de tarefas reservas?
11. As frentes de trabalho só são liberadas com a aprovação da qualidade das anteriores?

## Roteiro entrevistas mestre da obra C

CARACTERIZAÇÃO DOS PACOTES – ALVENARIA DE VEDAÇÃO E REVESTIMENTO INTERNO					
<b>DOCUMENTOS DISPONÍVEIS</b>					
Projeto arquitetônico			Planejamento de sequência executiva		
Projeto de paginação			Outros		
<b>PROCESSOS E MATERIAIS UTILIZADOS</b>					
Qual o tipo de argamassa?		Industrializada		Misturada <i>in loco</i>	
Qual o método de aplicação?		Projetada com bomba		Manual	
<b>QUAL A EMPRESA RESPONSÁVEL EM EXECUTAR</b>					
Construtora		Fornecedora		Terceirizada	
<b>EQUIPE DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO</b>					
Quantidade de serventes?					
Quantidade de pedreiros?					
<b>EQUIPE DE REVESTIMENTO INTERNO</b>					
Quantidade de serventes?					
Quantidade de pedreiros?					
TEM ALGUM ESTUDO DE VANTAGEM DE ADOÇÃO PROJEÇÃO DE ARGAMASSA X MANUAL?					
<b>EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS UTILIZADOS</b>					
<b>Produção da argamassa</b>					
Betoneira		Argamassadeira		Manual	
<b>Local de produção</b>					
No pavimento		Outro pavimento		Térreo	
<b>Transporte de argamassa</b>					
Bombeado			Foguete mini-grua		
Grua			Jerica		
Elevador (cremalheira)			Carrinho de mão		
Tubo de queda			Carregadeira		
TEM ALGUM ESTUDO DE VANTAGEM DO TRANSPORTE UTILIZADO?					

### Roteiro entrevistas pedreiro da obra C

1. O espaço disponível é adequado para movimentação no canteiro de obras?
2. Existem ajustes inesperados que são necessários para instalar componentes ou elementos de construção?
3. A área de trabalho é adequada para realização das atividades?
4. Os materiais e componentes estão devidamente dispostos em locais preparados para armazená-los?
5. A interdependência entre atividades torna impossível iniciar atividades subsequentes?
6. São atribuídos suficientes trabalhadores qualificados para as atividades?
7. Existem projetos, planos, estudos ou procedimentos que fornecem as informações necessárias para a execução de pacotes de trabalho não estão disponíveis, não são claros, estão incompletos ou desconhecidos?
8. São planejadas medidas para lidar com intempéries: como vento, chuva ou temperatura extrema?
9. A infraestrutura de água e eletricidade utilizada na tarefa foi criada ou adaptada (suprimento de água e eletricidade)?
10. Quais os impactos mais percebidos pelas equipes de trabalho de revestimento interno e alvenaria de vedação:
  - ( ) Diminuição da produtividade
  - ( ) Redução da qualidade
  - ( ) Retrabalho
  - ( ) Perda de material
  - ( ) Redução da segurança
  - ( ) Desmotivação
  - ( ) Falta de terminalidade