

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

**Contribuições para um método de identificação de perdas por
improvisação em canteiros de obras**

Lucila Sommer

Porto Alegre
2010

Lucila Sommer

CONTRIBUIÇÕES PARA UM MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS POR IMPROVISAZÃO EM CANTEIROS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE
EM ENGENHARIA.

Orientação: Prof. Carlos Torres Formoso, Ph.D.

Porto Alegre
2010

CIP - Catalogação na Publicação

Sommer, Lucila

Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras. / Lucila Sommer. -- 2010.
150 f.

Orientador: Carlos Torres Formoso.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, BR-RS, 2010.

1. Improvisação. 2. Perdas. 3. Planejamento. 4. Controle da Produção. 5. Last Planner. I. Torres Formoso, Carlos, orient. II. Título.

LUCILA SOMMER

**CONTRIBUIÇÕES PARA UM MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE
PERDAS POR IMPROVISAÇÃO EM CANTEIROS DE OBRAS**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA, Construção, e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 1° de dezembro de 2010

Carlos Torres Formoso
Ph.D. pela University of Salford, Grã Bretanha
Orientador

Luiz Carlos Silva Pinto da Silva Filho
Ph.D. pela University of Leeds, Grã Bretanha
Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Profa. Thaís da Costa Lago Alves (UC)
PhD. pela University of California, Berkeley, EUA

Prof. Tarcísio Abreu Saurin (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Prof. Eduardo Luis Isatto (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Carlos Torres Formoso, pela oportunidade, atenção, paciência e orientação durante o período de estudo.

Ao CNPQ, pela bolsa de estudos que possibilitou total dedicação ao curso.

Às empresas construtoras e aos engenheiros que me receberam e contribuiriam com os estudos desenvolvidos ao longo desta dissertação.

Aos professores, colegas e funcionários do NORIE por manterem o espírito de companheirismo no grupo e, em especial, à Ana Paula por seu apoio desde o período de iniciação científica.

Aos colegas do GEC, Juliana, Lisiane, Daniela, Patrícia, Bruno e Fábio, pelas conversas. À lamara pelo apoio na fase inicial da pesquisa.

À bolsista Raquel Reck, por sua dedicação e auxílio nos estudos.

Às amigas e colegas de mestrado Letícia Berr, Fernanda Bonatto, Juliana Senisse, Juliana Moehlecke, Lais Zucchetti e Giovana Fioretti por tornarem os dois anos de mestrado mais leves ao dividirem todas as dúvidas e angústias dos estudos, pelas reflexões, pelos encontros nada acadêmicos e por todos os momentos de descontração.

Aos pequenos Augusto e Lucas, pela alegria provocada no grupo.

Aos amigos, pela compreensão devido às ausências e pela torcida para que eu terminasse logo a dissertação.

À Dani e ao Max pela Valentina.

Aos tios arquitetos, que contribuíram com a vontade de construir.

À minha sogra, por sua disposição e ânimo.

Aos meus pais, por todo apoio.

Ao Douglas, por seu amor e incentivo.

RESUMO

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. 2010. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

Na gestão da produção, existe a necessidade de adotar medidas que contribuam para solucionar os problemas existentes nos canteiros de obras e dar continuidade à execução das atividades. Entretanto, falhas na identificação dos pré-requisitos necessários para a realização das atividades podem dificultar o cumprimento dos planos. Mesmo que o fluxo de trabalho não seja interrompido, a execução de atividades sem condições adequadas pode ter um impacto negativo na eficiência, na qualidade e nas condições de trabalho. Esta situação é apontada na bibliográfica como uma nova categoria de perda, denominada de *making-do*, a qual está fortemente relacionada à ocorrência de improvisações pelas equipes de trabalho. O estudo das perdas por improvisação pode contribuir para melhor compreensão das falhas que ocorrem durante o processo de planejamento. Embora esta categoria de perda tenha sido discutida sob um enfoque teórico, inexistem na bibliografia trabalhos que tenham investigado a utilização deste conceito no controle da produção. Assim, o objetivo principal deste trabalho é propor um método de identificação de perdas por improvisação que gere informação para orientar a equipe de gestão da produção, particularmente no planejamento de médio prazo, no qual devem ser identificadas e removidas as restrições. Foram realizados dois estudos de caso em empresas que tinham processos de planejamento e controle da produção fortemente baseados no sistema *Last Planner*®. Em cada estudo, buscou-se identificar a ocorrência, assim como as causas e impactos desta categoria de perdas na gestão da produção. O desenvolvimento deste trabalho seguiu as seguintes etapas: (a) compreensão das barreiras existentes para a realização do planejamento de médio prazo; (b) observação direta de perdas por improvisação em canteiros de obras; (c) análise cruzada dos dados de perdas por improvisação e planejamento e controle da produção; e (d) proposição do método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obra. Os resultados deste trabalho indicaram que a maioria das improvisações é relacionada ao acesso e a mobilidade das equipes durante a execução das atividades, e a deficiências na montagem das instalações de proteção contra acidentes. Ainda, a redução de segurança e a perda de materiais destacam-se como os impactos mais importantes destes tipos de perdas. Embora os resultados não sejam representativos para o setor da construção civil, espera-se que este estudo possa contribuir para que sejam identificadas oportunidades de melhorias para os sistemas de planejamento e controle da produção, gestão da segurança e gestão da qualidade, a partir da compreensão das improvisações que podem ocorrer nos canteiros de obras.

Palavras-chave: improvisação; perdas; planejamento; controle da produção, *last planner*.

ABSTRACT

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras** 2010. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

In production management, it is necessary to adopt measures that contribute for the solution of existing problems, in order to give continuity in the execution of activities. However, failures in identifying the necessary requirements for carrying out activities may result in the non-completion of plans. Even if the workflow is not interrupted, carrying out activities without adequate conditions may have a negative impact in efficiency, quality, and work conditions. This situation is pointed out in the literature as a new category of waste, named making-do, which is strongly related to the occurrence of improvisations by the workforce. The study of improvisation as a waste can contribute to understand the failures that occur in planning process. Although this category of waste has been discussed at a theoretical level, the application of this concept in production control has not been reported in the literature. The main objective of this research work is to propose a method of identifying improvisation as a waste, which produces information for guiding production management teams, particularly at look-ahead planning level, when constraints should be identified and removed. Two case studies have been carried out in companies that had a production planning and control process strongly based in the Last Planner® system. In each case study, making-do events were identified, as well their main causes and impacts in production management. The development of the research was divided in the following stages: (a) understanding of existing barriers to the look-ahead planning; (b) direct observation of improvisations in construction sites; (c) cross analysis of improvisations and production planning and control data; (d) proposal for a method to identify the improvisation on a construction site. The results indicated that most of the improvisations is related to access or mobility of the workforce during the execution of the activities, and inadequate installation of protections against accidents. Besides, safety and materials waste stands out as the most important impacts of these improvisations. Although the results are not representative of the construction sector, it is expected that this study will contribute for the identification of improvement opportunities for production planning and control, safety management, and quality management systems, based on understanding of improvisations that may happen in construction sites.

Key-words: improvisation; waste; planning; production control, last planner.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	CONTEXTO DA PESQUISA.....	9
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.3	QUESTÕES DE PESQUISA.....	15
1.4	OBJETIVOS.....	15
1.5	DELIMITAÇÕES	16
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	18
2.1	ORIGEM DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	18
2.2	FUNDAMENTOS E PRINCÍPIOS ESTABELECIDOS POR OHNO (1997) E SHINGO (1996)	18
2.3	TENTATIVAS DE GENERALIZAÇÃO DO STP	20
2.4	TENTATIVAS DE adaptação DO STP para a construção civil	23
3	PERDAS	28
3.1	O CONCEITO DE PERDAS.....	28
3.2	ESTUDOS SOBRE PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	30
3.3	PERDAS POR IMPROVISAZÃO	32
3.3.1	Definição de Improvisação.....	34
3.3.2	Improvisação para o Aprendizado	36
3.3.3	As causas das perdas por improvisação na construção.....	38
4	SISTEMA LAST PLANNER® DE CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	43
4.1	BREVE DESCRIÇÃO DO LAST PLANNER®	43
4.2	CONTROLE DA UNIDADE DE PRODUÇÃO.....	44
4.3	CONTROLE DO FLUXO DE TRABALHO	46
4.3.1	Planejamento de Médio Prazo.....	46
5	MÉTODO DE PESQUISA	50

5.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	50
5.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	51
5.3	ETAPA DE COMPREENSÃO	53
5.3.1	Descrição da Empresa Beta	53
5.3.2	Descrição das obras	54
5.3.2.1	Obra I	54
5.3.2.2	Obra II	54
5.3.2.3	Obra III	55
5.3.3	Descrição das Atividades.....	55
5.3.3.1	Análise dos Indicadores	57
5.3.3.2	Análise de documentos.....	58
5.3.3.2.1	Observação Direta e Observação Participante.....	58
5.3.3.2.2	Entrevistas semi-estruturadas.....	58
5.4	ETAPA DE DESENVOLVIMENTO	58
5.4.1	Estudo de Caso A	58
5.4.1.1	Fontes de evidência	59
5.4.1.1.1	Entrevistas	60
5.4.1.1.2	Observação participante nas reuniões de planejamento	61
5.4.1.1.3	Análise dos documentos de planejamento	62
5.4.1.1.4	Observações diretas no canteiro de obras	62
5.4.1.2	Registro dos dados	64
5.4.1.3	Análise dos Resultados.....	65
5.4.2	Estudo de Caso B	66
5.4.2.1	Descrição da Empresa Gama	66
5.4.2.2	Descrição da Obra IV	67
5.4.2.3	Descrição das Atividades Realizadas	67
5.4.2.3.1	Fontes de evidência	68
5.4.2.3.2	Registro dos dados	69
5.4.2.4	Análise dos Resultados.....	71
6	RESULTADOS.....	72
6.1	ESTUDO EXPLORATÓRIO.....	72
6.1.1	Grau de implementação do sistema de PCP na empresa Beta.....	72
6.1.2	Barreiras no processo de identificação e remoção de restrições	76
6.1.3	Considerações Finais.....	77
6.2	ESTUDO A.....	78

6.2.1	Conteúdo das Reuniões de planejamento	78
6.2.1.1	Planejamento de curto prazo	78
6.2.1.2	Revisão do plano de longo prazo.....	80
6.2.1.3	Planejamento de médio prazo	81
6.2.2	Identificação das perdas por improvisação no canteiro da obra.....	84
6.2.3	Avaliação das Perdas por Improvisação.....	95
6.2.4	Considerações Finais.....	100
6.3	ESTUDO B.....	102
6.3.1	Resultados do estudo inicial	102
6.3.2	Resultado da coleta de dados.....	106
6.3.2.1	Identificação e Avaliação das Perdas por Improvisação.....	106
6.3.2.2	Relação entre as perdas e o planejamento de curto prazo	116
6.4	DISCUSSÃO	120
6.4.1	Considerações Finais.....	121
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	124
7.1	CONCLUSÕES	124
7.2	RECOMENDAÇÕES.....	127
8	REFERÊNCIAS.....	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem básica da produção enxuta adaptado de JMA (1989) <i>apud</i> Dennis (2008)	21
Figura 2 – Consequências indiretas do retrabalho (adaptado de Love, 2002).....	32
Figura 3 - Dependência das tarefas em relação aos seus pré-requisitos (Adaptado de Koskela, 2000).....	38
Figura 4 – Modelo de Proteção da produção proposto por Ballard e Howell (1998).....	46
Figura 5 – Delineamento da Pesquisa	52
Figura 6 – Obra III	55
Figura 7 – Alinhamento do objetivo secundário com a etapa de compreensão	57
Figura 8 – Alinhamento do objetivo secundário com o estudo de caso A.....	60
Figura 9 – Organização dos dados coletados na Obra All.....	64
Figura 10 – Cabeçalho planilha do relatório de atividades dos estudos (Adaptado de Miron, 2008).....	65
Figura 11 – Planilha para avaliação das perdas por improvisação	66
Figura 12 – Alinhamento do objetivo secundário com o estudo de caso B.....	68
Figura 13 – Planilha utilizada para coleta de dados Improvisação X Planejamento Semanal na obra BIV	70
Figura 14 – Grau de Implementação de boas práticas de planejamento nas Obras I, II e III	73
Figura 15 – PPC coletado referente às obras I, II e III	75
Figura 16 – PPC Obra All.....	78
Figura 17 – Causas do não atendimento dos planos semanais Obra All	79
Figura 18 – Setores da Obra All.....	80
Figura 19 – Plano estratégico para entrega dos lotes de fachada	81
Figura 20 – Estratégia para execução da estrutura e fechamento das fachadas sul e oeste	82
Figura 21 – Ferramenta para registro das perdas por improvisação identificadas	87
Figura 22 - Escada central 14° pavimento	88

Figura 23 – Estrutura para suporte da tela de proteção da fachada	89
Figura 24 – cabo elétrico suspenso sobre tubulação de incêndio.....	90
Figura 25 – Reservatório de água provisório	90
Figura 26 – Percentual de improvisação observado por categoria	91
Figura 27 – Percentual de casos recorrentes de perda por improvisação	92
Figura 28 – Número de registros de perdas por improvisação para cada processo observado	92
Figura 29 – Percentual de perdas identificadas nos processos observados	93
Figura 30 – Número de registros de perdas para cada equipe considerada como responsável pela decisão de improvisar.....	94
Figura 31 – Decisão das equipes pelas improvisações	94
Figura 32 – Compreensão da Natureza das perdas por improvisação	95
Figura 33 – Natureza das perdas das Perdas na Obra All	97
Figura 34 - Possível impacto na produção frente às perdas identificadas	98
Figura 35 – Matriz relação perda X impacto.....	99
Figura 36 – Matriz perda X natureza	100
Figura 37 - Oportunidade de melhoria identificados através da análise das perdas registradas	100
Figura 38 – IBPPCP da Obra BIV	103
Figura 39 - Quadro informativo da Obra BIV	104
Figura 40 - Lista de restrições da Obra BIV	104
Figura 41 – Perspectiva da Obra BIV setorizada	104
Figura 42 – Avanço da obra após conclusão do estudo	105
Figura 43 – Apoio da mangueira usada nas concretagens	106
Figura 44 – Acesso à rampa no térreo	107
Figura 45 – Caixa de argamassa sobre blocos cerâmicos.....	107
Figura 46 – Pedreiro sobre caixa de argamassa.....	108
Figura 47 – Carpinteiro em altura inadequada para montagem de fôrma.....	108
Figura 48 (a) Cavalete sobre tijolos; (b) Barras de aço dobradas para apoio da amarração das vigas.....	109

Figura 49 – Apoio do vibrador	109
Figura 50 – Percentual de improvisações observados por constructo	110
Figura 51 – Percentual de observações recorrentes de perdas por improvisação na Obra BIV	110
Figura 52 - Percentual de perdas identificadas nos processos observados na Obra BIV ...	111
Figura 53 - Decisão pelas improvisações observada por equipe na Obra BIV	112
Figura 54 – Percentual quanto origem das falhas na identificação de pré-requisitos dos processos da Obra BIV.....	113
Figura 55 – Possível impacto das improvisações na produção da Obra BIV.....	113
Figura 56 – Análise das perdas segundo a sua natureza	114
Figura 57 – Análise das perdas segundo o seu potencial impacto na produção	115
Figura 58 – Oportunidades de melhorias identificados através da avaliação das perdas ...	115
Figura 59 – Concretagem com improvisação devido a falta de equipamento adequado.....	116
Figura 60 – Evolução do PPC durante o estudo da Obra BIV	117
Figura 61 – Evolução semanal do percentual de improvisações por categoria identificados na Obra BIV	117
Figura 62 – Índice de pacotes de trabalho com improvisação semanal na Obra BIV.....	119
Figura 63 – Método de identificação de Perdas por Improvisação	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação da visão da produção como conversão e fluxo (Adaptado de Koskela, 1999).....	26
Tabela 2 - Definição dos tipos de perdas por improvisação.....	85
Tabela 3 - Critérios adotados para avaliação da perdas quanto a sua origem devido a falha na identificação dos pré-requisitos necessários para realização das tarefas.....	96
Tabela 4 – Resultados da segunda etapa do estudo B.....	118
Tabela 5 – Frequência de perdas por improvisação por pacote de trabalho	119

LISTA DE ABREVIATURAS

CPM: método do caminho crítico (*Critical Path Method*)

GEC: Grupo de Gestão e Economia da Construção

IBPPCP: Índice de Boas Práticas de Planejamento e Controle da Produção

IGLC: *International Group for Lean Construction*

IRR: Índice de Remoção das Restrições

JIT: *Just in Time*

KC: *Kit* Completo

LPS: Sistema *Last Planner*

NORIE: Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação

PCP: Planejamento e Controle da Produção

PMP: Planejamento de Médio Prazo

PERT: técnica de avaliação e revisão de programa (*Program Evaluation and Review Technique*)

PPC: Percentual de Planos Concluídos

STP: Sistema Toyota de Produção

UFRGS: Universidade federal do Rio Grande do Sul

1 INTRODUÇÃO

O contexto no qual o trabalho está inserido, o problema de pesquisa e os objetivos desta dissertação são apresentados neste capítulo. Ao final, apresentam-se as delimitações e a estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Atualmente existe muito otimismo quanto ao crescimento do setor da construção civil na economia nacional. Para 2010, a expectativa da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) é de uma expansão do setor na ordem de 8% no País, já o Sindicato das indústrias da Construção do Estado do Rio Grande do Sul (SINDUSCON-RS) espera um crescimento de 7,5% no Estado (CBIC, 2009). Esta expectativa, segundo a CBIC, se deve em parte às ações adotadas pelo governo frente à crise financeira de 2008, tais como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Programa Minha Casa, Minha Vida, além, é claro, do aumento das aplicações dos bancos no financiamento habitacional, viabilizado, em parte, pela queda das taxas de juros. Assim, são previstos grandes investimentos tanto no setor imobiliário e como no de infra-estrutura.

O resultado da última pesquisa publicada sobre a situação da construção civil no país (IBGE, 2008) revela que o nível de atividade das empresas de construção traduz o processo de fortalecimento da renda e os efeitos das medidas de incentivo direcionadas ao setor, realizando incorporações, obras e outros serviços. Entretanto, em que pese a importância deste setor, ainda há muitas discussões quanto à sua baixa produtividade, elevadas perdas, falhas de qualidade e condições inadequadas de trabalho. Scheer *et al.* (2007) apontam que os métodos construtivos adotados neste setor ainda são mal concebidos, e a mão-de-obra é insuficientemente treinada e desenvolvida.

Isatto *et al.* (2000) destacam que algumas mudanças já ocorreram no setor, pois muitas empresas sentiram-se forçadas a buscar melhorias para seus sistemas gerenciais, principalmente quanto à produção, a fim de promover qualidade, produtividade e, por conseguinte, sua competitividade. Para esses autores, isso ocorreu devido ao aumento da

competição existente no setor, do nível de exigência dos seus principais clientes e das reivindicações por melhorias das condições de trabalho por parte da mão-de-obra.

Apesar dos avanços do setor, para Barros Neto (1999), na construção civil a preocupação com a gestão da produção é historicamente limitada, pois a construção propriamente dita é responsável por aproximadamente 50% do custo do empreendimento, sendo o restante do custo atribuído a gastos com marketing, vendas e terreno. Para o referido autor, em empresas de outros setores, esse quadro passou a ter um significado diferente devido à importância que a indústria japonesa deu à função produção e aos resultados que foram obtidos conseqüentemente. Neste sentido, segundo Koskela (1992), a indústria da manufatura tem sido um ponto de referência e uma fonte de inovações para a construção por muitas décadas.

Diversas tentativas têm ocorrido para adaptar conceitos de gestão da produção desenvolvidos para outras indústrias para o setor da construção civil. No Brasil merece destaque a implementação do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). Entretanto, para Isatto *et al.* (2000), mesmo com os benefícios trazidos com a filosofia do SGQ, amplamente disseminada no setor através da implementação de sistemas da qualidade para fins de certificação, percebe-se que as necessidades da empresa são atendidas apenas de forma parcial: os conceitos, princípios e ferramentas desse sistema não contemplam, com a devida profundidade, questões relacionadas à eficiência e eficácia dos sistemas de produção.

Dada as dificuldades reveladas no setor, o processo de planejamento e controle da produção (PCP) tem então um papel fundamental no desenvolvimento da construção civil, pois inúmeros estudos no Brasil e no exterior indicam que deficiências no planejamento e controle são as principais causas da baixa produtividade do setor, das suas elevadas perdas e baixa qualidade de seus produtos (FORMOSO *et al.*, 1999). Para Laufer (1990), o planejamento é necessário por diversos motivos:

- Compreender melhor os objetivos para aumentar a possibilidade de alcançá-los;
- Definir o trabalho necessário para habilitar cada participante do empreendimento a identificar e planejar suas atividades;
- Desenvolver uma referência básica para um processo de orçamentação e programação;

- Melhorar a coordenação e integração multi-nível (vertical), multi-funcional (horizontal), além de produzir informações para a tomada de decisões mais consistentes;
- Evitar decisões errôneas para projetos futuros, através da análise do impacto das decisões atuais;
- Melhorar o desempenho da produção através da consideração e análise de processos alternativos;
- Aumentar a velocidade de resposta para mudanças futuras;
- Fornecer padrões para monitorar, revisar e controlar a execução do empreendimento;
- Explorar a experiência acumulada do gerenciamento e execução de empreendimentos, em um processo de aprendizagem sistemático.

Segundo Jang (2008), há uma tendência em aumentar a eficiência na gestão da produção quando todos os envolvidos compreendem a importância de haver mais informações antes do início dos trabalhos, entrega de materiais, atendimento de pré-requisitos entre outras atividades. Neste sentido, a habilidade de antever possíveis barreiras à execução de um empreendimento capacita as empresas a trabalhar em ambientes incertos, bem como, a solucionar eventuais problemas antes da realização das tarefas, protegendo, assim, a produção (SANTOS; MENDES JR., 2001). Contudo, diversas tentativas têm ocorrido para adaptar conceitos de gestão da produção desenvolvidos para outras indústrias para o setor da construção civil, dentre elas o refinamento do processo de planejamento e controle da produção (PCP).

Dentre os modelos de PCP utilizados no setor da construção civil, merece destaque o Sistema *Last Planner*¹ de Controle da Produção, desenvolvido por Ballard e Howell (1998), que vem sendo adotado por diversas empresas do setor da construção civil do Brasil (BERNARDES, 2001; BORTOLAZZA, 2006; MOURA, 2008). De fato, a partir do *Last Planner*[®], foi desenvolvido um modelo de PCP no NORIE/UFRGS, que vem sendo continuamente refinado através de diversos estudos (ALVES, 2000; BERNARDES, 2001; SAURIN, 2002; CODINHOTO, 2003; COELHO, 2003; AKKARI, 2003; OLIVEIRA, 2010; CAMBRAIA, 2004; SCHRAMM, 2004; KERN, 2005; MOURA, 2008; TRESCASTRO, 2005; RODRIGUES, 2006, SCHRAMM, 2009).

¹ *Last Planner*. Último planejador

Adaptado de modelos e conceitos desenvolvidos na indústria da manufatura, o sistema *Last Planner®*, foi desenvolvido com o propósito de aumentar a confiabilidade dos planos e proteger a produção dos efeitos da incerteza, buscando incorporar ao processo de PCP a gestão de fluxo de produção e a consideração sistemática da variabilidade (BALLARD, 2000). Segundo Hamzeh; Ballard; Tommelein (2008), o Last Planner contribui para reduzir a variabilidade dos fluxos de trabalho e para aumentar a produtividade nos canteiros.

Os trabalhos de Bortolazza (2006) e Moura (2008), que buscaram avaliar a implementação do LPS em algumas empresas, não foram conclusivos em relação ao seu impacto e revelaram que há dificuldades por parte das empresas em compreender alguns de seus conceitos fundamentais, como, por exemplo, a implementação do planejamento em nível de médio prazo (denominado de *look-ahead*), o que afeta bastante algumas atividades importantes para a gestão da produção, tais como: fornecimento de materiais, entrega de informações de projeto, logística de canteiros de obra, entre outras. Neste nível, devem ser identificadas e removidas as restrições, para proporcionar a proteção da produção e, assim, aumentar a confiabilidade dos planos de curto prazo (JANG; KIM, 2008). Conseqüentemente, o nível de planejamento de médio prazo é considerado um elemento essencial para a redução de custos e durações das atividades (BALLARD, 1997).

Diversos autores têm apontado que a falta de planejamento pode ser considerada como uma das causas principais para a ocorrência de perdas na construção, sendo, então, importante o desenvolvimento de trabalhos que venham a melhorar o desempenho deste processo (SOILBELMAN, 1993; ALARCÓN, 1997, FORMOSO *et al.*, 1999; ALVES, 2000).

Para Ohno (1997), desperdício ou perda se refere a todos os recursos de produção que só aumentam os custos e não agregam valor ao produto final, sendo que podem ser identificadas sete grandes categorias de perdas em processos de manufatura: superprodução, espera, transporte, processamento em excesso, estoques disponíveis, movimentação desnecessária e a produtos defeituosos. Ainda segundo Ohno (1997), identificar e compreender as causas de cada tipo de desperdício que ocorre na produção é o primeiro passo para diminuir os custos e aumentar a produtividade. Neste sentido, a busca por melhorias no ambiente produtivo deve iniciar pela identificação das perdas, através da análise das suas causas e da realização de ações para reduzir ou eliminar essas causas (SERPELL *et al.*, 1996).

Koskela (2004) ainda propõe uma oitava categoria de perdas, além das sete propostas por Ohno (1997), denominada *making-do*². Esta categoria adicional leva em consideração as improvisações que ocorrem quando os trabalhos são iniciados sem que todos os itens (materiais, informação e pessoas) estejam disponíveis para a sua conclusão, problema este apontado por Ronen (1992) em outros setores. Tais perdas, segundo Koskela (2004), são freqüentes na construção civil devido a grande variabilidade e incerteza, e também pela ineficácia do planejamento e controle em nível de médio prazo, no qual se busca reduzir a variabilidade dos fluxos a montante da produção.

Neste sentido, o presente trabalho dá continuidade aos estudos sobre PCP, desenvolvidos no NORIE-UFRGS, sendo focado na relação das perdas por improvisação (*making-do*) com o processo de identificação e eliminação de restrições, no nível de planejamento e controle de médio prazo. Este trabalho busca uma nova forma de análise das dificuldades de implementação do planejamento em nível de médio prazo, buscando aumentar a eficácia do planejamento e controle da produção.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Hamzeh, Ballard e Tommelein (2008) apontam o desempenho insatisfatório do PCP em nível de médio prazo e propõem diretrizes para as etapas de realização dos planos neste nível. Alguns trabalhos apontam funções e diretrizes para o planejamento de médio prazo (PMP) (BALLARD, 1997; KOSKELA, 1999; BALLARD, 2000; COELHO, 2003; BALLARD; HOWELL, 2004; KEMMER *et al.*, 2007) e estas servem de ponto de partida para futuros estudos para desenvolver procedimentos para melhorar o desempenho do PMP.

Segundo estudos recentes que buscaram avaliar o *Last Planner*[®], o nível de planejamento de médio prazo tem apresentado muitos problemas de implementação (HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2008). Alarcón e Calderón (2008) apontaram o limitado uso de alguns elementos importantes do PMP, tais como o processo *make-ready*³ e as ações corretivas. Bortolozza (2006), por sua vez, aponta em seu estudo dificuldades, por parte das empresas, em realizar a implementação da análise e remoção sistemática das restrições. Em que pese a identificação destes problemas no PMP, poucos estudos analisam em profundidade as dificuldades para a implementação do PMP. Neste sentido, o estudo das

² *Making-do*: no sentido de gerenciar com o que se tem disponível, improvisar ou em uma linguagem mais coloquial “dar um jeitinho”

³ Processo *Make-Ready*: no sentido de tornar aptas de serem executadas as tarefas que serão realizadas em um futuro próximo, a partir do processo que inclui todas as ações para identificar e remover as suas restrições.

perdas por improvisação parece ser uma oportunidade para analisar as dificuldades de diminuir a variabilidade dos fluxos a montante da produção.

Estudos recentes realizados nos EUA, que buscaram avaliar o impacto do *Last Planner*®, confirmaram as dificuldades existentes para o desenvolvimento do planejamento no nível de médio prazo, sugerindo a aplicação de indicadores para medir a confiabilidade dos fluxos de trabalho (MITROPOLOUS, 2005; JANG; KIM, 2008; HAMZEH; BALLARD; TOMMELEIN, 2008). Jang e Kim (2008), em particular, recomendam a realização de estudos focados na melhoria desta atividade devido ao seu potencial impacto na melhoria do desempenho da produção. Por fim, identifica-se nos trabalhos a necessidade de melhor compreender o PMP para que seja possível avaliar o impacto de sua efetiva participação no sistema de planejamento, pois este parece ser o nível menos desenvolvido de planejamento (FORMOSO; ISATTO, 2009).

Jang e Kim (2008) ainda apontam a necessidade de mais estudos que busquem compreender o processo de PMP e de haver um indicador pró-ativo que contribua em anteceder os problemas que ocorrem no fluxo de trabalho. Entretanto, mesmo que se busque avaliar ou medir o desempenho do processo de PMP, alguns trabalhos (BERTELSEN *et al.*, 2006; 2007) sugerem a falta de estudos conceituais sobre o planejamento de médio prazo, abordando, entre outras questões, o seu papel na gestão dos fluxos.

Falhas na identificação dos pré-requisitos necessários para a realização das atividades além de comprometer o fluxo de trabalho, comprometem um dos critérios propostos por Koskela (1999) que diz respeito às condições não ideais de trabalho rotineiramente identificadas na construção. Para Coelho (2003), faz parte a do processo de remoção de restrições a avaliação das necessidades específicas para cada processo. Dado a importância desta etapa de planejamento para identificar todos os pré-requisitos das atividades a serem realizadas em uma obra chama-se atenção para os poucos estudos que abordam tal tema nos últimos anos (COELHO, 2003; CODINHOTO, 2003; JANG 2008), principalmente abordando as conseqüências que envolvem o processo de planejamento quando não implementado corretamente. O primeiro passo para ampliar a compreensão sobre esta etapa do sistema de planejamento é então compreender de que forma ele falha.

Ramaswamy e Kalidindi (2009) afirmam que as pesquisas desenvolvidas nos últimos anos não têm sido conduzidas de forma a observar todos os tipos de perdas existentes nos processos de construção. Os referidos autores também analisaram estudos de diferentes países nos quais as perdas foram quantificadas e apontaram que através destes estudos

indica-se uma parcela significativa de atividades que não agregam valor na construção o que justifica a importância de serem realizados estudos sobre as perdas no setor.

Koskela (2004), ao identificar a necessidade de estudos empíricos para verificar a ocorrência das perdas por *making-do* e avaliar as suas conseqüências, questiona se a sua eliminação ou solução é possível no contexto na construção. Assim, esta verificação em diferentes situações de produção é necessária para avaliar a utilidade do conceito proposto e compreender a sua relação com as falhas na identificação de restrições no nível de planejamento de médio prazo. Para tanto é necessário investigar em mais profundidade as barreiras existentes para a implementação do planejamento de médio prazo e entender em que circunstâncias estas perdas ocorrem. Por fim, cabe investigar de que forma este problema poderia ser abordado a fim de contribuir para melhoria das atividades no nível de médio prazo.

1.3 QUESTÕES DE PESQUISA

Com base no problema de pesquisa apresentado acima, foi proposta inicialmente a seguinte questão de pesquisa: **Como mensurar as perdas por improvisação em canteiros de obras, de forma a retro-alimentar o PCP, particularmente em nível de médio prazo?**

Esta questão foi posteriormente desdobrada nas seguintes questões secundárias:

1. Quais as barreiras existentes para a atividade de identificação e eliminação das restrições no processo de planejamento de médio prazo de uma obra?
2. Em que medida o processo de identificação de restrições pode reduzir as perdas por improvisação?
3. Como avaliar o impacto das perdas por improvisação nos processos de produção em um canteiro de obra?
4. Como avaliar o impacto das perdas por improvisação, a partir do planejamento de curto prazo, para gerar informação que auxilie o processo de identificação e remoção de restrições?

1.4 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral **propor um método de identificação e quantificação das perdas por improvisação que possa retro-alimentar o processo de**

planejamento e controle da produção em canteiros de obra, particularmente no nível de médio prazo. Para tanto foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar as barreiras existentes para a atividade de identificação e remoção de restrições no PMP.
2. Identificar a relação dos principais tipos de improvisação com as falhas no processo de identificação de restrições em obras da construção civil e o seu possível impacto na produção.
3. Propor diretrizes para identificar e avaliar as perdas por improvisação, a partir de dados gerados no planejamento e controle de obras, de forma a colaborar com a melhoria deste processo.

1.5 DELIMITAÇÕES

As principais delimitações da pesquisa referem-se aos contextos nos quais foram desenvolvidos os estudos empíricos. Foram desenvolvidos dois estudos em obras de edificações convencionais, e características semelhantes, pois as edificações eram do tipo comercial e apenas durante as etapas construtivas apresentadas nos estudos em duas empresas. Assim, as características de vários outros contextos existentes no setor da construção civil não foram consideradas.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em sete capítulos. O primeiro consiste na introdução, na qual são apresentados o contexto e o problema da pesquisa, as questões e objetivos da dissertação e as delimitações da pesquisa.

A revisão bibliográfica está dividida em três capítulos. O capítulo dois apresenta uma breve revisão sobre os conceitos e princípios que originaram a filosofia de produção enxuta e que sustentam o novo paradigma da produção na construção civil. O capítulo três trata de um dos focos principais de melhoria na nova filosofia de produção, a redução de perdas. Inicialmente são apresentados os conceitos básicos que definem as perdas no Sistema Toyota de Produção, com ênfase em trabalhos realizados na construção. Por fim, é apresentado o conceito de perda por *making-do*, traduzido neste trabalho como perda por improvisação, e outros conceitos necessários para a sua compreensão. E, o capítulo quarto apresenta brevemente o Sistema de Planejamento *Last Planner*®, com destaque para o planejamento em nível de médio prazo, e alguns de seus conceitos básicos.

O capítulo cinco descreve detalhadamente o método de pesquisa utilizado para a realização do trabalho. O capítulo inicia com a justificativa da escolha da estratégia de pesquisa adotada para o seu desenvolvimento. Após, são apresentados o delineamento do processo de pesquisa e a descrição das suas etapas, incluindo as técnicas utilizadas para a coleta de dados.

No sexto capítulo, os resultados da pesquisa são apresentados e discutidos incluindo o método para identificar e mensurar as perdas por improvisação.

Finalmente, o sétimo capítulo é composto pelo resumo das conclusões e sugestões para futuros trabalhos.

2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Este capítulo apresenta os conceitos e princípios que originaram a filosofia de produção enxuta e que sustentam o novo paradigma da produção na construção civil.

2.1 ORIGEM DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) nasceu da necessidade de reduzir custos, num desafio feito pelo presidente da *Toyota Motor Company*, Kiichiro Toyoda, ao engenheiro de produção Taiichi Ohno. O sistema da Toyota tem sido amplamente estudado e discutido, desde que chamou a atenção do mundo devido à alta qualidade de seus automóveis (OHNO, 1997). O modo como a Toyota concebia e fabricava os veículos resultou em um alto desempenho de processos e produtos, passando, assim, a ser referência como um modelo de produção para todos os setores que buscam melhorar a qualidade de seus produtos, reduzir custos e aumentar sua produtividade (LIKER, 2005). Entretanto, como foi concebido num longo processo de tentativa e erro, apenas há alguns anos passou a ser estudado por acadêmicos (KOSKELA, 2000). Spear e Bowen (1999) ainda argumentam que o sistema emergiu naturalmente do funcionamento da empresa e, em consequência disso, nunca foi formalizado e até mesmos os funcionários da empresa têm dificuldade em explicá-lo de forma articulada.

2.2 FUNDAMENTOS E PRINCÍPIOS ESTABELECIDOS POR OHNO (1997) E SHINGO (1996)

Ohno (1997) e Shingo (1996) discutem os principais elementos do STP, destacando a importância do *just-in-time* (JIT) e da autonomação para o sucesso do sistema. O primeiro representa a estratégia para atingir a produção com um limitado estoque (SHINGO, 1996), na qual os itens necessários à montagem de um produto devem chegar à produção no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. Neste sentido, para Shingo (1996), os estoques são desnecessários e deve-se buscar a sua eliminação do processo. Autonomação, para o referido autor, significa automação com um toque humano, ou seja, referem-se a máquinas com dispositivos de segurança de parada automática.

Esses dispositivos permitem que os trabalhadores possam operar várias máquinas e ainda detectar desvios ou defeitos na produção (SHINGO, 1996).

O STP ainda envolve uma série de práticas que se tornaram mundialmente conhecidas, tais como os cartões *kanban*, o círculo de controle da qualidade, o programa 5S e os painéis *andon*. Entretanto, para Ohno (1997), o STP está fundamentado na aplicação de um conjunto de conceitos fundamentais à gestão da produção, tais como: metas claras, habilidades individuais, trabalho em equipe, sincronização e ritmo da produção, mudanças comportamentais e identificação dos desperdícios.

Na tentativa de explicitar essas idéias de forma mais estruturada, Shingo (1996) apresenta o STP sob o ponto de vista da engenharia da produção e define então processo como o fluxo de materiais (produto) de um trabalhador para outro. Em outras palavras, os estágios pelos quais a matéria-prima se move até se tornar um produto. Neste sentido, para Shingo (1996), processo refere-se a quatro estágios distintos no fluxo de transformação de matérias-primas em produtos:

- a) Processamento: uma mudança física no material ou na sua qualidade (montagem ou desmontagem);
- b) Inspeção: comparação com um padrão estabelecido;
- c) Transporte: movimento de materiais ou produtos, ou seja, mudanças nas suas posições; e
- d) Espera: período de tempo durante o qual não ocorre nenhum processamento, inspeção ou transporte. Pode ser classificado em espera no processo (o lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior) e espera de lote (quando cada peça componente de um lote espera até que todas as peças do lote tenham sido processadas) (SHINGO, 1996).

Diferente de processo, as operações referem-se à atuação das pessoas e dos equipamentos disponíveis (SHINGO, 1996) e assim este autor as classifica como:

- a) Operações de setup: preparação antes e depois das operações, tais como remoção e ajustes de matrizes e ferramentas;
- b) Operações principais: execução do trabalho necessário. Pode ser dividida em duas subcategorias: operações essenciais (correspondem aos pontos da rede em que as operações e os processos se encontram no tempo e espaço)

e auxiliares (constituem-se na execução de atividades que se encontram imediatamente antes e depois da realização das operações essenciais);

- c) Folgas marginais ou não ligadas ao pessoal: são os tempos nos quais os operários não estão realizando qualquer operação e suas causas não estão ligadas à ação direta das pessoas;
- d) Folgas ligadas ao pessoal: não se relacionam à operação e são relativas às necessidades do operador.

Com base na conceituação de processos e operações, Shingo (1996) sugere que a eliminação dos desperdícios ocorra de duas formas: melhorias no processo ou na operação. Assim, para Ohno (1997), existem duas formas de se obter ganhos de eficiência: (a) pelo aumento da eficiência das atividades de conversão e de fluxo; e (b) pela eliminação das atividades que não agregam valor. De acordo com o STP, a capacidade de produção em um sistema produtivo é o resultado da soma de trabalho e perdas, conforme a seguinte equação (OHNO, 1997):

$$\text{Capacidade de Produção} = \text{trabalho} + \text{perdas}$$

Para Ohno (1997), trabalho compreende as atividades que levam o processo a efetivamente alcançar seu fim e pode ser definido de duas formas: como o trabalho que adiciona valor e que se refere ao trabalho efetivo – ou representa algum tipo de processamento –, ou seja, aquilo que agrega valor ao produto; ou como o trabalho que não adiciona valor, representado por atividades que dão suporte ao processamento propriamente dito (por exemplo, movimentos decorrentes das condições atuais de trabalho que auxiliam a realização do processamento). Neste sentido, para o referido autor, perdas são todas as atividades desnecessárias que geram custos e não agregam valor ao produto e que, portanto, devem ser eliminadas do sistema de produção. O conceito de perda é fundamental no STP e será abordado no capítulo 3.

2.3 TENTATIVAS DE GENERALIZAÇÃO DO STP

Alguns autores (SPEAR; BOWEN, 1999; WOMACK; JONES, 2003; LIKER, 2005) propuseram abstrações do STP, nas quais, através da descrição deste e a partir de um conjunto de conceitos, princípios ou regras, buscou-se facilitar a difusão do sistema desenvolvido na Toyota para outras empresas e setores produtivos. A partir destas abstrações, foram propostas diferentes designações para este modelo, com destaque para

mentalidade ou produção enxuta, as quais, em geral, destacam a necessidade de reduzir desperdícios ao longo dos processos.

A primeira tentativa de representar didaticamente o STP foi desenvolvida internamente na Toyota, através da figura de uma casa que contém telhado, pilares e base (LIKER, 2005). Assim, Dennis (2008) apresenta o STP de forma sucinta e de fácil compreensão e traz a figura da casa como a imagem básica da produção enxuta na qual a base do sistema é a estabilidade e a padronização, os pilares são JIT e a autonomia, para produzir produtos com o objetivo de atender os requisitos dos clientes (Figura 1). Esta representação tem como objetivo ensinar o STP para a base de fornecedores da empresa, o fato de ser representado por uma casa tenta trazer a idéia de que o sistema é baseado em uma estrutura, não apenas em um conjunto de técnicas (LIKER, 2005).



Figura 1 – Imagem básica da produção enxuta adaptado de JMA⁴ (1989) apud Dennis (2008)

Liker (2005) ainda destaca a idéia de que todos os elementos da casa são críticos e que o mais importante é o modo como eles se reforçam. Segundo este autor, o *just-in-time* e o fluxo unitário de peças reforçam a autonomia, onde os trabalhadores são aptos a resolver imediatamente e com urgência qualquer problema que surgir na produção, inclusive parando a produção se necessário. No alicerce da casa está a estabilidade, que é necessária para que o sistema não seja interrompido constantemente (LIKER, 2005).

Com a redução dos estoques os problemas emergem e ocorre a instabilidade no sistema, assim, no STP, quando um operador pára um equipamento para consertar um problema, outras operações são interrompidas em seguida e os problemas devem ser solucionados (SHINGO, 1996). Assim, segundo o referido autor, no sistema há a necessidade de se resolver os problemas imediatamente e em conjunto a fim de retomar a produção. Para Liker

⁴ Japanese Management Association – Kanban – Just in Time at Toyota. Productivity Press, Portland, 1989.

(2005), as pessoas devem estar no centro da casa porque, na sua visão, somente através da melhoria contínua, a operação pode alcançar à estabilidade necessária. Neste sentido, as pessoas devem ser treinadas para encontrar o desperdício e eliminar problemas reais, perguntando-se freqüentemente qual é a verdadeira causa desses problemas (LIKER, 2005). Ainda, todo o controle do sistema é realizado de forma visual e, principalmente, rápida, através do gerenciamento visual.

Um exemplo de tentativa de generalização do STP é proposto por Liker (2005) através de 14 princípios os quais o referido autor considera fundamentais para a gestão e que estão divididos em quatro categorias, os chamados 4P's⁵ – Filosofia, Processo, Pessoal/Parceiros e Solução de problemas. Dentre estes princípios, Liker (2005) aponta que, embora muitos conceitos e ferramentas básicas do STP sejam conhecidos nas empresas, com freqüência não se compreende como estes podem funcionar juntos num sistema.

Já Womack e Jones (2003) propõem a abstração do STP através de cinco princípios básicos: (a) especificação de valor; (b) alinhamento na melhor seqüência das ações que criam valor; (c) realização dessas atividades sem interrupção; (d) toda vez que alguém as solicita e (e) de forma cada vez mais eficaz. Estes princípios representam também um roteiro de implementação, sendo difundidos de forma sintetizada pelas seguintes expressões: valor, fluxo de valor, fluxo, puxar e perfeição.

Spear e Bowen (1999) discutem algumas regras implícitas adotadas pela Toyota e que não são descritas por outras tentativas de abstração do STP e que, segundo os referidos autores, explicam a capacidade de aprendizagem da Toyota através de um método científico. Spear e Bowen (1999) chamam a atenção para um paradoxo existente nas fábricas da Toyota onde as especificações rígidas criam as condições necessárias que possibilitam a existência de flexibilidade e criatividade na empresa. As regras observadas por estes autores referem-se a como as pessoas trabalham, como elas se conectam, como é constituída a linha de produção e como se pode melhorar. Segundo Spear e Bowen (1999), enquanto os processos não atingem o ideal de produção esperado (desperdício, defeitos, *lead time* zero e lote unitário de produção) por alguma deficiência, esta é fonte de tensão criativa para futuros esforços de melhoria.

⁵ Referem-se as palavras em inglês utilizadas por Liker (2005): *Philosophy, Process, People/Partners e Problem Solving*

2.4 TENTATIVAS DE ADAPTAÇÃO DO STP PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

A transferência e adaptação de conceitos e princípios do STP para a construção foi marcada pela publicação do trabalho “*Application of the new production philosophy in the construction industry*” por Lauri Koskela. Neste estudo, Koskela (1992) afirma que importantes mudanças ocorreram na indústria através da influência de uma Nova Filosofia de Produção originada pelos conceitos desenvolvidos no STP. Para esse autor, a principal mudança a partir da introdução do STP como novo paradigma da gestão da produção é conceitual e focada numa nova forma de entender os processos. O conceito de processo, proposto por este autor, é fortemente baseado na visão de Shingo (1996).

Com o objetivo de redução dos desperdícios no setor, Koskela (1992) afirma que a construção deve ser encarada como composta por fluxos. Entretanto, o maior problema desta abordagem é causado tanto pelos tradicionais conceitos de projeto, produção e organização, como pelas peculiaridades do setor (KOSKELA, 2000). Para este autor, o setor da construção se diferencia dos demais devido às seguintes características:

- Possuir caráter de produto único ou protótipo, pois a etapa de desenvolvimento do produto é parte integral durante o processo de produção;
- Ter a construção do produto realizada no local, o que afeta a natureza dos fluxos de produção;
- Ser uma organização temporária, pois há contínua alteração entre as interfaces inter-organizacionais o que pode comprometer os fluxos diferente de que ocorre em outras indústrias.

Para Womack e Jones (2003), qualquer atividade na produção é realizada através de um fluxo. Tommelein, Riley e Howell (1999) afirmam que o fluxo de trabalho pode ser caracterizado de diferentes formas: na manufatura ele é definido pela localização das máquinas, com os produtos parcialmente concluídos sendo transportados de uma máquina para a próxima; já na construção, o produto construído é estacionário, e são as equipes de várias especialidades que se movem de locação em locação, completando o trabalho que é pré-requisito para o início do trabalho da equipe seguinte. Entretanto, segundo estes autores os dois casos podem ser vistos como sistemas de produção e desta forma os princípios desenvolvidos para sistemas de manufatura são aplicáveis à construção.

Assim, Koskela (1992) adota o conceito de processo como um fluxo de materiais ou informações, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por

atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção. Neste sentido, para o referido autor esta nova abordagem estabelece que o foco na gestão dos fluxos da produção implica na redução das atividades que não agregam valor e no controle das perdas conseqüentes do processo produtivo. Slack *et al.* (1997) afirma que o principal argumento contra a abordagem tradicional recai sobre a condição de independência entre os estágios produtivos. Na essência, os novos conceitos implicam na dupla visão da produção, que consiste em conversão e fluxos. A eficiência total da produção é atribuída a eficiências do desempenho das atividades de conversão e também a soma das eficiências das atividades de fluxo através das quais as atividades de conversão estão conectadas (KOSKELA 1992). Ainda segundo Koskela (1992), enquanto todas as atividades geram custo e consomem tempo, apenas as atividades de conversão agregam valor a um material ou informação que é transformado em produto, e por isso deve-se focar para que estas se tornem mais eficientes, enquanto as atividades de fluxos devem ser reduzidas ou eliminadas, pois não geram valor.

Para Koskela (1992), a gestão da produção na construção civil é conduzida através de sua divisão em etapas e sub-etapas cujo foco é apenas na conversão de matéria-prima no produto final, o que tende a resultar em mais perdas no setor. Além disso, tal autor afirma que os esforços para melhoria da produção são negligenciados pela não consideração das atividades que compõem os fluxos da produção. Assim, a partir dessa nova abordagem é possível compreender a origem das perdas e trabalhar na melhoria dos processos e na redução das atividades que não agregam valor. Para Koskela (2000), as peculiaridades da construção, influenciam fortemente a estrutura e o comportamento dos fluxos de materiais neste setor, pois a produção é vulnerável a variabilidade dos fluxos de entrada. Koskela (2000) ainda propôs um conjunto de seis princípios para gestão da produção, relacionados à visão da produção como fluxo. Cada um deles está apresentado a seguir de forma sucinta, com base em Koskela (1992; 2000):

- a) Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor – Está relacionado à necessidade de eliminar os desperdícios, conforme a discussão acima, um dos focos principais do STP;
- b) Reduzir o *lead time* dos processos - obtida principalmente através da redução do tamanho do lote e da eliminação de atividades que não agregam valor;
- c) Reduzir a variabilidade dos processos - este princípio também está relacionado à necessidade de eliminar desperdícios, uma vez que a variabilidade tende a adicionar atividades que não agregam valor aos

processos. Entretanto, tem também forte relação com a geração de valor para o cliente, já que produtos menos variáveis tendem a deixar os clientes mais satisfeitos;

- d) Simplificação dos processos pela minimização do número de passos ou partes - torna o sistema de produção menos vulnerável a problemas de qualidade e possibilita a eliminação de atividades que não agregam valor;
- e) Aumentar a flexibilidade de saída dos processos - existem diversas abordagens para oferecer um certo grau de flexibilidade de produto, o que tende a aumentar o valor do produto, sem reduzir substancialmente a eficiência dos sistemas de produção;
- f) Aumentar a transparência de processos - permite fazer com que os erros venham à tona, para que os problemas possam ser rapidamente resolvidos. Possibilita também a eliminação de atividades que não agregam valor.

Mesmo assim, Koskela (1992) aponta que a ineficácia na transposição dos princípios desenvolvidos em outros ambientes produtivos ocorre porque estes não foram suficientemente abstraídos e aplicados sob a consideração das peculiaridades intrínsecas do ambiente da construção civil. A Tabela 1 apresenta um quadro comparativo entre os modelos de produção, o tradicional e como um fluxo. Segundo Henrich, Santos e Koskela (2006) o conceito de conversão não é capaz de possibilitar a eficaz identificação ou redução do uso excessivo de recursos, necessitando considerar simultaneamente o conceito de fluxo.

Tabela 1 - Comparação da visão da produção como conversão e fluxo (Adaptado de Koskela, 1999)

	CONVERSÃO	FLUXO
Conceitos da Produção	conversão de entradas (materiais, informação) em saídas (produtos)	fluxo composto pelas etapas de transformação, inspeção, movimentação e espera
Princípios	Decomposição hierárquica; controle e otimização da decomposição das atividades	Eliminação das perdas (atividades que não são de transformação); redução do tempo; redução da variabilidade
Métodos e Práticas	Decomposição da estrutura em subsistemas (WBS); MPR; gráfico organizacional de responsabilidades	Fluxo contínuo, controle de produção puxada e melhoria contínua
Contribuição Prática	Tomar conta do que tem que ser feito	Ter cuidado para que o que é desnecessário seja realizado o menos possível
Aplicação prática	Gestão de tarefas	Gestão de Fluxos

Para Rooke *et al.* (2007), percebe-se em uma fábrica ou em um empreendimento de construção que estes são constituídos inteiramente por processos, entretanto apenas a partir de uma detalhada análise dos fluxos resultantes é que se pode discernir as implicações das peculiaridades do setor e suas possíveis contramedidas. Koskela (2000) exemplifica a visão de fluxo na produção da construção a partir do processo de instalação de uma esquadria:

- Fluxo de Materiais (rede de suprimentos) - uma janela é montada na fábrica, transportada para a obra, transferida para o local da instalação e instalada;
- Tarefa - a equipe de instalação da janela instala uma janela (ou mais);
- Fluxo do Local - todas as janelas seguem pela instalação (na prática a equipe move-se pela construção);
- Fluxo de Montagem - a construção segue através das fases de montagem (como instalação das janelas, construção das paredes, etc.);

Assim, como o trabalho de Koskela (1992) muitos outros trabalhos têm buscado adaptar os conceitos da produção enxuta para o ambiente da construção (BALLARD; HOWELL, 1998;

KOSKELA, 2000; ISATTO *et al.*, 2000; ALARCÓN; CALDERON, 2003; 2008; BULHÕES, 2009). Muitos destes trabalhos vêm sendo apresentados e discutidos nas conferências anuais do *International Group for Lean Construction* (IGLC).

3 PERDAS

Este capítulo trata de um dos focos principais de melhoria na nova filosofia de produção, a redução de perdas. Inicialmente são apresentados os conceitos básicos que definem as perdas no STP, com ênfase em trabalhos realizados na construção. Por fim, é apresentado o conceito de perda por *making-do*, traduzido neste trabalho como perda por improvisação, e outros conceitos necessários para a sua compreensão.

3.1 O CONCEITO DE PERDAS

Para Antunes (1995), os princípios defendidos por Ohno (1997) e Shingo (1996) são fortemente vinculados ao conceito de perda que vem sendo discutido desde Taylor e Ford. Segundo Taylor (1982)⁶ *apud* Antunes (1995), a noção de perdas, entre os industriais no início do século passado, vinculava-se basicamente ao desperdício dos materiais. Entretanto, para o referido autor, as perdas são associadas às causas relacionadas à ineficiência da mão-de-obra. Neste sentido, Ford (1926)⁷ *apud* Formoso *et al.* (2002) sugere o foco no trabalho humano como forma de prevenir as perdas, pois para ele, os materiais nada valem e só adquirem importância na medida em que chegam às mãos dos industriais.

Ohno (1997) estabelece como fundamental para a implementação do STP a total compreensão das perdas com o objetivo de eliminar o desperdício e assim reduzir os custos e aumentar o valor dos produtos. Para esse autor, identificar e compreender as causas de cada tipo de desperdício que ocorre na produção é o primeiro passo para diminuir os custos e aumentar a produtividade. Na produção, desperdício se refere a todos os elementos que só aumentam os custos e não agregam valor ao produto final (OHNO, 1997). Shingo (1996) argumenta que existe necessidade de priorização das melhorias nos processos em relação às operações e, mais do que isto, afirma que apenas as atividades de processamento agregam valor ao produto, e que todas as outras atividades são desperdícios e devem ser eliminadas, sempre que possível. Assim, para Ohno (1997), perdas são definidas como trabalho não necessário.

⁶ Taylor, F. W. Princípios gerais da Administração Científica. São Paulo, 1982.

⁷ Ford, H. *Today and tomorrow*, Doubleday, Garden City, N.Y., 1926.

A partir desta lógica, Ohno (1997) identifica sete categorias de perdas, as quais podem ser aplicadas a qualquer tipo de processo:

- a) Perdas por superprodução - devem ser o principal foco de melhorias nos sistemas produtivos (OHNO, 1997; SHINGO, 1996), pois auxiliam na ocultação de outras perdas. Shingo (1996) estabelece que estas perdas podem ser de dois tipos: quantitativa, decorrente da produção além da quantidade programada ou necessária, ou por compra de matérias-primas em quantidade maior do que é necessário; e por antecipação, decorrente da produção antes do momento necessário e assim, como consequência, produtos permanecem estocados aguardando o momento de serem comercializados;
- b) Perdas por transporte - decorrentes das atividades de movimentação de materiais, não associadas a qualquer tipo de processamento. No limite, a otimização do processo de transporte leva à eliminação da necessidade de transportar (SHINGO, 1996);
- c) Perdas no processamento em si - são decorrentes de atividades de processamento desnecessárias para que o produto adquira suas características funcionais, ou seja, representam o trabalho de processamento que poderia ser eliminado do processo sem afetar o produto;
- d) Perdas por fabricação de produtos defeituosos - representam a geração de produtos que apresentam características de qualidade fora da especificação ou padrão estabelecido e, por esta razão, não satisfazem os requisitos de aplicação. Trata-se do tipo de perda mais comum e visível, pois se materializa no objeto da produção, exigindo retrabalho ou refugo do produto;
- e) Perdas por movimentação - referem-se aos movimentos desnecessários executados pelos operadores durante a execução das operações principais. A redução dessas perdas tende a impactar positivamente o tempo total de operação;
- f) Perdas por espera – refere-se à falta de balanceamento no processo de produção, que ocasiona a paralisação de postos de trabalho, resultando em baixa taxa de ocupação de equipamentos e paralisação de atividades humanas (ANTUNES; KLIPPEL, 2002). Esta perda ocorre principalmente devido ao elevado tempo de *setup*, falta de sincronização da produção

devido ao inadequado balanceamento das equipes, quebras de máquinas, atraso na chegada de materiais, dentre outros (SHINGO, 1996); e

- g) Perdas por estoque - referem-se aos custos associados à manutenção e movimentação de estoques de matérias-primas, material em processamento e produtos acabados acontece pela manutenção de estoques de matéria-prima, material em processamento e produtos acabados.

Em um dado cenário de análise, as sete perdas descritas acima estão normalmente vinculadas entre si, sendo originárias de disfunções nos processos produtivos (SHINGO, 1996). Ressalta-se que, na lógica da análise de perdas, apenas as atividades de processamento podem agregar valor ao produto (KOSKELA, 1992). Shingo (1996) salienta que o principal papel da classificação das perdas é chamar a atenção das pessoas para os problemas existentes e que muitas vezes não são percebidos. De fato, outras categorias de perdas vêm sendo propostas na literatura, de forma a chamar a atenção para outros tais como acidentes, trabalho em condições sub-otimizadas (KOSKELA, 2000) e desenvolvimento de produtos que não atendem as necessidades dos clientes (WOMACK; JONES, 2003).

3.2 ESTUDOS SOBRE PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Formoso *et al.* (2002), o conceito de perdas na construção civil é, com freqüência, associado aos desperdícios de materiais. Para os referidos autores, uma justificativa para este enfoque refere-se à relativa facilidade de identificação e quantificação dos resíduos materiais. Pode-se identificar na bibliografia muitos estudos realizados no país e no exterior de levantamento das perdas materiais (SOIBELMAN, 1993), sua classificação (SKOYLES, 1976⁸ *apud* FORMOSO *et al.*, 2002), quantificação e análise das causas (BOSSINK; BROUWERS, 1996; FORMOSO *et al.*, 2002). No entanto, as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão-de-obra e equipamentos em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação (SANTOS *et al.*, 1996). Quanto às causas relacionadas às perdas materiais, Formoso *et al.* (2002) indica que problemas gerenciais são os maiores responsáveis pela elevada incidência destas perdas, principalmente aquelas relacionados a processos que antecedem a produção, como projeto, suprimentos e planejamento.

⁸ Skoyles, E. F. "Material wastage: A misuse of resources." *Building Research and Practice*, p.232-243, 1976.

Para Santos *et al.* (1996), as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor. A ocorrência de perdas na construção é consequência de um processo de baixa qualidade, que pode trazer como resultado não só uma elevação de custos, mas também um produto final de qualidade deficiente (FORMOSO *et al.* 1996). Entretanto, identificam-se poucos trabalhos que abordem questões conceituais sobre as perdas na construção conforme as categorias propostas por Ohno (1997).

Em que pese a sua importância quanto às questões ambientais (SHEN, 2004; CHA *et al.*, 2009) e relacionadas aos custos gerados (BULHÕES, 2001), as perdas materiais não estão entre as categorias propostas por Ohno (1987). Segundo Formoso *et al.* (2002), estas não são enfatizadas na literatura sobre produção enxuta, pois não ocorrem na indústria de forma tão relevante quanto no contexto da construção civil. Para os mesmos autores, os estudos anteriores indicam que a origem de grande parte das perdas levantadas se deve a atividades de fluxo tais como transporte de materiais, estoques e entregas.

Soibelman (1993) conceitua perdas com base na definição apresentada anteriormente de Ohno (1987), fazendo, contudo, uma classificação direcionada para as ações de intervenção em canteiros de obras que visam à redução das perdas, e, assim, as dividem em dois grupos:

- Perdas evitáveis – que correspondem a um nível aceitável de perdas, identificado quando o investimento necessário para sua redução é maior que a economia gerada;
- Perdas inevitáveis – estas ocorrem quando os custos de ocorrência são substancialmente maiores que os custos de prevenção.

Formoso *et al.* (2002) definem perdas, de uma forma bem mais ampla, como qualquer espécie de perda de recursos – material, tempo (mão-de-obra e equipamentos) e capital – processados por atividades que geram custo direto ou indireto, mas não adicionam valor para o produto final do ponto de vista do cliente. Koskela (1999) ressalta a importância das perdas na construção civil relacionadas à subutilização da capacidade de produção decorrente da realização do trabalho em condições não adequadas. Para o referido autor, podem não haver condições ideais de trabalho devido à incapacidade em detalhar planos com antecedência, a obstrução devido a estoques de materiais, a tentativa de dar conta do trabalho sem os equipamentos mais adequados para uma determinada tarefa, ou seja, falta de previsão e planejamento, e isso pode levar a interrupções no fluxo de trabalho ou às perdas por improvisação (item 3.3).

O retrabalho é um tipo de perda que também é bastante mencionada na construção civil, pois resulta de uma atividade inadequada, que pode ser eliminada sem que haja perda de valor no produto final (Ballard, 2000b). Este conceito é importante, pois assim como as perdas estudadas no STP, contribui para o aumento do custo e da duração dos projetos de construção civil (LOVE, 2002). Para este último autor, retrabalho é definido como um esforço desnecessário ao refazer um processo ou atividade que foi incorretamente realizada na primeira vez, que afeta não o custo e tempo o tempo para a realização de um processo, mas também traz outras conseqüências, conforme a Figura 2.

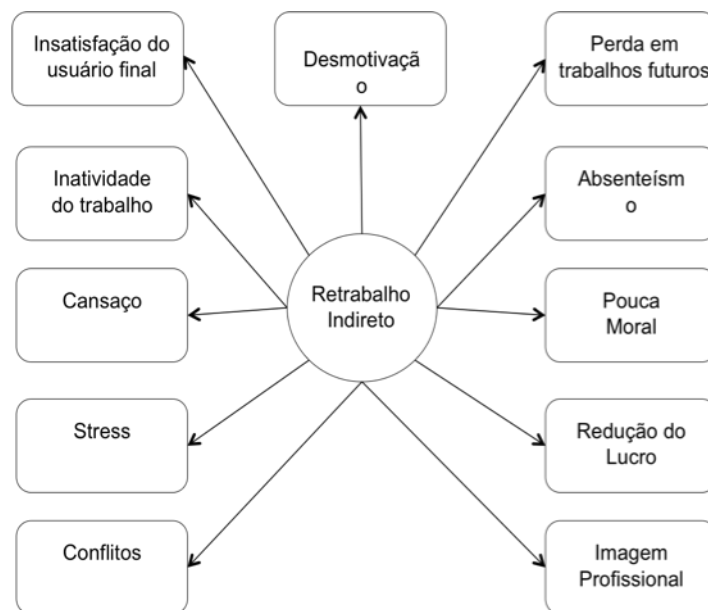


Figura 2 – Conseqüências indiretas do retrabalho (adaptado de Love, 2002)

Como nos estudos sobre perdas materiais, foram desenvolvidos trabalhos focados (GROSFELD-NIR; GERCHAK, 2002; FENG; TOMMELEIN; BOOTH, 2008; HWANG *et al*, 2009) na quantificação e análise das conseqüências do retrabalho em termos de custo e tempo despendido. Para Shingo (1996), retrabalho é uma conseqüência da ocorrência de defeitos na produção. Sua ocorrência pode variar, segundo Love (2002), devido à complexidade e ao tipo de projeto, escolha dos métodos, e grau de implementação de práticas de controle de qualidade. Assim, o retrabalho está relacionado a não haver condições ideais de trabalho e pode ser freqüentemente associado às improvisações (KOSKELA, 2004).

3.3 PERDAS POR IMPROVISAÇÃO

Koskela (2004) define como perda por *making-do* a situação na qual a tarefa começa antes que todos os recursos necessários estejam disponíveis para que o trabalho inicie ou

continue até seu término. Para o referido autor, o termo *making-do* tem uma conotação de *buffer* negativo, ou seja, contrapõe-se à situação em que a tarefa inicia com um estoque excedente de recursos disponíveis. Para Koskela (2004), isso ocorre para acomodar o impacto da variabilidade da produção e evitar que ocorram atrasos mantendo uma alta taxa de utilização de capacidade dos recursos.

A idéia de perdas por improvisação está implícita no trabalho de Ronen (1992), que propôs o método do *kit* completo, que sugere a necessidade de se iniciar qualquer processo de uma linha de produção com um *kit* completo de recursos. O autor citado afirma que o *kit* é fundamental para boas práticas na gestão da produção e sugere que todo o trabalho não deve começar antes que todos os itens requeridos para que este seja terminado estejam disponíveis.

O *kit* completo (KC) pode ser definido como um conjunto de componentes, projetos, documentos e informação, necessários para completar um processo, existindo dois tipos de kits, um de entrada e outro de saída que corresponde ao *kit* de entrada da próxima etapa (RONEN, 1992). Começar um trabalho com um *kit* incompleto pode resultar em mais horas-homem para terminá-lo e, assim, *lead time* mais longo; baixa qualidade e mais retrabalho; diminuição da produtividade; mais despesas operacionais; menos motivação; aumento da complexidade de controle e menos esforço para garantir a chegada dos itens que faltam no kit (RONEN, 1992). Koskela (2004) complementa a lista de prováveis conseqüências, tais como a questão de segurança, que não foi abordada no trabalho de Ronen (1992). Isto se justifica, pois, além destas serem reflexo das condições trabalho, é uma propriedade emergente nos sistemas produtivos (MITROPOULOS; CUPIDO, 2009).

Ronen (1992) também questiona por que se trabalha sem um KC, apontando alguns obstáculos para a adoção do conceito, tais como (a) a síndrome da eficiência, que está relacionada à busca pela maximização da utilização de capacidade dos recursos (os trabalhadores ou máquinas devem estar sempre ocupados); (b) pressão por uma resposta imediata; e (c) informação imprecisa dos materiais requeridos durante o planejamento

Além das contribuições de Ronen (1992), Koskela (2004) aponta duas evidências de que o conceito de perdas por improvisação é relevante para a construção civil:

- A necessidade de remoção de restrições dos pacotes de trabalho⁹ (BALLARD; HOWELL, 1998), tais como a disponibilidade de materiais,

⁹ Pacotes de trabalho são definidos no Last Planner como a identificação nos planos de o que, como, onde e por quem uma determinada atividade será realizada.

mão-de-obra, e projeto completo, para aumentar a eficácia do planejamento e controle da produção, e a reunião de todos os demais pré-requisitos;

- As observações de estudos empíricos nos quais se constatou que trabalhar em condições não adequadas era uma das mais importantes perdas na construção (KOSKELA, 2000).

Koskela (2004) ainda destaca que não basta verificar apenas se os itens estão disponíveis, mas também se estão adequados para o início e continuidade das atividades. Entretanto, o mesmo autor aponta que infelizmente as discrepâncias entre os pressupostos adotados nos planos e a realidade não são levadas em conta, resultando em situações nas quais as improvisações são a solução.

3.3.1 Definição de Improvisação

A bibliografia apresenta uma série de definições para improvisação em diferentes disciplinas, tais como artes, música, psicologia, administração, ensino, esportes, entre outras (MOORMAN, MINER, 1998; WEICK, 1998; CUNHA, CUNHA, KAMOCHE, 1999). O estudo da improvisação é adotado como referência para a compreensão do aprendizado organizacional (FLACH, ANTONELLO, 2008), sendo possível relacionar o conceito adotado nessa área do conhecimento com o conceito apresentado por Koskela (2004).

Weick (1998) analisa a palavra improvisação, cuja raiz significa fazer algo sem qualquer consideração prévia para prover algo com antecedência. Assim, algumas descrições de improvisação, freqüentemente associadas ao *jazz*, destacam a falta de consideração prévia e falta de planejamento, resultando na composição de algo espontaneamente produzindo no momento (WEICK, 1998). O referido autor ainda sugere três propriedades que devem ser analisadas em estudos de improvisação: grau de improvisação – desde uma adaptação até uma mudança radical; formas de improvisar; e improvisação cognitiva. Para este, improvisação é algo benéfico que permite continuar uma atividade sem problemas e está relacionado com a organização e em com as pessoas lidam com as improvisações para não deixarem o sistema parar ou ter prejuízos.

Moorman e Miner (1998) apresentam um quadro extenso com uma série de definições e contextos para improvisação em organizações relacionando as improvisações nas organizações com a memória organizacional. Esses autores definem improvisação como o grau no qual a composição e a execução de uma ação, convergem no tempo. Ainda, segundo Moorman e Miner (1998), esta relação é próxima à memória baseada no conhecimento de habilidades e à memória baseada no conhecimento factual. Os mesmos

autores propõem que ambas as formas de memória organizacional moderam o impacto dos resultados da improvisação nas organizações. Ao mesmo tempo, a improvisação influencia a memória organizacional por gerar novos experimentos e permitir o desenvolvimento de competências de alto nível na improvisação (MOORMAN; MINER, 1998).

Cunha, Cunha e Kamoche (1999) também analisam as definições para improvisação e as comparam com o termo *bricolagem*¹⁰ proposto por Levi-Strauss¹¹ (1966) *apud* Cunha (2004). Os referidos autores afirmam que não há consenso na literatura entre as diferenças entre improvisação e bricolagem e concluem que se trata de um mesmo conceito, embora algumas vezes o segundo representa uma dimensão do fenômeno improvisação. Para Cunha (2004), bricolagem pode ser definida como a invenção de recursos, a partir dos materiais disponíveis, com o intuito de resolver problemas antecipadamente. Para o mesmo autor, a bricolagem parte do que se tem disponível para gerar uma solução quando não há mais tempo e, por isso, é fortemente ligada à improvisação.

Para tentar definir melhor a diferença entre os dois conceitos, Verjans (2005) associa a palavra inglesa *tinkering*¹² ao termo bricolagem, pois esta se refere à falta de experiência e método ao fazer algo com os recursos disponíveis e, assim, está mais relacionada a ajustar ou reparar. Para esse autor, improvisação depende mais do conhecimento ou da criatividade e, assim, relaciona-se às ações de construir ou criar. Nas organizações, a necessidade de ações rápidas estimula a bricolagem, pois além da necessidade de planejar, existe também a necessidade de improvisar e realizar ações rápidas a partir dos recursos disponíveis sem um planejamento prévio (CUNHA; CUNHA; KAMOCHE, 1999).

Do ponto de vista temporal, a bricolagem se destaca como uma importante habilidade requerida no processo de improvisação, uma vez que quanto menor for o tempo ao realizar uma determinada improvisação, menor também será o tempo para se obter os recursos apropriados, gerando consecutivamente uma necessidade de bricolagem, ou seja, de trabalhar com recursos limitados (MOORMAN; MINER, 1998). Além disso, Barrett (1998) aponta que, considerando o alto potencial de inovação e exploração, existe nestes casos também um potencial grande para o erro. A improvisação, desta forma, envolve explorar, experimentar continuamente, consertando os erros a partir de novas possibilidades (BARRETT, 1998).

¹⁰ Bricolagem: palavra de origem francesa que significa um trabalho rápido ou uma improvisação. A tradução inglesa mais comum para a palavra bricolagem é *do-it-yourself* (faça você mesmo), e se relaciona a pessoas em particular fazendo pequenas alterações em suas casas, jardins e utensílios (VERJANS, 2005).

¹¹ Levi-Strauss, C. *The savage mind*. Chicago: University of Chicago Press. 1966 p.13

¹² Traduzido para o português como remendar

3.3.2 Improvisação para o Aprendizado

Para Barrett (1998), o ato de errar ao improvisar contribui para o aprendizado, pois ao improvisar se trabalha com uma estrutura mínima (o que se tem disponível), mas com máxima flexibilidade já que há quebra dos padrões ou hábitos. Ainda, o referido autor chama atenção para o fato de os gestores frequentemente tentarem criar a impressão de que as improvisações não ocorrem nas organizações, considerando que os sistemas de controle atuam para minimizar estas ações, vistas como desnecessárias e julgadas como desvios dos planos. Entretanto, as pessoas são levadas a ações sem planos claros, descobrindo caminhos conforme a ação é iniciada, propondo múltiplas interpretações e combinando materiais incompletos (BARRETT, 1998).

Barrett (1998), em analogia à improvisação durante o processo de criação do *jazz*, afirma que é necessário compreender a natureza da improvisação e conclui que esta envolve explorar, experimentar continuamente e agir dentro das possibilidades sem saber como será o resultado ou como as ações serão conduzidas. Segundo Jambekar e Pelc (2007) em ambientes com alto grau de incerteza, atos de improvisar permitem que as pessoas respondam antecipadamente aos eventos, conforme estes se desenrolam, e, assim, possam seguir em frente. Esses autores definem improvisação como a expressão de capacidade individual em perceber a realidade emergente (e muitas vezes caótica) e conviver em harmonia com isto, pois o valor para quem a pratica está em promover o equilíbrio entre controle e espontaneidade.

Flach e Antonello (2008) apontam que as improvisações decorrem da necessidade de repostas imediatas, uma vez que há pouca margem para planejamento, padronização e controle. Moorman e Miner (1998) afirmam que os observadores das improvisações concordam que existem três níveis distintos de improvisação: um que envolve ajuste a uma peça ou processo pré-existente; um segundo que envolve algo novo com variações de algo pré-existente; e o último que desenvolve algo novo sem relação alguma com o original. Flach e Antonello (2008) corroboram da idéia de Weick (1998) e de Moorman e Miner (1998) quanto à proposição de categorias para improvisação e as definem em três tipos: (a) improvisação emergente – surge subitamente por exigência do contexto e exige uma ação rápida e espontânea; (b) improvisação reinterpretativa – improvisação sobre alguma experiência que o indivíduo que a executa já tenha passado ou algo que já conheça previamente; (c) improvisação inovadora – trata de algo novo.

Flach e Antonello (2008) ainda entendem que, se por um lado, a improvisação pode permear um processo de aprendizagem, por outro, o processo de aprendizado pode exigir

do indivíduo a improvisação, como, por exemplo, para criar um novo produto. Não se trata na busca de uma relação causa e efeito entre um fenômeno, mas de se buscar compreendê-los em sua complexidade e dinamicidade (FLACH; ANTONELLO, 2008). Miner, Bassoff e Moornan (2001) afirmam que o contexto das improvisações deve influenciar o *trade-off* entre obter benefícios e correr riscos, pois em muitos casos são observadas improvisações que emergem sob pressão para resolver problemas ou para lidar com oportunidades momentâneas.

Neste sentido, Mendonça e Wallace (2004) destacam a aplicação das improvisações para o aprendizado, afirmando que, em situações de contingência, nas quais não foram previstas determinadas situações, as improvisações tornam-se necessárias, de forma que as organizações desenvolvam novos procedimentos em tempo real. Para Mendonça e Wallace (2004), compreender as improvisações é entender como quem toma uma decisão faz com que seu conhecimento ou suas habilidades sirvam nestas situações. Os referidos autores propõem um método para descrever o processo de improvisação, no nível de comportamento individual, para auxiliar o processo de tomada de decisão em casos de futuros desastres, levando em conta três questões básicas a respeito das improvisações: onde, quando (circunstâncias ou condições em que a improvisação ocorre) e como (levando em conta o processo comportamental-cognitivo) as improvisações ocorrem. Para responder essas questões o método propõe três estágios:

- (a) Determinar o contexto em que ocorrem as improvisações através da identificação das decisões tomadas frente às situações de desastre que ocorreram no passado;
- (b) Identificar e classificar os casos de tomada de decisão em resposta às situações de emergência, no qual podem ser realizados a partir de estudos de casos ou de consultas aos bancos de dados;
- (c) Descrever o modelo de comportamento individual e cognitivo e arquivar essa informação para ser usada como suporte à decisão em casos futuros de desastres.

O referido estudo contribui, através do método descrito acima, para ampliar o conhecimento de aprendizagem através do processo de improvisação em casos extremos. E propõe que as improvisações sejam observadas, documentadas e estudadas com o intuito de gerar informação para no futuro auxiliar o processo de tomada de decisão.

A relação do conceito de *making-do* com o conceito de perdas apresenta-se com uma conotação negativa frente às definições de improvisação apresentados nos itens 3.3.1 e

3.3.2 e não leva em consideração que às vezes as improvisações ocorrem de forma inesperada, pois não se conhece algo de forma suficiente que forneça condições a não improvisar. Este trabalho busca analisar o conceito de improvisação como perda, conforme o conceito proposto por Koskela (2004).

3.3.3 As causas das perdas por improvisação na construção

Para Koskela (2004), as improvisações ocorrem pela falta de esforço em garantir que haja disponibilidade das entradas necessárias para o início ou continuação da execução de uma tarefa. Neste sentido, o conceito de perda por improvisação está fortemente relacionado com a idéia dos sete fluxos apresentada por Koskela (2000). Estes são definidos, pelo referido autor, como as pré-condições necessárias para o início e o desenvolvimento de uma tarefa. Neste sentido, as falhas na identificação prévia ou na disponibilização de algum destes pré-requisitos são as causas das perdas por improvisação.

Para Koskela (2000), os processos da construção envolvem um grande número de fluxos de entrada, os quais podem ser classificados nas seguintes categorias: projeto, materiais e componentes, mão-de-obra, equipamentos, espaço, serviços interdependentes e condições externas, conforme ilustrado na Figura 3. Entretanto, Koskela (2000) não faz distinção quanto à importância de cada um dos fluxos propostos. Para o mesmo autor, 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 não produtivo e tipicamente encontrado na construção civil.

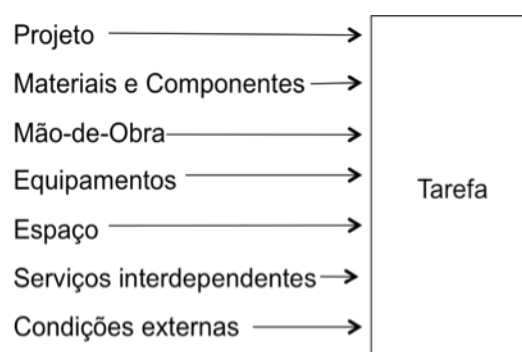


Figura 3 - Dependência das tarefas em relação aos seus pré-requisitos (Adaptado de Koskela, 2000)

Ballard (2000), ao analisar os resultados de alguns planos semanais, constata que uma parcela considerável dos planos é interrompida antes do seu término e isso se deve à falta de algum pré-requisito, ou ao aumento da sua duração devido às condições não adequadas de trabalho. Para Koskela (2004), problemas que em um primeiro momento não são considerados podem acabar gerando entraves no progresso das tarefas.

Em suma, o conceito de perdas por improvisação está fortemente relacionado à gestão dos pré-requisitos necessários, que pode impactar na confiabilidade na produção. Assim, para que as improvisações não ocorram, é necessário haver condições mínimas para início, desenvolvimento e término das tarefas, que devem ser obtidos através da identificação e remoção dos seus pré-requisitos. Entretanto, conforme já argumentado por Koskela (2000) isso é uma tarefa difícil frente às incertezas existentes no setor da construção. Bertelsen *et al.* (2006) apontam que algumas idéias sobre a natureza dos pré-requisitos do processo são discutidas na bibliografia, mas ainda existe a necessidade de estudos abrangentes e profundos sobre este tema.

Para o aumento da confiabilidade na disponibilização de recursos (mão de obra, materiais e máquinas), são propostas algumas abordagens na literatura. No contexto da Mentalidade Enxuta, Smalley (2005) propõe o conceito de estabilidade básica e o uso da ferramenta 4M, que divide os pré-requisitos em quatro categorias:

- (a) Mão de obra: refere-se à disponibilidade e capacitação de mão de obra. Em relação ao treinamento, são considerados três componentes: as instruções de trabalho, que contêm ensinamentos sobre como planejar os recursos de produção; os métodos de trabalho, que ensinam as pessoas a analisar tarefas e fazer melhorias simples dentro do seu domínio de controle; e as relações de trabalho, relacionado à forma como os supervisores devem tratar as pessoas e resolver problemas comuns de relacionamento;
- (b) Máquinas: refere-se à disponibilidade de máquinas com capacidade para atender a demanda de produção. Podem ocorrer instabilidades relacionadas às máquinas, por exemplo, devido a problemas relacionados à falta de manutenção preventiva dos equipamentos;
- (c) Materiais: refere-se à relação com a cadeia de fornecedores para garantir confiabilidade de entrega e qualidade dos materiais;
- (d) Método: diz respeito à padronização do trabalho, através da aplicação do trabalho padronizado.

Para Smalley (2005) a estabilidade básica decorre do aumento da confiabilidade na disponibilização de recursos, através da redução da variabilidade dos processos (SMALLEY, 2005; LIKER; MEIER, 2006) e da melhoria contínua (LIKER; MEIER, 2006). Para Liker e Meier (2006) um processo instável é indicado pelas seguintes condições: alto nível de variação nas medidas de desempenho; mudanças freqüentes nos planos quando ocorre um

problema; inexistência de um padrão ou método de trabalho consistente; excesso de trabalho em progresso; elevado número de operações seqüenciais independentes umas das outras; fluxo inconsistente ou inexistentes.

No contexto da construção civil, o conhecimento das perdas por improvisação parece justificar a implementação do sistema *Last Planner*® de controle da produção (KOSKELA, 2004), pois reforça a importância da necessidade de se identificar todos os requisitos necessários para o início de uma tarefa. Ballard e Howell (1997) afirmam que o *Last Planner*® é primeiro passo para a estabilização da produção, pois através dele é possível aumentar a confiabilidade da execução das atividades no curto prazo, através da criação de uma janela de confiabilidade, e estabilizar os fluxos de recursos através do planejamento e controle em nível de médio prazo. Neste, as restrições são identificadas e removidas e podem ser definidas como: os recursos físicos (material, mão de obra ou equipamentos), ou financeiros; necessidade de informações de projeto; instalações provisórias, que, se não disponibilizadas a tempo, na quantidade e especificação corretas, impedem a execução das atividades dentro de condições adequadas (CODINHOTO, 2003). Assim, capítulo 4 descreve em mais detalhe o sistema *Last Planner*®, com foco no nível de médio prazo, pois este enfatiza a necessidade de se gerenciar os fluxos peculiares da construção civil, tais como espaço, projeto, instalações provisórias, entre outros, que não fazem sentido num ambiente de manufatura.

Outra abordagem que busca identificar meios para reduzir a grande variabilidade existentes em um canteiro de obras é apresentada por Machado (2003) e Santos (2004). Estes desenvolveram estudos que buscaram identificar ações gerenciais para que fossem evitadas interrupções nos processos construtivos. Os referidos autores realizaram estudos empíricos com o objetivo de levantar, categorizar e incluir essas ações nos procedimentos padronizados de execução de obra. Neste sentido, Santos (2004) define como atividade facilitadora a atividade que impede ou minimiza as interrupções ao longo do processo, e atividades antecipáveis aquelas que representam as ações gerenciais que poderiam ser feitas a qualquer momento, para minimizar ou eliminar o impacto causado por interrupções na execução dos processos produtivos.

A partir do estudo das causas de interrupções em obras, Santos (2004) buscou agrupar e posteriormente categorizar as atividades facilitadoras que, segundo esta, poderiam ser explicitadas através de uma lista de verificação de forma evitar interrupção nos processos. A referida autora propôs as seguintes categorias:

- a) Acesso: relaciona-se com o acesso de recursos humanos e materiais aos locais de trabalho. Compreende o posto de trabalho ou o canteiro de obras.
- b) Projeto: são as características do projeto que possibilitam a sua construtibilidade, como detalhamentos, simplificações, padronizações, compatibilização e conclusões, além de alterações após o início da construção.
- c) Preparação do trabalho: é a disponibilização no posto de trabalho dos recursos de produção, necessários ao início dos processos, em termos de materiais, mão-de-obra, equipamentos e ferramentas, instruções de trabalho, qualidade da superfície a ser trabalhada e conclusão de processos antecedentes.
- d) Conferência do trabalho: está relacionada com as medidas de desempenho do processo, como tolerâncias dimensionais permitidas, qualidade do produto elaborado e verificação de nivelamentos.
- e) Conflito especial: relaciona-se com o confronto no espaço de elementos de construção ou de categorias de mão-de-obra, para a realização de processos diferentes, em um mesmo ambiente de trabalho. Esta categoria pode ser provocada por restrições, que podem ser evitadas com o estudo das movimentações em canteiro e da seqüência de execução.
- f) Seqüenciamento: está relacionada com a ordem de produção de determinado processo. No caso de uma inversão, observa-se se esta é permitida e quais as providências que devem ser tomadas para evitar a descontinuidade dos processos. Muitas vezes, uma inversão de seqüenciamento leva ao aumento no número de visitas ao posto de trabalho, para a conclusão do processo.
- g) Proteção dos operários: trata-se da preocupação com a disponibilização em canteiro de equipamentos de proteção coletivos e individuais. Quanto aos primeiros, deve-se verificar a disponibilidade do local adequado para a sua fixação, em termos de tempo e de condições físicas. O trabalho em condição insegura gera risco de acidentes e interrupção das atividades para a devida correção.
- h) Proteção dos processos: observa-se a proteção do serviço de construção já concluído em relação a outros a serem executados no mesmo ambiente e que podem lhe causar danos, como quebras e respingos de materiais.

- i) Programação de obra: esta categoria está relacionada com exigências de clientes fora de hora, desrespeito a planos, definição de pacotes de trabalho, pedido de material, relação com fornecedores e interferência do cliente. Ela ocorre quando uma falha é identificada, mas não é tomada uma providência. Essa necessidade foi apontada em um dos estudos de caso de Bernardes (2001).

4 SISTEMA *LAST PLANNER*® DE CONTROLE DA PRODUÇÃO

O sistema *Last Planner*® de Controle da Produção (LPS) vem sendo implementado com sucesso desde 1992 em um grande número de empreendimentos e em diversos países (BALLARD; HOWELL, 2003). No Brasil, os primeiros estudos de caso envolvendo essa sistemática são de 1996 e, desde então, diversos trabalhos investigaram a sua implementação (BERNARDES, 2001; COELHO, 2003, BULHÕES; FORMOSO, 2004; BORTOLAZZA, 2006; MOURA, 2008). Dada a sua importância para a eliminação das perdas por improvisação, apontadas no capítulo 3, o presente capítulo apresenta brevemente o LPS, com destaque para o planejamento em nível de médio prazo, e alguns de seus conceitos básicos.

4.1 BREVE DESCRIÇÃO DO *LAST PLANNER*®

O LPS adota diversos conceitos e princípios que têm origem na produção enxuta (BALLARD; HOWELL, 1998, 2003; BALLARD, 2000) e segue a hierarquização do processo de PCP sugerida por Laufer e Tucker (1987). Assim, segundo Bernardes (2001), o LPS divide-se em três níveis: Planejamento Longo Prazo, Médio Prazo (ou *look-ahead*) e Curto Prazo (ou planejamento de comprometimento).

Como resultado do Planejamento de Longo Prazo, gera-se o Plano Mestre que tem como papel principal estabelecer objetivos do empreendimento, incluindo as datas marco e restrições das atividades principais (BALLARD, 2000), podendo servir de referência para a elaboração do orçamento do empreendimento (BALLARD; HOWELL, 1998). O Planejamento de Médio Prazo, por sua vez, detalha e ajusta as etapas do Plano Mestre, devendo ser identificadas e removidas as restrições para a execução das atividades, com o intuito de criar uma janela de confiabilidade para a próxima etapa, o Planejamento de Curto Prazo, também chamado de planejamento de comprometimento (BALLARD; HOWELL, 1998).

O Planejamento de Comprometimento resulta na listagem das tarefas que **serão** executadas (planos ou pacotes de trabalho), depois de avaliadas as atividades que **devem** contra aquelas que **podem** ser feitas, baseado na disponibilidade de recursos e no

atendimento dos seus respectivos pré-requisitos, ou seja, cujas restrições foram removidas (BALLARD, 2000). Essa etapa é considerada o ponto de partida para o controle da produção, cuja importância está indicada na própria expressão “*Last Planner*®” (BALLARD; HOWELL, 1998). Assim, o “último planejador” é aquele que se responsabiliza pelo comprometimento das equipes com a execução das atividades durante o planejamento operacional (BALLARD, 1994).

Segundo Ballard (1999), a confiabilidade dos planos é medida através do indicador do percentual de planos concluídos (PPC) e serve para avaliar a eficácia do planejamento. Além do PPC, no curto prazo também são registradas as causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho, que devem ser expressas pela causa raiz dos problemas para permitir a melhora do desempenho quando solucionadas (BALLARD, 2000). O *Last Planner*® possui mecanismos eficazes de introduzir a melhoria contínua através da participação dos envolvidos, estabelecendo curtos ciclos de controle e a medição de desempenho, que é realizada de forma simples (BALLARD, 2000). Entretanto, com base em estudos realizados sobre a implementação do *Last Planner*® (BULHÕES; FORMOSO, 2004), em muitos empreendimentos a obtenção de melhoria contínua é limitada pela pouca utilização dos dados de causas das falhas do planejamento.

Segundo Ballard (2000), quando se considera o fluxo de trabalho integrando as unidades de produção pode-se reduzir as incertezas que comprometem a confiabilidade da etapa do planejamento de curto prazo. Assim, o sistema *Last Planner*® é dividido em dois componentes principais: o controle da unidade de produção e o controle do fluxo de trabalho.

4.2 CONTROLE DA UNIDADE DE PRODUÇÃO

O controle da unidade de produção busca melhorar a qualidade dos planos gerados por meio do aprendizado contínuo e ocorre durante o Planejamento de Curto Prazo (BALLARD, 2000). Segundo Ballard (2000), este controle tem o papel de promover a melhoria dos planos de médio e curto prazo, através da identificação de oportunidades para a realização de ações corretivas, a partir da causa do não cumprimento dos planos. O controle da unidade de produção contrapõe-se ao controle global do empreendimento, que é normalmente focado no cumprimento de contratos, dificultando a identificação de problemas de produção e a definição de ações corretivas (BALLARD; HOWELL, 1998). Ballard (2000) propõe alguns critérios os quais devem ser utilizados para garantir a qualidade na elaboração do Planejamento de Curto Prazo:

- a) Pacotes de trabalho bem definidos: o plano de trabalho deve estar suficientemente bem descrito, de forma que o seu término seja facilmente identificado (BALLARD; HOWELL 1998);
- b) Possibilidade de executar as atividades: todos os pacotes são válidos se os recursos e os demais pré-requisitos para o início das tarefas estão disponíveis (KOSKELA, 1999; BALLARD, 2000). A intenção é fazer tudo que for necessário para ter os planos de em condições de serem realizados (BALLARD; HOWELL, 1998);
- c) Seqüência correta de trabalho: a escolha deve ser feita considerando as metas do empreendimento e as estratégias para a sua execução (BALLARD, 2000). Para Ballard e Howell (1998), os pacotes selecionados e válidos para serem produzidos devem estar construtivamente na ordem necessária para a unidade de produção e para os processos seguintes. Além disto, Koskela (1999) e Ballard (2000) identificam a necessidade de considerar também pacotes de trabalho com menor prioridade, os pacotes reservas, no caso de falhas dos planos ou de superação das expectativas;
- d) Quantidade adequada de trabalho: os pacotes devem ser dimensionados de acordo com a capacidade produtiva de cada equipe de produção, considerando o trabalho a ser executado e o prazo disponível (BALLARD, 2000). Além disso, o LPS também auxilia no aprendizado (BALLARD; HOWELL, 1998) no que se refere a conhecer a capacidade real de cada equipe de produção em um contexto específico.

Para Ballard (2000), se seguidos estes critérios, a confiabilidade dos planos tende aumentar e, por conseguinte, a produtividade das equipes. Entretanto, esses critérios não são muito restritivos e, por essa razão, dão margem a muitas variações quanto à definição dos pacotes de trabalho (BORTOLAZZA, 2006).

A inclusão de pacotes de trabalho sem restrições nos planos de curto prazo tende a aumentar a confiabilidade do processo de planejamento (BALLARD; HOWELL, 1998), revelando assim um mecanismo de proteção da produção (*shielding production*). Segundo Ballard e Howell (1998), este mecanismo é uma alternativa estratégica frente às condições de incertezas do fluxo de trabalho, pois cria uma janela de confiabilidade no horizonte de curto prazo. O processo de proteção começa com identificação e remoção sistemática de restrições para as atividades planejadas no nível de médio prazo, conforme indicado na Figura 4. Ballard (2000) conclui que tal proteção assegura que a capacidade de produção

não seja desperdiçada em função do tempo necessário procurando por materiais, informações ou pessoas. Entretanto, devido ao seu curto prazo, a proteção não pode evitar a falta de recursos se o fluxo de trabalho acontecer de forma diferente do planejado, alterando seqüência ou quantidade de trabalho (BALLARD; HOWELL, 1998).

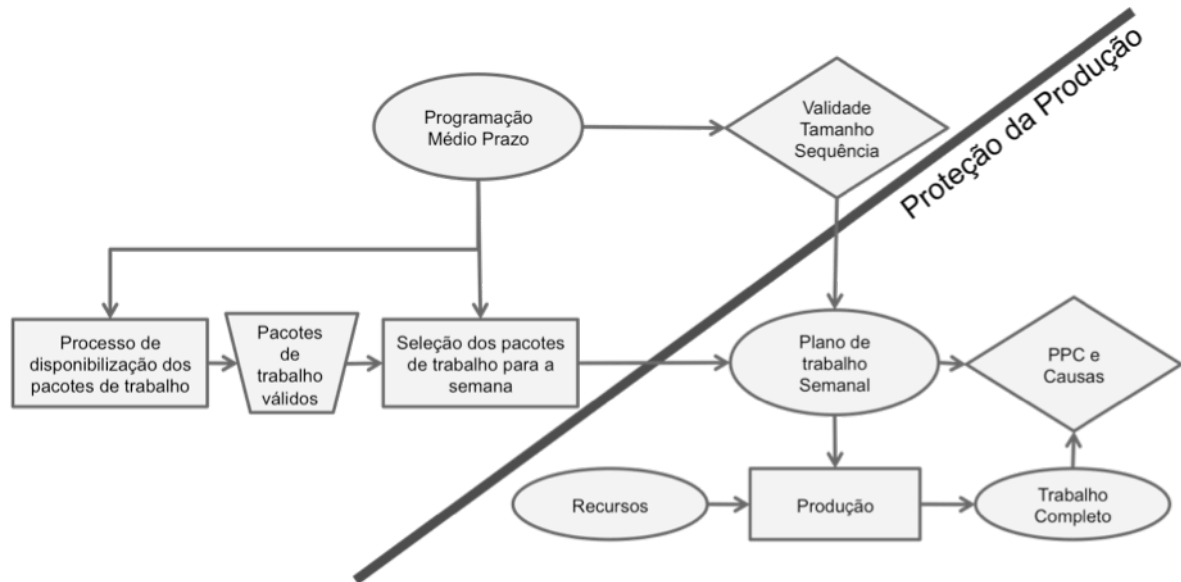


Figura 4 – Modelo de Proteção da produção proposto por Ballard e Howell (1998)

4.3 CONTROLE DO FLUXO DE TRABALHO

Ballard (2000) define o fluxo de trabalho como o trabalho que se move entre as unidades de produção na seqüência e ritmo desejado, função que é desempenhada no planejamento de médio prazo. O controle do fluxo de trabalho entre unidades de produção coordena os fluxos de entrada tais como, projeto e suprimentos para a execução da obra (BALLARD, 2000). Segundo o mesmo autor, falhas no controle proativo da produção fazem com que aumentem as incertezas e para tanto é necessário mudar o foco da mão de obra para o fluxo de trabalho.

4.3.1 Planejamento de Médio Prazo

O Planejamento de Médio Prazo é comum na indústria manufatureira e, basicamente, indica as atividades que devem ser executadas em um horizonte de tempo menor quando comparado ao Plano Mestre (BALLARD, 2000). As atividades são selecionadas por um processo de triagem (*screening*) do Plano Mestre, assim como são definidas as tarefas que serão postergadas nesse horizonte de planejamento (TOMMELEIN; BALLARD, 1997; BALLARD, 2000). As tarefas são planejadas somente se há possibilidade das mesmas serem executadas, o que garante a proteção da produção (BALLARD; HOWELL, 1998). O

fato de analisar os pré-requisitos das tarefas durante essa etapa e antes de ingressá-las no plano de comprometimento é uma aplicação explícita de técnicas que fazem do *Last Planner*® um sistema de produção puxada (BALLARD, 1999; BALLARD, 2000). Neste sistema de produção, as ordens de trabalho são liberadas à produção de acordo com o status do sistema (HOPP; SPEARMAN, 1996). Assim, para Ballard (2000), o *Last Planner*® introduz o conceito de produção puxada através da sistemática remoção das restrições que libera tarefas disponíveis para serem executadas. A produção puxada na construção normalmente se aplica aos clientes internos de cada processo (BALLARD, 2000).

Conforme discutido anteriormente, para Ballard (1997), o planejamento de médio prazo foi criado no LPS para controlar o fluxo de trabalho e fazer com que os pacotes estivessem disponíveis para serem realizados proativamente adquirindo materiais, informações de projetos necessárias e assim, liberando e monitorando o preenchimento dos pré-requisitos do trabalho (BALLARD 1997). Para Ballard (1997), o planejamento *look-ahead* é comumente usado com foco no que acontecerá no futuro para que assim se tomem as ações necessárias para que os planos aconteçam.

Embora a principal função planejamento de médio prazo seja dar forma e controlar o fluxo de trabalho (BALLARD, 2000), no *Last Planner*® são agregadas outras funções ao PMP (BALLARD, 1997; BALLARD, 2000). Dentre elas, segundo Ballard (2000), pode-se citar:

- a) Estabelecer a seqüência e o ritmo do fluxo de trabalho, da melhor forma possível, de acordo com os objetivos do empreendimento;
- b) Verificar a relação entre a capacidade de produção e os recursos disponíveis com a demanda de trabalho;
- c) Decompor as atividades de longo prazo (plano mestre) em pacotes de trabalho;
- d) Detalhar os métodos de execução das tarefas especificadas no nível de Longo Prazo;
- e) Identificar quais planos estão prontos para serem realizados, através da análise das restrições, e agrupar em seqüência de execução os pacotes de trabalho cujas restrições já foram removidas;
- f) Revisar e atualizar o plano mestre conforme necessário;

De acordo com Ballard (2000), deve-se buscar o equilíbrio entre capacidade e demanda de forma que ambas podem se adequar em função da uma da outra seja reduzindo ou aumentando os recursos, ou atrasando ou acelerando o fluxo de trabalho. Além disso, puxar

a produção, segundo Ballard (2000), ajuda a equilibrar a demanda e a capacidade para que a unidade de produção possa solicitar apenas o que é necessário e na quantidade necessária.

Para Coelho (2003), as funções discutidas por Ballard (2000) representam as funções básicas para a implementação do planejamento de médio prazo, sugerindo que existem outras funções complementares que para este nível de PCP:

- a) Integração entre os níveis de planejamento, pois a consideração dos ritmos de execução das tarefas na definição dos pacotes de trabalho também é muito importante no sentido de garantir a aderência entre níveis de planejamento;
- b) Controle e Aprendizagem, pois se trata do momento de maior possibilidade de aprendizagem (geração de conhecimento) dentro do processo de planejamento. Na reunião de médio prazo, por se ter à disposição os indicadores coletados no curto prazo e a visão global da execução do empreendimento, o ambiente torna-se mais propício à tomada de decisão o que, conseqüentemente, favorece a aprendizagem;
- c) Análise dos Fluxos Físicos, pois na elaboração do plano de médio prazo, ao serem designados os pacotes de trabalhos devem ser avaliadas as necessidades espaciais de cada processo;
- d) Gestão de Custos, pois a integração dos setores de orçamento, suprimentos e produção interagindo com o setor financeiro da empresa, através da consideração das estimativas de desembolso (valores gastos com a mão-de-obra e materiais), colabora para eventuais atualizações das estimativas de custos;
- e) Planejamento e Controle da Segurança (PCS), através da identificação de ações relativas à segurança do canteiro e dos trabalhadores como restrições na execução dos planos de trabalho.

Outro importante papel do planejamento de médio prazo, identificado por Formoso e Isatto (2009), é revisar o leiaute do canteiro e preparar o espaço para as unidades de produção, tais como áreas de almoxarifado, instalações de segurança e acesso temporário de equipamentos. Tais ações fazem parte do PMP, pois necessitam de informações que não estão disponíveis no plano mestre e requerem tempo para serem implementadas.

Ballard e Howell (1998) definem o processo *make-ready* como o processo que inclui todas as ações para identificar e remover as restrições das tarefas que serão realizadas em um futuro próximo e assim torná-las prontas e disponíveis para serem executadas. Segundo os mesmos autores, esse processo tem o propósito de gerar pacotes de trabalho consistentes para que o fluxo de trabalho seja estável e a organização possa combinar a capacidade de trabalho e outros recursos ao trabalho disponível. Assim, o fluxo de trabalho, que segue para o curto prazo, ganha forma e é controlado a partir da liberação de atividades ao passar pela análise e remoção de suas restrições no médio prazo (BERNARDES, 2001). Para Ballard (2000), as restrições podem ser relativas às informações necessárias, aos projetos ou procedimentos de trabalho, ao trabalho precedente e também aos recursos como materiais, equipamentos e mão de obra.

Segundo Coelho (2003), o objetivo do processo de identificação e remoção das restrições é antecipar possíveis interferências entre as equipes de trabalho ou os recursos que serão utilizados pelas mesmas em um futuro próximo. Assim é possível evitar atividades, movimentações desnecessárias, falta de recursos entre outro que possam comprometer o fluxo de trabalho. Porém, segundo Ballard (2000), esforços em coletar informações sobre as restrições através dos subcontratados antes das reuniões de coordenação são geralmente sem sucesso, talvez em parte porque não existe tradição na indústria da construção para tais atividades. Conseqüentemente mais tempo é necessário para a coleta de dados nas reuniões do que para planejar e resolver problemas. Um erro bastante comum dos engenheiros de obra é a preparação dos planos de médio prazo sem ajuda, e assim os planos são geralmente ineficientes, pois raramente uma única pessoa é capaz de identificar todas as restrições em um projeto (FORMOSO; ISATTO, 2009)

O processo *make-ready* pode contribuir com redução das perdas, pois visa garantir que tudo estará em seu lugar antes que as tarefas sejam iniciadas na produção. Assim, identificando e removendo restrições e fornecendo as condições adequadas para a realização das atividades pode-se reduzir a necessidade de *making-do*, conforme argumentado por Koskela (2004).

5 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo descreve o método de pesquisa utilizado para a realização do trabalho. O capítulo inicia com a justificativa da escolha da estratégia de pesquisa adotada para o seu desenvolvimento. Após, são apresentados o delineamento do processo de pesquisa e a descrição das suas etapas, incluindo as técnicas utilizadas para a coleta de dados.

5.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa, segundo Yin (2005), representa a forma com que se vai coletar e analisar provas empíricas. Este trabalho adota como estratégia de pesquisa o estudo de caso, pois, segundo Yin (2005), é ideal para pesquisas com questões do tipo como e por que. Segundo o referido autor, o estudo de caso trata de uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real e isso ocorre especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos. A estratégia de estudo de caso é caracterizada pelo estudo profundo de um ou de poucos objetos de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento, além da investigação sobre temas complexos, construção de hipóteses ou reformulação do problema (GIL 1996).

Ainda, segundo Yin (2005), três princípios devem ser utilizados para aumentar a eficácia das técnicas de coletas de dados utilizadas, contribuindo dessa forma para aumentar a confiabilidade e a validade de um estudo de caso:

- a) Usar múltiplas fontes de evidências: os estudos de caso não devem estar limitados a uma única fonte de evidência, devendo ser baseados em uma convergência de informações provenientes de diferentes fontes, quer sejam dados qualitativos ou quantitativos;
- b) Criar uma base de dados do estudo de caso: a construção de uma base de dados formal, independente do relatório de pesquisa, pode contribuir para aumentar a confiabilidade da pesquisa e cria a possibilidade de estudos futuros sobre essa mesma base de dados;

- c) Manter uma cadeia de evidências: o relato do estudo deve permitir que um observador externo perceba que as evidências disponíveis chegar às conclusões finais do estudo de caso.

5.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi dividida em três etapas, conforme ilustrado na Figura 5. A primeira etapa buscou a compreensão do tema proposto, sendo realizado um estudo exploratório, descrito no item 5.3, que consistiu na avaliação do processo de PCP em três obras de uma mesma empresa. Esta etapa teve como objetivo promover mais experiência sobre o tema à pesquisadora e identificar algumas barreiras existentes à melhoria do processo de planejamento de médio prazo, principalmente quanto ao processo de identificação e remoção de restrições. A partir dos resultados desta etapa o foco do trabalho mudou para o estudo das perdas por improvisação como forma de compreender melhor as dificuldades existentes no referido processo.

Na segunda etapa, denominada de desenvolvimento da pesquisa, descrita no item 5.4, foram realizados dois estudos de caso. O primeiro foi realizado ao longo de um período de quatro meses em uma das obras investigadas no estudo exploratório. Neste, inicialmente foram acompanhadas todas as reuniões de planejamento de curto e médio prazo, de forma a compreender a rotina da obra e as práticas de PCP adotadas, ao mesmo tempo em que se observavam as discussões relacionadas ao tema da pesquisa, as perdas por improvisação. Em seguida, foram iniciadas visitas à obra em busca de evidências de ocorrência destas perdas. Em paralelo às observações, fez-se uma revisão bibliográfica para o refinamento deste conceito.

Após a primeira coleta de dados, foi realizada uma apresentação para a equipe de gestão da obra a fim de gerar uma discussão sobre as perdas observadas, frente ao desempenho da produção, buscando entender como os seus membros percebem a origem das improvisações. Foi necessário definir critérios para categorizar as perdas identificadas e organizar os dados coletados. O acompanhamento das reuniões continuou durante o período de observações, sendo que novas coletas foram necessárias para testar os critérios propostos. Conforme indicado na Figura 5, estas atividades tiveram um caráter cíclico, sendo que, foram identificados os principais tipos de perda por improvisação segundo a origem das falhas na identificação dos pré-requisitos necessários e o possível impacto na produção.

O segundo estudo, B, foi realizado com o objetivo de coletar, de forma sistemática, dados sobre perdas por improvisação com base nas contribuições conceituais do primeiro estudo. Este estudo foi realizado durante cinco semanas em outra empresa, numa obra com algumas características semelhantes à primeira. Com base no plano semanal de curto prazo, a pesquisadora observava os pacotes de trabalho que estavam sendo realizados e identificava as perdas por improvisação, que eram registradas e categorizadas. Após o fechamento da semana, os resultados eram discutidos com a equipe de gestão, principalmente para compreensão da origem das perdas identificadas e era reiniciado o processo de coleta de dados. Com base neste estudo, foi possível comparar as perdas identificadas e o processo PCP da obra através da identificação do percentual de pacotes de trabalho com improvisação, sendo referência para uma futura análise das falhas no processo de identificação e remoção de restrições.

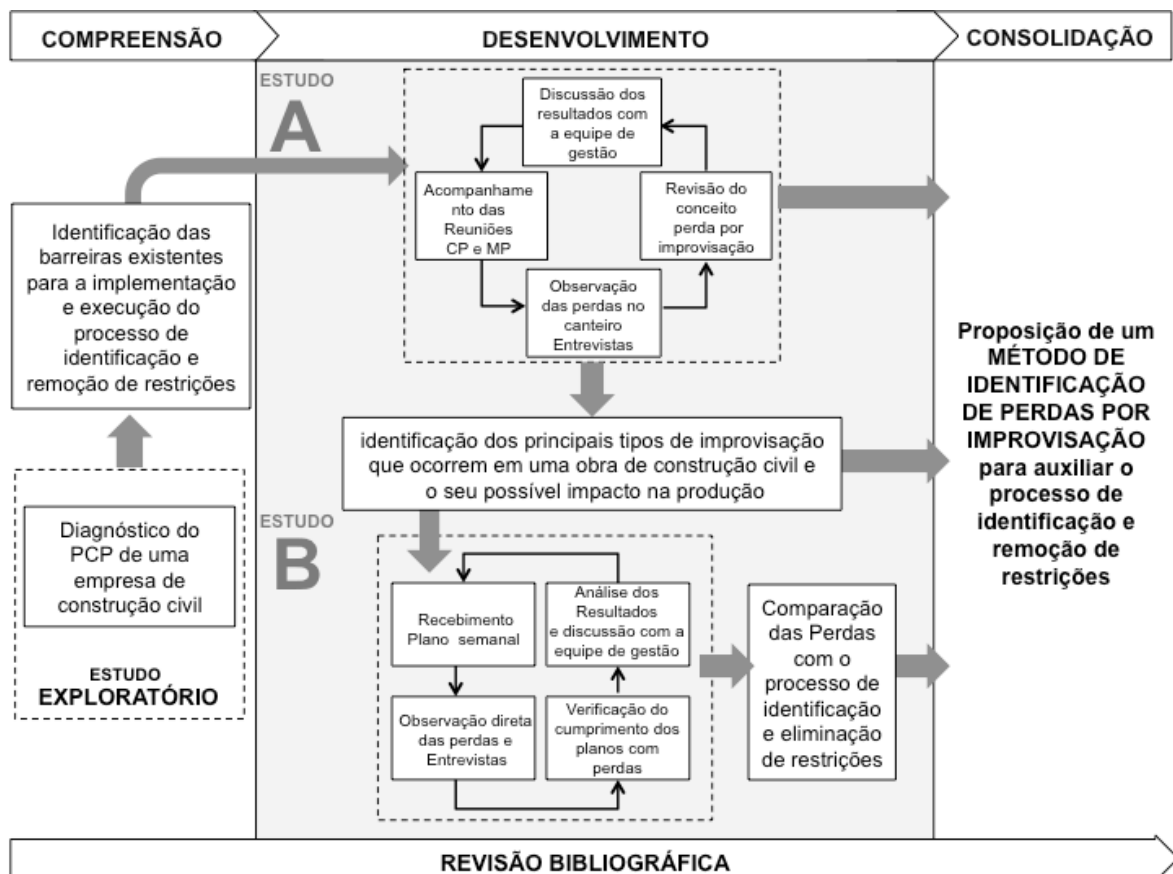


Figura 5 – Delineamento da Pesquisa

Por fim, a etapa de consolidação representa o momento em que todos os dados obtidos ao longo da pesquisa foram analisados e propiciaram uma reflexão sobre os resultados do trabalho. Nesta etapa, foram estabelecidas diretrizes para a proposição de um método de estudo das perdas por improvisação, integrado ao PCP, com contribuições para a melhoria do processo de identificação e remoção de restrições. Esta etapa ocorreu em diferentes

momentos de reflexão proporcionados ao longo dos estudos e não em um momento isolado da pesquisa.

A reunião dos resultados obtidos nos dois estudos contribuiu para a elaboração do método para identificar a ocorrência das perdas no canteiro em consequência de falhas na previsão das pré-condições de trabalho. Para tanto, buscou-se avaliar as perdas em relação a identificação destas falhas e às possíveis consequências que poderiam ocorrer na produção. Assim, o estudo do processo de identificação e eliminação de restrições e a etapa de planejamento de curto prazo foram analisados segundo suas falhas e deficiências e relacionados através do percentual de pacotes realizados com improvisação.

5.3 ETAPA DE COMPREENSÃO

O estudo exploratório foi realizado em três obras de uma empresa de construção civil denominada, neste trabalho, Empresa Beta, cujo processo de PCP foi acompanhado. Além dos objetivos relatados no item 5.2, através deste estudo foi identificada uma obra para a realização do estudo sobre as perdas por improvisação.

5.3.1 Descrição da Empresa Beta

A Empresa Beta havia participado de várias pesquisas desenvolvidas pelo NORIE/UFRGS, tendo adotado o modelo de PCP desenvolvido por este grupo há mais de 10 anos. Diversos trabalhos acadêmicos foram realizados nesta empresa, devido ao interesse mútuo para o desenvolvimento de práticas de gestão da produção. Esta empresa caracteriza-se como uma construtora de médio porte¹³ que atua no ramo de obras comerciais, residenciais e industriais para clientes privados, principalmente na cidade de Porto Alegre, mas também em outras cidades do estado do Rio Grande do Sul. Atua em obras normalmente complexas, como reformas de hospitais e indústrias e vem passando por algumas mudanças na sua estrutura organizacional. Durante o período do estudo, empresa contava com um gerente e um analista de produção, que acompanhavam todas as obras, assim como um engenheiro gestor de contrato e um engenheiro para cada obra.

¹³ A Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC adota que o número de trabalhadores empregados define o porte das empresas atuantes na indústria da construção nacional. O uso de tal critério justifica-se por ser este o mais predominante na maioria das legislações, organismos oficiais e instituições de pesquisa no país. O SEBRAE adota o mesmo critério e define que uma empresa de médio porte possui um quadro funcional na faixa de 100 à 499 empregados.

5.3.2 Descrição das obras

Foi acompanhado e analisado o processo de PCP de três obras da Empresa Beta, denominadas neste estudo de obras I, II e III, e que serão descritas brevemente abaixo:

5.3.2.1 Obra I

A Obra I é o edifício sede da administração de uma empresa multinacional, localizada em Porto Alegre, cuja área é de 19.000m². Foi iniciada em janeiro de 2008 e interrompida em fevereiro de 2009, sem finalizar a parte interna de acabamentos, a pedido do cliente. Esta obra foi escolhida pelo gerente de produção da empresa por se tratar de uma obra que tinha consolidado várias práticas de PCP.

Além de ter muitos serviços de demolição na parte antiga da estrutura da sede, a obra foi executada com estrutura metálica, tanto para a ampliação do estacionamento, como para área de escritórios. Uma característica particular desta obra, em relação às demais, é que a mesma não deveria interferir no funcionamento da sede existente, que estava localizada em edifício próximo.

5.3.2.2 Obra II

Este empreendimento consiste em um edifício de 16 pavimentos que possuía salas para empresas e entidades das áreas de tecnologia da informação, comunicação, eletroeletrônica, energia e física e biotecnologia (ciências biológicas, da saúde e biotecnologia). A obra está localizada na cidade de Porto Alegre, em um parque tecnológico, localizado dentro do campus de uma universidade. A mesma foi iniciada em março de 2008 e tinha previsão de entrega para março de 2010. O canteiro da obra compreende um espaço de 20.000m² e um orçamento previsto em 20 milhões de reais. Esta obra foi escolhida por apresentar dificuldades frente ao atendimento do prazo e pelo seu porte, pois era a principal obra da empresa no momento do estudo.

O edifício tinha estrutura em concreto armado, vedação em blocos cerâmicos e em vidro para fechamento das fachadas norte e sul. Uma característica particular desta obra é que não existem serviços de acabamento interno programado, como piso, forro e divisórias, mas apenas nas áreas de banheiros e circulação. Os processos realizados durante o estudo foram os de estrutura, alvenaria, revestimento de argamassa interno e externo, instalações hidrossanitárias, elétricas e ar condicionado, forro de gesso, sistema de esquadrias e acabamento interno dos banheiros.

5.3.2.3 Obra III

Este empreendimento consiste em um edifício residencial de 9 pavimentos com o total de 64 apartamentos localizado próximo ao centro de Gravataí, Região Metropolitana de Porto Alegre. A obra teve início em novembro de 2008 e a previsão de entrega era março de 2010. O edifício tinha estrutura em concreto armado, vedação em blocos cerâmicos e divisórias internas em gesso acartonado. Esta obra foi escolhida pelo gerente de planejamento da empresa por se tratar de uma obra em um novo segmento da empresa, o de empreendimentos residenciais, e que necessitava de um apoio na área de planejamento. Durante o estudo estavam sendo realizados os processos de estrutura, alvenaria e instalações hidrossanitárias. A Figura 6 ilustra a obra no início do estudo, quando estava sendo executada a laje do 7º pavimento.



Figura 6 – Obra III

5.3.3 Descrição das Atividades

O estudo teve início em novembro de 2008 e término em julho de 2009. As obras I e II foram analisadas durante os primeiros 6 meses e a obra III nos últimos 3 meses. O acompanhamento das obras I e II iniciou durante um programa de capacitação desenvolvido por pesquisadores do NORIE/UFRGS em parceria com a Empresa Beta, com o objetivo de capacitar os engenheiros contratados recentemente, em PCP.

O primeiro contato com os engenheiros destas obras foi realizado através de uma breve entrevista e aplicação de um *checklist* de boas práticas de PCP (Anexo I), a partir do qual era obtido o índice IBPPCP¹⁴. Após, foi analisada a evolução do Percentual de Pacotes.

¹⁴ Inicialmente proposto por Bernardes (2001) e adaptado por Bulhões e Formoso (2005) o Índice de Boas Práticas de PCP tem como objetivo avaliar o grau de implementação do modelo de PCP do NORIE-UFRGS. O

Com a reunião de todas as informações foi realizado um seminário de capacitação no qual foram expostos os resultados obtidos com o diagnóstico inicial realizado. Participaram deste seminário engenheiros, técnicos, estagiários e mestres-de-obras da empresa. Após, foi realizado novamente o acompanhamento das obras para avaliar o impacto gerado com o seminário de capacitação.

Em cada uma das obras, a pesquisadora foi observadora participante em duas reuniões de planejamento de médio prazo e duas de curto prazo. Ao final, foram apresentados em um seminário os resultados obtidos e a evolução alcançada pela empresa no programa de capacitação. Participaram o gerente de produção, os gestores de contrato e os engenheiros da empresa.

Após o seminário, o gerente de produção sugeriu uma nova obra para continuação do estudo exploratório. A gestão desta estava passando por dificuldades com o gerenciamento de recursos e isto estava refletindo nos processos de planejamento, bastante negligenciados. Foi realizada uma avaliação, similar àquelas efetuadas nas obras I e II, sendo propostas melhorias no nível de planejamento de médio prazo para após iniciar o estudo de perdas. Foram acompanhadas quatro reuniões de médio prazo, uma reunião de curto prazo e ainda foram analisados os documentos de PCP destes dois níveis de planejamento. O checklist para obtenção do IBPPCP foi aplicado duas vezes (meses de maio e junho) e ainda foram realizadas duas entrevistas semi-estruturadas, com o engenheiro da obra e com o gerente de planejamento da empresa, para compreender como era realizado o planejamento da obra.

Como a obra passou por um período de dificuldades financeiras, as práticas de planejamento foram deixadas para um segundo plano e, por esta razão, este estudo foi finalizado com a apresentação dos resultados para o engenheiro da obra e para o gerente de produção. Ao final desta etapa, optou-se então por realizar um novo estudo na obra II, que tinha passado por mudanças em sua equipe de gestão. O gestor da Obra I assumiu a continuidade da Obra II, e desta forma, após um período de transição entre as equipes, foi possível iniciar o Estudo de Caso A.

Para alinhar os objetivos propostos nesta pesquisa com os métodos e técnicas necessários para o desenvolvimento da mesma foi gerada uma tabela de forma a organizar o conteúdo da pesquisa. Assim, foi relacionado com o objetivo principal e os objetivos intermediários, o que e como foi investigado no estudo e quais técnicas foram empregadas. Neste sentido, a

Índice é obtido através de um *checklist* composto por 15 boas práticas de planejamento que podem ter sido implementadas completamente, parcialmente ou não.

Figura 7 representa o alinhamento do primeiro objetivo da pesquisa com etapa de compreensão.

Objetivo	O que vai investigar?	Como investigar?	Fontes de Evidências
Identificar as barreiras existentes para a atividade de identificação e remoção de restrições	Grau de implementação do sistema de planejamento e controle da produção	Estudo da evolução dos indicadores PPC e IBPPCP	Análise do Indicador
			Análise de Documentos
	Causas de falhas no Planejamento de Curto Prazo	Verificação das causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho	Análise dos Documentos de Planejamento
			Participar das reuniões de planejamento
	Rotina de planejamento de Médio Prazo	Verificar quais são as etapas do processo e suas dificuldades	Entrevistas semi-estruturadas
			Verificar o conteúdo e discussões das reuniões de planejamento
	Papel do PMP para evitar as perdas no processo de produção	Revisão bibliográfica	Estudo da bibliografia sobre o tema.

Figura 7 – Alinhamento do objetivo secundário com a etapa de compreensão

5.3.3.1 Análise dos Indicadores

Como fonte de evidência para avaliação do processo de PCP foi usado o Índice de Boas Práticas de PCP. O IBPPCP é gerado pela média ponderada, na qual cada uma das quinze práticas corresponde a 6,67%, isto é $(1/15) \times 100$. Nesse sentido, são contabilizadas todas as práticas vinculadas ao modelo de planejamento, de acordo com os pesos 1, 0,5 e 0 para aquelas que tivessem sido implementadas integralmente, parcialmente ou não implementadas respectivamente. Para obtenção do primeiro indicador analisado foi aplicado o questionário em uma entrevista realizada pela pesquisadora com cada gerente da obra baseadas nos critérios definidos por Bulhões e Formoso (2005). Para o preenchimento do *checklist* além da entrevista foi necessária verificação de documentos de planejamento da obra.

Constatou-se que a empresa adotava em seu sistema de gestão uma avaliação similar a esta realizada, porém estas informações não foram consideradas para análise porque quem preenche a planilha de avaliação é o próprio gestor da obra. Durante a aplicação do *checklist* foi observado que algumas respostas não eram compatíveis com as práticas verificadas ou com a análise dos documentos, o que confirmou a necessidade de exclusão da análise do indicador gerado pela empresa.

O indicador PPC foi coletado diretamente do banco de dados da obra e foi necessária uma análise não apenas de seu indicador, mas também da forma como era coletado. Assim, foi analisado o número de pacotes, se a definição dos pacotes era aplicada corretamente e como era gerado o plano. Por fim foi verificado se havia algum controle do processo de identificação e remoção de restrições.

5.3.3.2 Análise de documentos

Segundo Yin (2005), os documentos podem ser minutas de reunião, relatórios, documentos administrativos, estudos ou avaliações, e servem para fornecer detalhes específicos para corroborar informações obtidas através de outras fontes. Os documentos a serem analisados nesta pesquisa dizem respeito aos planos elaborados, os resultados gerados para controle e fixados nos quadros da sala de administração das obras e aos procedimentos da empresa com relação ao processo de planejamento.

5.3.3.2.1 Observação Direta e Observação Participante

Para Yin (2005), o observador apenas registra os fatos e eventos relevantes observados, neste tipo de observação o pesquisador assume uma postura tão imparcial e impessoal quanto possível em relação ao objeto de pesquisa. Incluem-se observações em reuniões de curto prazo, reuniões da empresa e visitas à obra. Observação participante, o pesquisador faz parte do contexto analisado, influenciando o processo e compondo o objeto de pesquisa (YIN, 2005). Esta técnica foi bastante utilizada na participação nas reuniões de planejamento de médio prazo na obra III.

5.3.3.2.2 Entrevistas semi-estruturadas

As entrevistas tiveram como objetivo compreender como eram realizados os planos, qual o contexto da obra e quais as dificuldades na elaboração dos planos. No Apêndice A estão relacionadas as questões que orientaram as entrevistas.

5.4 ETAPA DE DESENVOLVIMENTO

A etapa de desenvolvimento foi dividida em dois estudos, o primeiro na empresa Beta e o segundo na empresa, denominada neste trabalho, Empresa Gama.

5.4.1 Estudo de Caso A

O Estudo de Caso A foi realizado na Empresa Beta, na Obra II, que está apresentada no item 5.3.2.2. Para diferenciação entre o estudo exploratório e o Estudo de Caso A, a obra nesta etapa foi denominada como Obra All.

Após a mudança da gestão da obra, houve um período de adaptação, que durou dois meses, durante o qual houve várias mudanças na equipe de gestão operacional, inclusive do mestre de obras. A obra foi então setorizada em seis grupos, distribuindo a gestão operacional entre funções distintas: estrutura, fachada, revestimento externo, alvenaria e revestimento interno, reparos na estrutura e segurança. Cada grupo tinha seu líder a quem o engenheiro da obra se reportava. A solução encontrada demandou adaptações no sistema de planejamento que vinha sendo utilizado. O engenheiro decidiu então reunir-se individualmente com cada setor, o que diminuiu a comunicação entre as equipes, mas aumentou a participação dos trabalhadores nesta fase do planejamento. A divisão da obra, em setores e a capacitação de alguns funcionários para cumprir o papel de líderes desses contribuíram para melhorar a elaboração dos planos. Cumpriam o papel de líderes dois contra-mestres e dois mestres de obras da Empresa Beta, além de quatro encarregados de empresas sub-empresiteiras contratadas.

Este estudo iniciou na semana 67 do cronograma da obra, em agosto de 2009, e durante quatro meses foram analisados os documentos gerados das etapas de planejamento realizados pela nova equipe de gestão da obra, pois alguma informação foi perdida durante a fase de troca das equipes e desta forma os dados representam a continuidade do processo realizado por esta equipe.

5.4.1.1 Fontes de evidência

Ao longo do estudo foram utilizadas quatro fontes de evidência: entrevistas abertas, observação participante nas reuniões de planejamento, estudo dos planos, análise de documentos de planejamento, e observações diretas no canteiro de obras.

Da mesma forma como organizado no estudo exploratório, o Estudo A foi estruturado através do seu alinhamento com o segundo objetivo da pesquisa (Figura 8).

Objetivo	O que vai investigar?	Como investigar?	Fontes de Evidências
Identificar a relação dos principais tipos de improvisação com as falhas no processo de identificação de restrições nas obras e o seu possível impacto na produção	Conteúdo das reuniões de planejamento	Identificar perdas por improvisação nas discussões	Observação direta e entrevistas semi-estruturadas
		Observar o processo de identificação de restrições	
		Identificar os participantes atuantes no processo de identificação de restrições	
	Procedimentos de trabalho	Verificar a existência do itens que formam um <i>kit</i> necessário para cada processo, conforme conceito de Ronen (1992)	Análise de Documentos
	Processos em andamento no canteiro de obras	Identificar improvisações durante a execução das atividades programadas	Observação Direta, Registro Fotográfico, registro no caderno de campo e Entrevistas não-estruturadas
		Identificar improvisações realizadas em etapas complementares à execução dos pacotes de trabalho	
	Processo de tomada de decisão da equipe de gestão frente aos problemas detectados no curto prazo	Relacionar alternativas encontradas para melhorar a comunicação e o comprometimento das equipes	Análise de Documentos
			Entrevistas semi-estruturadas
		Relacionar ações/soluções adotadas relacionadas às perdas por improvisação identificadas	Observação Direta
			Entrevistas semi-estruturadas
	Causas e possíveis conseqüência das perdas por improvisações identificadas	Relacionar os tipos de perdas encontrados	Análise cruzada dos dados coletados
			Estudo da bibliografia sobre o tema
Relacionar a natureza das perdas por improvisação identificadas com a bibliografia		Análise cruzada dos dados coletados	
		Estudo da bibliografia sobre o tema	
		Organização banco de dados	

Figura 8 – Alinhamento do objetivo secundário com o estudo de caso A

5.4.1.1.1 Entrevistas

As entrevistas abertas foram conversas informais e ocorreram em vários momentos com a equipe de gestão da obra e, no caso das visitas no canteiro, também com os funcionários. As questões eram formuladas de acordo com a necessidade de se compreender o processo de organização dos planos antes das reuniões, esclarecer dúvidas que ficavam após as observações das reuniões, compreender os processos observados no canteiro e verificar a origem dos fatos registrados como perdas.

5.4.1.1.2 Observação participante nas reuniões de planejamento

Foram acompanhadas todas as reuniões de planejamento ao longo dos quatro meses de estudo. No total foram 13 reuniões de curto prazo e 9 de médio prazo. A partir da ambientação com as equipes e com sua rotina, buscou-se então analisar o processo de identificação de restrições dos pacotes de trabalho. Toda informação gerada com as observações realizadas foram registradas em um caderno e arquivadas em um banco de dados para posterior análise.

As reuniões de médio prazo aconteciam quinzenalmente às sextas-feiras e eram relativas ao período de quatro semanas, além da semana planejada no curto prazo. Participavam dessas reuniões: a equipe de gestão da obra (engenheiro gestor da obra, estagiário, mestres, técnico de segurança e eventualmente o gerente de produção da empresa e o administrador da obra); os sub-empregados; o projetista da estrutura metálica e cobertura; as empresas fornecedoras das instalações elétricas e hidrossanitárias; o representante da empresa fornecedora do sistema de esquadrias e o cliente. Na primeira reunião participaram mais de 30 pessoas.

A partir da terceira reunião, o engenheiro gestor da obra optou por mudar a estrutura da reunião e a separou em duas reuniões quinzenais e intercaladas, realizadas sempre às sextas-feiras. Desta forma, em uma semana acontecia uma reunião de médio prazo para os processos de estrutura e fachada, na seguinte uma para os processos referentes às áreas internas e assim sucessivamente. Essa decisão foi justificada pelo engenheiro devido ao grande número de participantes nas reuniões e que não contribuíam de forma produtiva para as discussões de planejamento. Com a divisão dos grupos, ele esperava que nas reuniões haveria mais participação dos envolvidos.

Os processos foram separados pelos grupos com maior interferência entre si: estrutura e fachada; serviços internos. Alguns dos envolvidos participavam das duas reuniões, com exceção do projetista estrutural e o fornecedor de esquadrias que se envolveram apenas nas reuniões sobre estrutura e fachada; e os fornecedores das instalações elétricas e hidrossanitárias que participavam apenas das reuniões com foco nos serviços internos. Após essa decisão, o representante do cliente não foi mais convidado a participar das reuniões, pois, segundo o engenheiro gestor, a participação do cliente mudava o foco da reunião. Por esta razão, passou a ser realizada uma reunião semanal com o mesmo, à parte, às quintas-feiras.

As reuniões de curto prazo aconteciam todas as segundas-feiras e participavam em média 15 pessoas, incluindo a equipe de gestão da obra (engenheiro, estagiário, mestres, contra-

mestre e técnico de segurança) e representantes de sub-empregados. O acompanhamento das reuniões de curto prazo tinha a finalidade de orientar a pesquisadora para a observação dos processos críticos da obra. Assim, buscava-se identificar nas reuniões falhas do processo de identificação das restrições que comprometiam o atendimento dos planos e que poderiam estar relacionadas com as perdas por improvisação.

5.4.1.1.3 Análise dos documentos de planejamento

A pesquisadora teve acesso a todos os arquivos com os planos de curto e médio prazo e dos procedimentos de trabalho para análise. Foi analisada a evolução do PPC, as causas do não cumprimento dos pacotes de trabalho, a lista de restrições, planos de médio prazo, desenhos e esquemas utilizados para elaboração dos planos.

5.4.1.1.4 Observações diretas no canteiro de obras

As observações foram realizadas a fim de identificar diferentes tipos de perdas por improvisação. Foram excluídos os dias em que havia reunião de planejamento devido à necessidade da disponibilidade de alguém da equipe de gestão acompanhar as visitas. Foram realizadas visitas ao canteiro três vezes por semana, terças, quartas e quintas-feiras.

Inicialmente não foi seguido um procedimento pré-definido para a coleta de dados, pelas seguintes razões:

- Identificação: era desconhecida uma forma para identificar e registrar as perdas nas visitas. Foram testados alguns modelos de *checklist* para verificação dos pré-requisitos necessários, mas logo foram descartados, pois demandavam muito tempo e pouco contribuíram para a identificação das improvisações;
- Tempo: não se tinha idéia do tempo necessário para ter uma amostra representativa de eventos para a identificação das perdas. Além disso, havia dificuldade de se definir o melhor momento para observar os processos com mais possibilidade de haver perdas;
- Conteúdo: não se tinha definido o conteúdo dos registros das improvisações para caracterizá-las mais tarde;
- Procedimento de coleta: como consequência, não se tinha um procedimento definido de como percorrer o canteiro ou como registrar as perdas.

Desta forma, a coleta de dados teve um caráter exploratório, de forma a adequar o que estava sendo coletado com as questões que surgiam ao longo do processo. Ao todo, foram realizadas 15 visitas ao canteiro, sendo que se buscava observar todos os processos envolvidos na execução da obra. A pesquisadora começava a visita no último pavimento acompanhada do técnico de segurança ou de um estagiário e percorria todos os pavimentos observando os processos que estavam sendo realizados. Era observada também a situação em que se encontravam os pavimentos a fim de verificar a existência de evidências de casos de perda por improvisação já ocorridos.

O processo de observação consistia em analisar a forma como as atividades eram realizadas no canteiro. Não havia qualquer procedimento que verificasse a ocorrência de improvisações na obra, o que dificultou o início do trabalho. Entretanto, o acompanhamento de uma auditoria interna da qualidade permitiu verificar a forma com que as atividades eram observadas pelo auditor. Essas auditorias consistiam em verificar o atendimento dos procedimentos internos da empresa e as possíveis falhas na sua execução que comprometeriam a qualidade final do produto. Neste sentido, sem uma referência interna da empresa para o estudo das improvisações, buscou-se identificar as perdas baseado na maneira com que as auditorias eram realizadas, ou seja, através da observação das pessoas envolvidas, das ferramentas utilizadas, dos materiais disponíveis e da forma como eram distribuídos e usados, além das condições especiais necessárias em alguns casos. Entretanto, diferente das auditorias da qualidade, não havia uma ferramenta específica para a coleta de dados, como um *check list* que direcionasse as observações.

Baseado nas discussões das reuniões de planejamento, buscava-se identificar no canteiro as dificuldades de produção que eram discutidas e como os funcionários conduziam o seu trabalho. Os casos detectados de perdas eram registrados através de fotos e de anotações no caderno de campo. Muitas vezes era preciso questionar o técnico, estagiário, mestre ou quem estivesse acompanhando a visita para compreender a situação de forma mais completa possível.

Como todas as visitas dependiam de alguém da obra acompanhando a pesquisadora, conforme determinado pela equipe de segurança, o tempo de observação e o número de visitas foi limitado. A duração da visita variava entre 1 a 2 horas. Este tempo era dividido entre os diferentes pavimentos, sendo que era maior nos locais onde havia mais pessoas trabalhando. Dias chuvosos e o período de final da tarde foram evitados, pois no início do estudo constatou-se que diminuía muito o número de pessoas trabalhando no canteiro. Neste estudo foram registrados 121 casos observados de perda por improvisação, os quais correspondiam às ações identificadas e não pré-estabelecidas pela empresa para solucionar

a falta de algum pré-requisito às atividades executadas de acordo com o conceito apresentado por Koskela (2004).

5.4.1.2 Registro dos dados

À medida que aumentou o número de registros de observações de perdas, foi necessário armazenar as informações em um banco de dados. Os registros foram então organizados em uma planilha (Figura 9) dividida nas colunas: data, descrição, número de casos observados, processo vinculado, equipe responsável pela tomada de decisão para a improvisação e a causa da improvisação. Após as coletas iniciais, constatou-se que alguns casos identificados ocorriam continuamente, ou seja, mesmo sem serem observados diretamente, havia evidências que estavam ocorrendo em outros locais e momentos da obra. Desta forma, estes casos foram contabilizados, quando identificados, como recorrentes, sendo acrescentada mais uma coluna na planilha.

Foto	n° registro	Data	Descrição	n° de casos no dia	processo	equipe	recorrente	CAUSA

Figura 9 – Organização dos dados coletados na Obra All

Foi utilizado um caderno de campo (EASTERBY-SMITH *et al.*, 1991) para os registros realizados pela pesquisadora no momento da ocorrência dos fenômenos observados (incluem-se o registro das perdas observadas no canteiro, eventualmente através das discussões nas reuniões e entrevistas realizadas ao longo das visitas ao canteiro). Este foi utilizado para tabular e, posteriormente, analisar, as observações de perdas no canteiro. Neste mesmo caderno também eram registrados as observações e participações em reuniões de planejamento e discussões sobre o trabalho, mas estas informações foram organizadas separadamente, em um formato de relatório.

Para auxiliar a organização e documentação de todas as atividades realizadas durante a pesquisa, tais como todas as reuniões de planejamento, entrevistas com o engenheiro gestor da obra e discussões sobre os resultados parciais apresentados, foi utilizada uma planilha relatório de atividades desenvolvidas. Este relatório permitiu que os registros das reuniões gerassem uma linha evolutiva das práticas de planejamento observadas, o que favorecia o estudo das causas das perdas identificadas posteriormente. A planilha era organizada pelo registro do evento, data e participantes, uma descrição das observações ou entrevistas realizadas e as questões geradas, conclusões prévias ou comentários, conforme a Figura 10. Além disso, nesta planilha foi utilizada a função *hiperlink*¹⁵ que permitiu vincular no arquivo da planilha uma série de atalhos que acessam outros arquivos. Tal recurso permitiu manter o vínculo entre todos os registros gerados, tais como documentos, atas de reuniões, questionários realizados e arquivos de seminários.

Relatório das atividades desenvolvidas ao longo da Pesquisa para a Dissertação de Mestrado
RELATÓRIO DE ATIVIDADES ESTUDOS PARA DISSERTAÇÃO (adaptado de MIROM, 2008)

Data e Participantes	Evento	Descrição	Questões Pendentes/Conclusões Prévias/Comentários
----------------------	--------	-----------	---

Figura 10 – Cabeçalho planilha do relatório de atividades dos estudos (Adaptado de Miron, 2008¹⁶)

5.4.1.3 Análise dos Resultados

Esta etapa consistiu na análise do processo de identificação e remoção de restrições e da análise dos dados coletados sobre perdas por improvisação. O processo de identificação e remoção de restrições foi analisado a partir da reunião de todas as informações geradas através da participação nas reuniões de planejamento, análise dos indicadores de planejamento, documentos e pelas entrevistas.

Já os dados coletados sobre as perdas por improvisação identificadas, foram analisados a partir da organização do banco de dados e de sua revisão durante todo o estudo, principalmente em função da evolução conceitual. O processo levou à proposição de um procedimento para análise das perdas no canteiro como consequência da falha na previsão das pré-condições de trabalho. Este procedimento, inicialmente, foi dividido em três partes, categorização das perdas por improvisação, estudo da sua origem e estudo do provável impacto a ser causado.

¹⁵ Disponível nos softwares Microsoft Office.

¹⁶ MIRON, L. I. G. Gerenciamento dos requisitos dos clientes de Empreendimentos habitacionais de interesse Social: Proposta para o programa integrado entrada da cidade em porto alegre/RS. Tese de Doutorado Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

As categorias de perdas por improvisação foram definidas ao longo do estudo, à medida que a origem das perdas foi sendo analisada. Após a definição dessas categorias, foi necessário voltar ao banco de dados e atualizar todos os registros, para então analisar o seu resultado.

O estudo da origem das perdas foi realizado a partir da análise das falhas identificadas, que em alguns casos ocorreu através de entrevistas e pela participação nas reuniões de planejamento. Como cada caso poderia estar relacionado a mais de uma falha, optou-se por limitar esta análise a, no máximo, três falhas, de forma a delimitar a quantidade de dados a ser processada.

Para a identificação dos possíveis impactos das perdas na produção, considerou-se que cada ocorrência poderia estar relacionada a mais de uma consequência. Assim, foi também estabelecido um limite de, no máximo, três itens. Estes foram categorizados, utilizando como referência as possíveis consequências, devido à ocorrência das perdas por improvisação, identificadas por Koskela (2004).

Por fim, foi incluída a análise dos dados gerados quanto às informações que poderiam retroalimentar os sistemas de gestão existente, particularmente os sistemas da qualidade, segurança e saúde no trabalho e o sistema de planejamento e controle da produção. Esta última análise deve-se ao fato de que algumas observações ao longo do estudo indicaram falhas nos procedimentos de trabalho e à falta de controle quanto a medidas preventivas de acidentes. Assim, o resultado da análise das perdas foi organizado conforme a Figura 11.

tipo de improvisação	natureza da falha na previsão de recursos			possível impacto na produção			oportunidade de melhoria		

Figura 11 – Planilha para avaliação das perdas por improvisação

5.4.2 Estudo de Caso B

5.4.2.1 Descrição da Empresa Gama

A empresa Gama também utilizava um sistema de PCP que apresentava bastante semelhança com o modelo desenvolvido pelo NORIE-UFRGS, já que havia participado de diversos projetos de pesquisa com esta instituição ao longo dos últimos 10 anos. Com sede na cidade de São Leopoldo, a empresa se caracteriza como uma construtora de médio porte

que atua na região metropolitana de Porto Alegre no ramo de obras comerciais, públicas, industriais e de habitação de interesse social.

5.4.2.2 Descrição da Obra IV

O empreendimento, denominado Obra BIV, consistia em um edifício garagem, localizado no centro de Porto Alegre, com 10 pavimentos e área total de 32.000m² que disponibilizará 954 vagas para automóveis. Além do edifício, está previsto a execução de alterações viárias no entorno, totalizando um investimento de 16 milhões de reais. A obra foi iniciada em junho de 2009 e tem previsão de conclusão para novembro de 2010.

A edificação tinha estrutura em concreto armado, vedação em blocos cerâmicos e revestimento externo de argamassa. Os processos realizados durante o estudo foram fundações, estrutura, alvenaria, revestimento de argamassa, instalações hidrossanitárias e elétricas. A equipe de gestão da obra era composta por um engenheiro residente, um engenheiro *trainee*, um estagiário, um mestre e um técnico de segurança. A mão-de-obra era terceirizada através de duas empresas, uma para execução da estrutura, alvenaria e revestimentos e outra responsável pelas instalações hidrossanitárias, esgoto e elétrica.

5.4.2.3 Descrição das Atividades Realizadas

Neste estudo foram realizadas dois tipos de atividades de pesquisa. A primeira consistiu em refinar o procedimento de identificação e avaliação das observações de perdas por improvisação, realizado no estudo anterior. Assim, com base nos resultados do primeiro estudo, foram revisados os procedimentos de coleta de dados adotados, a forma de categorização, os critérios propostos e o instrumento para organização do banco de dados. A segunda atividade foi realizada com o intuito de estabelecer um vínculo entre as perdas identificadas e o resultado obtido na produção através do planejamento da obra, ou seja, com o resultado do planejamento semanal indicado pelo PPC. Neste sentido, o processo de coleta de dados foi sistematizado de forma a identificar o percentual de pacotes de trabalho executados com improvisação.

O estudo foi realizado ao longo de cinco semanas, sendo que a primeira semana foi apenas para ambientação da pesquisadora no canteiro e realização de ajustes no instrumento de coleta. Durante essa semana foram realizadas visitas diárias à obra em dois turnos com o objetivo de observar todos os pacotes de trabalho executados durante a semana, sendo deixados de fora apenas os horários de baixa produtividade, pois havia poucas pessoas no canteiro. Os dados obtidos nesta semana foram utilizados apenas para avaliação das perdas. A equipe de gestão da obra disponibilizou os planos semanais para que fossem usados durante as visitas como referência. Já o processo de identificação e remoção de

restrições foi analisado a partir de documentos expostos na sala da equipe de gestão da obra e pelas entrevistas realizadas.

As demais semanas foram então organizadas em função do período de planejamento de médio prazo da obra, que é de quatro semanas, e baseadas nos planos de curto prazo. A semana, segundo a rotina do PCP da empresa, começava toda sexta-feira e era encerrada às quintas-feiras, mesmo dia em que se realizava a reunião de curto prazo e a programação da semana seguinte.

5.4.2.3.1 Fontes de evidência

O alinhamento do estudo de caso B com o terceiro objetivo da pesquisa é apresentado na Figura 12.

Objetivo	O que vai investigar?	Como investigar?	Fontes de Evidências
Propor diretrizes para avaliar as perdas por improvisação, a partir de dados gerados no planejamento e controle de obras, de forma a colaborar com a melhoria deste processo	Sistemática para coletar dados de perdas por improvisação	Relacionar os dados coletados com a rotina de planejamento de uma obra	Análise de Documentos
			Observação Direta
	Relação entre perdas por improvisações e o PPC	Relacionar o percentual de pacotes de trabalho realizados com e sem perdas por improvisação	Análise de dados coletados
			Observação Direta
		Relacionar quanto das perdas por improvisações identificadas poderia ser evitadas através do processo de planejamento	Análise dos dados coletados e entrevistas semi-estruturadas

Figura 12 – Alinhamento do objetivo secundário com o estudo de caso B

As fontes de evidência deste estudo foram as mesmas utilizadas no Estudo A. A principal diferença ocorreu na forma de realizar as observações diretas das perdas por improvisação. Diferentemente do Estudo A, neste estudo as observações foram realizadas a partir dos pacotes de trabalho definidos nos planos semanais, ao invés da observação dos locais de trabalho (por exemplo, os pavimentos), o que permitiu haver uma relação com a unidade de planejamento adotada para o controle da produção. Assim, quando a pesquisadora entrava no canteiro seguia para o último pavimento e lá buscava localizar as equipes que estavam executando cada pacote de trabalho. Após, descia para os pavimentos subseqüentes e repetia a observação. Desta forma, com o auxílio da planilha de acompanhamento semanal, foi possível realizar as observações no mesmo tempo utilizado no Estudo A, mas seguindo um procedimento sistemático de observação. As atividades complementares, que suportam

a realização de pacotes de trabalho foram analisadas de forma vinculada aos pacotes à que estavam mais fortemente vinculados no momento da observação.

As observações consistiam em verificar primeiramente a que pacote de trabalho se relacionava, quem fazia parte do processo e se estava acontecendo algum tipo de perda por improvisação. Era marcado o turno da observação e se houvesse perda destacava-se em negrito. Havia casos em que se observavam novos pacotes sendo realizados ou os planejados acontecendo em um dia diferente da programação, nestes casos a anotação era destacada em vermelho.

No fechamento da semana eram contabilizados os casos observados e verificado junto à equipe de gestão quais os pacotes concluídos. Paralelamente à organização dos dados semanais, os casos eram registrados para posterior avaliação, conforme realizado no Estudo A. As visitas aconteciam diariamente em dois turnos e durava, em média 1 hora, tempo necessário para percorrer todo o canteiro.

Entretanto, neste estudo foram realizadas no total de 42 visitas a obra, em um período de cinco semanas, promovendo assim um total de 224 casos observados com perda por improvisação.

5.4.2.3.2 Registro dos dados

Com o plano semanal em mãos, as informações eram transcritas para uma nova planilha (Figura 13) que, além de facilitar a leitura durante a visita, continha um espaço para marcar os pacotes que eram observados com perdas por improvisação. No preenchimento desta era identificado o pacote de trabalho, o pavimento, o processo a que o pacote estava relacionado e uma descrição sucinta da atividade que seria realizada durante a semana. Os casos de perdas identificadas eram registrados no banco de dados com um número. Como alguns pacotes de trabalho foram observados com mais de um caso de perda, buscou-se anotar este número também na planilha de observação semanal e assim manter o vínculo entre o banco de dados e o acompanhamento semanal.

Período: 9/4/2010-15/4/2010		Reunião de Fechamento: 15.04.10		PPC: 59%		COLETA DE DADOS IMPROVISAZÃO X PLANEJAMENTO SEMANAL - OBRA BIV										
pacote	pav.	processo	pacote de trabalho	SEX	SEG	TER	QUA	QUI	perda por improv.	N° registro improvisação					quant	PC
1	8°	estrutura setor A	desforma da laje nervurada	M/T	M	T	M/T	M	sim	64	67	68	64	81	5	-
2	8°	estrutura setor A	montagem estrutura da laje nervurada da rampa	M/T	M	T	M/T	M	não						0	-
3	9°	estrutura setor A	montagem da forma de viga da rampa	T	M	T	M/T	M/T	sim	82	82	82			3	OK
4	9°	estrutura setor A	montagem da armadura de viga da rampa	M/T	M	T	M/T	M	sim	56	56	69			3	OK
5	9°	estrutura setor A	nivelamento e alinhamento laje nerv. Rampa					M	não						0	OK
6	9°	estrutura setor A	colocação das cubetas laje nerv. Rampa e união cubetas		X	T	M/T	M	não						0	OK
7	9°	estrutura setor A	montagem armadura laje nerv. Rampa			T	M/T	M	sim	76					1	-
8	9°	estrutura setor A	montagem dos formas dos pilares	T				T	sim	83					1	-
9	8°	estrutura setor A	concretagem pilares	X			X		-						-	OK
10	8°	estrutura setor A	desforma pilares	M				M	sim	55					1	OK
11	9°	estrutura setor A	montagem das formas de viga da laje				M/T	M/T	sim	71	84	57			3	-
12	9°	estrutura setor A	montagem da estrutura laje nervurada				T	M	não						0	-
13	9°	estrutura setor A	montagem da armadura das vigas da laje				M/T	M/T	sim	76	85				2	-
14	9°	estrutura setor A	nivelamento e alinhamento laje nerv.				M	M	não						0	-
15	9°	estrutura setor A	colocação das cubetas laje nerv. união cubetas		M/T		M/T	M	sim	64	77	81			3	-
16	5°	alvenaria setor A	montagem de armadura da laje nervurada			T	M/T	M	sim	75					1	-
17	3°	estrutura setor A	alvenaria			X	X	X	-						-	-
18	3°	revest. de argam. setor A	nateamento laje, pilares e vigas (remoção excessos)	M/T	M	T	M/T	M	sim	59	65	65			3	OK
19	térreo	estrutura setor A	reboco	X	M/T	T	M/T	M	não						0	-
20	térreo	estrutura setor A	concretagem pilares rampa de acesso	T					não						0	OK
21	térreo	estrutura setor A	desforma pilares rampa de acesso		M				não						0	OK
22	térreo	estrutura setor A	montagem das formas de vigas da laje maciça - rampa de acesso	M/T	M	T	M	T	sim	80	70				2	OK
23	térreo	estrutura setor A	montagem da forma da laje maciça - rampa de acesso		M/T	T	T	T	sim	79					1	OK
24	térreo	instalações provisórias	montagem da armadura da laje maciça - rampa de acesso		X	X	T	M	sim	75					1	OK
25	térreo	instalações provisórias	instalação elétrica (vestiários e banheiros)	X	T	T	T	X	não						0	OK
26	térreo	instalações setor B	rede elétrica (Inst. Provisoria aos transformadores)	M	X	X	X	X	não						0	OK
27	térreo	instalações setor B	redes coletoras de esgoto pluvial e cloacal	M	M	T	X	X	sim	53	58	63	66		4	OK
28	térreo	estrutura setor B	lastro de brita	X	X	X	X	M	não						0	-
29	térreo	estrutura setor B	nivelamento e alinhamento laje nervurada		X	T			não						0	OK
30	térreo	estrutura setor B	montagem das formas de viga da laje	M/T	M/T				não						0	OK
31	térreo	instalações setor B	montagem da armadura da laje	M/T	M	T	M/T	M	sim	54	62	74			3	-
32	térreo	estrutura setor B	instalação das passagens nas vigas (hidráulica e elétrica)		X	T	M	M/T	não						0	OK
33	térreo	estrutura setor B	cortina (forma e armadura)		M	X	T	M	sim	60	72				2	-
34	térreo	instalações provisórias	viga de fundação (forma e armadura)		M/T	X	X	M	não						0	OK
35	térreo	instalações provisórias	montagem dos tapumes		X	X	M	M	não						0	OK
36	térreo	estrutura setor C	demolição do muro proximo à divisa		X	X	M	M	sim	78					1	-
37	térreo	estrutura setor C	montagem dos gabaritos		M/T	X	M	M	não						0	OK
38	térreo	revest. de argam. setor A	contrapiso dos banheiros						-						-	OK
39		instalações provisórias	limpeza 2P, 3P						-						-	OK
40	5°	instalações provisórias	instalação tela de segurança	M/T					não						0	OK
41	térreo	instalações provisórias	instalação hidráulica (banheiros)	M/T	M	T	M/T	M	sim	61	73	61	73		4	-
										total					44	

LEGENDA: em vermelho=pacote não programado - em negro= turno onde se observou a improvisação - X=no momento da visita não estava sendo realizado

Figura 13 – Planilha utilizada para coleta de dados Improvisação X Planejamento Semanal na obra BIV

5.4.2.4 Análise dos Resultados

A análise dos resultados foi separada em duas etapas: a primeira para análise dos pacotes de trabalho com improvisação, e a segunda para avaliação das perdas conforme foi realizado no Estudo A. A partir do acompanhamento semanal foi possível calcular o percentual de pacotes com improvisação. Para ampliar a possibilidade de análise foram verificados os pacotes concluídos, os não concluídos e o total dos pacotes planejados. Como alguns pacotes observados tiveram mais de um registro de perda por improvisação, foi então contabilizado, para cada semana, o número de pacotes com 1 a 7 registros de improvisação.

A avaliação das perdas foi realizada da mesma forma que no Estudo A, descrito no item 5.4.1.3, a fim de avaliar o método de coleta e análise de dados e os critérios adotados no primeiro estudo em outro contexto.

6 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados dos estudos obtidos ao longo desta pesquisa. Ao final é apresentada uma breve discussão sobre os resultados e o método de identificação das perdas por improvisação.

6.1 ESTUDO EXPLORATÓRIO

Os resultados do estudo exploratório na empresa Beta são apresentados na seguinte ordem: grau de implementação do sistema de PCP, a rotina do planejamento de médio prazo e as barreiras no processo de identificação e remoção de restrições.

6.1.1 Grau de implementação do sistema de PCP na empresa Beta

O primeiro *checklist* de boas práticas de planejamento aplicado apontou que as obras apresentaram um grau intermediário de implementação: (IBPPPC de 70% na Obra I e 53,3% na Obra II). Através das entrevistas, constatou-se que alguns elementos básicos do *Last Planner*® não eram bem compreendidos na empresa, tais como, por exemplo, a definição de pacote de trabalho e a realização das reuniões de médio prazo, que não estavam sendo regularmente realizadas – havia muitos cancelamentos de última hora. Na obra II, por exemplo, ao longo de oito semanas, só foi possível acompanhar uma reunião de médio prazo, embora esta reunião estivesse prevista para ocorrer quinzenalmente.

A Figura 14 apresenta a evolução do IBPPPC nas obras I e II, o índice da empresa, pois no programa de qualificação foram avaliadas quatro obras, e o índice da obra III. Pode-se observar que houve uma melhora entre os meses de novembro, antes do primeiro seminário, e abril, após término do programa (IBPPPC de 86,7% na Obra I e 80% na Obra II).

Além disso, constatou-se ao longo do tempo que as obras acompanhadas buscaram implementar melhorias para resgatar algumas práticas de planejamento que haviam sido adotadas com sucesso pela empresa no passado. Dentre o que foi proposto para melhoria do processo de PCP nas obras pode-se destacar:

- a) Longo Prazo: aumentar a transparência com a possibilidade de visualização do plano mestre usando ferramentas para este fim, tais como a linha de balanço;
- b) Médio Prazo: implementar, formalizar e manter uma rotina do planejamento, bem como fortalecer a proteção à interferência do cliente, que muitas vezes provocava, na opinião dos engenheiros da empresa, um desempenho insatisfatório do planejamento semanal;
- c) Curto Prazo: realizar discussões sobre incidentes e causas de falhas de segurança, programar pacotes para atender aos requisitos de segurança, uso de pacotes reserva no plano semanal, aprofundar o questionamento sobre as causas da não conclusão de pacotes de trabalho e a discussão relacionada à realização de ações corretivas, e melhorar a formalização dos planos e registro dos indicadores.

No estudo da obra III o IBPPC também foi medido duas vezes, conforme a

Figura 14, uma na primeira visita à obra (IBPPC igual 66,7%) e outra após o início do acompanhamento das reuniões (IBPPC igual 76,7%). Mesmo com a melhora dos resultados obtidos, o que se observou é que até a semana 40, no período da obra, a equipe de gestão ainda não havia se adequado às práticas de planejamento da empresa.

Quanto ao uso do indicador PPC, a empresa adota como meta o índice de pacotes concluídos semanalmente de 80%. Entretanto, em nenhuma das obras estudadas este foi atendido. Assim, a análise do PPC das obras, Figura 15, indica que na obra I, até o início das atividades de capacitação na semana 34, o PPC variava de forma acentuada de uma semana para outra. Após, observa-se que o indicador estabiliza próximo aos 70%.

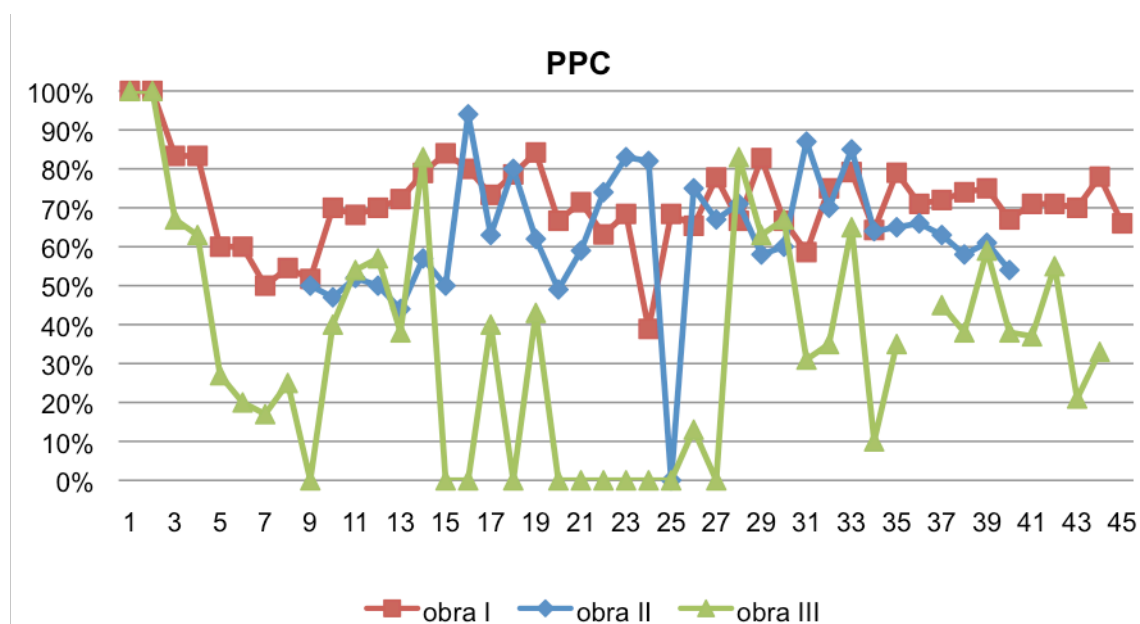


Figura 15 – PPC coletado referente às obras I, II e III

Já a Obra II não disponibilizou todos os dados para análise da evolução do PPC. Até o início do programa, na semana 29, faltavam informações sobre as semanas passadas e a variabilidade de atendimento dos pacotes de trabalho era significativa. Entretanto, pode-se observar uma sensível estabilização do indicador próximo a 60% no período final do estudo. Durante o processo de acompanhamento do planejamento desta obra foram constatadas dificuldades quanto à rotina de reuniões, transparência da equipe de planejamento, interferência do cliente e ainda baixo comprometimento das equipes terceirizadas e internas, como a de segurança, com o planejamento semanal.

A análise do PPC da obra III indicou uma grande variabilidade quanto à confiabilidade dos planos. Parte se deve a não definição dos pacotes conforme os critérios de qualidade apresentados por Ballard (2000). Há períodos nos quais o PPC não era coletado. Em função de duas semanas de férias coletivas concedidas devido a dificuldades na gestão de custos e suprimentos da obra. Em outras semanas, o PPC não foi coletado devido às dificuldades enfrentadas pelo engenheiro quanto às mudanças na organização da empresa.

Ao final, ao apresentar a segunda rodada de resultados e gerar uma nova discussão, ficou evidente a necessidade de a empresa desenvolver mais as práticas referentes ao planejamento de médio prazo, que foi pouco desenvolvido ao longo do programa de qualificação. Muitos engenheiros reconheceram que o planejamento de médio prazo é bastante negligenciado, pois para estes tal etapa é vista como um processo muito trabalhoso e cujo resultado, a lista de restrições, é difícil de ser administrada.

6.1.2 Barreiras no processo de identificação e remoção de restrições

Com a participação nas reuniões de planejamento, foi observado que na Obra III, havia pouco controle do processo de remoção das restrições, pois a lista era gerada pelo engenheiro da obra e raramente era atualizada ou controlada. Além disso, observou-se que, nas reuniões, uma parte substancial do tempo era gasto com a leitura da lista de restrições previamente formada. Havia pouca discussão sobre os planos futuros a fim de identificar as reais necessidades para que estes fossem executados dentro do prazo.

A lista de restrições gerada nas reuniões não abrangia todo o horizonte do planejamento de médio prazo, pois tratava apenas dos itens necessários para as duas semanas seguintes. Mais de 80% dos itens da lista deveriam ser removidos no prazo de uma semana e nenhum deles foi identificado com mais de três semanas de antecedência. O engenheiro da obra fazia a lista de ações para remoção de restrições antes da reunião e baseada na lista gerada na reunião anterior. Durante a reunião a lista era lida e se algum dos participantes indicasse algum outro item, geralmente baseado na própria lista, este era anotado. O conteúdo da lista era basicamente voltado para suprimentos e o responsável pela remoção dos itens era o próprio engenheiro ou o administrador da obra, que raramente participava das reuniões. Foi constatado que a lista era discutida sem o prévio estudo dos planos futuros, no período de médio prazo, e não era pré-requisito para a inclusão dos planos de trabalho no planejamento semanal. Muitas das restrições não eram removidas dentro do prazo em que eram programadas ou reprogramadas.

Assim, a partir do acompanhamento das reuniões e discussões ocorridas, foram identificadas algumas barreiras existentes para o processo de identificação e remoção de restrições:

- a) A compreensão dos gestores quanto ao conceito de fluxos à montante da produção ainda é limitada, havendo um foco excessivo na identificação de restrições relacionadas a recursos materiais. A análise de restrições era limitada a disponibilidade destes recursos para a produção;
- b) Os gestores tinham dificuldades de enxergar restrições para execução dos planos além de três semanas. A maioria é identificada para a primeira ou, no máximo, segunda semana, prazo que nem sempre é suficiente para a sua remoção.
- c) Em muitas reuniões o grupo de participantes era limitado à equipe gestora da obra e encarregados que atuavam na obra. Raramente participavam os

representantes das empresas fornecedoras, projetistas ou pessoal administrativo da obra;

- d) Em algumas obras, dada a complexidade das mesmas e problemas de caráter contratual, a reunião de médio prazo era trabalhosa, demandando muito tempo e conhecimento para sua realização;
- e) Havia uma grande demanda por decisões técnicas nas reuniões de médio prazo e que tomam o tempo que deveria ser dedicado ao processo de identificação de restrições. Tais discussões tiram o foco da análise dos planos e tendem a estender demasiadamente a duração das reuniões. Além disso, muitas das questões levantadas nas reuniões não eram solucionadas e acabavam sendo resolvidos durante a produção;
- f) As reuniões de médio prazo tinham uma ênfase excessiva na coleta de dados, ao invés de terem os papéis de discussão de problemas e tomada de decisão.
- g) Com freqüência, os prazos para remoção das restrições não são claramente definidos e as datas limites são alteradas, caso não tenham sido atendidas, em função de deficiências de controle neste nível de planejamento. De fato, o indicador IRR¹⁷ não vinha sendo implementado pela empresa, embora esta houvesse decidido adotá-lo;
- h) As causas do não cumprimento de pacotes de trabalho no planejamento semanal não eram devidamente analisadas. Não se apontava as deficiências do planejamento de médio prazo, já que muitas eram consequência de falhas no processo de identificação de restrições nos pacotes de trabalho;
- i) Faltava rotinização e formalização das reuniões, para fazer com que as informações sejam adequadamente registradas e disseminadas;
- j) Muitas vezes a reunião de médio prazo era realizada logo após da reunião de curto prazo, o que interferia no conteúdo a ser discutido.

6.1.3 Considerações Finais

O estudo das três obras contribuiu para que a pesquisadora compreendesse bem o contexto do planejamento, suas dificuldades e deficiências. Assim como indicado na bibliografia, este estudo apontou as dificuldades existentes no nível de planejamento de médio prazo em três obras de uma empresa.

¹⁷ Índice de Remoção de Restrições, proposto por Codinhoto (2003).

Visto que na Obra I a equipe de gestão mantinha uma série de práticas de planejamento e, portanto, era obra com o PPC médio maior, esta seria a obra com melhores condições para dar continuidade aos estudos. Entretanto, como esta obra foi interrompida e a equipe transferida para a Obra II, optou-se pela continuidade dos estudos nesta.

6.2 ESTUDO A

Os resultados apresentados neste item estão divididos em três partes: conteúdo das reuniões de planejamento, identificação das perdas por improvisação e avaliação das perdas. Ao final, são discutidos as primeiras proposições para o método de identificação das perdas por improvisação.

6.2.1 Conteúdo das Reuniões de planejamento

6.2.1.1 Planejamento de curto prazo

Foram acompanhadas no total 13 reuniões de curto prazo sempre realizadas às segundas-feiras. A rotina do planejamento de curto prazo iniciava na sexta-feira anterior com a entrega do pré-planos, elaborados pelos líderes de equipe, que eram agregados em um plano único pelo estagiário da obra. Segunda-feira pela manhã era realizada a reunião que iniciava pela avaliação da semana anterior e breve discussão das causas. Após, eram divulgados e discutidos os planos com todos os participantes. A Figura 16 apresenta a evolução do PPC ao longo do estudo, iniciado na semana 66.

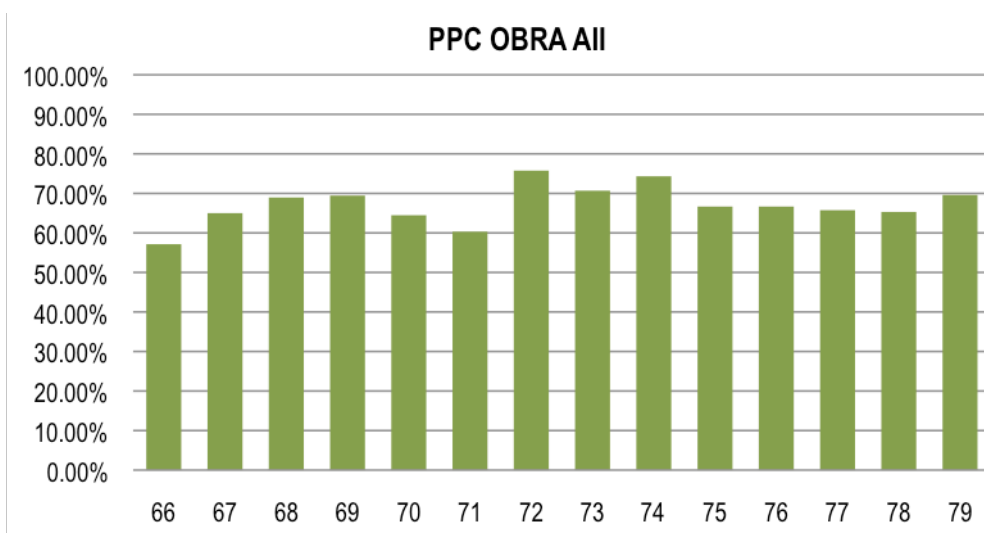


Figura 16 – PPC Obra AII

Mesmo com a participação dos sub-empregados para a confecção dos planos, percebeu-se que muitas atividades realizadas não constavam nos planos. Inclusive, alguns líderes

levavam para a reunião uma lista de tudo que havia sido realizado e que não havia sido planejado como forma de justificar o não cumprimento dos planos. A Figura 17 apresenta as causas do não cumprimento dos planos. Destaca-se a superestimação da produção como causa na maioria dos planos não atendidos. Isso se deve ao fato da dificuldade no dimensionamento das equipes, principalmente com o acúmulo de atividades de retrabalho tais como, por exemplo, o tratamento das falhas do concreto dos componentes de estrutura (bicheiras), além das atividades de limpeza e término de outras atrasadas.

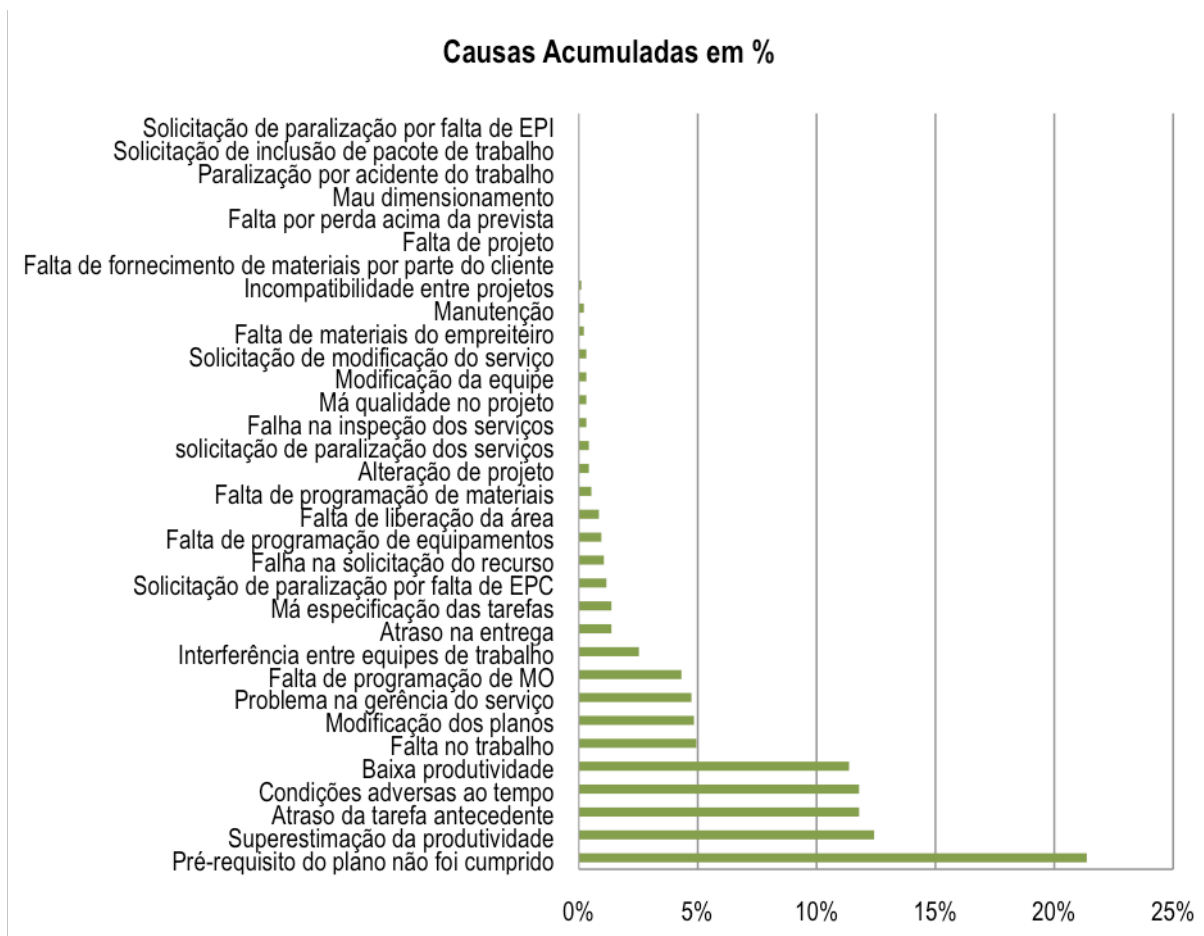


Figura 17 – Causas do não atendimento dos planos semanais Obra All

Através das discussões nas reuniões, pôde-se identificar algumas questões críticas para a produção, às quais eram normalmente relacionadas as causas do não cumprimento dos planos, dentre essas: o ritmo da concretagem da escada central estava mais lento que o planejado (um pavimento por semana); a instalação dos contra-marcos das esquadrias externas atrasava freqüentemente e interferia nas atividades subseqüentes; o uso do elevador para transporte de materiais e pessoas de todas as equipes provocava esperas desnecessárias entre atividades; a execução das alvenarias na borda das lajes tinha um horário restrito para sua execução devido à questões de segurança; havia necessidade de muitos reparos na estrutura de concreto devido a bicheiras; grande número de atividades

emergenciais de segurança; falta de espaço no canteiro; entregas de materiais não controladas e ainda falta de mão-de-obra terceirizada.

Freqüentemente eram identificadas restrições não removidas nas reuniões de curto prazo. Dentre estas, a maioria tinham relação com o recebimento de materiais e a definição do local para ser estocado. Muitas interferências entre equipes foram também identificadas durante estas reuniões, principalmente nas atividades de fachada devido aos atrasos na instalação dos contra-marcos e nas áreas de circulação, pela interferência entre a colocação do basalto com a do guarda-corpo.

De uma forma geral, o acompanhamento das reuniões e a compreensão dos problemas, através da participação nas reuniões de PCP, contribuíram muito para orientar as visitas ao canteiro de obra para coletar dados das perdas por improvisação.

6.2.1.2 Revisão do plano de longo prazo

Com o auxílio dos líderes, no final de setembro foi revisado o plano de longo prazo para o término da obra. Esta revisão foi fundamental, além de necessária, devido às mudanças na equipe de gestão, pois estabeleceu novas metas para a realização do PMP.

Um grande desafio a ser superado na obra era o atraso da estrutura que estava dividida em dois setores, conforme Figura 18. O setor 2 estava bastante atrasado, sendo que o ritmo de produção da escada central era bastante lento, gerando muito retrabalho. Havia ainda muitas atividades sobrepostas nos pergolados.

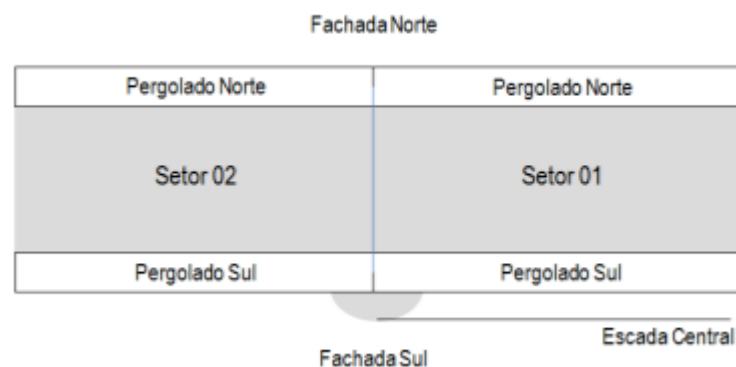


Figura 18 – Setores da Obra All

Assim, o plano de ataque foi elaborado com a participação do mestre responsável pela estrutura e pelos sub-empregados contratados para a execução do revestimento da fachada e instalação de esquadrias. Para as fachadas os planos foram elaborados sobre a maquete eletrônica da obra, o que facilitou bastante a visualização dos lotes conforme pode ser

observado na Figura 19. Os trechos A, B, C, D e E indicam os lotes de fachada a serem revestidos com argamassa e o local de instalação das esquadrias. As linhas 1 e 2 indicam a instalação dos andaimes suspensos e o detalhe da fachada leste, trecho F, foi destacado, pois foi identificado como um futuro ponto crítico quanto ao acesso para a execução do revestimento, principalmente no último pavimento, onde não teria como manter os andaimes instalados.

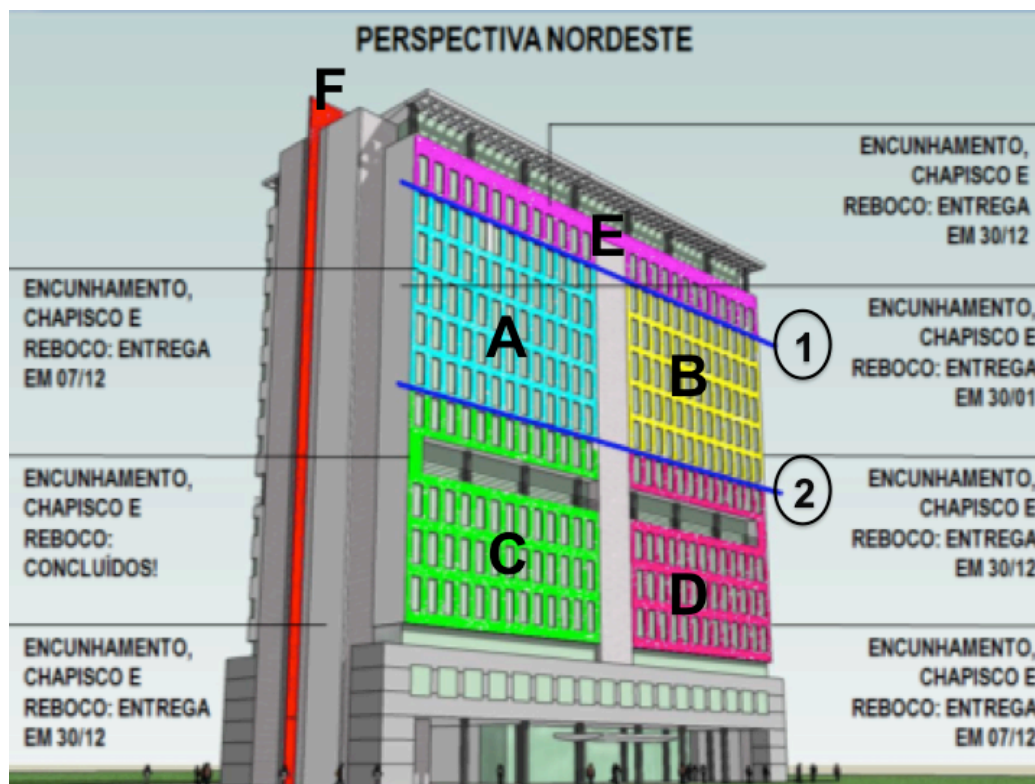


Figura 19 – Plano estratégico para entrega dos lotes de fachada

6.2.1.3 Planejamento de médio prazo

A partir da revisão do plano de longo prazo, estruturaram-se as reuniões de médio prazo utilizando como base o plano de ataque para conclusão da estrutura e fachadas. Assim, os planos e a lista de restrições eram atualizados semanalmente conforme o grupo de discussão. Em cada reunião de médio prazo eram apresentadas fotos com a situação da obra frente às metas para entrega e as estratégias para o seu atendimento. A Figura 20 ilustra como o recurso fotográfico era utilizado para melhor compreensão dos planos durante as reuniões.



Figura 20 – Estratégia para execução da estrutura e fechamento das fachadas sul e oeste

Durante as reuniões foram observadas algumas dificuldades na produção quanto ao atendimento das metas e a atualização das datas de entrega conforme as discussões que seguiam. Os motivos para o não atendimento dos prazos eram devido a questões contratuais entre o cliente e a Empresa Beta, que, conseqüentemente, refletiam na gestão da mão-de-obra. Durante o período do estudo aconteceram três mudanças de sub-empiteira contratada para a execução das alvenarias e revestimento de argamassa. Contudo, a participação das novas empresas no planejamento era bastante facilitada pelos recursos utilizados para discussão dos planos.

Em função da necessidade de recuperar o atraso da obra, o número de atividades planejadas era relativamente grande considerando o porte da obra, o que tornava difícil gerenciar os fluxos a montante da obra. As restrições identificadas não eram muito detalhadas, sendo apontados apenas os itens de grande impacto. Em função disto, as reuniões continuavam a ser relativamente longas, não havendo tempo para a discussão de todas as interferências identificadas e para encontrar soluções a tempo de não prejudicar algum processo.

Alem disto, na percepção do engenheiro gestor, envolver a equipe administrativa da obra e aumentar o comprometimento na remoção das restrições é um desafio constante. Durante as reuniões de médio prazo, os participantes pouco contribuíam com a identificação de restrições referentes às condições de trabalho, tais como necessidade de materiais, equipamentos que não estão funcionando ou falta de espaço. Mais tarde, estas mesmas

restrições eram apontadas como justificativas pelo motivo de não cumprimento dos planos. Assim, para o engenheiro gestor, as empresas sub-empresiteiras não compreendiam seu papel na reunião de planejamento e este não conseguia acompanhar de perto como os pacotes eram realizados para prever todas as situações que poderiam interferir no fluxo de trabalho. Alguns fornecedores tinham dificuldade para compreender seu papel junto ao planejamento e assim, pouco contribuía com o processo. Estes eram bastante cobrados para informar datas de recebimento de materiais e necessidades especiais que pudessem existir para a execução das atividades. Foi o caso, por exemplo, da empresa sub-contratada para as instalações elétricas: o seu representante afirmou em três reuniões consecutivas que o fornecedor lhe entregaria um quadro elétrico na semana seguinte. Quando o quadro chegou, o engenheiro da obra e o técnico de segurança desconheciam as dimensões do equipamento que seria recebido e as necessidades de movimentação para sua instalação. Além disso, a data de entrega coincidiu com o dia de concretagem na obra, e o quadro não pode ser recebido devido à falta de espaço para circulação do caminhão que realizava a entrega e da disponibilidade de um guincho para levar o equipamento até o 2º pavimento.

Outra dificuldade observada diz respeito ao uso do indicador IRR para controle do processo de identificação e remoção de restrições. A lista de restrições gerada não era verificada semanalmente ou a cada quinzena com a entrada de novos itens e verificação dos itens removidos. O controle da lista era bastante confuso, pois poucos itens eram adicionados e as datas para remoção das restrições identificadas previamente eram alteradas conforme não eram atendidas. Os itens de maior importância ficavam expostos em um quadro e eram apagados quando resolvidos, sendo, na maioria dos casos observados, relativos a alterações no *layout* do canteiro e recebimento de materiais.

Neste sentido, constatou-se um grande esforço voltado para não haver atrasos com suprimentos e a necessidade de alterações no *layout* do canteiro para receber todos os materiais necessários. Com a grande diversidade de atividades na obra, o espaço para estocagem era um problema constante e foco principal das reuniões. Por exemplo, havia conflito entre o recebimento das esquadrias e louças dos banheiros, pois demandavam uma grande área para serem estocadas. Este problema era agravado pelo grande volume de vergalhões de aço ainda necessários para o processo de execução da estrutura da obra. Havia também interferências no espaço necessário para a circulação dos caminhões betoneira e o processo de instalação das tubulações pluviais. Como algumas restrições relativas a espaço e recebimento de materiais não eram removidas no planejamento em nível de médio prazo, estes problemas eram frequentemente discutidos na reunião de curto prazo.

Ao final do estudo, as reuniões de médio prazo foram suspensas, pois os planos estavam prontos até o final da obra e assim haviam sido identificadas as restrições que poderiam existir até o seu término, que ocorreria em 2 meses. Para a verificação da lista de restrições até o término da obra, o engenheiro passou a reunir-se com os representantes das empresas sub-empiteiras individualmente. O mestre passou a ser encarregado de acompanhar a terminalidade de todas as atividades de acabamento e verificar a existência de qualquer condição de trabalho inadequada que estivesse impedindo a continuidade dos planos ou interferências entre equipes não identificadas.

6.2.2 Identificação das perdas por improvisação no canteiro da obra

Em paralelo ao acompanhamento das reuniões de planejamento, iniciou-se uma série de visitas ao canteiro a fim de identificar perdas por improvisação. As primeiras visitas foram realizadas de forma exploratória, pois não se sabia ao certo se seria possível em apenas uma visita observar algum caso. Entretanto, pôde-se constatar que no canteiro de obras havia muitos casos que correspondiam ao conceito estudado, sendo necessário, apenas definir uma forma de registrar e analisar cada caso. Desde a primeira visita a pesquisadora buscou registrar com fotos e anotações todos os casos encontrados para que, assim, não fosse perdida a oportunidade de uma análise futura mais detalhada.

As reuniões de planejamento foram fundamentais para orientar as visitas e manter o contato com a equipe de gestão da obra. Conforme os casos foram sendo identificados era necessário esclarecer as dúvidas que surgiam quanto as suas causas. Além disso, estes encontros eram oportunidades para discutir o conceito com a equipe de gestão da obra, principalmente com o engenheiro gestor e, assim, estruturar a coleta de dados baseada nas informações que eram geradas nas reuniões e nas discussões.

Conforme as perdas foram registradas, buscou-se agrupá-las pela semelhança das causas identificadas e relacioná-las aos princípios propostos por Ronen (1992). Inicialmente as perdas eram observadas buscando identificar quais dos itens (material, informação ou ferramentas) definidos no conceito do *kit* completo estavam faltando para que ocorresse tal perda. Assim, logo se constatou que era muito difícil categorizar as perdas baseadas apenas neste conceito, pois este apenas indicava a natureza dos recursos que deveriam ser disponibilizados.

Em algumas discussões com a equipe gestora, constatou-se que este conceito não era claro o suficiente, além de apresentar limitações. Havia uma tendência de abordar apenas questões de segurança, uma vez que o foco das observações eram as pessoas trabalhando nos processos. Mesmo que a intenção fosse mostrar todo o contexto, chamava a atenção

apenas a atitude dos funcionários. Assim, a pesquisadora revisou novamente todos os casos a fim de propor categorias às perdas identificadas de forma a adotar um conceito mais amplo.

Neste sentido, o uso do registro fotográfico foi fundamental, pois os casos que inicialmente pareciam ser relacionados à falta de segurança passaram a ser vistos como mais complexos e revelaram à equipe gestora outras causas, tais como, por exemplo, a falta de previsão de acesso para a equipe de estruturas na área dos pergolados. Um exemplo a ser destacado, e uma perda bastante observada, foram os casos de improvisação relacionada ao uso inadequado do cinto de segurança pelos carpinteiros. Inicialmente considerou-se como um problema referente ao não atendimento do procedimento de segurança. Entretanto, depois de observar vários casos e conversar com as partes envolvidas, constatou-se que o cabo de segurança (linha-de-vida) nem sempre estava acessível para aqueles que trabalhavam na região próxima ao limite da laje e poucos eram os funcionários com cinto retrátil e que tinham maior mobilidade. Logo, tal tipo de perda estava relacionado com a mobilidade ou acesso para estes trabalhadores executarem suas atividades com segurança e as causas poderiam ser tanto devido às instalações inadequadas como a falta de instruções de trabalho em situações adversas à implementação do procedimento.

Assim, após diversas revisões no banco de dados, com base nas observações do canteiro, foram propostas as sete categorias de perdas por improvisação, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Definição dos tipos de perdas por improvisação

CATEGORIAS	DEFINIÇÃO
Acesso/mobilidade	Relativo ao espaço, meio ou forma de posicionamento de quem executa as tarefas
Ajuste de componentes	Artifícios para uso de componentes não adequados à realização das tarefas
Área de trabalho	Refere-se à bancada de trabalho ou área de apoio durante às atividades realizadas
Armazenamento	Organização de materiais ou componentes em locais não preparados para o seu recebimento
Equipamentos/ferramentas	Criados ou adaptados para uso durante as atividades
Instalações provisórias	Criados ou adaptados para uso de água e eletricidade durante as atividades
Proteção	Forma de uso dos sistemas de proteção

A partir dessa definição, a observação das perdas foi orientada de forma a identificar as categorias propostas. Os casos registrados no início do estudo foram re-analisados conforme os critérios foram sendo definidos. Durante as visitas ao canteiro, a pesquisadora percorria todos os pavimentos e observada todas as pessoas que estavam realizando alguma atividade, conforme descrito no capítulo de método. Entretanto, apenas quando se observava alguma situação diferente do esperado como prática construtiva regular, registrava-se como caso de perda por improvisação. Por exemplo, observaram-se vários carpinteiros retirando os componentes de fôrmas de vigas, entretanto um carpinteiro estava posicionado sobre uma pilha de fôrmas para alcançar a área de desfôrma de uma determinada viga. Ao avaliar a situação, percebeu-se que não havia espaço adequado para a realização da tarefa, mas o carpinteiro seguia a sua atividade na forma que ele julgava possível, ocorrendo assim uma perda por improvisação. Este caso era então registrado com foto e posteriormente era categorizado no banco de dados como um caso de improvisação de acesso/mobilidade.

Os registros fotográficos não foram realizados apenas em situações que a pesquisadora julgou inapropriado expor o funcionário que realizava alguma improvisação, pois envolvia alguma situação de risco no caso. Havia a preocupação, nestes casos, de não expor as pessoas, evitando que a situação pudesse ser interpretada de forma negativa, resultando na busca de culpados pelas situações de risco.

Após as primeiras dez visitas ao canteiro, os dados foram apresentados para a equipe de gestão da obra. Esta apresentação provocou surpresa no engenheiro da obra, que desconhecia aquela realidade no canteiro e, em um primeiro momento, atribuiu os problemas ao comportamento dos funcionários, diferente do que a empresa prega. Após explicar o conceito e discutir as causas das improvisações, apresentar as categorias estudadas todos compreenderam o estudo e, nas reuniões seguintes, passaram a identificar nas discussões outros exemplos de improvisações.

A organização do banco de dados foi realizada com o intuito de refinar o conceito e verificar os critérios e categorias propostos para a coleta no canteiro de obras. A Figura 21 apresenta uma parte da planilha usada para o registro dos dados, incluindo a descrição da perda, a indicação da sua causa e, quando possível, uma foto. São ilustrados dois casos de perdas por improvisação para acesso. O primeiro refere-se a um carpinteiro que estava no 13º pavimento, na borda da laje, escalando a estrutura de escoramento para realizar a desfôrma de uma viga. A obra contava com andaimes, bancos e escadas que poderiam ser utilizados por este funcionário, mas que não estavam disponíveis para esta atividade no momento e local da ação. O segundo caso refere-se ao uso de uma estrutura de madeira improvisada

(2 cavaletes e um *pallet*) ao invés de andaimes metálicos com escada para trabalho, que era o equipamento recomendado para acesso em nível superior a 1,5m.

Observa-se, na Figura 21, a tentativa de relacionar a improvisação à equipe que estava realizando a atividade observada. Entretanto, constatou-se que era bastante complicado atribuir às equipes a responsabilidade pela perda, visto que muitas decisões dos funcionários ao improvisar eram consequência da gestão do canteiro. Neste sentido, adotou-se como o responsável pela decisão pela improvisação aquela equipe (através do contato com um de seus membros) que de alguma forma pôde avaliar a situação e mesmo assim optou pelo ato de improvisar. Nos exemplos da Figura 21, a equipe de carpinteiros foi considerada como responsável pela decisão de improvisar, pois, mesmo que estivessem conscientes de que não havia estrutura de apoio apropriada, os mesmos optaram por subir na estrutura de escoramento. No caso da equipe de pedreiros, a situação era semelhante. No entanto, alguns casos de improvisação foram de fato devido a decisões da equipe de gestão da obra, como, por exemplo, as improvisações observadas na escada central e instalações provisórias.



FOTO	Nº REGISTRO	DATA	DESCRIÇÃO	Nº CASOS/DIA	PROCESSO	EQUIPE	TIPO DE IMPROVISAZÃO	CASO RECORRENTE?	CAUSA
	8	15.09.09	utilização do escoramento da laje como apoio para carpinteiro subir e se aproximar do painel a ser desformado	1	estrutura	carpinteiros	acesso/mobilidade	sim	área periférica sem previsão de acesso seguro com plataformas de trabalho
	10	15.09.09	nivelamento do cavalete feito com parte de um pallet.	1	revestimento interno	pedreiros	acesso/mobilidade	não	falta de fiscalização sobre uso de bancadas de madeira que estavam sendo substituídas por andaimes metálicos

Figura 21 – Ferramenta para registro das perdas por improvisação identificadas

Conforme observado nas discussões das reuniões de planejamento, a escada central (identificada no processo estrutura) era uma região bastante crítica quanto à área de trabalho devido a sua forma curva, ao espaço limitado, e por não haver plataformas desenvolvidas para trabalhar nesta área. Observaram-se diversos carpinteiros, ferreiros e serventes equilibrando-se em tábuas, subindo em bancos improvisados sobre a plataforma

de madeira na escada. A Figura 22 ilustra as improvisações observadas entre o 12° e o 15° pavimento. Mesmo ciente que a situação de segurança na região ficaria cada vez mais crítica conforme fossem sendo erguidos os pavimentos, a equipe de gestão não conseguiu desenvolver uma estrutura adequada para a área de trabalho dos carpinteiros e ferreiros.



Figura 22 - Escada central 14° pavimento

O processo de execução das instalações provisórias envolvia todas as atividades relacionadas à execução de instalações de proteção para o canteiro, instalações provisórias elétricas e hidráulicas e mudanças de *layout* que ocorreram durante o estudo. Um dos exemplos de improvisação neste caso foi a decisão pela instalação da estrutura da tela de proteção da fachada sobre o patamar da escada oeste, bastante usada para circulação dos trabalhadores, conforme a Figura 23. Em um lance da escada era necessário passar por baixo da viga de madeira e no outro pular a mesma viga. Durante uma das visitas pode-se testemunhar um acidente em que um servente tropeçou na estrutura e bateu a cabeça contra a parede em frente.

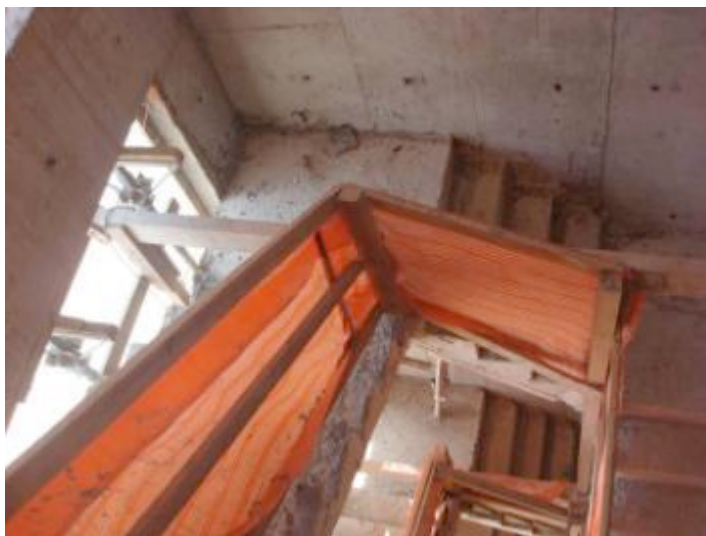


Figura 23 – Estrutura para suporte da tela de proteção da fachada

Além deste caso, foram registradas perdas por improvisação devido a decisões da equipe de gestão sobre a forma como as instalações elétricas e hidráulicas provisórias estavam instaladas no canteiro. Havia ligação de água em apenas um a cada três pavimentos e, para atender as equipes de revestimento e de alvenaria, que trabalhavam em até quatro pavimentos ao mesmo tempo, uma mangueira levava água para os demais pavimentos. Esta mangueira passava pelos buracos na laje por onde passaram os tubos da linha de vida, e que deveriam estar fechados, ou por fora da fachada e chegavam a algum reservatório. Tanto a mangueira quanto a fiação elétrica era suspensa e solta sobre a tubulação de incêndio já instalada para evitar tropeços. Entretanto, sem estar devidamente fixados, os cabos ou as mangueiras poderiam provocar acidentes já que ao transportar escadas ou materiais nos ombros os funcionários passavam muito perto destes. A Figura 24 ilustra como as instalações provisórias foram executadas e assim permaneceram durante todo o período do estudo.



Figura 24 – cabo elétrico suspenso sobre tubulação de incêndio

Já a Figura 25 ilustra como o reservatório era utilizado pelas equipes de pedreiros, sendo que um componente da estrutura de escoramento é utilizado para fixar a mangueira no reservatório.



Figura 25 – Reservatório de água provisório

No que se refere à análise de dados, inicialmente calculou-se o percentual de improvisações por processo observado e para as equipes responsáveis pelas improvisações. Entretanto, o resultado mais importante para a caracterização das perdas no canteiro foi referente às categorias propostas. A Figura 26 indica que o maior número de registros de observações de perdas de improvisação, 36%, foram relacionadas à categoria acesso/mobilidade dos trabalhadores.

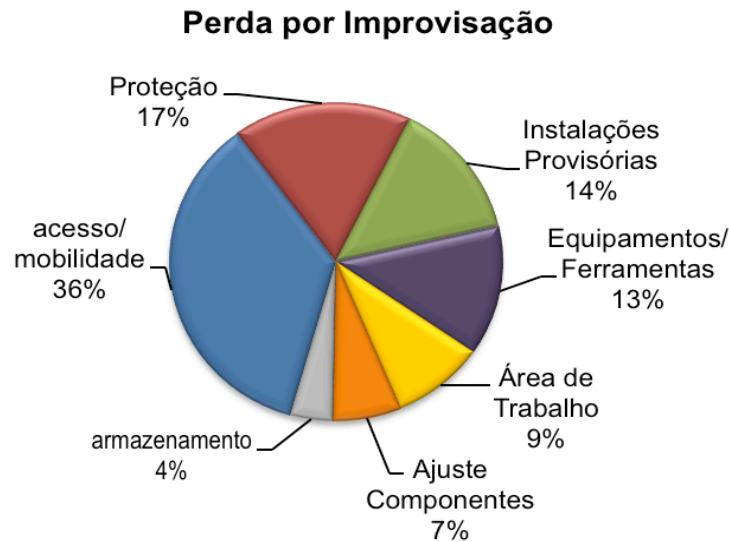


Figura 26 – Percentual de improvisação observado por categoria

Considerando-se apenas os casos que ocorreram de forma continuada e repetida, classificados como recorrentes, constatou-se que estes representam 32% dos registros observados. Dentre estes, a Figura 27 indica que 41% referem-se à categoria acesso/mobilidade e 41% referem-se à categoria proteção. Os casos classificados como recorrentes que tiveram maior frequência foram o uso do cinto de proteção para trabalho em altura, o uso de outras superfícies, ao invés dos andaimes ou escadas, para atividades acima de 1,5m. Ao longo das observações, constatou-se que havia um número significativo destes casos, e por isso foram contabilizados como recorrentes, visto que também não foram adotadas medidas para que não ocorressem mais. Desta forma, pode-se afirmar que o número das perdas acesso/mobilidade foram as que mais se repetiram no canteiro sem que uma solução fosse adotada. As perdas do tipo instalação provisória foram registradas como recorrentes, pois na maioria dos casos ocorriam de forma continuada no canteiro.

Casos recorrentes de Improvisação

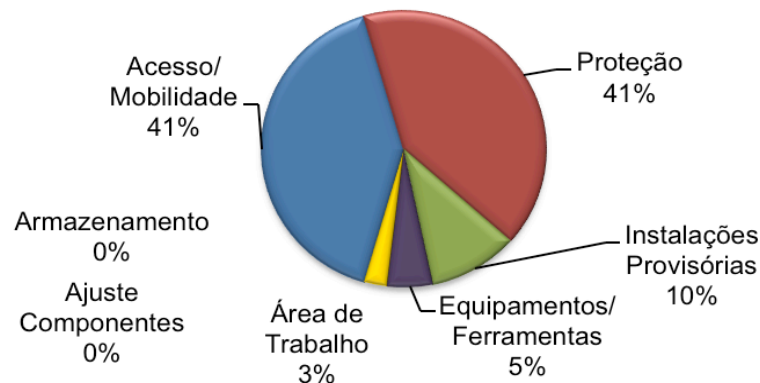


Figura 27 – Percentual de casos recorrentes de perda por improvisação

Algumas práticas usuais no setor da construção e que fazem parte da rotina de qualquer obra foram identificadas como perdas por improvisação, tais como, por exemplo: utilização de blocos cerâmicos como peso para prumada nas fachadas; barras de aço dobrado para formar bancada de trabalho sobre o qual os ferreiros fazem a amarração dos componentes da estrutura; transporte de blocos cerâmicos empilhados sobre carrinhos de mão. Os três casos foram registrados como perdas devido à ausência de equipamentos ou ferramentas para a realização de tarefas em obra.

O resultado da relação das perdas identificadas com os processos observados e as equipes envolvidas não é adequado para a caracterização das perdas, pois depende do número de equipes ou da intensidade de trabalho. A Figura 28 apresenta o número de observações de perdas por improvisação ocorridas em cada processo. No processo de estrutura, houveram mais registros de perdas por improvisação, visto que, contava com três frentes de trabalho (uma para cada setor e uma terceira equipe para a escada central).



Figura 28 – Número de registros de perdas por improvisação para cada processo observado

Assim, buscou-se então relacionar para cada categoria de perda a parcela observada em cada processo, conforme a Figura 29. Nesta, por exemplo, no processo de estrutura, 41% das perdas identificadas foram referentes à categoria acesso/mobilidade e 25% proteção. No processo de instalações, foi observado apenas um caso de perda por improvisação para acesso. É importante ressaltar que estes resultados são referentes à fase da obra observada.

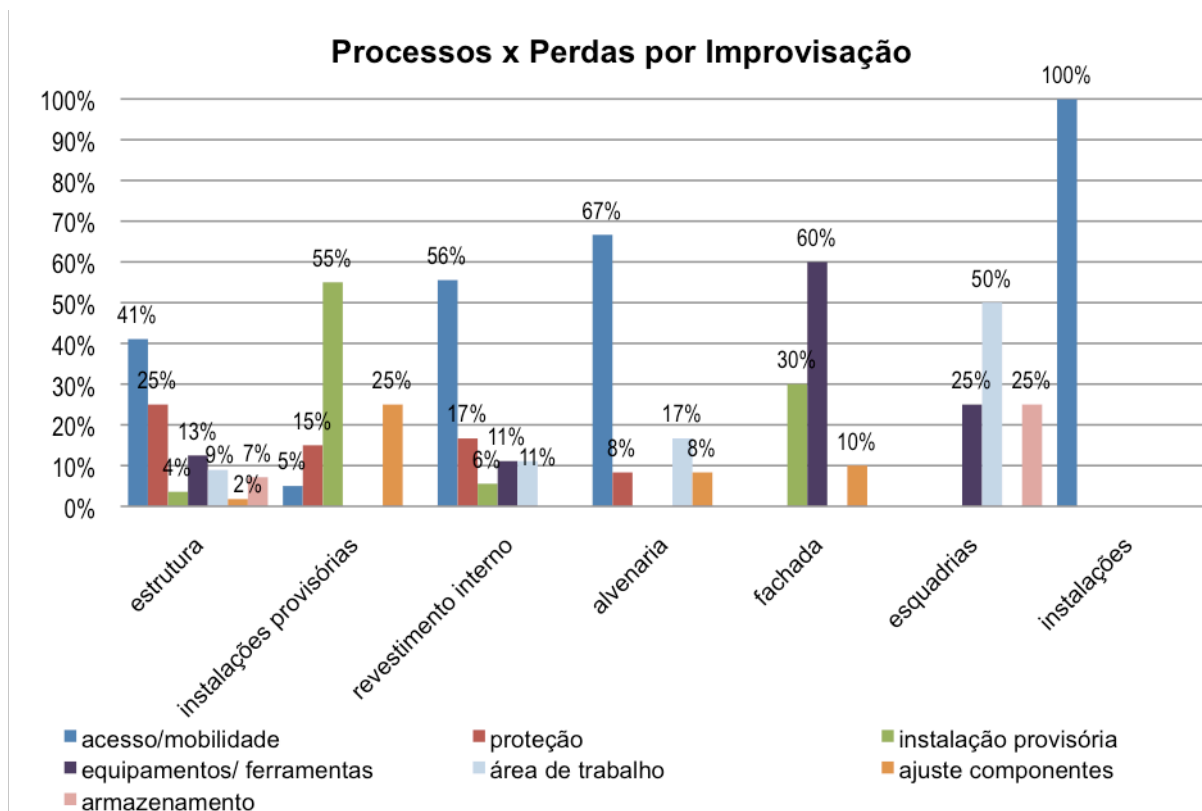


Figura 29 – Percentual de perdas identificadas nos processos observados

Assim, pode-se destacar que todas as categorias foram observadas no mínimo em dois processos distintos. As perdas do tipo armazenamento foram identificadas na maior parte dos casos relacionadas ao processo de estruturas, devido ao uso das cubetas para armazenar os componentes metálicos da estrutura, e no processo de esquadrias, devido à organização dos componentes sobre pranchas de madeira.

Da mesma forma, a análise das equipes responsáveis pela decisão de improvisar aponta que o maior número de observações foi devido a ação dos pedreiros, que estavam em maior quantidade no canteiro. A Figura 30 apresenta o número de registros de observação realizados, em relação às equipes.

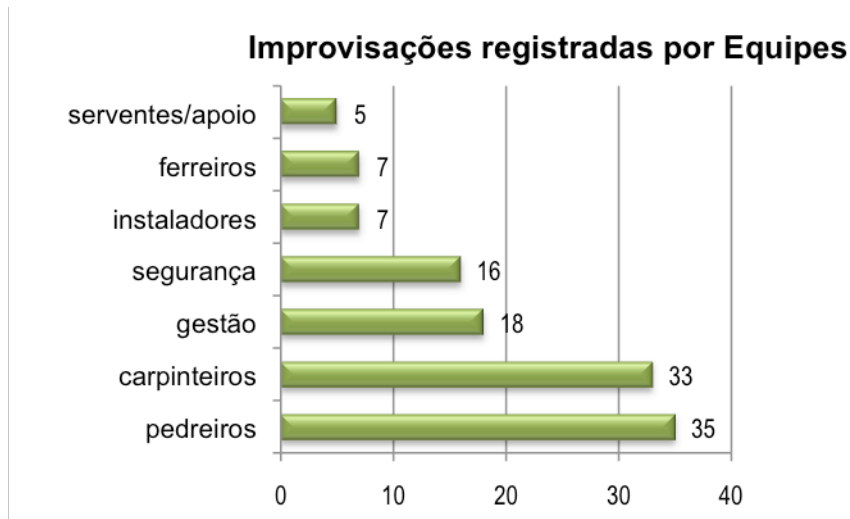


Figura 30 – Número de registros de perdas para cada equipe considerada como responsável pela decisão de improvisar

Para melhor expressar a relação das equipes com as perdas por improvisação buscou-se analisar para cada categoria de perda a parcela das equipes à qual foi atribuída a decisão de improvisar (Figura 31). Neste sentido, às equipes de pedreiros e de carpinteiros decidiu por seis tipos de perdas por improvisação das sete propostas no estudo. Na categoria de improvisação para instalações provisórias, a maior parcela de decisão pela improvisação foi atribuída à equipe de gestão da obra.

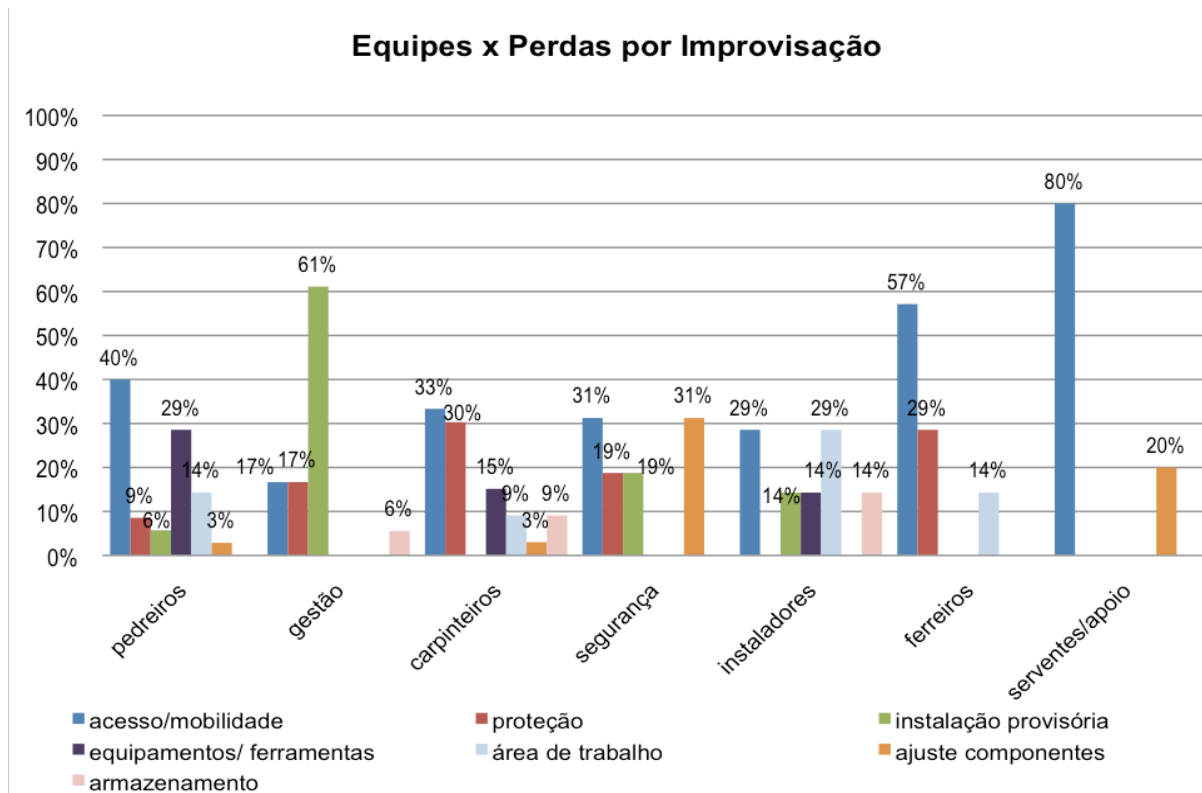


Figura 31 – Decisão das equipes pelas improvisações

6.2.3 Avaliação das Perdas por Improvisação

A avaliação das perdas consistiu em verificar as falhas no levantamento dos pré-requisitos necessários para a execução das atividades da obra e que levaram à ocorrência das perdas por improvisação e o impacto que estas poderiam gerar na produção. A Figura 32 ilustra uma primeira tentativa de definir a origem das perdas no canteiro de obras. Esta figura indica que alguns itens necessários para a realização das atividades na obra podem ser identificados, em um primeiro momento, durante o a etapa de planejamento de longo prazo, quando as grandes etapas da obra são definidas. Entretanto, a verificação dos pré-requisitos para executar os pacotes de trabalho é função principal do planejamento de médio prazo. Quando há falhas nesta etapa quanto ao atendimento das condições de trabalho, estas podem ser identificadas no controle da produção em nível de curto prazo, conforme observações das reuniões de planejamento.

Assim, os pacotes de trabalho são planejados considerando que todos os pré-requisitos foram previamente identificados. Entretanto, as improvisações surgem como uma medida paliativa para que não haja interrupção do fluxo de trabalho, já que o processo de identificação e remoção de restrições foi ineficaz. A avaliação das perdas por improvisação conforme a sua origem pode então indicar quais os itens não estão sendo considerados previamente e assim contribuir para uma futura análise de restrições.

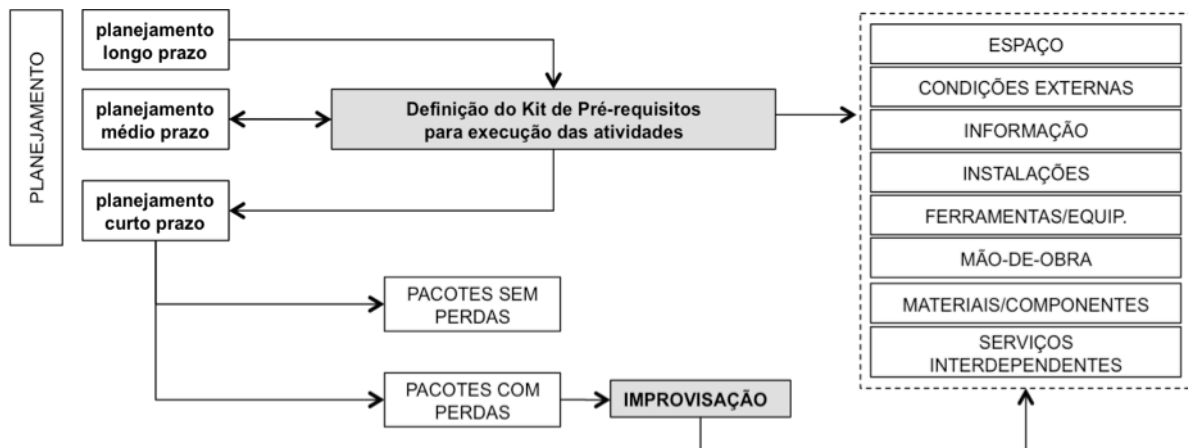


Figura 32 – Compreensão da Natureza das perdas por improvisação

Neste sentido, além do registro fotográfico buscou-se descrever a causa das improvisações observadas para uma futura análise. Inicialmente buscou-se atribuir um pequeno grupo de itens (materiais, informação, equipamentos ou ferramentas) à natureza das improvisações, considerando o conceito do *kit* completo (Ronen, 1992). Entretanto, ao longo do estudo e baseado nas causas apontadas pelos envolvidos, foi necessário estabelecer critérios para o uso de tais itens e incluir outros mais específicos à realidade da obra. Assim, a partir do

estudo do banco de dados e de constantes revisões foram definidos os critérios para identificação da origem das perdas segundo as falhas que ocorreram na identificação dos pré-requisitos necessários. Estes critérios foram baseados na proposição dos sete fluxos por Koskela (2000), e no conceito de estabilidade básica sugerido por Smalley (2005), além do conceito de Ronen (1992). A Tabela 3 apresenta os itens propostos para a identificação da origem das perdas, sua descrição e classificação. Os sete primeiros itens correspondem às pré-condições sugeridas por Koskela (2000). Foi estabelecido um item adicional, que são as instalações provisórias, que também possuem muitas interdependências com diversas tarefas no canteiro de obras.

Tabela 3 - Critérios adotados para avaliação da perdas quanto a sua origem devido a falha na identificação dos pré-requisitos necessários para realização das tarefas

NATUREZA	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Informação	Projetos, planos, estudos e procedimentos que fornecem toda informação necessária para a execução dos pacotes de trabalho não estão disponíveis, não são claros, estão incompletos ou são desconhecidos	Método
Materiais e componentes	Não são previstos, disponíveis ou adequados à atividade com qualidade, quantidade e dentro das especificações de projeto e normas	Materiais
Mão-de-obra	Não está disponível em número que atenda os planos, pouco qualificada ou não foi treinada	Mão-de-obra
Equipamentos ou ferramentas	Indisponíveis, não funcionam ou não são adequados às tarefas	Máquina
Espaço	Não há acesso à área de trabalho, circulação ou armazenamento de materiais	Meio
Serviços Interdependentes	Atividades com alta interdependência comprometem a execução das tarefas subsequentes	Meio
Condições externas	Vento, chuva ou temperaturas extremas	Meio
Instalações	Instalações provisórias não atendem as necessidades para execução dos pacotes de trabalho, incluindo: instalações elétricas e hidráulicas provisórias.	Meio

A partir desta definição, foi possível identificar mais casos de perdas por improvisação, visto que até o momento havia dificuldades de definir o que era perda ou não. Além disso, a partir

da descrição da origem das falhas na identificação dos pré-requisitos, conforme a Tabela 3, constatou-se que uma perda pode estar relacionada a mais de um desses itens.

Assim, a partir da análise dos dados coletados segundo os critérios adotados indica que na Obra All o item instalações foi a principal origem das improvisações observadas, sendo que em 82% dos casos eram devido a falhas na previsão das instalações necessárias aos processos. Já, a previsão de espaço não foi considerada em 55% dos casos observados. A Figura 33 apresenta os demais itens e indica que o item com menor índice foi da previsão de serviços interligados, justificativa constante para o não cumprimento dos planos quando há falhas de planejamento, assim como de condições externas.

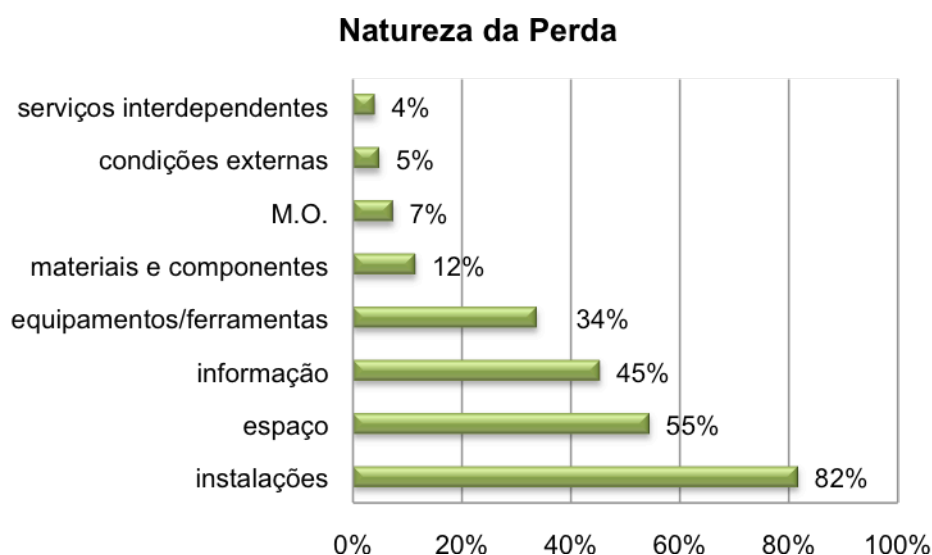


Figura 33 – Natureza das perdas das Perdas na Obra All

Conforme observado nas reuniões de planejamento, constantemente eram discutidas as dificuldades quanto às mudanças no *layout* do canteiro, a execução dos sistemas de segurança, área de estoque e circulação. Além dos problemas que as equipes enfrentavam devido ao não cumprimento dos pacotes, pôde-se verificar que estes mesmos itens influenciavam diretamente o surgimento das improvisações, pois não estavam sendo atendidos.

Após conhecida a origem das perdas por improvisação, o passo seguinte foi analisar o impacto destas perdas na produção. Os possíveis impactos foram definidos com base no que Koskela (2004) apontou como as possíveis conseqüências devido às perdas por improvisação, são elas:

- a) Diminuição da produtividade

- b) Desmotivação
- c) Perda de material
- d) Retrabalho
- e) Redução da segurança
- f) Redução da qualidade

A atribuição destes impactos aos casos de perdas identificados levou em conta tanto as prováveis conseqüências como também as situações já verificadas. Por exemplo, cita-se o caso da estrutura da tela de proteção da fachada que provocou um acidente (Figura 23) e as perdas de blocos cerâmicos, madeira e aço. A Figura 34 apresenta os resultados encontrados, indicando que 72% dos casos tinham impacto na segurança da obra e 69% poderiam causar perdas de materiais.



Figura 34 - Possível impacto na produção frente às perdas identificadas

A partir do resultado do percentual de perdas e do possível impacto buscou-se analisar a relação entre os indicadores através de uma matriz, conforme a Figura 35. Cabe ressaltar que em muitos dos casos observados foram identificados impactos associados às perdas, como, por exemplo, perda de material devido ao uso inadequado de componentes e redução de segurança frente a situações de risco devido às improvisações.

IMPROVISAZÃO X IMPACTO	reduz segurança	gera perda material	gera desmotivação	diminuição da produtividade	gera retrabalho	reduz qualidade
ACESSO/MOBILIDADE	98%	58%	40%	35%	0%	2%
PROTEÇÃO	86%	67%	29%	10%	14%	0%
INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	65%	71%	0%	29%	53%	0%
EQUIP./FERRAMENTAS	38%	88%	44%	6%	13%	19%
ÁREA DE TRABALHO	45%	64%	36%	45%	0%	0%
AJUSTE COMPONENTES	63%	88%	0%	0%	25%	38%
ARMAZENAMENTO	0%	100%	0%	40%	60%	0%

70-100% 30-69% 1-29%

Figura 35 – Matriz relação perda X impacto

Pode-se salientar, por exemplo, que em 98% dos casos de perdas do tipo acesso/mobilidade há tendência de haver redução da segurança e em 58% pode ocorrer perdas de materiais. Um número expressivo de casos que podem comprometer a segurança foi constatado devido à não identificação prévia de como a equipe de estrutura realizaria as atividades nas áreas das bordas da laje e na escada central. O processo chegou até o 15º pavimento sem uma ação eficaz para melhorar as condições de segurança dos envolvidos.

Quando analisadas as perdas em relação à sua origem, a partir da Figura 36, pode-se afirmar que a origem das improvisações do tipo acesso e mobilidade não ocorrem apenas devido a falhas na previsão de instalações e espaço, mas também por falta de informação, equipamentos, mão-de-obra não treinada, condições extremas e interferência com outras atividades. Da mesma forma, à categoria proteção corresponde uma série de falhas que ocorrem e contribuem para as improvisações.

IMPROVISAZÃO X ORIGEM	instalações	espaço	informação	equipamentos / ferramentas	materiais e componentes	mão-de-obra	condições externas	serviços interdependentes
ACESSO/MOBILIDADE	91%	79%	47%	30%	5%	9%	2%	5%
PROTEÇÃO	100%	67%	67%	24%	14%	5%	14%	0%
INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	100%	59%	76%	0%	0%	0%	6%	18%
EQUIP./FERRAMENTAS	44%	0%	0%	94%	6%	6%	6%	0%
ÁREA DE TRABALHO	82%	45%	27%	55%	0%	9%	0%	0%
AJUSTE COMPONENTES	13%	0%	63%	0%	100%	25%	0%	0%
ARMAZENAMENTO	100%	60%	0%	40%	0%	0%	0%	0%



Figura 36 – Matriz perda X natureza

Por fim, verificou-se o sistema de gestão que deveria ser acionado para evitar os problemas constatados em obra. Inicialmente, a proposta era criar uma retro-alimentação somente para o sistema de planejamento e controle da produção, principalmente no que se refere ao processo de identificação e remoção de restrições. Entretanto, como as questões de segurança foram bastante pertinentes e ainda se observou que muito dos casos observados poderiam ser previstos a partir da melhoria dos procedimentos de trabalho, buscou-se analisar o percentual de registros de observações de perdas que poderia contribuir para os sistemas de planejamento, segurança e da qualidade. A Figura 37 apresenta os resultados obtidos.

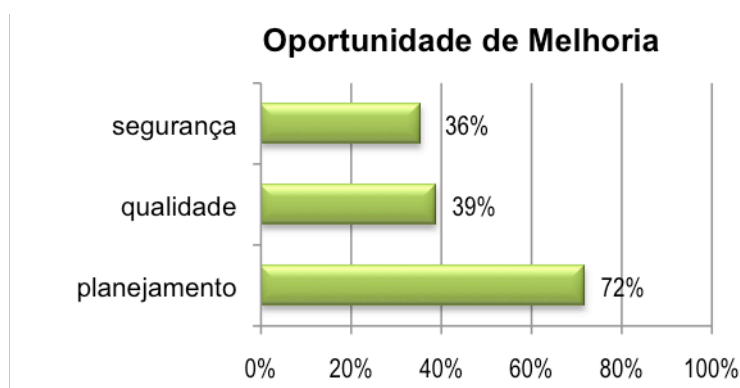


Figura 37 - Oportunidade de melhoria identificados através da análise das perdas registradas

6.2.4 Considerações Finais

Este primeiro estudo foi fundamental para a compreensão da origem das perdas por improvisação no contexto de uma obra e para a definição dos critérios para sua

identificação, conforme o conceito definido por Koskela (2004). Neste sentido, o esforço realizado foi direcionado para a construção do método de coleta de dados, visando principalmente identificar as falhas que ocorrem no processo de identificação e remoção de restrições.

Pode se destacar que o principal tipo de incidência de perda por improvisação refere-se à categoria acesso/mobilidade. Após a apresentação dos resultados para a equipe gerencial, pôde-se verificar um empenho maior por parte destes, principalmente do engenheiro de obra, em buscar identificar os processos que necessitavam de um estudo mais detalhado para melhorar as condições de acesso e mobilidade dos trabalhadores durante a execução das atividades. Neste sentido, foi identificado um detalhe no projeto das fachadas leste e oeste cuja execução da alvenaria e, posteriormente, do revestimento, seria bastante complicado quando atingisse o nível da cobertura. Para esta restrição foi encomendado então, com a devida antecedência, um estudo de plataformas para área. Outro exemplo do esforço da equipe de gestão para melhorar as condições de trabalho no canteiro foi a substituição das plataformas de madeira pelos andaimes metálicos. Estas melhorias ocorreram com o apoio de uma equipe de segurança, que, ao longo do tempo, passou a participar mais da elaboração do processo de identificação de restrições.

Neste sentido, para muitos dos casos identificados de improvisação, ao final do estudo já havia uma solução para que estes não se repetissem. Os casos de improvisação apresentados foram, por algumas vezes, usados nas reuniões de médio prazo como exemplo da dificuldade da equipe de gestão em prever as necessidades das equipes. Assim, pôde-se observar que, a partir dos casos apresentados houve uma reflexão da equipe de gestão a respeito dos detalhes técnicos que vinham sendo deixados para serem resolvidos no canteiro. Entretanto, devido à grande demanda por decisões técnicas, a reunião deixava de cumprir seu papel principal de rever os planos futuros e identificar possíveis restrições.

A partir do estudo das perdas, pôde-se indicar, em muitos casos, que a decisão para as improvisações eram baseadas na experiência dos encarregados, contra-mestre ou o mestre que coordenavam as atividades ou em práticas comuns do setor, como por exemplo, os blocos cerâmicos usados como prumo. Além disso, foi constatado que os procedimentos de trabalho tratam de uma situação padrão e não consideravam a existência de interferências. Como os trabalhadores não estão preparados para resolver problemas ou apontá-los a seus superiores quando não há condições adequadas de trabalho, as improvisações surgem como alternativas para que o trabalho não seja interrompido. Quanto às perdas de materiais

constatadas, observou-se que há pouco controle na utilização de alguns materiais, tais como madeira, aço e blocos cerâmicos.

Como este estudo foi desenvolvido de forma exploratória para análise e aplicação do conceito de perdas por improvisação em uma obra de construção civil, um segundo estudo foi realizado para vincular as perdas ao planejamento de curto prazo e assim propor uma sistemática para a coleta de dados.

6.3 ESTUDO B

Os resultados do estudo B são apresentados em duas partes. A primeira refere-se ao trabalho realizado ao longo da primeira semana, denominada semana zero, incluindo a realização de uma entrevista com o engenheiro residente para a aplicação do *checklist* de boas práticas de PCP e uma primeira coleta de dados conforme foi realizado no Estudo A. A seguir, apresenta-se os resultados das quatro semanas seguintes, depois de revisada a estrutura de coleta de dados das perdas por improvisação, considerando o pacote de trabalho do plano de curto prazo como unidade de análise.

6.3.1 Resultados do estudo inicial

Através da aplicação do *checklist* de boas práticas de planejamento, constatou-se que a obra mantém uma série de práticas de planejamento implementadas, conforme indicado na Figura 38. Mesmo sem fazer parte do escopo deste estudo o acompanhamento das reuniões de PCP, como no Estudo A, buscou-se conhecer através de uma entrevista com o engenheiro residente como era a rotina de PCP da obra.

Descrição da prática (ou elemento do modelo)		Grau de implementação MAR/2010		
		Nada	Parcial	Total
1	Rotinização das reuniões do planejamento de curto prazo;			X
2	Definição correta dos pacotes de trabalho;			X
3	Inclusão no plano de curto prazo apenas de pacotes de trabalho cujas restrições foram removidas;		X	
4	Tomada de decisão participativa nas reuniões de curto prazo;		X	
5	Programação de tarefas suplentes;		X	
6	Realização de ações corretivas a partir das causas do não cumprimento dos planos;			X
7	Rotinização do planejamento de médio prazo;		X	
8	Remoção sistemática das restrições;		X	
9	Planejamento e controle dos fluxos físicos (materiais e mão de obra);			X
10	Elaboração de um plano de longo prazo num formato que permita a fácil visualização do plano de ataque à obra (por exemplo, usando uma linha de balanço);		X	
11	Utilização de indicador para avaliar o cumprimento de prazo da obra;		X	
12	O plano mestre (longo prazo) é atualizado sistematicamente de forma a refletir o andamento da obra;			X
13	Formalização do processo de PCP, através de planos e de ferramentas de controle;			X
14	Utilização de dispositivos visuais para disseminar as informações no canteiro;			X
15	Análise crítica do conjunto de dados disponíveis para a avaliação global da eficácia do sistema de planejamento;		X	
Total Obra			73,3%	

Figura 38 – IBPPCP da Obra BIV

As reuniões de planejamento de curto prazo aconteciam sempre às quintas-feiras e participava um representante de cada uma das duas empresas sub-empresiteiras e a equipe de gestão da obra (engenheiros, residente e *trainee*, estagiário, mestre e técnico de segurança). Nesta reunião, o plano da semana anterior era discutido e era entregue o plano da semana subsequente para cada mestre.

No planejamento de médio prazo os planos eram realizados baseados na seleção das atividades referentes ao período de quatro semanas (S1, S2, S3 e S4), a partir do plano de longo prazo, que era elaborado com o software MSProject®. Assim, a rotina desta etapa do planejamento consistia em semanalmente verificar as restrições removidas e planejar uma nova semana S4. As atividades para cada semana eram detalhadas e impressas e ficavam expostas em quadro no escritório da obra, conforme Figura 39, no qual era exposta uma lista com as restrições a serem removidas. Essa lista era organizada conforme a Figura 40. Os tipos de restrições identificados no quadro eram principalmente referentes ao sistema de segurança, mão-de-obra e materiais. O responsável por esta etapa era o engenheiro residente e o coordenador da área de planejamento da empresa. Os demais membros da equipe de gestão da obra não participavam deste nível de planejamento. As reuniões de médio prazo deveriam acontecer quinzenalmente, mas durante o estudo não ocorreu nenhuma.

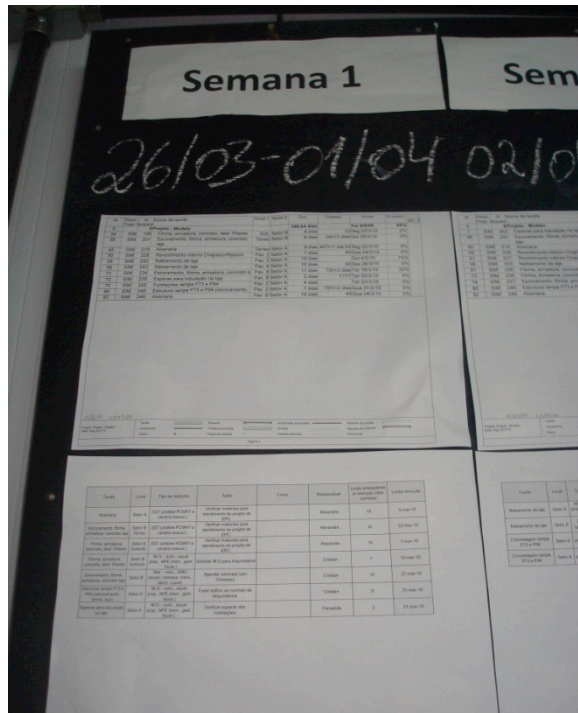


Figura 39 - Quadro informativo da Obra BIV

TAREFA	LOCAL	TIPO DE RESTRIÇÃO	AÇÃO	COMO?	RESPONSÁVEL	LIMITE DE ANTECEDÊNCIA P/ REMOÇÃO (DIAS CORRIDOS)	DATA LIMITE P/ REMOÇÃO

Figura 40 - Lista de restrições da Obra BIV

A obra estava dividida em quatro setores, A, B, C e D, conforme a Figura 41 e os processos em andamento durante o desenvolvimento do estudo eram: estrutura do setor A e do setor B, instalações provisórias (instalações elétricas), alvenaria do setor A, instalações pluviais entre os setores A e B e revestimento de argamassa do setor A.

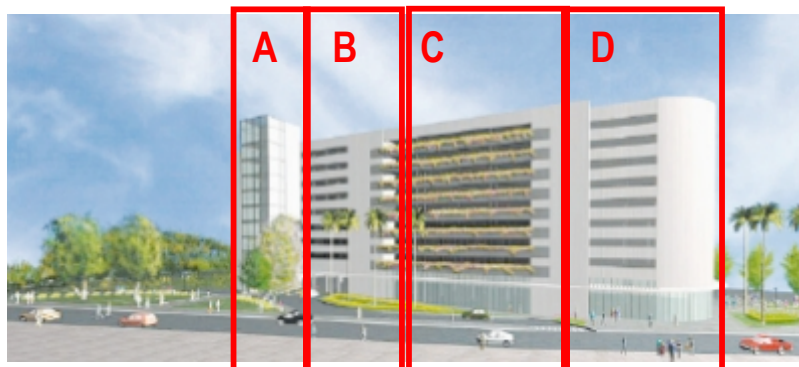


Figura 41 – Perspectiva da Obra BIV setorizada

No início do estudo, a estrutura do setor A estava em fase de conclusão do 7º pavimento e a do setor B finalizando as fundações. No final, o setor A atingiu a 10º laje e o setor B a 2º laje. A Figura 42 ilustra o avanço da obra duas semanas após a conclusão do estudo. A obra foi entregue parcialmente para o cliente entre o 2º e o 6º pavimento do setor A, sendo que uma das rampas do prédio era usada para o estacionamento e a outra para a obra.



Figura 42 – Avanço da obra após conclusão do estudo

A equipe de gestão da obra disponibilizou uma cópia do plano semanal para a pesquisadora que assim pode organizar as visitas de forma a percorrer todo o canteiro e observar todos os processos em andamento. Ao final da semana era apenas verificado o cumprimento dos planos. A partir dos planos semanais, a coleta de dados foi orientada para a observação dos processos utilizando como referência os pacotes de trabalho. Foram realizadas visitas à obra diariamente e em dois turnos, evitavam-se apenas os horários com poucas pessoas trabalhando no canteiro, como no início da manhã, meio-dia e final de tarde, pois dificilmente a pesquisadora conseguia observar algum processo em andamento. Assim, o horário das coletas foi definido no turno da manhã, entre às 9 e 11 horas e no turno da tarde, entre às 14 e às 17 horas.

As observações, nesta primeira semana, ocorreram de modo que a pesquisadora percorria todos os pavimentos da obra observando os processos em andamento conforme realizado no Estudo A. Entretanto, a identificação das perdas, neste segundo estudo, foi mais rápida, pois as categorias e os critérios já eram conhecidos e a pesquisadora percorria o canteiro com o plano semanal, o que permitia que já se conhecesse os processos que seriam observados antes de iniciar a coleta de dados. O processo de avaliação também foi

realizado da mesma forma que no Estudo A. Assim, os dados coletados foram registrados conforme procedimento desenvolvido no estudo anterior. Como neste estudo as coletas ocorreram sistematicamente e com as categorias pré-definidas, foram registrados mais casos que no estudo anterior. Após a primeira semana, foram apresentados os dados coletados para a equipe de gestão de modo que eles pudessem compreender melhor como o estudo seria realizado.

Como forma de testar as ferramentas de coleta e os critérios adotados no estudo anterior, durante as quatro semanas de estudo foram coletados dados seguindo os procedimentos adotados no Estudo A. Os resultados são apresentados no item seguinte.

6.3.2 Resultado da coleta de dados

6.3.2.1 Identificação e Avaliação das Perdas por Improvisação

Como no outro estudo, nesta obra também foram registradas perdas por improvisação cuja decisão de realizá-la foi atribuída à equipe de gestão. Como exemplos destacam-se dois casos em particular. O primeiro diz respeito ao equipamento utilizado para bombear concreto para as lajes do 8° ao 10° pavimento. Quando solicitado o fornecimento do concreto, a equipe de gestão da obra não tinha a definição, por parte da empresa fornecedora, da disponibilidade do equipamento que eleva a mangueira. Por esta razão, a equipe de pedreiros teve que buscar alternativas para que a mangueira tivesse algum tipo de apoio em sua extensão (Figura 43). Quando questionada, a equipe afirmou que era uma prática usual, provisória e necessária, devido à dificuldade de se conseguir o equipamento adequado.



Figura 43 – Apoio da mangueira usada nas concretagens

O segundo caso é referente ao acesso à rampa no térreo. Após a abertura de uma vala, foi solicitada a colocação de uma rampa provisória. Durante todo o estudo, o acesso foi realizado sobre um *pallet* e uma prancha de madeira solta e apoiada na laje, como mostra a Figura 44. Esta vala não foi fechada durante o período do estudo.



Figura 44 – Acesso à rampa no térreo

As figuras Figura 45 e Figura 46 ilustram duas situações de improvisações referentes a categoria acesso/mobilidade. A primeira indica a solução encontrada para elevar a caixa de argamassa e assim melhorar a mobilidade do pedreiro ao usar a massa, enquanto a segunda evidencia o uso da mesma caixa como escada para alcançar as fiadas mais elevadas da alvenaria.



Figura 45 – Caixa de argamassa sobre blocos cerâmicos



Figura 46 – Pedreiro sobre caixa de argamassa

Ainda referente aos casos de improvisação do tipo acesso/mobilidade, destaca-se um caso que pode gerar diminuição da produtividade. Durante as atividades de montagem de fôrmas pôde-se observar a dificuldade de execução do trabalho devido a falta de espaço e ausência de plataformas ou andaimes, como na Figura 47.



Figura 47 – Carpinteiro em altura inadequada para montagem de fôrma

Além destes casos de improvisação de acesso/mobilidade, vários outros foram registrados, tais como, funcionários trabalhando sobre estoques de diferentes materiais, ferreiro subindo na própria armadura que estava amarrando, servente sentado sobre bloco cerâmico para fazer reparos no piso de concreto, fazendo deste item o mais freqüente tipo de improvisação registrado. Quanto às improvisações referentes à área de trabalho, os casos que mais se repetiram durante o período do estudo, mais freqüentes foram devido à ausência de uma bancada ou apoio específico para os ferreiros, como mostra a Figura 48(b). Diversos casos

observados foram apontados pela equipe como práticas usuais, tais como, por exemplo, uso de blocos cerâmicos como prumo, barras de aço como os da Figura 48(a) e uso de corda para mover a mangueira utilizada para espalhar o concreto.



(a)

(b)

Figura 48 (a) Cavalete sobre tijolos; (b) Barras de aço dobradas para apoio da amarração das vigas

Improvisações foram observadas também como soluções adotadas para melhorar as condições de trabalho, mas não entraram no banco de dados pois não se tratam de perdas conforme conceito analisado neste trabalho. Um exemplo identificado é um apoio para o vibrador de concreto (Figura 49).



Figura 49 – Apoio do vibrador

A partir dos registros de perdas observadas, foi formado um banco de dados para a Obra BIV. Neste foram incluídos os registros identificados no período de quatro semanas e também os observados na semana zero. A Figura 50 indica que 33% dos casos observados foram relacionadas à categoria acesso/mobilidade dos trabalhadores.

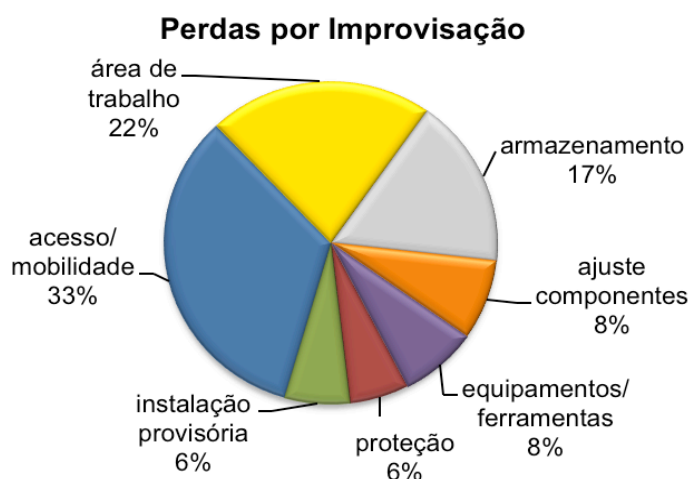


Figura 50 – Percentual de improvisações observados por constructo

Das perdas identificadas 29,5% foram recorrentes. Considerando as perdas recorrentes (Figura 51), a categoria armazenamento foi o tipo de perda que mais foi observada na obra continuamente. Diferentemente do Estudo A, os problemas referentes à proteção, nesta obra, foram pontuais. O fato de a pesquisadora estar presente diariamente na obra e em dois turnos permitiu contabilizar com mais precisão os casos que se repetiam na obra. Entretanto, foi difícil separar os registros no caso dos ferreiros que trabalhavam para os dois setores, sempre apoiados sobre os feixes de vergalhões estocados na sua área de trabalho. Quanto à categoria armazenamento, era prática da obra o uso das cubetas plásticas da estrutura de fôrmas para o armazenamento de componentes, ferramentas e equipamentos individuais dos carpinteiros.

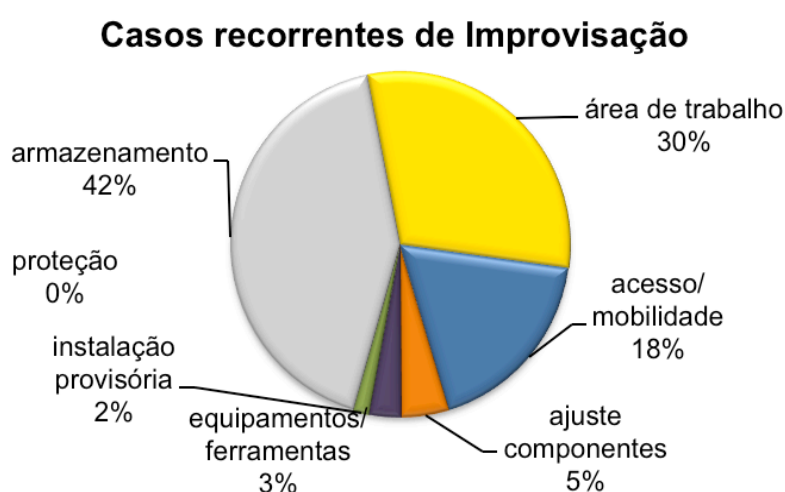


Figura 51 – Percentual de observações recorrentes de perdas por improvisação na Obra BIV

A incidência das diferentes categorias de perda, em termos percentuais, nos diferentes processos observados nesta obra é ilustrada na Figura 52.

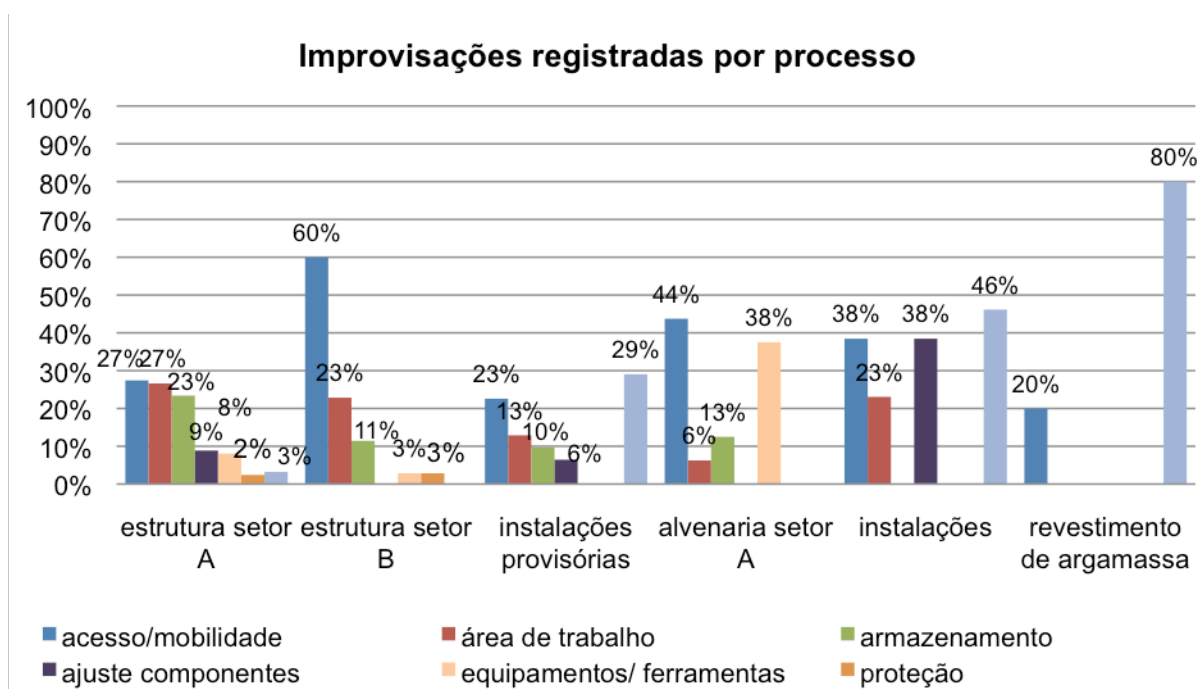


Figura 52 - Percentual de perdas identificadas nos processos observados na Obra BIV

Observa-se que no processo de estrutura do Setor A foram observados todos os tipos de perdas estudados. O processo de revestimento de argamassa teve o menor número de improvisações observadas, pois havia apenas um pedreiro na obra que era o responsável tanto pela execução do revestimento como da alvenaria dado o pouco volume dessas atividades na obra no período.

Para melhor expressar a relação das equipes com as perdas por improvisação buscou-se analisar para cada categoria de perda a parcela das equipes à qual foi atribuída a decisão de improvisação (Figura 53). Neste estudo, a equipe de gestão foi responsável por cinco tipos de improvisação das sete categorias propostas.

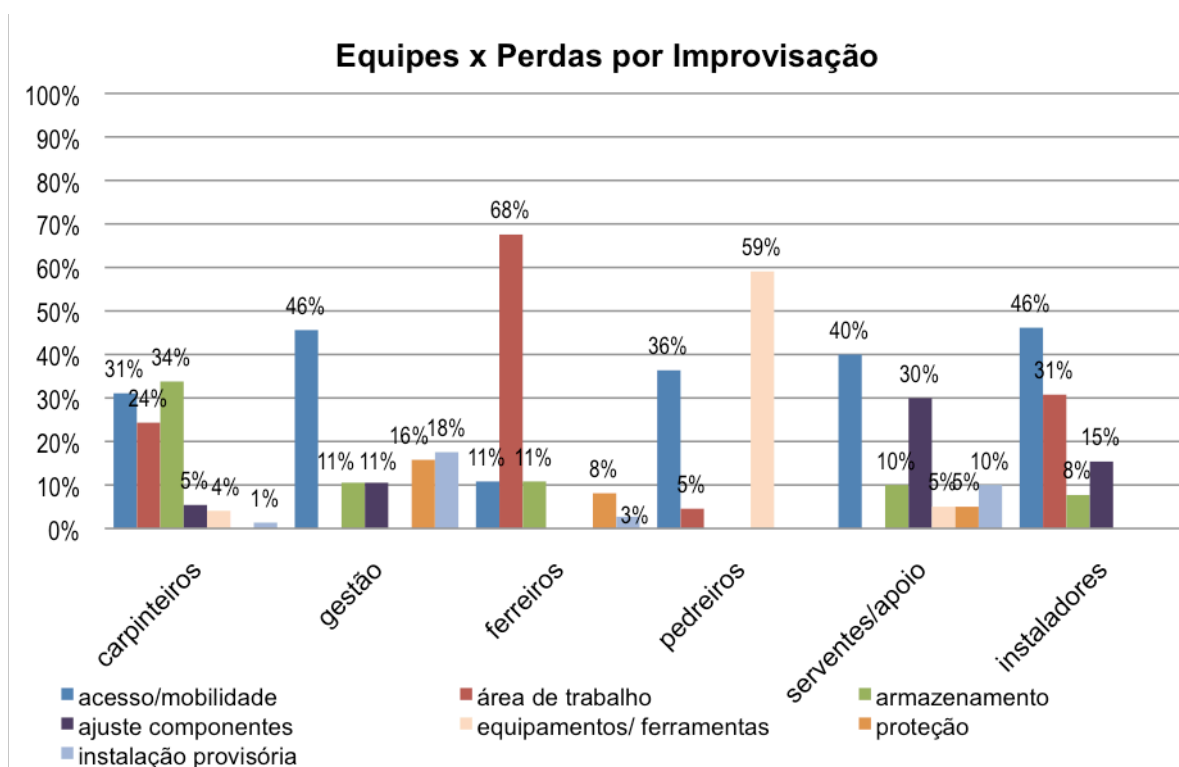


Figura 53 - Decisão pelas improvisações observada por equipe na Obra BIV

A análise da origem das perdas (Figura 54) indicou que a maior parcela dos casos registrados foi devido a falta de previsão de instalações adequadas à execução dos pacotes de trabalho. Foram verificadas falhas quanto à organização das áreas de trabalho, disponibilidade de andaimes e bancadas, áreas de estoques não isoladas e instalações hidráulicas provisórias adaptadas para desviar de vigas, quando fixadas na laje superior ou apoiadas sobre blocos cerâmicos.

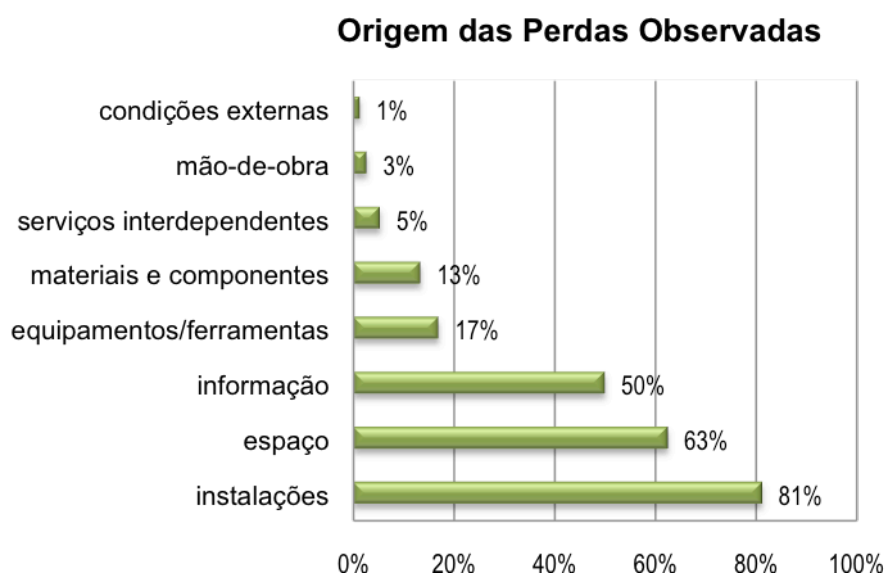


Figura 54 – Percentual quanto origem das falhas na identificação de pré-requisitos dos processos da Obra BIV

A análise do possível impacto das improvisações na produção apontou que na Obra BIV indicou que o item de maior incidência foi a geração de perdas de materiais (Figura 55), seguido de redução da segurança em mais da metade dos casos. Conforme os exemplos anteriores, bloco cerâmico, aço e madeira nesta obra também são utilizados para uma série de finalidades diferentes daquelas para as quais foram adquiridos.

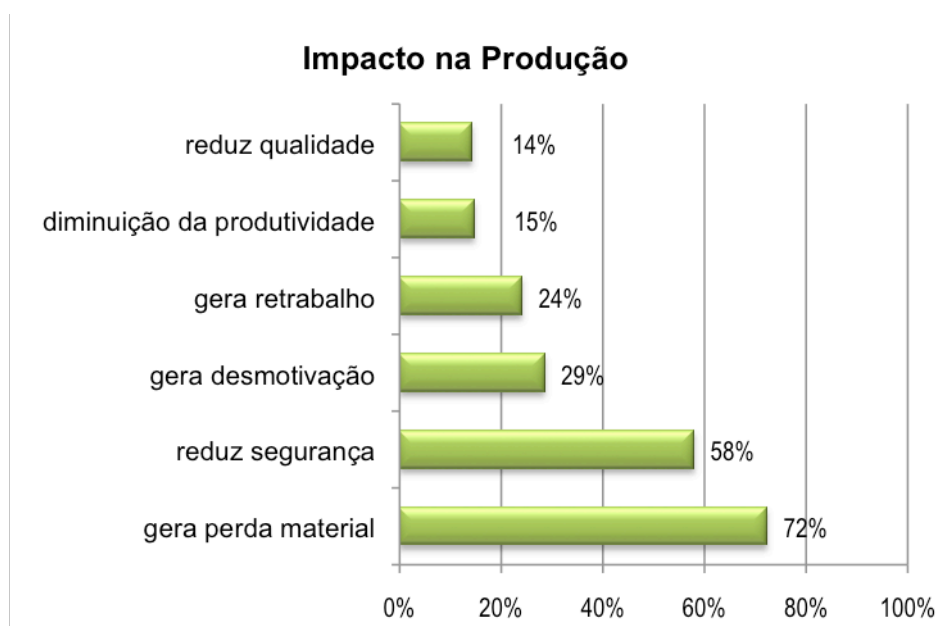


Figura 55 – Possível impacto das improvisações na produção da Obra BIV

A Figura 56 apresenta a relação entre as perdas e a sua origem. As improvisações referentes à área de trabalho, acesso e mobilidade e armazenamento ocorreram

principalmente devido a falhas na previsão de instalações adequadas e de espaço. Já as Improvisações para proteção ocorrem principalmente pela ausência de informação, tais como planos e procedimentos mais claros.

IMPROVISAZÃO X ORIGEM	instalações	informação	espaço	materiais e componentes	equipamentos/ ferramentas	serviços interdependentes	mão-de-obra	condições externas
ACESSO/MOBILIDADE	89%	53%	73%	0%	20%	8%	8%	0%
ÁREA DE TRABALHO	100%	59%	96%	0%	0%	4%	0%	0%
ARMAZENAMENTO	95%	16%	92%	13%	3%	5%	0%	5%
AJUSTE COMPONENTES	44%	39%	0%	89%	11%	0%	0%	0%
EQUIP./FERRAMENTAS	24%	59%	12%	0%	100%	0%	0%	0%
PROTEÇÃO	31%	92%	8%	62%	23%	15%	0%	8%
INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	100%	57%	0%	7%	0%	0%	0%	0%

70-100% ■ 30-69% ■ 1-29% ■

Figura 56 – Análise das perdas segundo a sua natureza

A análise das perdas conforme seu impacto (Figura 57) indica que 76% das perdas do tipo área de trabalho podem gerar perda material. Isso se deve ao uso de blocos cerâmicos, aço e madeira conforme apresentado anteriormente. 47% das perdas do tipo armazenamento podem gerar desmotivação, pois não havia um local para os funcionários manterem suas ferramentas e equipamentos de segurança que eram deixados entre as cubetas empilhadas ou pendurados na estrutura de escoramento.

IMPROVISAZÃO X IMPACTO	gera perda material	reduz segurança	Gera retrabalho	gera desmotivação	diminui produtividade	reduz qualidade
ACESSO/MOBILIDADE	23%	65%	8%	13%	32%	12%
ÁREA DE TRABALHO	76%	16%	0%	24%	0%	0%
ARMAZENAMENTO	26%	26%	16%	47%	0%	0%
AJUSTE COMPONENTES	89%	11%	0%	6%	0%	28%
EQUIP./FERRAMENTAS	41%	29%	0%	12%	0%	35%
PROTEÇÃO	69%	85%	0%	0%	8%	8%
INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	36%	29%	21%	0%	7%	14%

70-100% ■ 30-69% ■ 1-29% ■

Figura 57 – Análise das perdas segundo o seu potencial impacto na produção

Por fim, o resultado da avaliação das perdas por improvisação aponta que o estudo pode contribuir bastante com o planejamento, indicando os principais pré-requisitos das tarefas que não vinham sendo identificados previamente. A Figura 58 apresenta o percentual de improvisações identificadas cuja avaliação pode contribuir para os sistemas de planejamento, qualidade e segurança. Conforme indicado nesta figura, foram identificadas diversas oportunidades de melhoria para o sistema da qualidade, sendo estas relacionadas principalmente à melhoria dos procedimentos de trabalho.

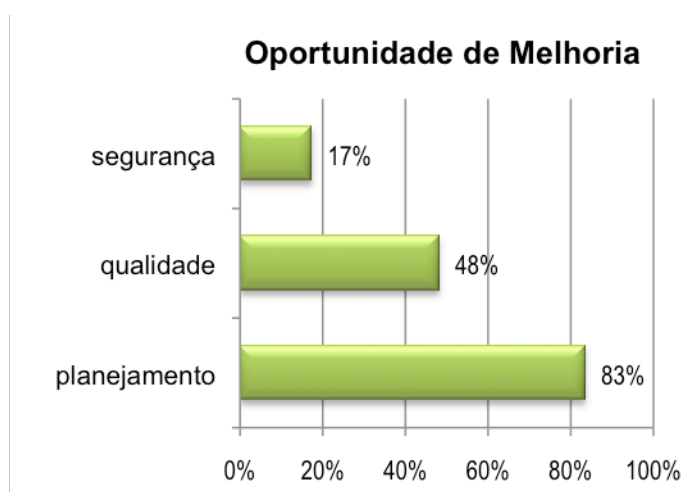


Figura 58 – Oportunidades de melhorias identificados através da avaliação das perdas

Um caso que chamou a atenção foi a ausência de um procedimento de trabalho que abrangesse questões ergonômicas na atividade de concretagem. Não foi identificada uma forma correta ou mais adequada dos pedreiros lidarem com o mangote durante a

concretagem. Observou-se que havia muitas pessoas tentando segurar a mangueira da melhor forma, como mostra a Figura 59, inclusive com a ajuda de um sarrafo. A improvisação foi identificada como do tipo acesso/mobilidade dada à dificuldade de chegar ao pilar extremo do local de onde chegava a mangueira. A origem da perda foi devido à ausência de equipamento adequado para realizar a atividade e por não haver um plano para a atividade considerando a área de risco ou um procedimento que apresentasse uma solução mais adequada em relação a observada.



Figura 59 – Concretagem com improvisação devido a falta de equipamento adequado

6.3.2.2 Relação entre as perdas e o planejamento de curto prazo

Neste estudo a coleta de dados foi realizada de forma a vincular aos pacotes de trabalho às improvisações observadas. Isto permitiu a realização de uma série de análises adicionais, que não haviam sido possíveis no primeiro estudo de caso, utilizando aos pacotes de trabalho como unidade de análise. A Figura 60 apresenta o PPC ao longo das 4 semanas em que foram analisados as improvisações em relação aos planos.

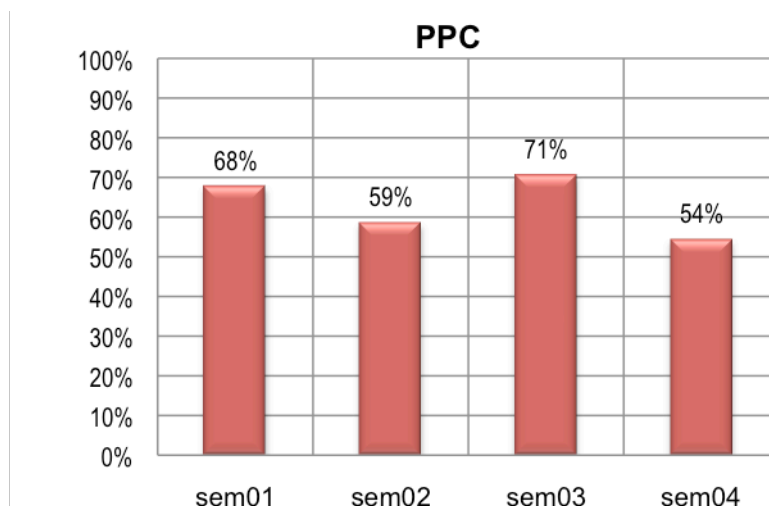


Figura 60 – Evolução do PPC durante o estudo da Obra BIV

O percentual de improvisações por categoria foi analisado para cada semana conforme a Figura 61. Semanalmente foram verificados os resultados do acompanhamento diário dos pacotes de trabalho conforme a ocorrência de improvisações.

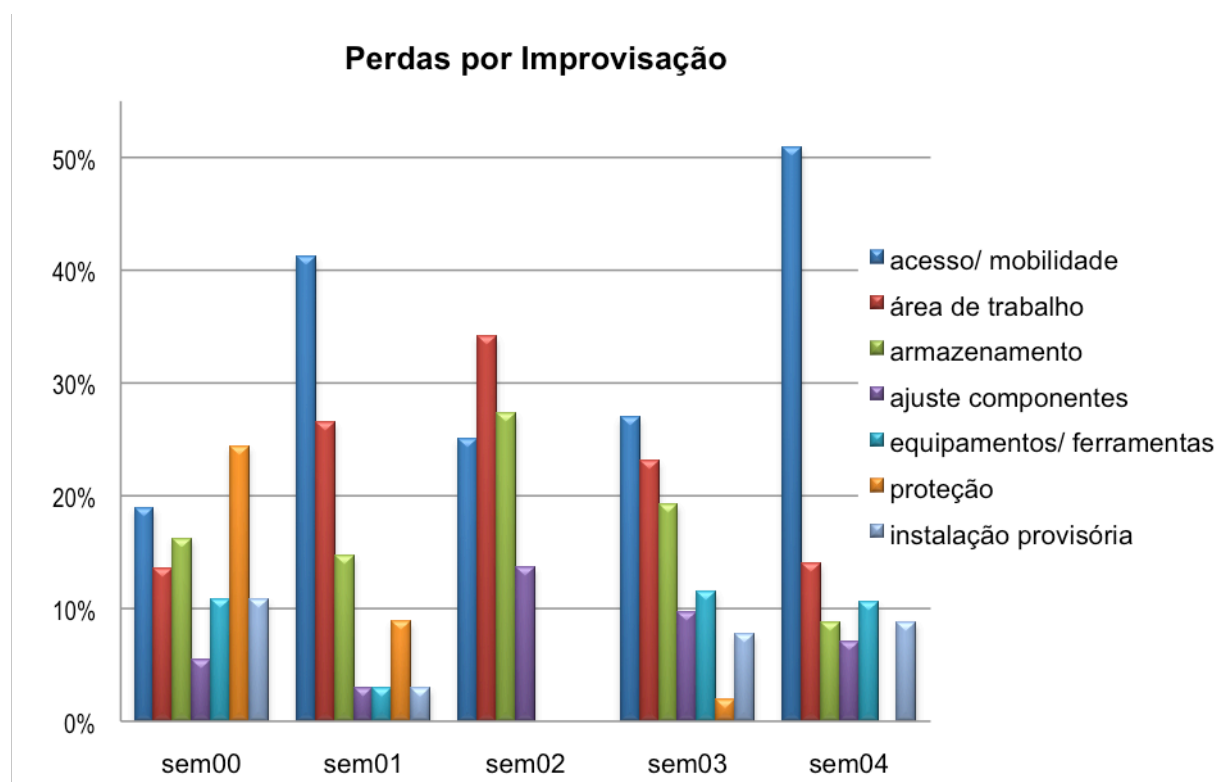


Figura 61 – Evolução semanal do percentual de improvisações por categoria identificados na Obra BIV

A Tabela 4 apresenta todos os resultados obtidos a partir da coleta de dados. O primeiro item da tabela informa a freqüência de observação dos pacotes durante a coleta, que foi calculada a partir do somatório das observações realizadas dividido pelo número de pacotes de trabalho. A tabela aponta que a freqüência de observações dos pacotes diminuiu ao

longo do estudo, isto se deve ao fato de a pesquisadora conhecer melhor a rotina da obra e as programações das atividades na obra. Apenas na semana 3 a frequência ficou abaixo do objetivo inicial, observar os pacotes no dois turnos, devido aos períodos longos de chuvas, na qual a produção parava.

O segundo item da tabela apresenta os dados de PPC. É apresentada também a percentagem de pacotes com improvisação. Estes foram divididos em pacotes não concluídos e os concluídos. Foi destacado ainda o número de pacotes programados em que não houve observação realizada pela pesquisadora.

Tabela 4 – Resultados da segunda etapa do estudo B

	frequência de observação dos pacotes		PPC		PACOTES COM IMPROVISAÇÃO			PACOTES SEM IMPROVISAÇÃO		PACOTES NÃO OBSERVADO	
SEMANA 1*	apenas na Manhã	16	pac. concluídos	19	9	47%	8	42%	2	11%	
	apenas na Tarde	8	pac. não concluído	10	4	40%	3	30%	3	30%	
	Manhã e Tarde	82	total pac./semana	29	13	45%	11	38%	5	17%	
	total de observações na semana	106	PPC	66%							
SEMANA 2	apenas na Manhã	39	pac. concluídos	22	8	36%	12	55%	2	9%	
	apenas na Tarde	29	pac. não concluído	16	10	63%	5	31%	1	6%	
	Manhã e Tarde	33	total pac./semana	38	18	47%	17	45%	3	8%	
	total de observações na semana	101	PPC	58%							
SEMANA 3*	apenas na Manhã	21	pac. concluídos	24	15	63%	3	13%	6	25%	
	apenas na Tarde	9	pac. não concluído	7	4	57%	1	14%	2	29%	
	Manhã e Tarde	27	total pac./semana	31	19	61%	4	13%	8	26%	
	total de observações na semana	57	PPC	77%							
SEMANA 4	apenas na Manhã	49	pac. concluídos	16	11	69%	4	25%	1	6%	
	apenas na Tarde	5	pac. não concluído	16	7	44%	5	31%	4	25%	
	Manhã e Tarde	16	total pac./semana	32	18	56%	9	28%	5	16%	
	total de observações na semana	70	PPC	50%							

* semana com 4 dias de trabalho devido a feriado

Com base nas informações geradas foi atribuída ao percentual de pacotes com improvisação a denominação de índice de improvisação dos pacotes de trabalho. Esse índice foi calculado para os pacotes concluídos, não concluídos e para o total dos pacotes semanais conforme a Figura 62.

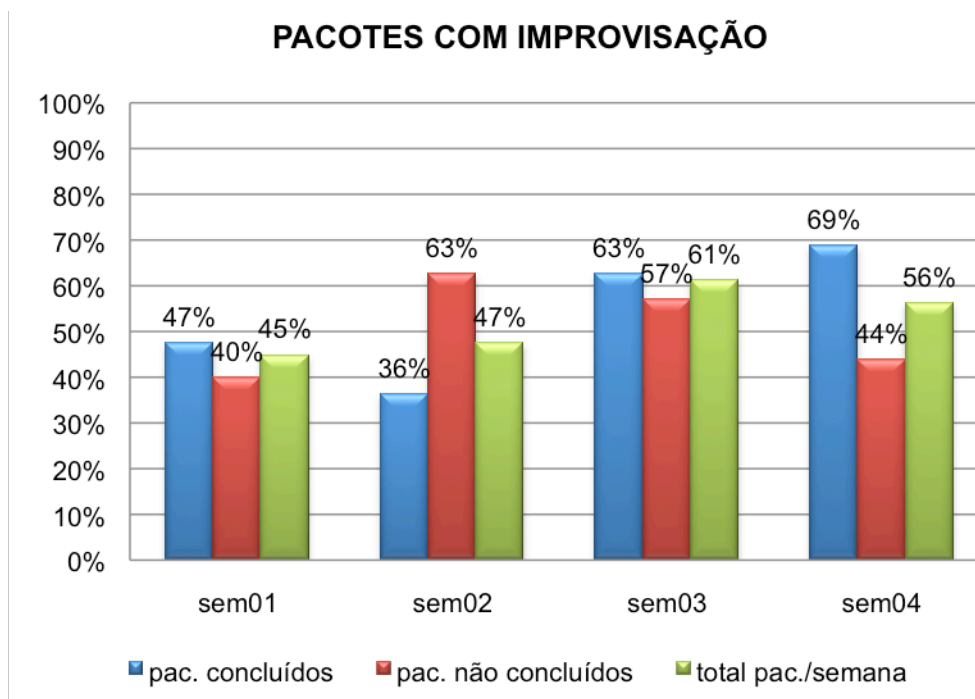


Figura 62 – Índice de pacotes de trabalho com improvisação semanal na Obra BIV

Ainda, foi contabilizado o número de pacotes entre uma e sete improvisações. Este limite foi estabelecido baseado no número máximo identificado. A Tabela 5 apresenta a frequência de improvisações por pacotes de trabalho, sendo que zero indica pacotes sem perdas.

Tabela 5 – Frequência de perdas por improvisação por pacote de trabalho

		0	1	2	3	4	5	6	7	
SEM. 01*	frequência pacotes	11	4	5	4	2	0	0	0	15
	n° improv. =	0	4	10	12	8	0	0	0	34
	média improv./pac.									
SEM. 02	frequência pacotes	18	7	3	6	2	1	0	0	19
	n° improv. =	0	7	6	18	8	5	0	0	44
	média improv./pac.									
SEM. 03*	frequência pacotes	4	8	7	1	4	1	1	0	22
	n° improv. =	0	8	14	3	16	5	6	0	52
	média improv./pac.									
SEM. 04	frequência pacotes	11	5	5	4	2	0	0	3	19
	n° improv. =	0	5	10	12	8	0	0	21	56
	média improv./pac.									
total	total	44	24	20	15	10	2	1	3	75
	n° improv. =	0	24	40	45	40	10	6	21	186
	média improv./pac.									

6.4 DISCUSSÃO

Na Figura 63 são identificados os três grandes grupos desenvolvidos nos estudos: um que identifica os pré-requisitos para os processos, outro que identifica os tipos de improvisação que ocorrem em uma obra e um terceiro que avalia o possível impacto que pode ocorrer na produção devido às improvisações. A partir do planejamento, são definidos os pacotes de trabalho a serem executados e as perdas por improvisação são identificadas quando não há condições de trabalho e por isso são utilizadas alternativas para que o trabalho não seja interrompido. Além disso, foi considerado que essas perdas podem ou não gerar algum impacto na produção, não prejudicando a execução dos pacotes de trabalho.

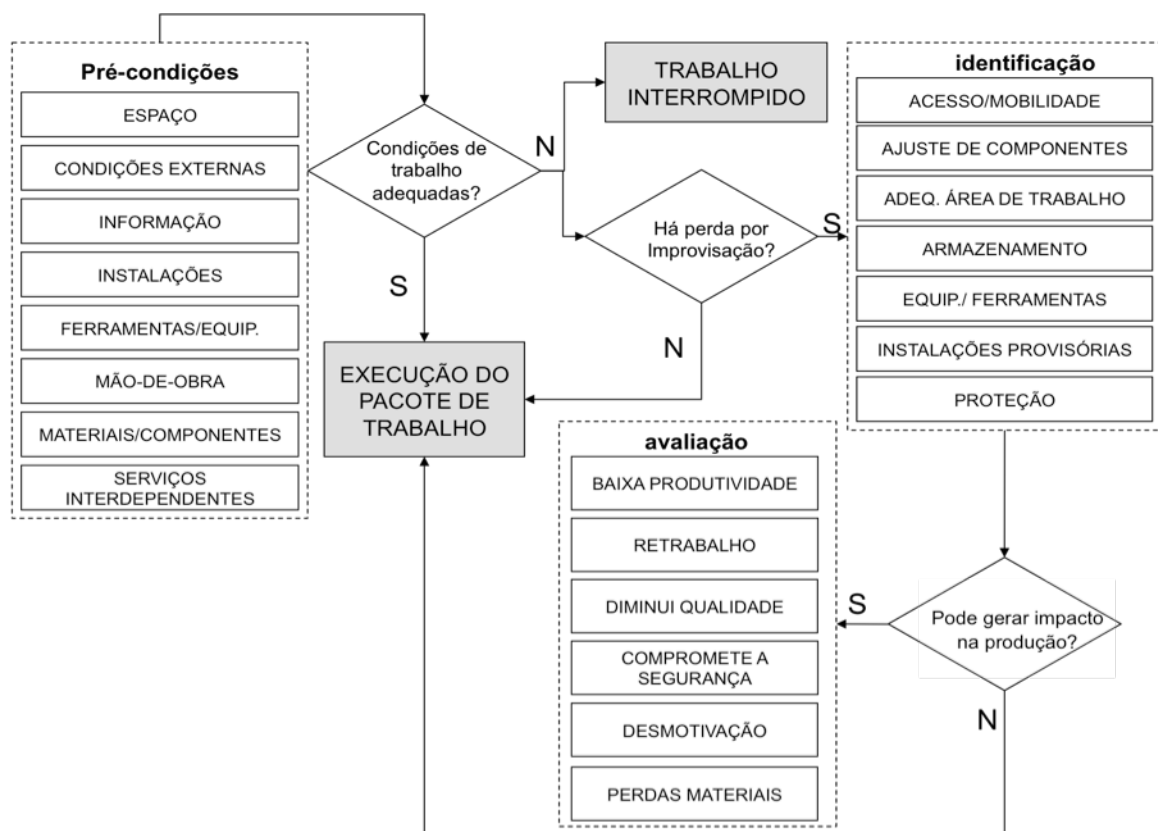


Figura 63 – Método de identificação de Perdas por Improvisação

Os fluxos identificados por Koskela (2000) e que serviram de referência para a identificação das pré-condições necessárias para a execução do trabalho foram reorganizados segundo as causas identificadas no canteiro como origem das perdas por improvisação. Desta forma, ao invés de apenas projeto, foi considerado todo conjunto de informação necessário na obra. Como equipamentos foram consideradas também as ferramentas manuais. Além destes, foi incluído mais um fluxo com forte relação de dependência para a continuidade das tarefas, o de instalações.

As categorias identificadas neste estudo são, de certa forma, semelhantes as identificadas nos estudos de Machado (2003) e Santos (2004), mas ao contrário, ao invés de gerar uma lista de ações para evitar interrupções na produção este trabalho busca expor as diversas formas encontradas para que o trabalho não seja interrompido, mesmo que envolva alguma consequência negativa, conforme exemplos citados anteriormente. Nesses trabalhos foi desenvolvido o conceito de atividades antecipáveis como aquelas que facilitam a continuidade do fluxo e podem ser identificadas previamente. O conceito de perda por improvisação não está relacionado com a interrupção do fluxo de trabalho e sim com as alternativas encontradas para que isto não aconteça.

Neste trabalho, partiu-se do estudo do conceito apresentado por Koskela (2004), que estabelece que além de verificar a disponibilidade deve-se verificar se os recursos estão adequados para início e continuidade das atividades. Assim, após uma revisão sobre o conceito de improvisação verificou-se que muitas das ações identificadas foram referentes a falta de planejamento ou antecipação e caracterizadas por atitudes espontâneas da mão de obra a partir de suas habilidades ou de sua memória baseada no conhecimento factual, conforme apontado por Moorman e Miner (1998).

Em alguns casos, como o da escada central no Estudo A, as perdas poderiam ter sido evitadas com a realização de um protótipo conforme argumentos do trabalho desenvolvido por Saffaro (2007). Outras recomendações para que fossem evitadas perdas por improvisação neste caso, e em outros citados ao longo do trabalho, seriam o planejamento integrado para processo críticos, principalmente entre segurança e produção (CAMBRAIA; SAURIN; FORMOSO, 2008) e *first run studies*. De acordo com Ballard (2000), *first run studies* é uma forma de planejamento de processos, similar à prototipagem, que deve contar com a participação de representantes dos profissionais envolvidos. O processo em estudo deve ser examinado em detalhes, buscando-se idéias e sugestões de todas as partes envolvidas. Após um pequeno número de ciclos de execução, devem-se realizar os ajustes necessários para melhoria dos processos.

6.4.1 Considerações Finais

Através de estudos como estes, espera-se que sejam identificadas oportunidades de melhoria para o processo de identificação e remoção de restrições. Além das dificuldades apontadas nos estudos, o que se observa é que o processo é limitado ao levantamento dos recursos necessários para execução dos planos, como materiais, mão-de-obra, equipamentos, licenças e projetos. Pouco são os itens que buscam promover condições de

trabalho para quem realiza as atividades, estes só são identificados após comprometerem o fluxo de trabalho.

Entretanto, o que se constatou é que as improvisações observadas são caracterizadas conforme o conceito estudado e dizem respeito às ações tomadas quando não há condição de dar continuidade ao trabalho. As equipes não são preparadas para avaliar as situações antes de tomar uma decisão e muito menos para parar a produção, como ocorre na indústria. Assim, o que pode ser observado são funcionários que ao improvisarem se colocam em situações de risco, desperdício e que podem comprometer a qualidade do produto.

Assim, baseado nos resultados obtidos nos estudos A e B indica-se que as categorias identificadas para o conceito de perda por improvisação devam ser consideradas e discutidas durante o processo de identificação de restrições, como por exemplo, a discussão das categorias, conforme descrito a seguir:

- Acesso/mobilidade – devem ser estudados previamente as condições de espaço, meio ou forma de posicionamento dos trabalhadores durante a execução das tarefas;
- Ajuste de componentes – Devem ser conhecidos como são montados ou construídos os componentes e verificado se é necessário treinamento quando houver barreiras quanto ao seu uso;
- Armazenamento – Devem ser previstos, não só para os grandes estoques, mas para os componentes em uso que costumam ficar soltos pelo canteiro;
- Equipamentos e ferramentas – devem ser previsto as necessidades das equipes;
- Instalações provisórias – Não devem ser improvisados por serem provisórias e devem atender as necessidades de cada processo;
- Proteção – Deve prever toda a situação de risco que pode ocorrer no canteiro, incluindo as ações dos funcionários frente à falta das pré-condições básicas.

Através da análise prévia dessas categorias pode-se contribuir para que sejam minimizadas as improvisações nas obras, os tempos ociosos e esperas que ocorrem e evitados o retrabalho. Para tanto é necessário que haja uma maior relação entre quem faz o planejamento e quem o executa, pois este último parece ser o último planejador.

O uso de ferramentas visuais apresentado no estudo A e a transparência da lista de restrições observado no estudo B contribui para o processo de identificação e remoção de restrições e facilita a compreensão dos envolvidos. O processo de planejamento de médio prazo nas obras estudadas envolvia decisões técnicas que muitas vezes eram deixadas de lado e também tiravam o foco do processo de planejamento. Este trabalho aponta como conseqüências de não se conseguir discutir e resolver estas questões a ocorrência de perdas por improvisações e revela que as equipes de gestão das obras não conseguem administrar toda a carga de decisões que o processo demanda em uma reunião de planejamento.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 CONCLUSÕES

A presente dissertação tem como objetivo geral **propor um método de identificação e quantificação das perdas por improvisação que possa retro-alimentar o processo de planejamento e controle da produção em canteiros de obras, particularmente no nível de médio prazo**. O objetivo geral foi definido a partir das dificuldades encontradas por empresas no processo de identificação e remoção de restrições no nível de planejamento de médio prazo, relatos de outros estudos, e baseado em um conceito novo apresentado por Koskela (2004).

Baseado nos resultados dos trabalhos que avaliaram o sistema *Last Planner*® foi formulada a primeira questão de pesquisa: Quais as barreiras existentes para a atividade de identificação e eliminação das restrições no processo de planejamento de médio prazo de obra? Para respondê-la foi iniciada uma investigação aprofundada sobre as práticas de planejamento utilizadas em uma empresa e iniciado um estudo para desenvolver um método que pudesse apontar perdas por improvisação em um canteiro de obras como consequência de falhas no processo de identificação e remoção das restrições. Entretanto não havia na bibliografia estudos empíricos ou a proposta de um método que ampliasse o conceito para a sua aplicação. Deste modo foi formulada a segunda questão de pesquisa: Em que medida o processo de identificação de restrições pode reduzir as perdas por improvisação? E ainda: Como avaliar o impacto das perdas por improvisação nos processos de produção em um canteiro de obras?

Baseado nas referências bibliográficas e nas evidências coletadas durante a realização dos estudos empíricos foi proposto um método de identificação de perdas por improvisação em um canteiro de obra. Este possibilitou compreender a ocorrência das perdas por improvisação devido a falhas na identificação das pré-condições necessárias para a execução dos pacotes de trabalho. Logo, serve de referência para o estudo das falhas que ocorrem no planejamento, principalmente na etapa de identificação das restrições.

Ao final do estudo era necessário apenas relacionar de forma direta os dados coletados sobre perdas por improvisação com o planejamento da obra. Neste sentido, foi formulada a seguinte questão: Como avaliar o impacto das perdas por improvisação, a partir do planejamento de curto prazo, para gerar informação que auxilie o processo de identificação e remoção de restrições? Desta forma, um novo estudo foi realizado para responder esta questão. Neste, foram observadas as perdas em relação aos planos de curto prazo e ao final identificado o percentual de pacotes executados com improvisação como indicador do grau de improvisação no canteiro.

As categorias apresentadas neste trabalho estão relacionadas a ação de improvisar com que se tem disponível para resolver problemas antecipadamente conforme apontado por Cunha (2004). Estas indicam alguns problemas existentes durante a fase de execução dos planos e chamam atenção para muitas situações que nem sempre são percebidas no canteiro. Destaca-se aqui as categorias acesso/mobilidade e proteção com os tipos de improvisação mais observados nos estudos.

Para Mendonça e Wallace (2004), a necessidade de se compreender as improvisações está relacionado a buscar entender como quem toma uma decisão faz com que seu conhecimento ou suas habilidades sirvam em situações adversas. Baseado nos passos que este autor indica como necessários para se compreender as improvisações este estudo propõe-se o seguinte procedimento para identificação de improvisações em um canteiro de obras:

- a) Identificar a rotina de planejamento, os responsáveis e suas atribuições;
- b) Verificar como e quais os tipos de restrições são identificados durante o planejamento;
- c) Verificar os planos semanais e juntamente com a equipe de gestão da obra determinar as atividades críticas e sua frequência ou ciclo na semana (concretagem, revestimento de fachada e alvenaria);
- d) Percorrer o canteiro observando os processos com relação ao plano semanal, observando as pessoas trabalhando, as necessidades especiais de cada processo, a logística de suprimentos no canteiro, as áreas de armazenamento, o uso das ferramentas e equipamentos e a existência de situações atípicas;
- e) Registrar as improvisações identificadas, conforme procedimento proposto nos estudos, questionando as partes envolvidas para compreender as suas causas para posterior avaliação;

- f) Fazer a análise das improvisações observadas e avaliar o grau de improvisação na obra através do índice de improvisação obtido pelo número de pacotes com improvisação dividido pelo número de pacotes executados.

Segundo Flach e Antonello (2008), o ato de improvisar é uma resposta imediata a uma situação em que não se tem as condições adequadas e assim, oferece pouca margem para o planejamento, padronização e controle. Neste sentido, muitas das perdas identificadas neste trabalho provavelmente continuariam a ocorrer, mesmo com auditorias, listas de verificações e outros dispositivos de controle devido às incertezas no setor. Os resultados apontam que os gestores ao planejar as atividades não conseguem prever todas as situações que comprometem o fluxo de trabalho ou que ofereçam condições adequadas de trabalho.

A seguir, são apresentadas as principais contribuições desta pesquisa levando em contas as questões de pesquisa propostas.

- A revisão bibliográfica sobre improvisação contribuiu para o desenvolvimento do conceito apresentado por Koskela (2004) a partir vem sendo discutidos há anos em outras áreas;
- Os resultados chamam atenção para um tipo peculiar de perda existente no setor da construção e que raramente chama atenção durante as fases de planejamento;
- As improvisações observadas referem-se às técnicas e condições de trabalhos adotados no Brasil e envolvem alguns aspectos culturais que devem ser levados em conta. Neste caso, muitas das improvisações são aceitas como situações normais em um canteiro de obras e podem ser vistas como soluções contingenciais para que não haja interrupção da produção;
- O número de pacotes executados com improvisação indica o percentual de planos executados sem condições adequadas e a necessidade por melhorias no processo de identificação de restrições.

Como limitações durante os estudos aponta-se a ausência de controle do nível de planejamento de médio prazo. Neste sentido, os resultados não puderam ser comparados diretamente com esta etapa do planejamento.

7.2 RECOMENDAÇÕES

Neste item são apresentadas recomendações para trabalhos futuros a serem realizados sobre perdas por improvisação em canteiros de obras.

- a) Desenvolver pesquisas que busquem aplicar o método em um número maior de canteiros a fim de ampliar o banco de dados e assim possibilitar o uso de ferramentas estatísticas, além de verificar a existência de outras categorias de perdas;
- b) Desenvolver pesquisas que comparem o percentual de pacotes com improvisação com o indicador IRR;
- c) Aprimorar o estudo da origem das perdas avaliando questões como síndrome da eficiência, pressão por resposta imediata e informação imprecisa durante o planejamento;
- d) Analisar as improvisações na construção civil quanto à classificação proposta na bibliografia, tais como: improvisação emergente, re-interpretativa e inovadora;
- e) Avaliar com mais profundidade a origem das perdas por improvisação quanto aos modelos comportamentais e cognitivos.

8 REFERÊNCIAS

AKKARI, A. M. P. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MSPROJECT®**. Dissertação de Mestrado (Mestrado 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, 2003.

ALARCÓN, L. F. The importance of research to develop lean construction. in Production Control. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2. 1997, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 1997.

ALARCÓN, L.F.; CALDERÓN, R. Implementing lean production strategies in construction companies. In: Construction Research Congress, 2003, Hawaii, **Proceedings...** Honolulu, 2003.

ALARCÓN, L.F.; CALDERÓN, R. Assessing the impacts of implementing lean construction. **Revista Ingeniería de Construcción Scielo**, Chile, v. 23, n.1, p. 26-33, Santiago, 2008.

ALVES, T. C. L. **Diretrizes para gestão dos fluxos físicos em canteiros de obra: proposta baseada em estudo de caso**. Dissertação de Mestrado (Mestrado 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, 2000.

ANTUNES JUNIOR, J. A. V. A lógica das perdas nos sistemas produtivos: uma revisão crítica. In: Encontro Nacional da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, 19, 1995, João Pessoa. **Anais...** EnANPAD, João Pessoa, 1995.

ANTUNES JUNIOR, J. A. V.; KLIPPEL M. Análise crítica do inter-relacionamento das perdas e dos subsistemas dos Sistema Toyota de Produção. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba. **Anais...**Curitiba, 2002.

BALLARD, G. Look-ahead Planning: the Missing Link in Production Control. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5, 1997, Australia. **Proceedings...** Australia, 1997.

BALLARD, G. Improving work flow reliability. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, California, USA. **Proceedings...** Berkeley, 1999.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. Thesis (Ph.D) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BALLARD, G. Positive vs. Negative Iteration in Design. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8, 2000, Brighton, U.K. **Proceedings...** Brighton, 2000b

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2, 1994, Chile. **Proceedings...** Santiago, 1994b.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: an essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE v.124, n.1, p.11-17, Nova York, 1998.

BALLARD, G.; HOWELL, G. An Update on Last Planner. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 11, 2003, Blacksburg. **Proceedings...** Blacksburg, 2003.

BALLARD, G.; HOWELL, G. "Competing Construction Management Paradigms." *Lean Construction Journal*, v. 1, 2004

BARRET, F. J. C.: Creativity and improvisation in organizations - implications for organizational learning. **Organization Science**, v. 9, p. 605-622, 1998.

BARROS NETO, J. P. **Proposta de Modelo de Formulação de Estratégias de Produção para Pequenas Empresas de Construção Habitacional**. Tese de Doutorado (Doutor em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

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.

BERTELSEN S.; KOSKELA L.; HENRICH G.; ROOKE J. Critical Flow – Towards a construction Flow Theory. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 14, 2006, Chile. **Proceedings...** Santiago, 2006.

BERTELSEN S.; HENRICH G.; KOSKELA L.; ROOKE J. Construction Physics. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 15, 2007, Michigan, USA. **Proceedings....** Michigan, 2007.

BORTOLAZZA, R. C. **Contribuições para a Coleta e a Análise de Indicadores de Planejamento e Controle da Produção na Construção Civil.** Dissertação de Mestrado (Mestrado 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, 2006.

BOSSINK, B. A. G.; BROUWERS, H. J. H. Construction waste: quantification and source evaluation. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v. 122, n. 1, p. 55-60, 1998.

BULHÕES, I. R. **Método para medir o custo das perdas em canteiros de obras: proposta baseada em dois estudos de caso.** Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.

BULHÕES, I. R. **Diretrizes para implementação de fluxo contínuo na construção civil: uma abordagem baseada na Mentalidade Enxuta.** Tese de Doutorado (Doutora em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

BULHÕES I.R.; FORMOSO C.T. O papel do planejamento e controle da produção em obras de tipologias diferentes. In: IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, SIBRAGEC, 2005 e I Encontro Latino-americano de Gestão e Economia da Construção, ELAGEC, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre, 2005.

CAMBRAIA, F. B. **Gestão integrada entre segurança e produção: aperfeiçoamentos em um modelo de planejamento e controle.** Dissertação de Mestrado (Mestrado 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, 2004.

CAMBRAIA, F. B.; SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. Planejamento e Controle Integrado entre Segurança e Produção em Processos Críticos na Construção Civil. **Produção** vol.18, n.3, pp. 479-492. São Paulo, 2008.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Construção Civil: Análise e Perspectivas. Banco de Dados da CBIC, Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/files/textos/061.pdf>

CHA, H. S.; KIM, J.; HAN, J.. Identifying and Assessing Influence Factors on Improving Waste Management Performance for Building Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 7, p. 647, 2009.

CODINHOTO, R. **Diretrizes para o planejamento e controle integrados dos processos de projeto e produção na construção civil**. Dissertação de Mestrado (Mestre 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, 2003.

CODINHOTO, R.. *et al.* Análise de restrições: Definição e Indicador de Desempenho. In: III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, SIBRAGEC, 2003. **Anais...**São Carlos, 2003b.

COELHO, H.O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil**. Dissertação de Mestrado (Mestre 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, 2003.

CUNHA, M. P. Bricolage in Organizations. **Instituto Nova Fórum**. Universidade Nova de Lisboa, 2004.

CUNHA, MI P., CUNHA, J. V., KAMOCHE, K. Organizational improvisation: What, when, how and why. **International Journal of Management Reviews**, v. 1, p. 299-341, 1999.

DENIS, P. **Produção Lean Simplificada**. Trad. Garcia, R.A.N., 2 ed. Bookman, Porto Alegre, 2008.

EASTERBY-SMITH, M.; THORPE, R.; LOWE, A. **Management Research: An Introduction**. London, Sage, 1991.

FENG, P. P.; TOMMELEIN, I. D.; BOOTH, L. Modeling the effect of rework timing: case study of a mechanical contractor. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 16, 2008, Manchester. **Proceedings....** Manchester, 2008.

FORMOSO, C.T. *et al.* Perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle. São Paulo, **Revista Techne**, Ed. Pini, v. 23, p. 30-33, 1996.

FORMOSO, C.T. *et al.* **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.T.; SOILBELMAN, L.; CESARE, C.; ISATTO, E.L. Material waste in the building industry: main causes and prevention. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, 2002.

FORMOSO C.T.; ISATTO, E.L. Production planning and control and the coordination of Project supply chains. In: O'BRIEN *et al.* (Ed.) **Construction supply chain management Handbook**. Cap. 3, CRC Press, Boca Raton, 2009.

FLACK L., ANTONELLO, C. S. Improvisação e Aprendizagem nas Organizações: Reflexões a partir da Metáfora da Improvisação no Teatro e na Música. In: Encontro Nacional da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, 32, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: EnANPAD, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.

GROSFELD-NIR A.; GERCHAK Y. Multistage Production to Order with Rework Capability. **Management Science**, v. 48, n. 5, 2002.

HAMZEH F.R.; BALLARD G.; TOMMELEIN I.D. Improving Construction Work Flow – The Connective Role of Look-ahead Planning. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 16, 2008, Manchester. **Proceedings...Manchester**, 2008.

HENRICH G.; SANTOS, A.; KOSKELA L. Teoria e Método para Gestão da Produção na Construção. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, ENTAC, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006.

HOPP, W.; SPEARMAN, M. **Factory Physics: foundation of manufacturing management**. Boston: McGraw Hill, 1996.

HWANG B.G. *et al.* Measuring the Impact of Rework on Construction Cost Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**. ASCE, 2009

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008). **Pesquisa anual da Indústria da Construção**. Rio de Janeiro, Vol. 18, Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, 2008. Acesso: 28 de julho de 2010.

IGLC - *International Group for Lean Construction* Disponível em: <http://www.iglc.net>

ISATTO, E.L. *et al.* **Lean Construction: Diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. SEBRAE/RS, 2000.

JAMBEKAR, A. B.; PELC, K. I. Improvisation model for team performance enhancement in a manufacturing environment. **Team Performance Management**, v. 13, n. 7/8, p. 259-274, 2007.

JANG J. W. **Improving the make-ready process and forecasting project performance using performance of the make-ready process**. Thesis (Ph.D) - State University of New York College of Environmental Science and Forestry Syracuse, New York, 2008.

JANG J. W.; KIM Y.W. The Relationship Between the Make-Ready Process and Project Schedule Performance. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 16, 2008, Manchester. **Proceedings...**Manchester, 2008.

KEMMER, S.L., *et al.* Medium-Term Planning: Contributions Based on Field Application. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2007, East Lansing. **Proceedings...** IGLC, Michigan, 2007.

KERN, A.P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de 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, 2005.

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: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, USA, 1999, Berkeley. **Proceedings...**Berkeley, 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: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12, 2004, Dinamarca. **Proceedings...**Dinamarca, 2004.

LAUFER, A. Essentials of project planning: owner's perspective. **Journal of Management in Engineering**. ASCE, Vol. 6, N. 2, p. 162-176, 1990.

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.

LIKER J.K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Trad. Ribeiro L. B. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER J. K.; MEIER, D. **The Toyota Way: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps**. McGraw-Hill, 2006.

LOVE, P.E.D. Auditing the indirect consequences of rework in construction: a case based approach. **Managerial Auditing Journal**. v. 17, n. 3, P. 138-146, 2002.

MACHADO, R. L. **O planejamento de antecipações: uma proposta de melhoria do planejamento da produção de sistemas produtivos da construção civil**. Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MENDONÇA, D.; WALLACE, W. A.. Studying Organizationally-Situated Improvisation in Response to Extreme Events. **International Journal of Mass Emergencies and Disasters**, v. 22, n. 2, p. 5–29, 2004.

MINER, A. S.; BASSOFF, P.; MOORMAN, C. Organizational Improvisation and Learning: A Field Study. **Administrative Science Quarterly**, v. 46, n. 2, p. 304, 2001.

MITROPOLOUS P. T. Planned Work-Ready: A proactive Metric for Project Control. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 13, 2005, Sydney. **Proceedings**.... Sydney, 2005.

MITROPOULOS, P.; CUPIDO, G. The role of production and teamwork practices in construction safety: A cognitive model and an empirical case study. **Journal of Safety Research**, v. 40, n. 4, p. 265-275, 2009.

MOORMAN, C.; MINER, A. Organizational improvisation and organizational memory. **The Academy of Management Review**, v. 23, n. 4, p. 698, 1998.

MOURA, C.B. **Avaliação do impacto do sistema *Last Planner* no desempenho de empreendimentos da construção civil**. Dissertação de Mestrado (Mestrado 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, 2008.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Bookman, Porto Alegre, 1997.

OLIVEIRA, C. B. **Avaliação de indicadores de planejamento e controle da produção na construção: boas práticas, eficácia e prazo**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

RAMASWAMY K.P.; KALIDINDI S.N. Waste in Indian Building Construction Projects In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 17, 2009, Taiwan. **Proceedings**.... Taiwan, 2009.

RODRIGUES, A. A. **O Projeto do Sistema de Produção no Contexto de Obras Complexas**. Dissertação de Mestrado (Mestrado 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, 2006

RONEN B. The complete kit concept. **International Journal of Production**. Taylor & Francis, v. 30, n° 10, p. 2457 – 2466, London, 1992.

ROOKE J.; KOSKELA L.; BERTELSEN S.; HENRICH G. Centred Flows: A Lean Approach to Decision Making and Organisation. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 15, 2007, Michigan. **Proceedings**.... Michigan, 2007.

SANTOS, A. *et al.* **Método de intervenção para redução de perdas na construção civil: Manual de Utilização.** Porto Alegre, SEBRAE/RS, 1996.

SANTOS, A.P.L.; MENDES JR., R. Planejando um Conjunto de 77 Residências utilizando a linha de balanceamento e Last Planner®. In: II Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2001.

SANTOS, D.G. **Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras.** Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SAURIN, T. A. **Segurança e produção : um modelo para planejamento e controle integrado.** Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia de Produção) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SCHEER S. et al. The scenario and trends in the Brazilian IT construction applications' experience, **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.** Dissertação de Mestrado (Mestrado 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, 2004.

SCHRAMM, F. K. **Projeto de sistemas de produção na construção civil utilizando simulação computacional como ferramenta de apoio à tomada de decisão.** 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, 2009

SERPELL, A.; ALARCÓN, L.F.; GHIO, V. A general framework for improvement of construction process. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4, 1996, Birmingham. **Proceedings...** Edgbaston, 1996.

SHEN, L. Y. *et al.* Mapping Approach for Examining Waste Management on Construction Sites. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 130, n. 4, p. 472, 2004.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção.** Bookman, Porto Alegre, 1996.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SMALLEY, A. **Estabilidade é a base para o sucesso da produção lean**. Tradução: Odier Tadashi. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/94/estabilidade-e-a-base-para-o-sucesso-da-producao-lean.aspx>> 2005. Acesso em maio de 2009.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle**. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

SPEAR, S, BOWEN, H. Kent. Decoding the DNA of the Toyota production system. **Harvard Business Review**, Boston: Harvard Business School, v.77, n. 5, p. 97-106, 1999.

TOMMELEIN, I.; BALLARD, G. Look-ahead Planning: screening and pulling. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 2, 1997, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 1997.

TOMMELEIN, I., RILEY, D., HOWELL, G. Parade game, impact of work flow variability on trade performance, **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n.5, p. 304-10, 1999.

TRESCASTRO, M. G. **Diretrizes para a segmentação e seqüenciamento das atividades no processo de projeto em ambientes simultâneos na construção civil**. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

VERJANS, S. Bricolage as way of life: improvisation and irony in information systems. **European Journal of Information Systems**, v. 14, p. 504-506, 2005.

WEICK, K. E. Improvisation as a Mindset for Organizational Analysis. **Organization Science**. v. 9, n. 5, p. 543-555, 1998.

WOMACK, J.; JONES, D. **Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Free Press, 2003.

YIN, R. Estudo de caso planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ROTEIRO PARA ENTREVISTA COM ENGENHEIROS PARA AVALIAÇÃO DO PCP

- 01 Quem participa do processo de planejamento?
- 02 Quais as atribuições delegadas pelo engenheiro para o estagiário, para o mestre-de-obras e para os técnicos?
- 03 Como é o envolvimento das equipes terceirizadas e dos fornecedores com os planos?
- 04 Quais técnicas são adotadas no processo de PCP?
- 05 Como é o processo de identificação e eliminação das restrições?
- 06 Como são selecionadas as atividades semanais?
- 07 Como é análise da informação gerada?
- 08 Quais as dificuldades enfrentadas no processo de planejamento?
- 09 Como você avalia o processo de PCP frente aos resultados obtidos?
- 10 Em que etapas do processo você acha que podem haver oportunidades de melhoria?

Descrição da prática (ou elemento do modelo)		Grau de implementação		
		Nada	Parcial	Total
1	Rotinização das reuniões do planejamento de curto prazo;			
2	Definição correta dos pacotes de trabalho;			
3	Inclusão no plano de curto prazo apenas de pacotes de trabalho cujas restrições foram removidas;			
4	Tomada de decisão participativa nas reuniões de curto prazo;			
5	Programação de tarefas suplentes;			
6	Realização de ações corretivas a partir das causas do não cumprimento dos planos;			
7	Rotinização do planejamento de médio prazo;			
8	Remoção sistemática das restrições;			
9	Planejamento e controle dos fluxos físicos (materiais e mão de obra);			
10	Elaboração de um plano de longo prazo num formato que permita a fácil visualização do plano de ataque à obra (por exemplo, usando uma linha de balanço);			
11	Utilização de indicador para avaliar o cumprimento de prazo da obra;			
12	O plano mestre (longo prazo) é atualizado sistematicamente de forma a refletir o andamento da obra;			
13	Formalização do processo de PCP, através de planos e de ferramentas de controle;			
14	Utilização de dispositivos visuais para disseminar as informações no canteiro;			
15	Análise crítica do conjunto de dados disponíveis para a avaliação global da eficácia do sistema de planejamento;			