

**RICARDO HIROSHI HONDA**

**Subsídios para o planejamento da implantação do sistema de *Lean*  
*Construction* em uma construtora**

Trabalho de formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do diploma de  
Engenheiro de Produção

**São Paulo**

**2011**

**RICARDO HIROSHI HONDA**

**Subsídios para o planejamento da implantação do sistema de *Lean*  
*Construction* em uma construtora**

Trabalho de formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do diploma de  
Engenheiro de Produção

Orientador: Prof. Dr. Dario Ikuo Miyake

**São Paulo**

**2011**

**AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE  
TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA  
FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.**

### **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Honda, Ricardo Hiroshi**

**Avaliação de uma construtora sob a ótica dos princípios de  
lean construction / R.H. Honda. São Paulo, 2011.**

**p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1. Racionalização da construção I. Universidade de São  
Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.  
t.**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos os que lutam,  
de alguma forma, para a melhoria do mundo...

## AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos a:

...meus pais, que através do sacrifício diário e do amor incondicional me ensinaram o valor das coisas e foram fundamentais na minha formação;

...minha irmã, que sempre me incentivou a ir mais longe e a acreditar em meu potencial;

...minha avó, pelo carinho e dedicação na minha formação. Boas lembranças..

...minha namorada, que, com amor, compreensão e apoio, potencializa meus sonhos e minha capacidade de realizá-los;

...Leandro Nakano, que me ajuda a cuidar das pessoas mais importantes em minha vida;

...meus amigos, entre eles Leonardo e Augusto, exemplos de vida para mim;

...meus colegas da Poli, entre eles Kyu, Marcos, Michel, Daniel, Tassio, Bresslau e Fabio, que tornaram os dias de faculdade mais agradáveis e ensinaram para mim o sentido das palavras “trabalho em equipe”;

...Rafael Laurindo, que pacientemente me ensinou grande parte do conhecimento de engenharia civil que possuo e Felipe Garcia, que colaborou significativamente no desenvolvimento deste trabalho;

...o professor Dario Ikuo Miyake que, muito mais do que me orientar no presente trabalho, me ensinou a sempre buscar apresentar melhores trabalhos, sendo exigente e buscando a excelência;

... Hugo Rosa e equipe da Método Engenharia que possibilitou e incentivou a elaboração deste trabalho;

...a Escola Politécnica da USP, que me ensinou que uma boa formação não é adquirida sem esforço, dedicação e superação;

...a sociedade, que investiu na minha formação. Espero no futuro poder retribuir toda a chance que me foi dada.

Nem sempre conseguimos retribuir tudo de bom que nos foi dado às mesmas pessoas que o fizeram. Mas talvez seja melhor que tudo isso não seja apenas um círculo, mas um fluxo...

## EPÍGRAFE

*“Successful problem solving requires finding the right solution to the right problem. We fail more often because we solve the wrong problem than because we get the wrong solution to the right problem.”*

Russell L. Ackoff, 1974

## RESUMO

O presente trabalho se propõe a oferecer subsídios para o planejamento da implantação do sistema de *Lean Construction* em uma construtora brasileira. Primeiramente, as principais referências sobre o tema foram revisadas, fornecendo uma visão completa da filosofia de *Lean Construction*. Em seguida, três projetos de edifícios comerciais localizados em São Paulo foram avaliados a partir de entrevistas com engenheiros, aplicação de uma ferramenta de avaliação de *Lean Construction* (KUREK et al., 2006) e visitas aos canteiros das obras. Através da comparação da situação atual dos projetos com as melhores práticas sugeridas pela literatura sobre *Lean Construction*, as principais lacunas foram identificadas. Finalmente, algumas ações são propostas a fim de reduzir uma das principais lacunas e guiar a empresa nos primeiros passos da implantação da filosofia de *Lean Construction*.

Pavras-chave: Produção enxuta. Produtividade na construção civil. Planejamento e controle. *Last Planner*.

## **ABSTRACT**

This work aims to provide support for promoting a Lean Construction system in a Brazilian construction company. First of all, the main references of Lean Construction literature were reviewed, providing a big picture view of this philosophy. Then, three commercial edification projects located in São Paulo were assessed by interviewing engineers, applying a Lean Construction Evaluation Tool (KUREK et al., 2006) and visiting building sites. From the comparison between projects' actual conditions and Lean Construction Best Practices, the main gaps were identified. . Eventually, some actions were presented to reduce one of the main gaps and to guide the company in the first steps of Lean Construction implementation.

Keywords: Lean Construction. Productivity in civil construction. Planning and Control System. Last Planner.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução no número de pessoas ocupadas na ICC no Brasil (Fonte: PME/IBGE, 2010) .....	19
Figura 2 – Fluxograma das etapas do trabalho .....	22
Figura 3 – Processo de execução da entrevista na obra .....	25
Figura 4 - Modelo Tradicional (KOSKELA, 1992) .....	28
Figura 5 - Modelo de processo na visão da Construção Enxuta (KOSKELA, 1992 apud FORMOSO, 2002).....	28
Figura 6 – Componentes do Tempo de Ciclo (KOSKELA, 1992).....	30
Figura 7 - Sistema de Planejamento Tradicional Empurrado (adaptada de BALLARD, 2000) .....	35
Figura 8 - Processo de Planejamento Last Planner (adaptada de BALLARD, 2000) .....	36
Figura 9 - Método Last Planner (adaptada de BALLARD, 2000) .....	36
Figura 10 - O Processo de Lookahead (BALLARD, 2000 apud KEMPENICH, 2009).....	37
Figura 11 – Implantação de LC segundo Conte (2009).....	42
Figura 12 - Situação do canteiro do Projeto 1 em outubro de 2010 .....	45
Figura 13 – Avaliação do nível de incorporação dos princípios de LC para o Projeto 1 .....	46
Figura 14 – Situação do canteiro do Projeto 2 em outubro de 2010.....	49
Figura 15 – Avaliação do nível de incorporação dos princípios de LC para o Projeto 2 .....	50
Figura 16 - Localização do escritório da Obra no Projeto 2 .....	51
Figura 17 - Situação do canteiro do Projeto 3 em outubro de 2010 .....	52
Figura 18 – Avaliação do nível de incorporação dos princípios de LC para o Projeto 3 .....	54
Figura 19 - Processo de execução em meia laje como solução para maior flexibilidade .....	55
Figura 20 – Grau de disseminação dos princípios de LC nos projetos estudados.....	56
Figura 21 - Painel de Segurança em um dos canteiros da empresa .....	62
Figura 22 - Diagrama de Ishikawa para o problema analisado .....	66
Figura 23 - Processo de planejamento e controle atual e o processo proposto .....	74
Figura 24 - Ferramenta <i>Look Ahead</i> DDMMAA .....	77

Figura 25 - Ferramenta Acompanhamento AtividadesDDMMAA.....	78
Figura 26 - Ferramenta PlanejControle Dinâmico DDMMAA.....	80
Figura 27 - Ferramenta Plano de AçõesDDMMAA.....	81
Figura 28 - Ferramenta Lições Aprendidas.....	82
Figura 29 - Relação entre processo de planejamento e controle proposto e <i>Last Planner</i> .....	84
Figura 30 – Lógica do <i>Should-Can-Will-Did</i> no processo de planejamento e controle proposto .....	86
Figura 31 - Ocorrência dos eventos no Caso 1.....	87
Figura 32 – <i>Lookahead</i> compreendendo as 12 atividades prioritárias.....	89
Figura 33 - Planejamento e Controle Dinâmico realizado no dia 10/10/11 .....	91
Figura 34 - Plano de Ações elaborado no dia 10/10/11 .....	92
Figura 35 - Acompanhamento das atividades no dia 13/10/11 .....	93
Figura 36 - Planejamento e Controle Dinâmico realizado no dia 13/10/11 .....	94
Figura 37 - Plano de Ações elaborado no dia 13/10/11 .....	95
Figura 38 - Lições Aprendidas .....	96
Figura 39 - Solicitação de mudança feita pelo cliente e início da execução da alvenaria interna no tempo.....	97
Figura 40 - <i>Layout</i> simplificado do pavimento tipo antes da solicitação do cliente.....	98
Figura 41 - <i>Lookahead</i> com horizonte de tempo que se inicia no dia 3/10/11.....	100
Figura 42 - <i>Layout</i> simplificado do pavimento tipo solicitado pelo cliente.....	101
Figura 43 - Replanejamento realizado no dia 4/10/11 .....	102
Figura 44 - Plano de Ações elaborado no dia 4/10/11 .....	103
Figura 45 – Gráfico típico da LoB (adaptado de JUNQUEIRA, 2006).....	118
Figura 46 – Conceitos de Espera e Abertura na LoB (JUNQUEIRA, 2006).....	119
Figura 47 – Formas de eliminar o conflito entre atividades.....	120
Figura 48 – Esquema ilustrativo da utilização das cintas de grua .....	133
Figura 49 – Mastro de concreto em ação .....	135

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de avaliação proposta (adaptada de KUREK et al., 2006) .....	23
Tabela 2 – Relação entre Princípios e Ferramentas/Práticas de LC .....	39
Tabela 3 – Resumo do Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 1 .....	45
Tabela 4 – Resumo do Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 2 .....	49
Tabela 5 – Resumo do Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 3 .....	54
Tabela 6: Levantamento da situação da amostra de projetos em relação aos princípios de LC .....	64
Tabela 7 – Nota média da amostra de Projetos no Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) .....	65
Tabela 8 - Relação entre pontos a melhorar e ferramentas propostas.....	83
Tabela 9 - Ciclo de concretagem do projeto estudado no Caso 1.....	88
Tabela 10 - Dimensionamento da equipe de mão de obra direta para as atividades do <i>Lookahead</i> 07/10/11.....	90
Tabela 11 – Premissas e Total do Potencial de Ganhos Financeiros com a Economia de Tempo de Grua .....	133

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LC	<i>Lean Construction</i>
ICC	Indústria da Construção Civil
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
IGLC	<i>International Group for Lean Construction</i>
SSMA	Segurança, Saúde e Meio Ambiente
PMO	<i>Project Management Office</i>
PPC	Porcentagem do Planejado Concluído
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
LoB	<i>Line of Balance</i> (Linha de Balanço)
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	16
1.1	A empresa e o setor da Construção Civil.....	16
1.1.1	A empresa.....	16
1.1.2	Indústria da Construção Civil.....	17
1.1.3	Práticas de Planejamento e Controle .....	19
1.2	O Problema e Objetivo do Trabalho .....	19
2	Metodologia.....	22
2.1	Visão geral da estrutura do trabalho .....	22
2.1.1	Revisão da Literatura sobre <i>Lean Construction</i> .....	22
2.1.2	Diagnóstico da Empresa.....	22
2.1.3	Elaboração de Ações.....	23
2.2	Amostra de projetos selecionados para análise .....	23
2.3	Cuidados na avaliação dos projetos.....	24
2.4	Visita ao canteiro .....	26
3	Revisão da Literatura sobre <i>Lean Construction</i> .....	27
3.1	Origem e disseminação da abordagem de LC.....	27
3.2	Base Conceitual .....	28
3.3	Princípios de LC .....	29
3.3.1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor .....	29
3.3.2	Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente ...	29
3.3.3	Diminuir a variabilidade .....	29
3.3.4	Reduzir o tempo de ciclo da produção.....	30
3.3.5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes .....	31
3.3.6	Aumentar a flexibilidade de saída .....	31
3.3.7	Aumentar a transparência do processo .....	31
3.3.8	Focar o controle no processo global .....	32

3.3.9	Introduzir melhoria contínua no processo.....	32
3.3.10	Manter um equilíbrio entre as melhorias no fluxo e nas conversões.....	33
3.3.11	Aprender com referências de ponta ( <i>benchmarking</i> ).....	33
3.4	Conceitos e métodos de LC para Planejamento e Controle da Produção .....	34
3.4.1	Conceitos de LC para Planejamento e Controle da Produção.....	34
3.4.2	Métodos de LC para Planejamento e Controle da Produção.....	35
3.5	Relação entre Princípios e Ferramentas/Práticas de LC .....	38
3.6	Implantação de LC.....	40
3.6.1	A implantação do sistema de LC segundo Koskela.....	41
3.6.2	A implantação do sistema de LC segundo Conte.....	41
4	Diagnóstico do nível de disseminação das práticas de <i>Lean Construction</i> na Empresa...	44
4.1	Análise dos projetos selecionados para o estudo.....	44
4.1.1	Projeto 1 .....	44
4.1.2	Projeto 2 .....	48
4.1.3	Projeto 3 .....	52
4.2	Análise geral da amostra de projetos .....	56
4.2.1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor .....	57
4.2.2	Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente ...	58
4.2.3	Diminuir a variabilidade .....	58
4.2.4	Reduzir o tempo de ciclo da produção.....	59
4.2.5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes .....	59
4.2.6	Aumentar a flexibilidade de saída .....	60
4.2.7	Aumentar a transparência do processo .....	61
4.2.8	Focar o controle no processo global .....	62
4.2.9	Introduzir melhoria contínua no processo.....	63
4.2.10	Manter um equilíbrio entre as melhorias no fluxo e nas conversões.....	64

4.2.11	Aprender com referências de ponta ( <i>benchmarking</i> ).....	64
4.2.12	Situação da amostra .....	64
4.3	Principais pontos a melhorar .....	64
4.4	Seleção do problema específico a ser focado.....	65
4.5	Análise do problema específico da baixa flexibilidade de saída.....	66
5	Revisão do processo de planejamento e controle para aumento da flexibilidade de saída.....	71
5.1	Análise do processo de planejamento e controle atual .....	71
5.2	Processo de planejamento e controle atual x Last Planner .....	72
5.3	Processo Proposto.....	73
5.4	Ferramentas propostas.....	75
5.5	Ilustração da utilização das ferramentas propostas.....	87
6	Diretrizes para Implantação do sistema de LC na empresa .....	105
6.1	Discussão de pontos críticos não priorizados no presente trabalho.....	105
6.1.1	Implantação de um Processo Sistemático de <i>Benchmarking</i> .....	105
6.1.2	Programa de Melhoria Contínua .....	106
6.1.3	Promoção da Visibilidade do Processo.....	107
6.2	Pontos-chave a serem considerados na implantação do sistema de Lean Construction 108	
7	Conclusões e Recomendações.....	110
7.1	Conclusões .....	110
7.2	Recomendações .....	111
	Referências Bibliográficas .....	113
	Referências Complementares .....	117
	Apêndices .....	118
	Apêndice A – Linha de Balanço .....	118
	Apêndice B - Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido.....	121

Apêndice C – Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 1 .....	123
Apêndice D – Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 2 .....	127
Apêndice E – Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 3 .....	130
Apêndice F – Aumento de cintas como solução para diminuir o tempo de espera da grua	133
Apêndice G –Mastro de Concreto.....	135

## Introdução

Este trabalho tem como motivação colaborar para o entendimento e disseminação dos conceitos de *Lean Construction*, além de auxiliar uma empresa de construção civil nacional no processo de incorporação dos princípios desta abordagem para melhoria dos resultados da empresa.

Após a revisão da literatura sobre o tema, será realizado um trabalho de natureza prática: coleta de dados, diagnóstico da empresa frente os princípios estudados, análise dos dados e elaboração de ações que serão recomendadas à empresa visando à diminuição do *gap* (lacuna) entre a situação real atual e uma condição mais próxima de ampla disseminação dos princípios e práticas reconhecidos pela abordagem *Lean Construction* que gerem benefícios significativos para a empresa, em termos de custo, prazo, qualidade e valorização de seus funcionários.

A relevância deste trabalho se encontra na dificuldade das empresas em implantar modelos duradouros, em contraste com os conjuntos de ferramentas e práticas imediatistas que acabam fracassando no médio e longo prazo, como ocorreu com muitas empresas que buscaram implantar programas de qualidade total (ALVES; BARROS NETO, 2008). Assim, a proposta deste trabalho é contribuir no desenvolvimento de um amplo entendimento dos princípios de *Lean Construction*, de modo a promover sua efetiva aplicação prática.

Em adendo, apesar dos princípios de *Lean Construction* estarem bem definidos, não há uma tradução única destes em práticas e métodos operacionalizáveis. O que há, atualmente, é um esforço de diversos estudiosos em todo o mundo para colaborar nesta tradução. Assim, este trabalho pretende colaborar para esta compreensão, buscando consolidar diversas propostas identificadas na literatura em ações práticas que, apesar de elaboradas a partir do cenário de uma determinada construtora, ainda assim podem ser utilizadas como referência para futuros projetos relacionados ao tema.

### **1.1 A empresa e o setor da Construção Civil**

#### **1.1.1 A empresa**

O objeto de estudo deste trabalho é a Método Engenharia S.A., uma empresa de construção civil de origem nacional estabelecida em 1973, que possui mais de cinco milhões de metros

quadrados de empreendimentos entregues. É reconhecida como pioneira na introdução de tecnologias e técnicas de planejamento e produção industrial no ramo da construção civil, com o objetivo de aumentar a produtividade, racionalizar os processos construtivos, reduzindo o retrabalho e o desperdício. Criou empresas como a SHV (para produzir fôrmas e escoramentos metálicos, para estruturas de maior precisão), a *Stamp* (através de uma *joint-venture* com uma empresa canadense, para produzir fachadas pré-fabricadas) e a *Drywall* (a marca era de propriedade da empresa até alguns anos para comercializar e instalar paredes e sistemas em gesso acartonado).

A empresa busca incorporar as melhores práticas em gestão de projetos, seguindo o *Project Management Book of Knowledge* (PMBOK) do *Project Management Institute* (PMI), sendo atualmente uma das empresas no setor de Engenharia e Construção que mais possuem *Project Management Professionals* (PMP's) certificados. Possui também o certificado OHSAS 18001: 2007 e diversas obras em andamento da empresa possuem o certificado *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), sendo a construtora brasileira que já entregou o maior número de empreendimentos com este certificado.

A Método Engenharia foi escolhida por ser a empresa em que o autor deste trabalho estagiou e por demonstrar interesse em incorporar conceitos e ferramentas de *Lean Construction* em seus projetos. Assim, além da maior facilidade na coleta de dados e do maior conhecimento do negócio da instituição por parte do autor, foi possível desenvolver um trabalho de interesse prático da empresa.

### **1.1.2 Indústria da Construção Civil**

#### **Peculiaridades da Indústria da Construção Civil (ICC)**

A ICC possui grandes diferenças em relação às indústrias de manufatura, especialmente, as de produção em massa. Como destaca Dacol (1996), a ICC caracteriza-se pelos seguintes aspectos:

- Caráter não homogêneo e diferenciado do produto;
- Natureza da produção dada por projetos;
- Forte dependência de fatores climáticos;
- Processo produtivo relativamente longo (meses, anos) que acarreta em alto volume de capital circulante;

- Processo de produção complexo que envolve interferência de diversos agentes (usuários, clientes, projetistas, financiadores, construtores), com objetivos frequentemente conflitantes;
- Localização da obra é determinada pelas condições de demanda;
- Dependência em relação às habilidades do trabalhador.

### **Histórico da ICC**

Seja em cenário nacional ou mundial, até pouco tempo atrás, a ICC ainda se encontrava defasada das outras indústrias em termos de aplicação de conceitos e práticas de administração mais modernos. Este atraso pode ser atribuído, principalmente aos três seguintes fatores que caracterizavam a ICC de décadas atrás (BARROS NETO, s.d.):

- Forte influência exercida pelo Governo nesta indústria;
- Fraca concorrência;
- Abundância de recursos, etc.

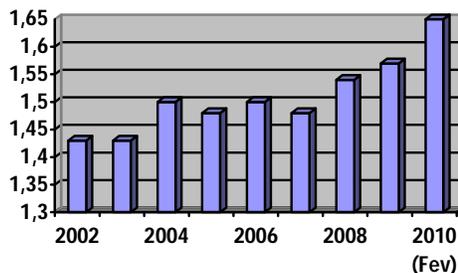
No entanto, o contexto atual é marcado por um quadro muito diferente. A exigência crescente do mercado consumidor tem demandado um desenvolvimento contínuo das empresas, em um ambiente de concorrência cada vez maior. Assim, “sistemas de certificação da qualidade [...] aumento de produtividade, implantação de inovações tecnológicas, redução de desperdícios e racionalizações nos processos produtivos” (OBATA, 2007, p.276) são exemplos de mecanismos que têm sido cada vez mais buscados pelas empresas da ICC para garantir maior competitividade.

Apesar deste sensível esforço, a ICC ainda carece de uma visão integrada que favoreça o aumento de produtividade e torne o fluxo de produção mais eficiente (CONTE, 2009).

### **A ICC no Brasil**

A ICC possui grande relevância no cenário nacional, representando aproximadamente um quinto do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Além disso, impacta direta (profissionais do ramo) e indiretamente (desenvolvimento da infra-estrutura, construção de hospitais, residências, fábricas, edifícios comerciais, etc.) na vida de milhões de brasileiros, como apresentado na Figura 1.

**Pessoal ocupado na ICC (em milhão de trabalhadores)**



**Figura 1 – Evolução no número de pessoas ocupadas na ICC no Brasil (Fonte: PME/IBGE, 2010)**

Atualmente, a ICC está em grande expansão no Brasil, principalmente devido ao programa Minha Casa Minha Vida (iniciativa do Governo Federal para diminuir o déficit habitacional, através da construção de unidades habitacionais) e à realização de mega eventos como a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016.

### **1.1.3 Práticas de Planejamento e Controle**

A fim de desenvolver as práticas de planejamento e controle de projetos, a ICC conta com desenvolvimentos recentes, por exemplo, a elaboração de estudos sobre projetos da construção civil pelo *PMI*, que resultou em uma customização das diretrizes da gestão de projetos conduzidos neste setor. Além das nove áreas sugeridas para um projeto genérico (Integração, Custos, Recursos Humanos, Escopo, Qualidade, Riscos, Tempo, Comunicação e Aquisições), incorporaram-se as seguintes dimensões: Segurança, Financeira, Meio Ambiente e Pleitos (*PMI*, 2000).

Outras práticas de planejamento e controle que estão se disseminando na ICC, como o *Last Planner* e a Linha de Balanço, são provenientes da abordagem de *Lean Construction*, cuja definição será apresentada ao longo deste trabalho. No entanto, por não se tratarem muitas vezes de práticas triviais, exigirem alto investimento inicial, bem como tempo e maturidade tempo para entendimento da abordagem de *Lean Construction*, há dificuldade em incorporá-las (ROSENBLUM et al., s.d.).

## **1.2 O Problema e Objetivo do Trabalho**

Inserida no cenário competitivo anteriormente apresentado, a Método vem sofrendo pressões de todos os lados nos mercados em que atua: clientes cada vez mais exigentes e conhecedores

dos processos construtivos, empresas concorrentes altamente capacitadas e fornecedores com grande poder de barganha.

Cada mercado exige o desenvolvimento de soluções eficazes que ajudem a criar e sustentar uma vantagem competitiva. Entende-se por vantagem competitiva para uma construtora como a Método, uma combinação de competências que possibilite alcançar desempenho superior em relação às seguintes dimensões (estabelecida conforme a estratégia definida pela empresa):

- Baixo custo
- Diferenciação do produto/ empreendimento
- Qualidade do produto
- Cumprimento de prazos
- Execução de práticas sustentáveis

A fim de superar o desafio de gerar e sustentar uma vantagem competitiva, algumas empresas estão buscando possíveis soluções na abordagem de *Lean Construction*, como é o caso da empresa nacional Fibra Engenharia que, juntamente com o Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON), desenvolveu um manual sobre *Lean Construction* estabelecendo diretrizes para a incorporação desta abordagem em seus processos construtivos e de gestão, proporcionando benefícios significativos para a empresa (HEINECK et al., 2009). Assim, aos poucos, esta nova abordagem começa a ser mais disseminada nos canteiros brasileiros.

Reconhecida pela sua capacidade de inovação, a Método Engenharia investe constantemente em novas tecnologias e práticas de gestão. Neste sentido, um de seus atuais projetos é a implantação de *Lean Construction*, uma iniciativa considerada estratégica para a empresa. No entanto, aspectos críticos como os que seguem abaixo tendem a dificultar a sua ampla assimilação:

- *Lean Construction* não se trata apenas de um conjunto de ferramentas, mas de uma nova abordagem, que exige mudanças profundas de paradigmas;
- A maior parte do conhecimento sobre este tema ainda é de natureza mais acadêmica e pouco prática;

- Apesar de existir diversos artigos acadêmicos sobre este tema, ainda não há um modelo amplamente disseminado para sua implantação sistematizada, o que torna o projeto da empresa ainda mais desafiador.

Frente a este desafio, os objetivos deste trabalho são definidos como:

- Elaborar um diagnóstico da situação atual das práticas de planejamento, controle e execução do processo construtivo da empresa objeto de estudo a fim de identificar as principais oportunidades de melhoria sob a ótica dos princípios de *Lean Construction*;
- Formular propostas de ações que servirão como subsídio para o planejamento da implantação do sistema de *Lean Construction* na empresa;
- Focar em um problema específico para explorar a implantação de conceitos da abordagem de LC.

O presente trabalho também se propõe a contribuir desenvolvendo uma revisão e discussão das principais referências bibliográficas sobre o tema de *Lean Construction*, de forma a organizar um referencial teórico para fundamentar futuros estudos acadêmicos e promover a difusão desta abordagem, apresentando um estudo de caso real em que as possibilidades de sua efetiva implantação são investigadas.

## Metodologia

### 1.3 Visão geral da estrutura do trabalho

A fim de se alcançar os objetivos definidos, o presente trabalho será estruturado em três etapas sequenciadas conforme a Figura 2 e detalhadas nas seções seguintes.

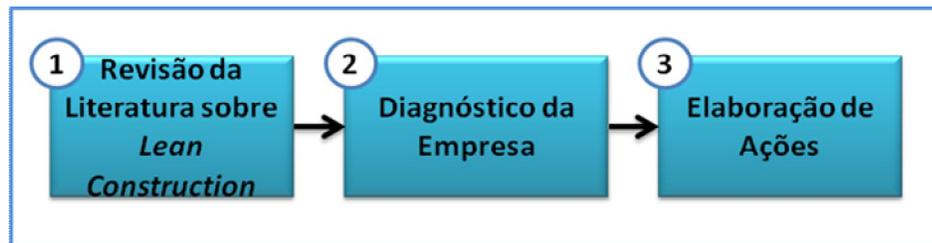


Figura 2 – Fluxograma das etapas do trabalho

#### 1.3.1 Revisão da Literatura sobre *Lean Construction*

A partir da revisão da literatura, investiga-se as principais referências sobre *Lean Construction* (LC), com o intuito de esclarecer sua origem, seus princípios, as ferramentas sugeridas e seu processo de disseminação atual. Assim, é possível identificar as melhores práticas em LC, definindo o referencial teórico para considerar o potencial de sua aplicação na empresa objeto de estudo.

#### 1.3.2 Diagnóstico da Empresa

Baseado no referencial teórico definido, elabora-se um diagnóstico da empresa objeto de estudo, cujo objetivo primordial é avaliá-la sob a ótica dos princípios de LC.

A fim de mensurar o grau de implantação dos conceitos de LC, utilizar-se-á o método de avaliação proposto por Kurek et al. (2006), baseado em um formulário destinado a guiar a medição do grau de disseminação de cada um dos princípios de LC em uma determinada obra. A título de ilustração, um formulário preenchido com valores arbitrários é apresentado no Apêndice B – Formulário de Avaliação (KUREK et al, 2006) preenchido.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi admitida uma modificação na forma de aplicação do formulário original, considerando que entre os dois extremos – não incorporar um princípio e incorporá-lo completamente – uma obra pode se encontrar em um nível

intermediário de implantação de LC. Assim sendo, optou-se por uma escala de notas que varia de zero a três, conforme a Tabela 1, ao invés de uma avaliação binária, como proposto por Kurek et al. (2006).

**Tabela 1 - Escala de avaliação proposta (adaptada de KUREK et al., 2006)**

<b>Nota</b>	<b>Nível de implantação do item na obra</b>
0	A obra não incorpora o item
1	A obra está buscando incorporar o item (possuem apenas idéias e planos)
2	A obra incorpora o item parcialmente (iniciativas em implantação)
3	A obra incorpora o item (é possível encontrar práticas relacionadas ao item que estão efetivamente incorporadas no dia-a-dia da obra)

Após a coleta de dados, será realizada uma análise crítica, dividida em duas partes. A primeira parte será dedicada à análise individual de cada projeto, evidenciando seus pontos fortes e fracos e identificando práticas de sucesso que poderiam ser incentivadas e aplicadas em outros projetos. Na segunda parte, será realizada uma análise geral da amostra de projetos considerados.

Realizadas as análises acima, será possível priorizar os problemas a serem abordados, identificando os de maior relevância em termos de potencial de melhoria – distância entre a situação real e as melhores práticas/ incorporação dos princípios de LC.

### **1.3.3 Elaboração de Ações**

A partir dos problemas mais significativos – identificados na fase anterior – são elaboradas ações que permitirão à empresa diminuir os *gaps* entre sua situação atual e as consideradas melhores práticas de LC.

## **1.4 Amostra de projetos selecionados para análise**

Devido à inviabilidade de investigar e avaliar a assimilação dos princípios de LC na totalidade dos projetos em andamento na empresa<sup>1</sup>, foi adotada uma amostra de projetos para o desenvolvimento do presente trabalho. Foram selecionados três projetos de construção da empresa, observando os seguintes quesitos:

- São projetos de obras localizadas na região metropolitana de São Paulo;
- Envolvem construções de edifícios comerciais de alto padrão;

<sup>1</sup> A empresa executa projetos de diversas naturezas: empreendimentos imobiliários, indústria de base, edificações comerciais, edificações industriais, hotéis e hospitais, obras rápidas (agências de banco, lojas, etc.).

- Envolvem obras completas (fundação, estrutura, alvenaria e acabamento);
- Encontravam-se na fase de execução da fundação ou da estrutura no período da coleta de dados.

A consideração destes quesitos justifica-se pela necessidade de se examinar e avaliar obras que sejam comparáveis entre si e, ao mesmo tempo, sejam bem representativas do tipo de negócio da empresa.

A seguir, é realizada uma breve descrição dos projetos que constituem a amostra selecionada.

### **Projeto 1**

Visa a construção da última torre de um dos maiores complexos comerciais de alto padrão de São Paulo Ela já é considerada uma obra referência no mercado da construção civil. Trata-se de um dos primeiros empreendimentos no Brasil a incorporar muitos dos conceitos de *Green Building*, entre eles: sistema alternativo de geração de energia para garantir auto-suficiência e sistema de reutilização de água. Esta torre será composta por mais de 30 pavimentos e 50 mil m<sup>2</sup> de área construída.

No período da coleta de dados, este projeto encontrava-se na fase de execução da estrutura.

### **Projeto 2**

Empreendimento de alto padrão que visa à certificação LEED. Será composta por mais de 15 pavimentos, com uma área construída total de mais de 60 mil m<sup>2</sup>.

No período da coleta de dados, este projeto encontrava-se na fase de execução da estrutura.

### **Projeto 3**

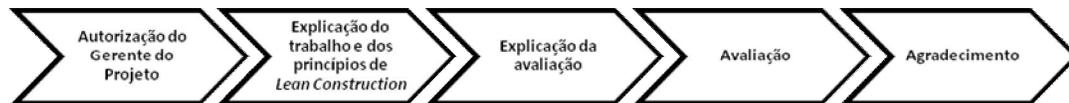
Edifício comercial de alto padrão que também busca a certificação LEED. Será composto por mais de 10 pavimentos e terá uma área construída total de mais de 15 mil m<sup>2</sup>.

No período da coleta de dados, este projeto encontrava-se na fase de execução da fundação e da estrutura.

## ***1.5 Cuidados na avaliação dos projetos***

As avaliações das obras devem ser conduzidas tomando-se alguns cuidados, para assegurar a coleta de dados pertinentes. Para isso, é preciso não expor os entrevistados, nem identificar os

“pontos fracos” específicos das obras de forma a evitar conflitos internos na empresa; bem como, garantir que todos os envolvidos no processo compreendam o motivo deste estudo e percebam que o tempo e a atenção dedicados contribuirão para a melhoria do desempenho da empresa. Assim, busca-se seguir um método para a condução de cada entrevista, como organizado na Figura 3.



**Figura 3 – Processo de execução da entrevista na obra**

**Autorização do Gerente do Projeto:** Cada obra da Método possui um Gerente de Projeto ou GP, como é conhecido, que é responsável pelo projeto. A fim de formalizar o presente estudo e validar sua importância, a motivação e o propósito deste trabalho foram apresentados aos gerentes de projeto envolvidos com o respaldo de dois diretores. Todos os gerentes envolvidos apoiaram a elaboração do trabalho, além de demonstrarem interesse na implantação de conceitos e práticas de LC em um futuro próximo.

**Explicação do trabalho e dos princípios de LC:** O primeiro encontro com cada envolvido deve ser marcado por uma apresentação, que inclua informações sobre o presente estudo e explicações sobre os princípios de LC. Vale ressaltar que parte dos envolvidos, principalmente os engenheiros de planejamento, conhecem ainda que parcialmente a filosofia de LC, fato que pode estimular o interesse pela iniciativa de promover a disseminação dos princípios de LC na empresa.

**Explicação da Avaliação:** A fim de minimizar/eliminar a posição defensiva dos entrevistados, busca-se esclarecer desde o início que a avaliação/diagnóstico não objetiva comparar o desempenho de cada obra com caráter meramente classificatório, mas sim investigar os pontos com maior potencial de melhoria em relação à abordagem de LC e identificar boas práticas adotadas em determinados projetos que possam ser mais difundidas em outras obras executadas pela empresa.

**Avaliação:** Assegurado o entendimento da pessoa a ser entrevistada sobre o presente estudo e seus propósitos, realiza-se a coleta de dados por meio de uma entrevista, buscando sempre obter evidências objetivas sobre suas respostas.

**Agradecimento:** Após a entrevista, é enfatizada novamente a importância da contribuição prestada pelo entrevistado e deve-se agradecer pelo tempo e pela atenção dedicados ao trabalho.

### ***1.6 Visita ao canteiro***

Além da entrevista com o engenheiro de planejamento, deve-se – ao menos uma vez – ter contato com o canteiro, “colocando o pé no barro”. Esta é a única forma de observar e compreender efetivamente o processo construtivo adotado em cada obra. A visita ao canteiro também possibilitará confirmar dados coletados nas entrevistas com os engenheiros.

Dada a complexidade do processo produtivo – entenda-se por complexidade o número de atividades que ocorrem simultaneamente - especialmente na fase de execução da estrutura (fase em que se encontravam os Projetos 1 e 2 no período de coleta de dados), a visita ao canteiro não tem como objetivo acompanhar especificamente as ações de cada oficial (pedreiro, carpinteiro ou armador), servente ou encarregado; mas sim, de desenvolver uma visão geral de cada projeto, dos processos construtivos adotados na obra e de organização física do canteiro. Tal visão contribui para desenvolver o senso crítico do autor, principalmente, para que se possa propor ações condizentes com a realidade observada nos canteiros.

## Revisão da Literatura sobre *Lean Construction*

Conforme apresentado na metodologia, a presente seção tratará da investigação da origem, dos princípios e da disseminação da abordagem de LC.

### **1.7 Origem e disseminação da abordagem de LC**

Introduzida por Koskela (1992) como uma “nova filosofia de produção para a construção civil”, a abordagem de LC representa uma ruptura com o modelo tradicional de gerenciamento disseminado na ICC.

O gerenciamento da construção sob a abordagem *Lean* é diferente da prática tradicional encontrada atualmente na maioria dos projetos da ICC, pois busca uma clara visão dos objetivos dos processos, maximização do valor para o cliente ao nível de projeto e aplicação de controle da produção ao longo do ciclo de vida do projeto (BALLARD; HOWELL, 1998).

No documento apresentado por Koskela em 1992 intitulado *Application of the New Production Philosophy to Construction* foram estabelecidas as bases da abordagem de LC, um modelo que incorporava os princípios de *Lean Thinking* (“Mentalidade enxuta”) no ambiente da construção civil.

No ano seguinte, 1993, Greg Howell e Herman Glenn Ballard organizaram a primeira reunião sobre o tema e, em 2004, fundaram o *International Group for Lean Construction (IGLC)*<sup>2</sup>, que se reúne anualmente para discutir o desenvolvimento deste novo paradigma.

Desde a sua proposição em 1992, a abordagem de LC– ou Construção sem perdas – tornou-se objeto de estudo de diversos pesquisadores brasileiros e estrangeiros, como Antonio Sergio Itri Conte, Myrian Santos, João Moccellini, Eduardo Isatto, Lauri Koskela, Greg Howell, Herman Glenn Ballard, etc.

Segundo as palavras de Santos e Moccellini (1996), um desafio já lançado é trazer e adaptar os conceitos e os princípios da Produção Enxuta oriundos das indústrias de manufatura para o setor da Construção Civil, denominando essa abordagem como Construção Enxuta.

---

<sup>2</sup> O *web site* do IGLC é: <http://www.iglc.net/>

### 1.8 Base Conceitual

O modelo tradicional de gerenciamento, representado pela Figura 4 considera o processo construtivo de maneira restrita. Cada processo é visto como um conjunto de atividades de conversão, em que há efetiva transformação de material.

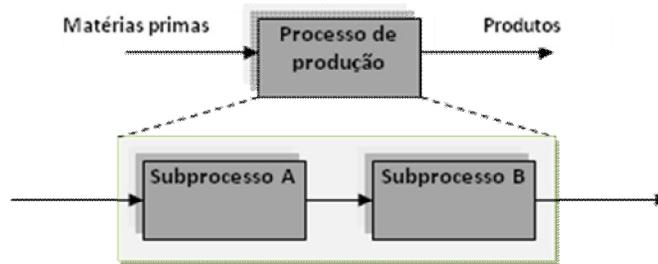


Figura 4 - Modelo Tradicional (KOSKELA, 1992)

O modelo *Lean*, por sua vez, traz uma visão mais ampla, abordando o processo como uma combinação de atividades de conversão e de fluxo (transporte, inspeção, espera) (KUREK et al., 2006), como detalha a Figura 5. Desta forma, tem-se uma visão mais analítica, o que vem a facilitar uma melhoria sistêmica do processo, tanto no fluxo quanto na conversão.

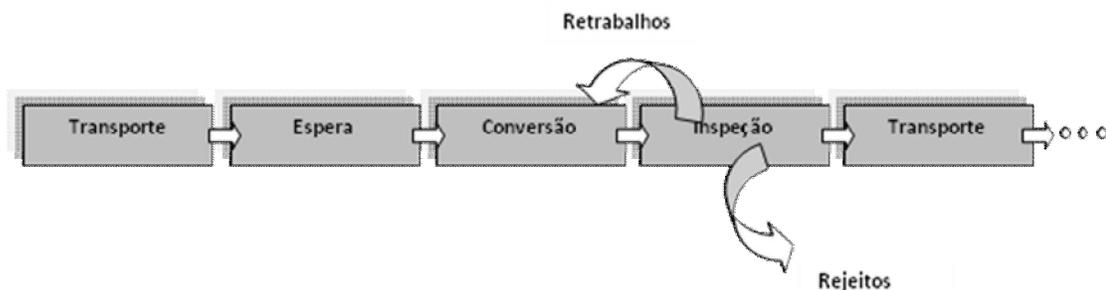


Figura 5 - Modelo de processo na visão da Construção Enxuta (KOSKELA, 1992 apud FORMOSO, 2002)

Outra questão enfatizada por este novo paradigma é a agregação de valor para o cliente (interno ou externo).

O conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo inerente à execução de um processo. Assim, um processo somente gera valor quando as atividades de conversão transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos (FORMOSO, s.d.)

Assim, propõe-se uma análise detalhada de cada processo, verificando quais de seus elementos efetivamente agregam valor para o cliente.

## **1.9 Princípios de LC**

A abordagem de LC se baseia em um conjunto de onze princípios (KOSKELA, 1992), os quais serão discutidos nas seguintes seções.

### **1.9.1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor**

As atividades consideradas desperdício são aquelas como as de inspeção, transporte e espera encontradas no fluxo de produção e que não geram valor ou podem até mesmo ser de conversão, caso as especificações do projeto não sejam condizentes com o que é esperado pelo cliente.

A experiência mostra que nos processos produtivos, apenas 3 a 20% das atividades desenvolvidas na ICC agregam valor (Ciampa apud KOSKELA, 1992). Segundo Koskela (1992), isso ocorre devido, principalmente a três causas. A primeira está relacionada, por exemplo, à divisão de uma tarefa em sub-tarefas a serem executadas por diferentes atores. Assim, há maior necessidade de inspeção, transporte e espera. A segunda está relacionada a uma cultura *ad hoc*, na qual a execução de cada processo é realizada sem considerar a sequência de atividades. A terceira, por sua vez, diz respeito à ocorrência de incidentes e defeitos.

### **1.9.2 Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente**

O respeito ao princípio de criação de valor para o cliente não é inerente a qualquer tipo de conversão. A percepção de valor resulta da consideração das exigências e necessidades dos clientes. Apesar de simples, este conceito não é seguido por muitas empresas, que privilegiam a redução de custos em detrimento do foco no cliente (KOSKELA, 1992).

Uma abordagem prática para aplicação deste princípio é buscar desenhar sistematicamente o processo, explicitando o cliente e suas respectivas necessidades em cada etapa. Posteriormente, deve-se buscar melhorias que aumentem o valor para o cliente.

Os conceitos de transparência e melhoria contínua estão fortemente relacionados a este princípio.

### **1.9.3 Diminuir a variabilidade**

Existem diversos tipos de variabilidade relacionados aos processos construtivos. A seguir são elencados alguns desses tipos (FORMOSO, s.d.):

- **Variabilidade de processos anteriores:** provinda de fornecedores do processo, que podem ser fornecedores da empresa ou mesmo equipes da empresa que executam o processo anterior.
- **Variabilidade do próprio processo:** ocasionado na própria execução do processo.
- **Variabilidade da demanda:** relacionada à mudança de desejos, necessidades e expectativas do cliente final.

Há duas razões para se diminuir a variabilidade do processo. A primeira está relacionada à expectativa do cliente, que espera que o produto/serviço não apresente desvios em relação a especificações e conceitos pré-estabelecidos. A segunda está relacionada ao aumento de atividades que não agregam valor para o cliente final (KOSKELA, 1992).

Assim, deve-se buscar aumentar o grau de previsibilidade e capacidade do processo. Isso pode ser realizado através de Controle Estatístico de Processo (CEP), criação de “*Poka-Yoke*” (dispositivos à prova de erros), padronização dos métodos de trabalho, etc.

#### 1.9.4 Reduzir o tempo de ciclo da produção

O tempo é um indicador de fluxo mais universal que qualidade e custo, pois pode interferir em ambos (KRUPKA, 1992 apud KOSKELA, 1992). Em processos construtivos, o tempo de ciclo pode ser definido como o tempo necessário para uma particular parcela de material atravessar o fluxo de produção, sendo composto por quatro componentes que consomem tempo, como ilustrado na Figura 6. O tempo em que o insumo fica no estoque é compreendido pelo tempo de espera.

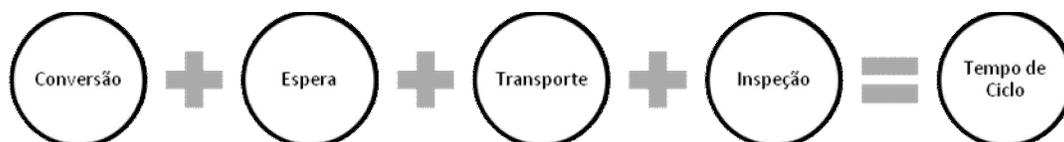


Figura 6 – Componentes do Tempo de Ciclo (KOSKELA, 1992)

Assim, deve-se atuar em um ou mais destes componentes e reduzir o tempo de ciclo a fim de:

- Entregar o produto para o cliente mais rapidamente;
- Reduzir a necessidade da assertividade em previsões de demanda através de um *setup* mais rápido e um processo construtivo mais flexível;
- Diminuir as interrupções de produção;

### **1.9.5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes**

Reduzir o número de componentes de um produto e/ou o número de passos em um fluxo de material ou informação significa também tornar o sistema mais confiável. Partindo deste princípio, propõe-se buscar melhorias no processo produtivo através da eliminação de etapas que não agregam valor (Princípio 1) ou reconfigurando as etapas/partes que agregam valor (KOSKELA, 1992).

Algumas práticas que contribuem para simplificar os processos são enumeradas a seguir:

- consolidação de atividades;
- redução do número de partes de um produto a partir de mudanças em seu *design* ou utilização de peças pré-fabricadas;
- padronização de partes, materiais, ferramentas, etc.;
- minimização da quantidade de informações de controle necessárias no processo.

### **1.9.6 Aumentar a flexibilidade de saída**

Aumentar a capacidade do processo de gerar diferentes tipos de saída de modo controlado (conforme especificações de projeto). Isso pode ser buscado, por exemplo (KOSKELA, 1992):

- Criando condições para diminuir o tamanho de lotes;
- Tornando os *setups* mais fáceis;
- Customizando o produto o mais tarde quanto possível no processo;
- Treinando colaboradores multifuncionais;
- Modularizando o projeto dos produtos.

Este princípio está diretamente relacionado aos princípios 4 de Diminuir o Tempo de Ciclo e 7 de Aumentar a Transparência do processo.

### **1.9.7 Aumentar a transparência do processo**

Um processo que não é transparente reduz a visibilidade de causas dos erros, além de diminuir a motivação de melhorias nos processos, uma vez que os colaboradores podem não compreender claramente o contexto e a realidade em que estão inseridos. Portanto, este princípio visa a tornar o processo de produção mais claro para todos (a partir da observação

direta, de indicadores ou outros meios de comunicação) e, assim, facilitar e enriquecer o fluxo de informações no ambiente de trabalho.

Algumas abordagens práticas para promover a transparência nos processos são apresentadas a seguir (KOSKELA, 1992):

- Atividades dos 5-S<sup>3</sup>;
- Reconfiguração do *layout*;
- Tornar atributos invisíveis em mensurações visíveis por meio da utilização de indicadores (de produtividade, de prazo, de custo, etc.);
- Disponibilizar informações sobre o processo nas diversas áreas, ferramentas, *containers*, materiais e sistemas de informação;
- Utilizar gerenciamento visual para que qualquer pessoa esteja apta a reconhecer padrões e desvios rapidamente.

### **1.9.8 Focar o controle no processo global**

O processo completo dever ser passível de mensuração e controle. Dessa forma, diminui-se o risco de se investir em sub-ótimos que pouco beneficiam (e, por vezes, até prejudicam) o processo como um todo (ISATTO et al., 2000 apud JUNQUEIRA, 2006).

Quando se refere ao processo completo, muitas vezes seus limites não são definidos dentro das fronteiras da empresa, mas as transcendem. Nesses casos, são necessárias análises que contemplem a cadeia de suprimentos ou a rede de colaboradores da organização.

### **1.9.9 Introduzir melhoria contínua no processo**

O esforço de reduzir custos e aumentar o valor agregado ao cliente é uma atividade interna, incremental e iterativa que deve ser buscada continuamente, através de ações tais como (KOSKELA, 1992):

- Mensuração e controle de melhorias;
- Estímulo a melhorias em áreas críticas;
- Recompensa à melhoria proveniente de cada funcionário;
- Identificação e promoção das melhores práticas;

---

<sup>3</sup> Atividade dos 5-S se refere aos conceitos de SEIRI (senso de utilização), SEITON (arrumação), SEISO (limpeza), SEIKETSU (saúde e higiene) e SHITSUKE (auto-disciplina). (FONTE: ANVISA - [http://www.anvisa.gov.br/reblas/procedimentos/metodo\\_5S.pdf](http://www.anvisa.gov.br/reblas/procedimentos/metodo_5S.pdf). Acessado em: 5/11/2011.

- Alinhamento das melhorias com o controle dos processos: a melhoria deve auxiliar a eliminação dos problemas apontados pelo controle.

#### **1.9.10 Manter um equilíbrio entre as melhorias no fluxo e nas conversões**

Este princípio parte do pressuposto de que há algumas leis que regem o desenvolvimento dos processos e sua dinâmica. Sabendo da existência delas, é possível alocar esforços em atividades que trazem um retorno mais efetivo em relação aos objetivos da empresa (KOSKELA, 1992). Tais leis são apresentadas a seguir:

- Quanto mais complexo o processo e quanto maior o desperdício, maior o impacto que uma melhoria no fluxo (redução de espera, transporte e inspeções) pode causar;
- Quando um processo fica sem investimentos em melhorias por um longo período de tempo, geralmente o potencial de melhoria no fluxo é maior que o de melhoria na conversão. Por outro lado, melhorias no fluxo podem começar com pequenos investimentos, mas exigir um longo tempo de dedicação;
- As melhorias em fluxo e em conversão são intimamente relacionadas:
  - Melhores fluxos demandam menor capacidade de conversão e, portanto, menor investimento em equipamentos;
  - Controle de fluxo mais eficiente facilita a introdução de novas tecnologias de conversão;
  - Novas tecnologias de conversão podem resultar em menor variação de processo e, portanto, gerar melhorias em termos de fluxo.

Assim, deve-se buscar melhorar os componentes de fluxo e conversão do processo equilibradamente, atentando para as leis mencionadas acima.

#### **1.9.11 Aprender com referências de ponta (*benchmarking*)**

A identificação e a análise de práticas referenciais com desempenho superior podem colaborar para a promoção de melhorias radicais no processo. Esta análise pode ser realizada na seguinte ordem: conhecer o processo (pontos fortes e fracos dos sub-processos); conhecer os líderes/concorrentes do negócio, investigando, entendendo e comparando suas práticas; incorporar as melhores práticas adaptando-as à realidade da empresa (KOSKELA, 1992).

## ***1.10 Conceitos e métodos de LC para Planejamento e Controle da Produção***

A abordagem de LC não se limita à definição do conjunto de princípios enumerados na seção anterior. A seguir, são apresentados os principais conceitos e métodos por ela preconizados para o aprimoramento do Planejamento e Controle da Produção com base nos princípios de LC.

### ***1.10.1 Conceitos de LC para Planejamento e Controle da Produção***

#### ***1.10.1.1 Porcentagem do Planejado Concluído***

Porcentagem do Planejado Concluído (PPC) – ou Porcentagem das Atividades Programadas e Concluídas – em um dado instante de uma obra é definida pela razão entre o número de pacotes de trabalho completados 100% pelo número total de pacotes planejados (BALLARD, 2000). Este indicador auxilia a medir a aderência da execução do projeto ao planejamento semanal. No entanto, não é um indicador suficiente para medir o cumprimento de prazo da obra, pois limita-se em contabilizar o número de pacotes de trabalho completados 100%, sem distinguir, por exemplo, um pacote de trabalho que foi completado 99% de outro em que nenhuma atividade (0%) foi executada (CONTE, 2009).

Assim, o PPC pode servir como um indicador macro do estágio em que se encontra os pacotes de trabalho, mas não deve substituir o acompanhamento detalhado de execução de cada pacote de trabalho.

#### ***1.10.1.2 Should – Can – Will – Did***

Em uma abordagem tradicional, há uma tendência de se buscar o controle dos projetos sob as perspectivas restritas do que foi planejado para ser realizado e do que será efetivamente realizado. No entanto, Ballard (2000) apresenta o conceito *Should – Can – Will – Did* como um subsídio à tomada de decisão no gerenciamento do projeto, ampliando as perspectivas tradicionais. O significado de cada uma das perspectivas contempladas por este conceito é apresentado a seguir:

- ***Should*** – O que deveria ter sido realizado (planejado).
- ***Can*** – O que pode ser realizado dadas as condições atuais.
- ***Will*** – O que efetivamente será realizado.
- ***Did*** – O que foi realizado.

Através desse simples conceito, o autor instiga a reflexão contínua da equipe de planejamento e controle do projeto pela consideração “daquilo que deveria ser realizado, das condições atuais para se determinar a melhor coisa a ser feita e do que foi efetivamente realizado”.

### 1.10.2 Métodos de LC para Planejamento e Controle da Produção

Definidos os conceitos básicos do PPC e *Should-Can-Will-Did*, será discutido a seguir como eles podem ser incorporados nos métodos de planejamento e controle da produção propostos pela abordagem de LC.

#### 1.10.2.1 Last Planner

O modelo tradicional de planejamento, representado pela Figura 7, segue uma lógica empurrada, uma vez que é assumido que todos os recursos necessários para realizar determinadas tarefas estão sempre disponíveis. Além disso, há pouca flexibilidade de alteração de planejamento no curto prazo.

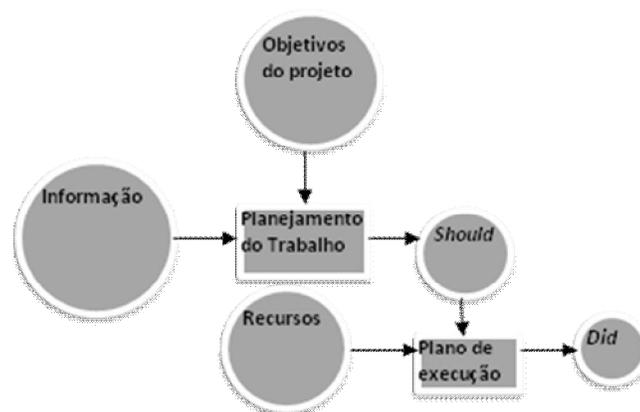


Figura 7 - Sistema de Planejamento Tradicional Empurrado (adaptada de BALLARD, 2000)

A fim de buscar um planejamento flexível, ágil e inteligente, Ballard e Howell (1996) propuseram o *Last Planner* – método que, mais tarde, seria elogiado e aplicado por diversos pesquisadores, inclusive por Koskela (KEMPENICH, 2009).

Para explicar o método, Ballard e Howell (1996) apresentam a hierarquia do planejamento da produção em que o Planejamento Inicial está relacionado ao longo prazo; Planejamento *Lookahead* (ou, olhar para frente) ao médio prazo e o Planejamento Consolidado ao curto prazo.

A partir dessa hierarquia de planejamento, é apresentada uma nova lógica, na qual a produção passa a ser puxada. Apesar de nesta hierarquia continuar existindo os planejamentos de longo e médio prazo, o *Last Planner* (ou, último planejador) passa a ter autonomia para adaptar o planejamento. A relação do conceito *Should – Can – Will – Did* com o *Last Planner*, apresentada na Figura 8 evidencia a importância de um gerenciamento proativo na execução do projeto, defendendo que a decisão do que será feito (*Will*) depende não só do que foi planejado anteriormente (*Should*), mas também das circunstâncias atuais e o que pode ser feito com os recursos disponíveis (*Can*). A Figura 9 apresenta como o *Last Planner* deve atuar na execução de um projeto. A partir do planejamento do Trabalho, o último planejador considera o *Should*, analisa o *Can* e elabora o *Will*, que será *input* para a equipe de produção.



Figura 8 - Processo de Planejamento Last Planner (adaptada de BALLARD, 2000)

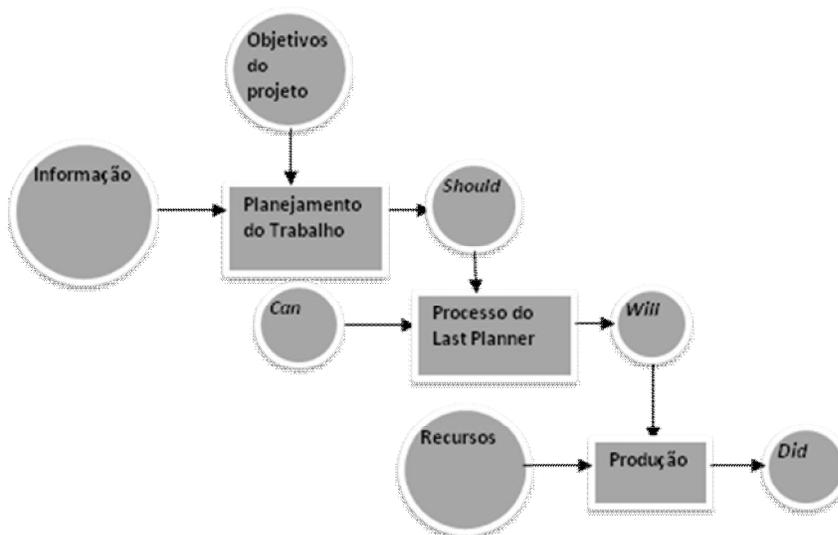


Figura 9 - Método Last Planner (adaptada de BALLARD, 2000)

Em relação ao nível de *Lookahed*, Ballard (2000) propõe que haja previsão das necessidades de recursos para as próximas tarefas, de modo que, apesar de a produção ser puxada, haja um conjunto de recursos que garantam um tempo mínimo de produção mesmo se alguns dos

forneedores não cumprirem os prazos de entrega. Esta reserva de segurança é chamada de folga (*Buffer*). A Figura 10 exemplifica esse processo em um exemplo em que o horizonte de planejamento considerado é de seis semanas. Cada atividade a ser realizada dentro deste horizonte de tempo é detalhada em pacotes de tarefas e os recursos necessários para executá-las devem ser obtidos com duas semanas de antecedência, permitindo que o sistema de produção seja mais estável e resista, por exemplo, a atrasos de uma semana de determinado fornecedor sem parar a produção.

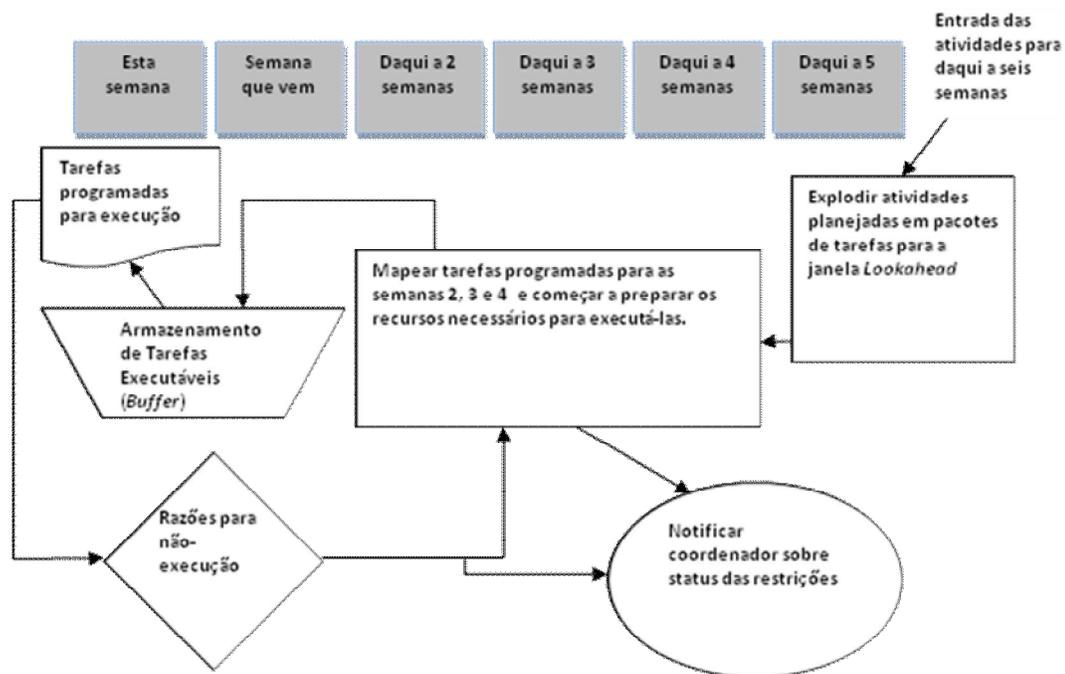


Figura 10 - O Processo de Lookahead (BALLARD, 2000 apud KEMPENICH, 2009)

É importante salientar que tanto o horizonte de planejamento, quanto o armazenamento de tarefas executáveis podem variar conforme a natureza da produção/construção.

### 1.10.2.2 Linha de Balanço

A Linha de Balanço, ou *Line of Balance* (LoB), foi desenvolvida nos anos 40 no ambiente de manufatura e adaptada por pesquisadores para a ICC nos anos 70 (MENDES JR.; HEINECK, 1998). No Brasil, a LoB ainda não é uma prática comum, mas está se fortalecendo nos canteiros, principalmente, devido a sua forma de representação simples e útil – capaz de apresentar diversas informações em um mesmo gráfico (MATOS, 2006). A LoB consiste em uma técnica de planejamento e controle que se baseia na visualização dos ritmos de trabalho

para cada atividade do projeto buscando seu melhor balanceamento no tempo. O método é explicado em maiores detalhes no Apêndice A – Linha de Balanço.

### ***1.11 Relação entre Princípios e Ferramentas/Práticas de LC***

A partir do referencial bibliográfico levantado, buscou-se organizar na Tabela 2 a relação existente entre os princípios e ferramentas e práticas de LC sob a ótica dos autores Flavio Augusto Picchi e Carlos Torres Formoso. Cabe ressaltar que a relação analisada é complexa, pois uma ferramenta ou prática de LC pode ter relações com mais de um princípio de LC e também há sinergia entre estes princípios (PICCHI, 2003).

Tabela 2 – Relação entre Princípios e Ferramentas/Práticas de LC

<b>Princípio</b>	<b>Autor</b>	<b>Picchi (2003)</b>	<b>Formoso (s.d.)</b>
<b>Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapeamento do fluxo de valor</li> <li>- Parcerias com fornecedores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Racionalização do fluxo do processo</li> <li>- Utilização de dispositivos que substituam esforço do operador (por exemplo, utilização de suporte de mangote utilizado no bombeamento de argamassa, que permite que o servente espalhe a argamassa, agregando valor à obra, ao invés de apenas segurar o mangote)</li> </ul>
<b>Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variedade de produtos planejada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisa de mercado com compradores profissionais ou avaliações pós-ocupação de edificações já entregues</li> <li>- Transferência das informações da pesquisa aos projetistas através de reuniões e planilhas</li> </ul>
<b>Reduzir a variabilidade</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Células de trabalho;</li> <li>- Produção em pequenos lotes</li> <li>- Manutenção Produtividade Total (TPM)</li> <li>- Qualidade na fonte</li> <li>- <i>Poka-Yoke</i> (dispositivos à prova de erro)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Padronização de processos</li> <li>- Treinamento dos colaboradores sobre os procedimentos da empresa</li> </ul>
<b>Reduzir o tempo de ciclo da produção</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engenharia Simultânea</li> </ul>	
<b>Simplificar através da redução do número de passos ou partes</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapeamento do fluxo de valor</li> <li>- Parcerias com fornecedores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar peças pré-moldadas</li> </ul>
<b>Aumentar a flexibilidade de saída</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Setup</i> rápido</li> <li>- Equipamentos flexíveis</li> <li>- Multifuncionalidade de operadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução do tamanho de lotes</li> <li>- Uso de mão de obra polivalente</li> <li>- Customização do produto o mais tarde possível</li> </ul>
<b>Aumentar a transparência do processo</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização de LoB</li> <li>- Gerenciamento Visual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes</li> <li>- Utilização de cartazes, sinalização luminosa, demarcação de áreas</li> <li>- Indicadores de desempenho, que tornem visíveis atributos do processo, tais como nível de produtividade e número de peças rejeitadas</li> <li>- Programas de organização e limpeza, tais como o programa <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke</i> (5S)</li> </ul>
<b>Focar o controle no processo global</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapeamento do fluxo de valor</li> <li>- Parcerias com fornecedores</li> </ul>	
<b>Introduzir melhoria contínua no processo</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipes autogerenciáveis</li> <li>- Método dos Cinco por quês</li> <li>- Programa de sugestões</li> <li>- Programa 5S</li> </ul>	
<b>Manter um equilíbrio entre as melhorias no fluxo e nas conversões</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapeamento do fluxo de valor</li> <li>- Parcerias com fornecedores</li> </ul>	
<b>Aprender com referências de ponta (<i>benchmarking</i>)</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipes autogerenciáveis</li> <li>- Método dos Cinco por quês</li> <li>- Programa de sugestões</li> <li>- Programa 5S</li> </ul>	

Além dos elementos apresentados na Tabela 2 existem ainda métodos e ferramentas alinhados à abordagem de LC que contribuem na promoção de diferentes princípios (MELLES, 1994 apud CONTE, 1996), alguns dos quais são enumerados a seguir:

- **Engenharia Simultânea:** integração das atividades de projeto e execução a fim de racionalizar o processo construtivo e diminuir o prazo global do projeto, sem aumentar os custos;
- **Orientação para o cliente:** analisar todos os esforços sob a ótica do cliente (seja ele interno ou externo), garantindo agilidade e transparência no processo produtivo;
- **Kaizen ou Melhoria Contínua:** incentivar e promover o comprometimento e participação das equipes de trabalho de toda a empresa sistematicamente com o objetivo de tornar os processos mais eficientes e melhorar seu desempenho, reduzindo perdas, desperdícios e variação de resultados. A prática do *Kaizen* estimula cada pessoa a se tornar responsável pelo resultado de seu trabalho;
- **Grupos Multi-habilitados na execução de tarefas:** utilizar os conceitos de polivalência (capacitação profissional para o desenvolvimento de diversos tipos de atividade) e promoção de grupos semi-autônomos, que permitem racionalizar a alocação de recursos além de dar maior autonomia aos trabalhadores e maior flexibilidade à execução dos serviços;
- **Just in Time ou Domínio da Logística de Insumos:** garantir que os insumos estejam disponíveis nas especificações, na quantidade e no tempo adequado, o que permite que o processo produtivo seja operado com uma menor capacidade de instalações. Para isso, é preciso que haja uma sincronização entre recebimento, movimentação, armazenamento e disponibilização de insumos;
- **Parceria com Fornecedores:** buscar estabelecer relações do tipo “ganha-ganha” com fornecedores através da mútua transferência de tecnologia, transparência, suporte às operações comuns, diminuição de estoques e, principalmente, divisão de riscos e gastos;
- **Infraestrutura de Informações e Comunicação:** Garantir uma infraestrutura de comunicação e um sistema de informações que apoiem o cumprimento dos objetivos estratégicos da organização.

### ***1.12 Implantação de LC***

Na literatura sobre LC, diferentes propostas são enumeradas para orientar a iniciativa de implantação do sistema de LC em uma organização. A seguir, são sumarizadas duas das principais propostas.

### 1.12.1 A implantação do sistema de LC segundo Koskela

Segundo Lauri Koskela, criador da abordagem de LC, há quatro pontos-chave a serem analisados na implantação de um sistema de LC. São eles (KOSKELA,1992):

- **Compromisso da Gerência:** É preciso que haja liderança para provocar uma mudança de paradigma na organização onde se deseja implantar as práticas de LC. Os gerentes devem entender e internalizar esta nova filosofia, criando um ambiente propício para sua difusão.
- **Foco em melhorias factíveis e mensuráveis:** Experiências bem sucedidas de curto-prazo ajudam a motivar a equipe. Um bom exemplo de meta de início é diminuir o tempo de ciclo em determinados processos.
- **Envolvimento:** Deve haver ações que estimulem o envolvimento dos funcionários.
- **Aprendizado:** O processo de aprendizado é importante na fase de implantação. Primeiramente, deve definir claramente os princípios, técnicas e métodos que constituem a LC; em seguida, deve promover o conhecimento empírico para assegurar o domínio de sua aplicação nos processos. O processo de aprendizado pode ser facilitado através da elaboração de relatórios que descrevem experiências de aprendizado, da realização de projetos pilotos, da experimentação de novas idéias e da utilização de *benchmarking*.

O não atendimento de qualquer destes itens pode comprometer seriamente o sucesso da implantação do sistema de LC. Por exemplo:

- Falta de compromisso da alta gerência será rapidamente percebido pelos funcionários, causando desmotivação;
- Priorizar o aprendizado e negligenciar a aplicação prática não trará benefícios econômicos na implantação da abordagem.

### 1.12.2 A implantação do sistema de LC segundo Conte

Antonio Sergio Itri Conte, membro fundador do IGLC e atual presidente do *Lean Construction Institute* do Brasil, enfatiza que a adoção das práticas de LC deve ser realizada de forma estruturada, partindo-se do planejamento executivo da obra e buscando-se melhorias

no projeto conforme seu detalhamento (CONTE, 2009). A Figura 11 ilustra como este processo deve ser organizado em quatro etapas, as quais são discutidas nas seguintes seções.

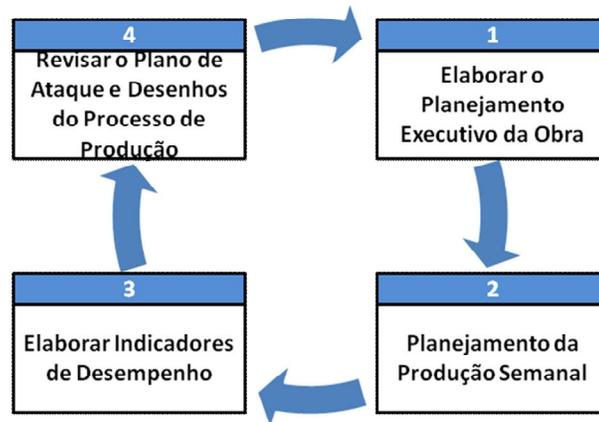


Figura 11 – Implantação de LC segundo Conte (2009)

#### 1.12.2.1 Elaborar o Planejamento Executivo da Obra

Esta etapa consiste em estudar os processos construtivos da obra a fim de reorganizar as atividades em “Pacotes de Serviço” que tornem o fluxo de produção e a alocação de pessoal mais eficiente. Um número de pacotes de serviço simultâneos pequeno contribui para uma diminuição nos custos logísticos e diminuição de pessoal, principalmente de serventes. Assim, há diminuição no custo de mão de obra direta, maior facilidade de gestão e menor parcela de atividades que não agregam valor. A definição de pacotes de serviço também auxilia na previsão das necessidades e definição da estratégia logística, sendo possível mapear o fluxo de materiais no canteiro (e fora dele). Conte (2009) também sugere a estruturação de um cronograma que considere um adequado planejamento dos ciclos e ritmos de trabalho, fazendo uso, por exemplo, da LoB.

#### 1.12.2.2 Detalhar o Planejamento da Produção Semanal

Baseado no Planejamento Executivo da Obra, deve-se compreender todos os serviços a serem realizados, aumentando o nível de detalhamento das atividades e de suas respectivas necessidades de insumos. Isso possibilita adotar técnicas *Just in Time* com aplicação de ferramentas como *Kanban*, que consiste em cartões ou outro tipo de instrumento que indique um nível limite de demanda, a partir do qual a produção ou aquisição de determinado insumo deve ser realizada. Juntamente com o Planejamento Semanal, deve-se fazer uma Análise de Restrições, identificando os gargalos de logística interna e externa que podem afetar a disponibilidade dos insumos necessários para o próximo período. Além disso, é preciso que se

faça uma análise de contratações e compras de insumos que serão necessários para os próximos períodos (*Lookahead*). Os principais benefícios esperados nesta etapa são diminuição de variabilidade, maior confiabilidade no planejamento e diminuição de estoques de insumos.

#### **1.12.2.3 Elaborar Indicadores de Desempenho**

Ao final de cada semana, deve haver uma atualização do cronograma e avaliação dos resultados obtidos durante o período encerrado. Neste instante, deve-se calcular o PPC – Porcentagem das Atividades Programadas e Concluídas – que mede a aderência da execução ao planejamento semanal. É necessário avaliar também o desempenho da obra em relação ao cronograma global a fim de garantir que os prazos anteriormente estabelecidos para os pacotes de serviço sejam cumpridos. Na administração de folgas, é importante que se trabalhe com folgas globais, ou seja, não é aconselhável que se criem folgas individuais para cada uma das atividades. Desta forma, há um controle mais acurado da folga do projeto, sem redundância de folgas de atividades.

#### **1.12.2.4 Revisar o Plano de Ataque e Desenhos de Processo de Produção**

O planejamento e o controle do projeto devem ser flexíveis, permitindo mudanças ao longo da execução da obra, e ágeis, permitindo rápida reação aos fenômenos imprevisíveis do ambiente. Assim, o objetivo da equipe responsável pelo projeto deve ser duplo: garantir que o prometido seja cumprido (executar o planejado) e, concomitantemente, aproveitar a ocorrência de fenômenos imprevistos para, por exemplo, promover melhorias no processo e no produto final.

## **Diagnóstico do nível de disseminação das práticas de *Lean Construction* na Empresa**

A revisão da literatura sobre LC possibilitou estabelecer o referencial teórico a ser considerado na condução da avaliação do estágio em que a empresa objeto de estudo se encontra no processo de disseminação e aplicação dos conceitos e práticas de LC em seus projetos. Conforme a metodologia definida para este trabalho, o diagnóstico será organizado em duas partes. A primeira é dedicada à análise individual de cada projeto, evidenciando seus pontos fortes e fracos e identificando suas práticas de sucesso que poderiam ser reproduzidas em outros projetos. Na segunda parte, será realizada uma análise geral da amostra de projetos analisados.

### ***1.13 Análise dos projetos selecionados para o estudo***

#### **1.13.1 Projeto 1**

Nesta obra, houve visitas no canteiro, tanto para acompanhamento de processos construtivos, como para reuniões com o engenheiro de planejamento. A Figura 12 mostra como se encontrava a torre do Projeto 1 em outubro de 2010 – construção do quarto pavimento tipo<sup>4</sup>. À esquerda, tem-se a vista lateral da torre, a primeira visão logo que se entra pelo principal portão de acesso ao canteiro. À direita, é possível visualizar o posicionamento da grua, cuja área de alcance envolve inteiramente a área da laje, servindo para as duas etapas do processo de execução em meia laje sem necessidade de reposicionamento.

O processo de execução em meia laje consiste na execução das lajes em duas etapas, de forma que a defasagem no ciclo de produção propicie maior flexibilidade e racionalização na alocação de recursos. Por exemplo: enquanto os pedreiros se concentram na concretagem de metade da laje, os armadores preparam as formas dos pilares na outra metade. Outra motivação para se executar esta estratégia é o tamanho da laje. Por exemplo, no Projeto 1, se a laje fosse concretada de uma só vez, seriam necessárias mais de 20 horas consecutivas de concretagem.

---

<sup>4</sup> O pavimento tipo, conceito amplamente disseminado na construção civil, se refere aos pavimentos que são construídos com o processo em regime por apresentarem pouca variação entre si. No projeto 1 o pavimento tipo começa logo após o térreo.



**Figura 12 - Situação do canteiro do Projeto 1 em outubro de 2010**

Neste projeto, além da construtora – empresa objeto de estudo – ainda há a atuação de uma gerenciadora<sup>5</sup>, que representa o cliente e acompanha diariamente a evolução da obra.

O resumo do Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 1 é apresentado na Tabela 3. O formulário completo preenchido durante as visitas ao canteiro se encontra no Apêndice C – Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 1. Neste formulário, os dados considerados ou evidências observadas na atribuição de notas a cada quesito relacionado aos princípios de LC examinados são apresentados na coluna dedicada à justificativa (à direita).

**Tabela 3 – Resumo do Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 1**

<b>Projeto 1</b>		
Itens de Verificação	Princípio de LC	Nota
1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	2,5
2	Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente	2,2
3	Reduzir a variabilidade	2,7
4	Reduzir o tempo de ciclo da produção	2,7
5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	2,5
6	Aumentar a flexibilidade de saída	1,5
7	Aumentar a transparência do processo	1,5
8	Focar o controle no processo global	2,0
9	Introduzir melhoria contínua no processo	2,0
10	Manter um equilíbrio entre os melhorias no fluxo e nas conversões	2,5
11	Aprender com referências de ponta ( <i>benchmarking</i> )	1,3

<sup>5</sup> A gerenciadora é a empresa responsável por atender os sistemas gerenciais do cliente. Comumente contratada quando o cliente não possui conhecimento sobre construção civil, a gerenciadora auxilia na interação cliente-construtora, principalmente buscando assegurar que os interesses do primeiro sejam atendidos pela segunda (LIMA JR, 1988).

As notas atribuídas ao Projeto 1 para cada princípio de LC podem ser visualizadas e comparadas pelo gráfico do tipo “radar” ilustrado na Figura 13.

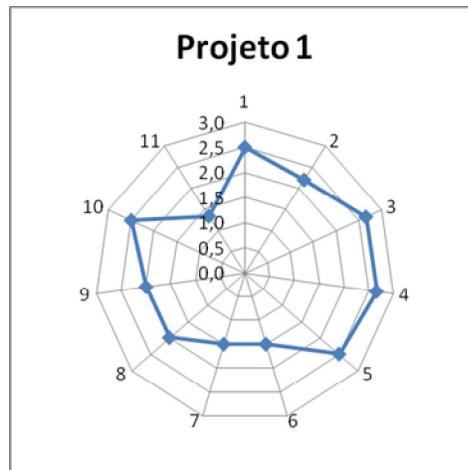


Figura 13 – Avaliação do nível de incorporação dos princípios de LC para o Projeto 1

A seguir, as principais constatações da avaliação do Projeto 1 sob a ótica dos princípios de LC serão organizadas em três tópicos: pontos fortes (itens em que o projeto se destaca positivamente), pontos fracos (itens em que o projeto revela limitações), *benchmarks* (itens em que o projeto, além de se destacar positivamente, apresenta práticas singulares que podem servir como referência para outros projetos).

#### 1.13.1.1 Projeto 1: Pontos Fracos

- Pouca exploração de *benchmarking*. Apesar de utilizar algumas lições aprendidas de projetos semelhantes realizados pela empresa, não há nenhuma iniciativa estruturada de investigação das melhores práticas desenvolvidas no mercado;
- Em diversos processos construtivos, como na execução de pilares e lajes, há redundância de inspeções. Alguns itens chegam a passar por três inspeções: a primeira pelo fornecedor, a segunda pela construtora e a terceira pela gerenciadora;
- A polivalência não é explorada na equipe de produção, o que acarreta em situações de ociosidade;
- A equipe da linha de frente de produção direta não possui acesso aos indicadores de produtividade, o que colabora para a desinformação e alienação no ambiente do canteiro;
- Há pouca exploração de parcerias com fornecedores;

- A equipe do projeto explora pouco o conhecimento da mão de obra direta para a melhoria dos processos.

#### **1.13.1.2 Projeto 1: Pontos Fortes**

- Através de um estudo detalhado de racionalização da logística de canteiro (posicionamento de guas, entrada e saída de materiais, etc.) diversas atividades que não agregam valor ao cliente final foram reduzidas, como o transporte vertical de materiais realizado pela mão de obra direta (atualmente, o transporte vertical de grande parte dos materiais é principalmente realizado pela grua, o que aumenta a produtividade do processo e colabora para o cumprimento de prazos);
- Há reuniões semanais que envolvem o cliente, a gerenciadora e a equipe de planejamento e produção da obra, o que contribui para a satisfação das expectativas do cliente em relação ao projeto;
- Há reuniões semanais para alinhamento da produção (envolve a equipe de planejamento, o mestre de obra, o engenheiro de produção, encarregados e fornecedores), o que contribui para que as expectativas do cliente sejam constantemente enfatizadas durante o processo produtivo.

#### **1.13.1.3 Projeto 1: *Benchmarks***

- Este projeto se destaca pelo exemplo de aplicação de estudos de tempos nas operações de grua, que é um equipamento de custo elevado: a análise do ciclo de utilização da grua resultou em uma proposta de aumento do número de jogos de cintas utilizadas para movimentação de cargas com a grua. A implantação desta mudança diminuiu o tempo de ociosidade da grua e, conseqüentemente, trouxe benefícios financeiros e de produtividade para o projeto. A descrição detalhada deste *Benchmark* é encontrada no Apêndice F – Aumento de cintas como solução para diminuir o tempo da grua;
- Após um estudo de viabilidade que considerou a produtividade no processo construtivo, o custo adicional de implantação da solução e a qualidade final do empreendimento, a equipe do projeto adotou uma tecnologia considerada inovadora no ambiente da construção civil: a mesa voadora<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> A mesa voadora consiste em um equipamento de altura ajustável, cujo principal objetivo é tornar o processo de escoramento das formas das vigas e lajes mais eficiente. Ao invés de montar todo o sistema de escoramento em um determinado pavimento para, posteriormente, ter de desmontá-lo para novamente remontá-lo no próximo pavimento (processo de escoramento convencional sem utilização da mesa voadora); com a mesa voadora o

- A equipe alocada no canteiro se destaca pelo nível de conscientização em relação às atividades da empresa: uma vez por mês o diretor responsável pela obra faz uma palestra de contextualização da empresa objeto de estudo para os colaboradores do Projeto 1, informando, por exemplo, em quais obras ela está em concorrência, como está o clima organizacional na empresa, quais foram as principais mudanças ocorridas no mês, etc.;
- As equipes de planejamento e produção se mostram flexíveis em relação a mudanças no processo construtivo tendo, por exemplo, elaborado, durante a fase de execução, estudos de viabilidade para adoção de novas alternativas de tecnologias construtivas, como mastro de concreto e concreto auto-adensável<sup>7</sup>, e elemento pré-fabricado, como a escada pré-moldada<sup>8</sup>.

### 1.13.2 Projeto 2

Esta obra é reconhecida na empresa pelos seus elevados índices de produtividade e por apresentar poucos desvios entre o planejado e o executado.

Nesta obra, foram realizadas visitas para avaliação da produtividade, principalmente para acompanhamento da utilização do mastro de concreto – tecnologia apresentada no Apêndice G – Mastro de Concreto – e realização de entrevistas com o engenheiro de planejamento. No canteiro deste projeto, a movimentação vertical é realizada por duas guas, posicionadas nas faces lateral e traseira da torre.

A Figura 14 exhibe a situação da torre do Projeto 2 em outubro de 2010 – execução do oitavo pavimento tipo. Na foto à esquerda, é possível visualizar a grua que está posicionada na lateral da torre; na foto à direita é possível visualizar a mesma grua lateral (transportando material), e também a grua posicionada na face traseira da torre.

---

processo se torna mais simples: basta ajustar a altura do equipamento de forma que ele fique adequado para o escoramento das formas da laje e, quando terminado o processo de escoramento, apenas reduz-se a altura do equipamento para que ele possa ser removido e, então, levado pela grua para o próximo pavimento, onde o processo de ajuste da altura se repetirá.

<sup>7</sup> Concreto com menor viscosidade, que possibilita o aumento de produtividade na concretagem, uma vez que seu “espalhamento” (termo comumente utilizado nos canteiros para designar a distribuição de concreto ao longo do volume em que se deseja concretar) se torna mais ágil devido à maior facilidade de escoamento, demandando, assim, menor esforço na vibração (processo que auxilia no espalhamento do concreto e é realizado por um operário munido de um vibrador).

<sup>8</sup> Escada montada *off site* (fora do canteiro) que chega pronta à obra. Desta forma, não é necessário alocar recursos nem materiais para montagem das formas, concretagem da escada e desforma.



**Figura 14 – Situação do canteiro do Projeto 2 em outubro de 2010**

O resumo do Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 2 é apresentado na Tabela 4. O formulário completo preenchido durante as visitas ao canteiro se encontra no Apêndice D – Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 2. As razões para as notas atribuídas são apresentadas na coluna de justificativa deste formulário.

**Tabela 4 – Resumo do Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 2**

<b>Projeto 2</b>		
Itens de Verificação	Princípio de LC	Nota
1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	2,0
2	Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente	2,4
3	Reduzir a variabilidade	2,7
4	Reduzir o tempo de ciclo da produção	3,0
5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	2,8
6	Aumentar a flexibilidade de saída	1,7
7	Aumentar a transparência do processo	2,5
8	Focar o controle no processo global	2,0
9	Introduzir melhoria contínua no processo	2,0
10	Manter um equilíbrio entre os melhorias no fluxo e nas conversões	2,0
11	Aprender com referências de ponta ( <i>benchmarking</i> )	1,7

As notas atribuídas ao Projeto 2 para cada princípio de LC podem ser visualizadas e comparadas pelo gráfico do tipo “radar” ilustrado na Figura 15.

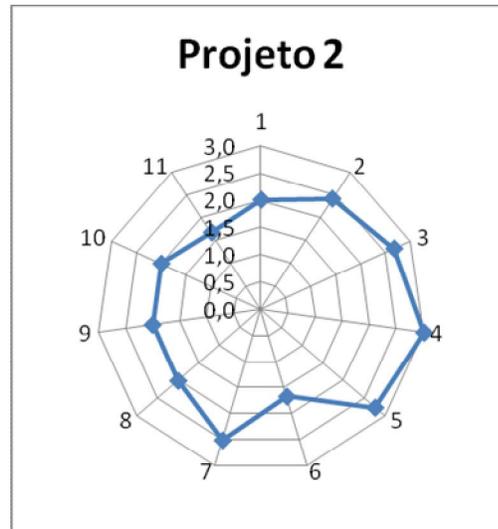


Figura 15 – Avaliação do nível de incorporação dos princípios de LC para o Projeto 2

De maneira análoga à análise do Projeto 1, são elencados a seguir, os itens da avaliação do Projeto 2 que merecem destaque sob a ótica dos princípios de LC.

#### 1.13.2.1 Projeto 2: Pontos Fracos

- Não há um processo formal de melhoria contínua;
- Não há evidências de diminuição dos lotes de produção, visando flexibilidade nos processos construtivos.

#### 1.13.2.2 Projeto 2: Pontos Fortes

- A limitação do tamanho do canteiro demanda estudos constantes de racionalização da logística de canteiro, o que contribuiu para a utilização racional do espaço;
- A equipe de planejamento e controle tem conhecimentos sobre LC e procura relacionar os conceitos desta abordagem com o dia-a-dia da obra. Por exemplo, em uma das entrevistas, o engenheiro da obra argumentou que o próprio *web site* do Projeto 2 (ferramenta utilizada pela equipe de obra com o objetivo de melhorar a comunicação interna, entre os envolvidos no projeto e externa, com clientes e fornecedores) poderia ser classificado como um facilitador para implantação do princípio 7 de LC (Aumentar a transparência do processo), uma vez que facilita o fluxo de informações no ambiente de trabalho.

### 1.13.2.3 Projeto 2: *Benchmarks*

- O escritório de gerenciamento do Projeto 2 está localizado no canteiro de forma a facilitar que os envolvidos no planejamento e controle do projeto tenham uma clara visão do andamento da obra. Na Figura 16, é possível visualizar o posicionamento do escritório (destacado à esquerda) em relação à torre do Projeto 2 (à direita). Na execução dos primeiros pavimentos, a equipe de planejamento e controle foi capaz de acompanhar o andamento da obra sem sair do escritório, tornando a comunicação com a equipe de produção direta mais ágil. Isso facilitou o controle da produção. Mesmo com o avanço da construção da torre a pavimentos mais altos, o posicionamento estratégico do escritório ainda traz benefícios, por exemplo, facilitando o acompanhamento tanto do transporte de materiais no canteiro como da movimentação de mão de obra direta que sobe e desce na torre passando pelo campo de visão da equipe de planejamento e controle.



Figura 16 - Localização do escritório da Obra no Projeto 2

- A adoção de novas tecnologias construtivas no projeto tem colaborado para a diminuição do tempo de ciclo da produção da estrutura de concreto. Como exemplos, podem ser citados: forma trepante<sup>9</sup> e mastro de concreto.
- Apesar de não possuir um processo formal de *benchmarking*, a equipe de planejamento da obra constantemente busca referências de mercado através do contato

<sup>9</sup> Conforme apresentação da Associação Brasileira de Sistemas de Formas e Escoramentos (ABRASFE), forma trepante é uma forma que é içada por sucessivas camadas de concreto em uma dada estrutura. A forma é movimentada somente após o total preenchimento da camada e endurecimento do concreto. As formas trepantes possuem como vantagens: aumentar a velocidade de execução da concretagem e a durabilidade das formas. Podem ser aplicadas em paredes externas, pilares e núcleos de edifícios (caixa de escada ou elevador).

com gerentes de outras obras pertencentes ou não à empresa e através da sugestão de fornecedores e clientes.

### 1.13.3 Projeto 3

Nesta obra, houve visitas ao canteiro para acompanhamento da execução da obra e reuniões com o engenheiro de planejamento. A Figura 17 exibe a situação do canteiro do Projeto 3 em outubro de 2010, sendo que a imagem à esquerda mostra o início da execução da estrutura e a imagem à direita exibe as movimentações de terra.



**Figura 17 - Situação do canteiro do Projeto 3 em outubro de 2010**

O resumo do Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 3 é apresentado na

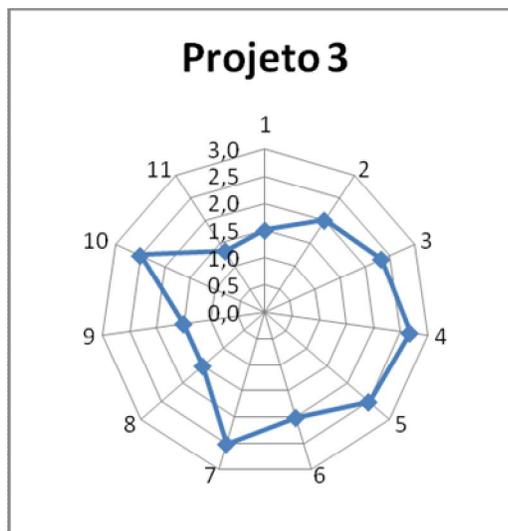
Tabela 5. O formulário completo se encontra no Apêndice E – Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 3. As razões consideradas na atribuição de notas são enumeradas na coluna de justificativa deste formulário.

No período de realização deste estudo, o Projeto 3 se encontrava em uma fase menos avançada que os Projetos 1 e 2.

**Tabela 5 – Resumo do Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 3**

<b>Projeto 3</b>		
Itens de Verificação	Princípio de LC	Nota
1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	1,5
2	Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente	2,0
3	Reduzir a variabilidade	2,3
4	Reduzir o tempo de ciclo da produção	2,7
5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	2,5
6	Aumentar a flexibilidade de saída	2,0
7	Aumentar a transparência do processo	2,5
8	Focar o controle no processo global	1,5
9	Introduzir melhoria contínua no processo	1,5
10	Manter um equilíbrio entre os melhorias no fluxo e nas conversões	2,5
11	Aprender com referências de ponta ( <i>benchmarking</i> )	1,3

As notas atribuídas ao Projeto 3 para cada princípio de LC podem ser visualizadas e comparadas pelo gráfico do tipo “radar” ilustrado na Figura 18.



**Figura 18 – Avaliação do nível de incorporação dos princípios de LC para o Projeto 3**

De maneira análoga às análises dos Projeto 1 e 2, são elencados a seguir, os itens da avaliação do Projeto 3 que merecem destaque sob a ótica dos princípios de LC

### 1.13.3.1 Projeto 3: Pontos Fracos

- A equipe de obra não desenvolve ações de *benchmarking*;
- Há pouca exploração de parcerias com fornecedores;

- Não há um programa de melhoria contínua sistematizado que utilize o conhecimento da equipe de produção direta para promover melhorias nos processos construtivos. As iniciativas que acontecem nesse sentido são pontuais.

### 1.13.3.2 Projeto 3: Pontos Fortes

- Há iniciativas de busca por aumento da produtividade por parte da equipe de planejamento. Por exemplo: optou-se por trabalhar com duas máquinas em um determinado serviço em que estava planejada apenas a alocação de uma, a fim de aumentar a velocidade da atividade, inserida no caminho crítico do projeto.

### 1.13.3.3 Projeto 3: *Benchmarks*

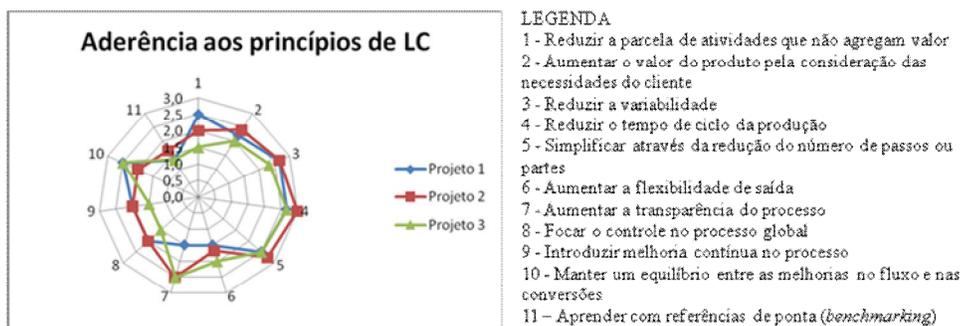
- A equipe de planejamento soube explorar a flexibilidade para contornar obstáculos inesperados. Durante a execução da fundação deparou-se com uma rocha de difícil remoção que, a princípio, poderia prejudicar o andamento do projeto como um todo. No entanto, partiu-se para um processo de execução em meia laje, dividindo-se o canteiro em duas áreas iguais (uma em que o terreno estava regular, e seria possível avançar com a execução da fundação e da estrutura, e outra em que seria necessário eliminar a rocha) e estabeleceu-se um cronograma específico para cada uma delas. A Figura 19 exhibe as duas áreas: enquanto parte da equipe concentrou-se em remover a rocha na área 1 (foto à direita), outra parte da equipe dedicou-se à execução da estrutura da torre na área 2 (foto à esquerda). A rocha é destacada na foto à direita.



Figura 19 - Processo de execução em meia laje como solução para maior flexibilidade

### 1.14 Análise geral da amostra de projetos

Nesta seção, buscar-se-á analisar os três projetos de forma conjunta. Através da Figura 20, é possível observar que o grau de disseminação dos princípios de LC nos projetos estudados, apesar de apresentar variações, segue um perfil comum.



**Figura 20 – Grau de disseminação dos princípios de LC nos projetos estudados**

Assim, podemos identificar algumas características em comum aos três projetos que, seguindo alguns cuidados, pode ser admitido como representativo das obras que têm sido realizadas pela empresa que se enquadram na categoria de:

- Edifícios comerciais de alto padrão;
- Localizados na região metropolitana de São Paulo;
- Construídos em projetos com duração maior que treze meses.

Da análise do conjunto de projetos que compõem a amostra selecionada, é possível identificar três situações distintas para o grau de disseminação dos princípios de LC:

1. Os três projetos apresentam grau de disseminação satisfatório para o princípio de LC analisado;
2. Os três projetos apresentam grau de disseminação relativamente baixo para o princípio de LC analisado;
3. Há grande variação entre os graus de disseminação do princípio de LC analisado nos três projetos.

Considerando esta classificação, o estágio de assimilação de cada um dos 11 princípios de LC na amostra de projetos considerada é analisada nas seguintes subseções.

### 1.14.1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Alguns procedimentos seguidos pela empresa colaboraram para reduzir as atividades que não agregam valor para o cliente final. A seguir, são enumerados os principais deles:

- **Utilização de *Enterprise Resource Planning (ERP)*:** seja no processo de compra ou no controle do desempenho econômico-financeiro das obras, a empresa utiliza o ERP para melhorar a eficiência de seus processos de compra de insumos e de controle dos projetos e tornar as informações mais confiáveis;
- **Plano de Ataque:** todos os projetos da empresa, desde a fase de elaboração do orçamento do projeto possuem um plano de ataque que considera a sequência dos processos construtivos e é utilizado posteriormente no processo de planejamento detalhado (planejamento semanal);
- **Website:** Todos os projetos da empresa possuem um *website* próprio, que segue uma estrutura padrão da empresa e é organizado conforme as dimensões propostas pelo PMI. Esta ferramenta possibilita que o processo de controle dos projetos seja mais padronizado. Por exemplo: um funcionário da empresa que já esteja familiarizado com um *website* de determinado projeto consegue rapidamente navegar em um *website* de qualquer outro projeto, caso seja necessário. O *website* colabora também para melhorar a comunicação interna (entre os membros da equipe alocada no projeto) e externa (entre a equipe alocada no projeto e o cliente/ gerenciadora).

Por outro lado, da análise dos três projetos estudados, constatou-se que há um grande potencial de melhoria em relação a este princípio de LC (Princípio 1), principalmente no que tange à fase de execução dos empreendimentos. Embora o Projeto 1 apresente soluções técnicas que possam ser consideradas *benchmarks*, como a eliminação do tempo de ociosidade da grua e a adoção de mesa voadora, que colaboram para eliminar atividades que não agregam valor para o cliente, os projetos 2 e 3 apresentaram poucas evidências de eliminação de atividades que não agregam valor para o cliente final na fase de execução do projeto: enquanto o Projeto 2 apresentou uma evidência (melhoria no balanceamento de recursos, por meio da contratação de horas adicionais de utilização de grua para aumentar a produtividade do processo de carga e descarga de materiais e eliminar parte do tempo de espera da equipe de mão de obra direta e de materiais); o Projeto 3 não apresentou nenhuma evidência prática neste sentido, apenas intenções.

Portanto, em relação ao princípio 1, os três projetos não apresentam um grau de disseminação em comum (situação 3): enquanto o Projeto 1 possui um grau de disseminação satisfatório e o Projeto 2 um grau de disseminação mediano, o Projeto 3 deixa a desejar em relação a este princípio.

#### **1.14.2 Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente**

Apesar de não mapearem os clientes internos de cada etapa dos processos construtivos, os três projetos apresentam grande preocupação em atender as necessidades dos clientes finais. Três iniciativas da empresa colaboram significativamente neste sentido.

A primeira diz respeito à pesquisa periódica que a empresa faz com seus clientes, cujo intuito é identificar os pontos de maior necessidade de desenvolvimento e os pontos fortes de cada obra.

A segunda está relacionada à utilização da plataforma *Building Information Modeling* (BIM), que permite a visualização do empreendimento em três dimensões antes mesmo do início de sua execução, facilitando que as expectativas e necessidades dos clientes sejam mais facilmente compreendidas e incorporadas ao projeto. O BIM também facilita a prática de uma gestão integrada, concentrando informações dos insumos dos projetos (custos, dimensões, etc.) e de planejamento (em que momento cada etapa será executada).

A terceira, por sua vez, está relacionada à proximidade na relação que a empresa desenvolve com seus clientes através de reuniões periódicas (muitas vezes, semanais) durante a execução das obras.

Assim, em relação ao princípio 2, os projetos apresentam em comum um grau de disseminação satisfatório (situação 1), com uma ressalva: uma maior atenção pode ser dada aos clientes internos.

#### **1.14.3 Diminuir a variabilidade**

A empresa possui três iniciativas que favorecem um maior grau de disseminação deste princípio nos três projetos, são elas: os procedimentos alinhados à certificação ISO 9001:2008, que facilitam uma maior padronização dos processos gerenciais da empresa e de execução dos empreendimentos; existência de um escritório de gestão de projetos ou *Project Management Office* (PMO), cujo objetivo primordial é assegurar que as melhores práticas em gestão de projetos sejam incorporadas em todos os projetos da organização; e um grupo

responsável pelo desenvolvimento de procedimentos e manuais técnicos relacionados a processos construtivos e pelos treinamentos sobre estas ferramentas para as equipes alocadas nos canteiros, propiciando condições para que todos os canteiros sigam processos construtivos padronizados e racionalizados.

Assim, principalmente devido a essas três iniciativas, os três projetos apresentam em comum um grau de disseminação satisfatório em relação ao princípio 3 (situação 1).

#### **1.14.4 Reduzir o tempo de ciclo da produção**

Através da adoção de novas tecnologias como mastro de concreto (utilizado nos Projetos 1 e 2) e forma trepante (utilizado no Projeto 2) e de estudos logísticos e de *setup*, como o estudo de tempo de grua desenvolvido no Projeto 1, as obras são capazes de reduzir o tempo de ciclo de produção.

Além disso, a forma de organizar o planejamento dos três projetos em Estrutura Analítica do Projeto (EAP), como proposto pelo PMI, permite um maior controle no tempo de ciclo da produção para cada pacote de trabalho. Assim, as equipes das obras são capazes de identificar mais facilmente os potenciais de redução do tempo de ciclo da produção e promover melhorias focadas.

Outra iniciativa que colabora para a redução do tempo de ciclo de produção nos três projetos é o rigoroso controle com a Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SSMA), que permite que a equipe de mão de obra direta desenvolva as atividades de forma eficiente, preocupando-se menos com as condições de segurança do trabalho.

Desta forma, em relação ao princípio 4, os três projetos apresentam em comum um grau de disseminação satisfatório (situação 1).

#### **1.14.5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes**

A escada pré-moldada, cujo estudo de viabilidade está sendo realizado pelo Projeto 1, a seleção de painéis pré-moldados para execução da fachada da torre do Projeto 1, a opção pela fachada “pele de vidro/ sistema silicone *glazing*” (parcialmente pré-moldada) na torre do Projeto 2 e o estudo de viabilidade de utilização de fachada pré-moldada que estava sendo realizado pela equipe de planejamento do Projeto 3 no período de coleta de dados deste trabalho são exemplos de evidências apresentadas pelos projetos na busca de simplificar a redução do número de passos ou partes dos processos construtivos.

Uma iniciativa que vale ser destacada é a adoção da mesa voadora (utilizada no Projeto 1), considerada uma inovação tecnológica. Apesar de se basear em uma idéia simples (ajuste de altura do sistema de escoramento das formas de lajes e vigas), permite que etapas do processo sejam eliminadas (como a montagem e desmontagem do sistema de escoramento).

Outra prática amplamente disseminada na empresa e que colabora para que os três projetos apresentem um grau de disseminação elevado em relação ao princípio 5 é o processo de planejamento estruturado dos projetos: além do plano de ataque, definido na fase de elaboração do orçamento do projeto, ainda há o planejamento semanal, executado pelas equipes de planejamento alocada nos canteiros, o que permite maior detalhamento do planejamento e eliminação de parcelas dos processos construtivos que não agregam valor para o cliente final.

Logo, em relação ao princípio 5, os projetos apresentam em comum um grau de disseminação satisfatório (situação 1).

#### **1.14.6 Aumentar a flexibilidade de saída**

Ainda que pontualmente haja evidências positivas, como o processo de execução em meia laje e o baixo estoque de materiais no canteiro, que permitem aumentar a flexibilidade no processo construtivo, tornando a obra mais apta a lidar com fenômenos imprevisíveis, como ocorreu no Projeto 3; há uma deficiência generalizada dos três projetos no que tange à flexibilização da mão de obra direta

Se a equipe de mão de obra direta fosse polivalente, as possibilidades de alocação de recurso seriam maiores, o que poderia reduzir a ociosidade e aumentar o nível de produtividade nos processos construtivos. Além disso, a equipe se tornaria mais apta a promover melhorias em relação à qualidade do empreendimento final, uma vez que os oficiais passariam a dominar mais processos e a sugerir melhorias mais sistêmicas.

Outro potencial de melhoria identificado está relacionado à flexibilidade do planejamento e do controle dos projetos. Apesar de haver evidências de mudanças nos projetos no período de execução, o planejamento e controle não possui um procedimento formalizado que assegure maior autonomia para o *Last Planner*, ou último planejador. Assim, as melhorias nos projetos são pontuais e, em sua maioria, passivas – dependentes de solicitações dos clientes.

Assim, em relação ao princípio 6, os projetos possuem em em comum um grau de disseminação baixo (situação 2), apresentando um grande potencial de melhoria em relação à assimilação deste princípio.

#### **1.14.7 Aumentar a transparência do processo**

Pode-se dividir a discussão do grau de disseminação deste princípio em duas análises: a primeira considera a disposição física dos elementos nos canteiros e a segunda se refere ao nível de conscientização dos colaboradores em relação ao andamento dos projetos.

Na primeira análise, pode-se afirmar que os três projetos assimilam satisfatoriamente este princípio. Três evidências sugerem esta afirmação são: as divisórias localizadas nos escritórios das obras são baixas, o que permite que não haja barreiras visuais entre os integrantes da equipe de planejamento e controle (Projetos 1, 2 e 3), facilitando a comunicação interna da equipe; há um posicionamento adequado dos escritórios de engenharia nos canteiros (com exceção do Projeto 3), permitindo visão privilegiada do acompanhamento da execução das obras; ausência de obstáculos visuais nos canteiros (Projetos 1, 2 e 3).

No que tange à segunda análise, existem iniciativas que podem ser consideradas *benchmarks*, como a reunião do diretor com os colaboradores do projeto que visa aumentar o nível de conscientização das atividades da empresa como um todo (Projeto 1) e o esforço constante na divulgação de comunicados da empresa e de indicadores relacionados aos quesitos de SSMA (Projetos 1, 2 e 3). A Figura 21 mostra como os indicadores de desempenho dos projetos em SSMA são divulgados nas obras da empresa.



Figura 21 - Painel de Segurança em um dos canteiros da empresa

Por outro lado, também há pontos a melhorar em relação ao nível de conscientização dos colaboradores alocados nos canteiros quanto ao controle do projeto (se o andamento do projeto está seguindo o cronograma, se está adiantado ou atrasado) e quanto aos indicadores de produtividade, principalmente no Projeto 1.

Consolidando as duas análises, é possível concluir que, em relação ao princípio 7, os projetos não apresentam um grau de disseminação em comum (situação 3): enquanto os Projetos 2 e 3 apresentam graus de disseminação satisfatórios, o Projeto 1, mesmo possuindo uma iniciativa que pode ser considerada *benchmark*, ainda carece de melhorias em relação ao nível de conscientização de seus colaboradores.

#### 1.14.8 Focar o controle no processo global

Foi possível perceber ao longo do diagnóstico que a empresa objeto de estudo explora pouco as parcerias com fornecedores. A maioria das parcerias estabelecidas atualmente se limita à redução de custo através da economia de escala. A colaboração mútua para questões como diminuição do retrabalho, busca pelo melhor atendimento ao cliente final são pontuais.

Outro ponto de melhoria, principalmente para o Projeto 1, é a eliminação da duplicidade de atividades relacionadas à inspeção. No serviço de topografia, por exemplo, dois profissionais – um contratado pela construtora objeto de estudo e outro contratado pela empreiteira – realizam diversas atividades em comum.

Por isso, embora haja planejamento e controle da produção visando garantir que os empreendimentos sejam entregues nos prazos acordados com os clientes, há grande potencial

de melhoria no que tange às parcerias com fornecedores. Portanto, em relação ao princípio 8, os projetos apresentam em comum um grau de disseminação baixo (situação 2).

#### **1.14.9 Introduzir melhoria contínua no processo**

Embora haja evidências da preocupação das equipes de planejamento com a dignificação das equipes de mão de obra direta, como a adoção de formas pré-fabricadas no núcleo dos pilares da estrutura da torre do Projeto 1 para maior conforto dos armadores; nos três projetos analisados há subutilização do potencial da equipe de mão de obra direta para melhorar os processos construtivos.

Como identificado nas entrevistas com os engenheiros das obras, nas reuniões de planejamento semanal, os encarregados de produção representam suas respectivas equipes de mão de obra direta (pedreiros, carpinteiros, serventes e armadores). Esta representação é feita para que não seja necessária a presença de todo o efetivo da obra, que pode ultrapassar o número de 100 funcionários dependendo da obra. Em contrapartida, a desvantagem é que o planejamento no nível da mão de obra direta segue uma abordagem *top-down*, ou seja, cabe aos subordinados apenas executar aquilo que foi planejado. Assim, acaba-se por restringir a autonomia da equipe de mão de obra direta para melhorar a qualidade do planejamento.

Essa forma de se organizar resulta no seguinte problema: quem realmente “põe a mão na massa” e possui conhecimento empírico sobre o processo construtivo e que, portanto, está apto a sugerir melhorias não possui autonomia para tanto, enquanto quem elabora o planejamento não possui muitas vezes o conhecimento empírico necessário para promover melhorias nos processos construtivos.

Embora existam esforços para promover uma gestão participativa, como no Projeto 3, onde funcionários de diversos níveis hierárquicos da empresa são motivados pela equipe de planejamento a sugerir propostas de melhoria nos processos construtivos e gerenciais; esses esforços são pontuais e não sistemáticos. Por isso, não se pode afirmar que haja um programa de melhoria contínua efetivamente implantado nos projetos analisados.

Portanto, em relação ao princípio 9, os projetos apresentam em comum um grau de disseminação baixo (situação 2).

### **1.14.10 Manter um equilíbrio entre as melhorias no fluxo e nas conversões**

Os estudos logísticos e de ciclos de produção e os planos de ataque (com cronograma) dos três projetos analisados permitem que não apenas as atividades de conversão, mas também as de fluxo, sejam consideradas no planejamento. Assim, melhorias no fluxo e nas conversões são obtidas de forma equilibrada.

Por conseguinte, em relação ao princípio 10, os projetos apresentam em comum um grau de disseminação satisfatório (situação 1).

### **1.14.11 Aprender com referências de ponta (*benchmarking*)**

Verificou-se nas entrevistas com os engenheiros das obras que, apesar da flexibilidade em adotar novas práticas e aceitar sugestões de fornecedores e clientes, nenhum dos projetos analisados segue um programa estruturado de *benchmarking*. Assim, a busca pelas melhores práticas dentro (a partir de outros projetos da mesma empresa) e fora da empresa (a partir de projetos de outras empresas, fornecedores, clientes e gerenciadoras, projetistas, etc.) depende de iniciativas pontuais de algum colaborador (equipe da obra, cliente, fornecedor, etc.).

Logo, em relação ao princípio 11, os projetos apresentam em comum um grau de disseminação baixo (situação 2).

### **1.14.12 Situação da amostra**

Da avaliação dos projetos, obtêm-se um levantamento dos princípios em que a amostra se apresenta em cada uma das três situações definidas. Este levantamento é exibido na Tabela 6.

**Tabela 6: Levantamento da situação da amostra de projetos em relação aos princípios de LC**

<b>Grau de disseminação dos princípios de LC</b>	<b>Quantidade de Princípios em que a amostra de projetos se apresenta nesta situação</b>	<b>Princípios em que a amostra de projetos se apresenta nesta situação</b>
1 – grau de disseminação satisfatório	5	2, 3, 4, 5 e 10
2 – grau de disseminação relativamente baixo	4	6, 8, 9 e 11
3 – grau de disseminação entre projetos varia	2	1 e 7

## **1.15 Principais pontos a melhorar**

A partir do diagnóstico, foi possível avaliar os projetos sob a ótica dos 11 princípios de LC, identificando-se, assim, quais itens possuem maior potencial de melhoria.

Como pode ser visualizado na Tabela 7, os princípios cujos os níveis de disseminação são mais baixos são: 11 – Aprender com referências de ponta (*benchmarking*), 6 – Aumentar a flexibilidade de saída, 8 – Focar o controle no processo global e 9 – Introduzir melhoria contínua no processo.

**Tabela 7 – Nota média da amostra de Projetos no Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006)**

<b>Avaliação dos Projetos</b>				
Princípio	Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3	Média
1	2,5	2,0	1,5	2
2	2,2	2,4	2,0	2,2
3	2,7	2,7	2,3	2,6
4	2,7	3,0	2,7	2,8
5	2,5	2,8	2,5	2,6
6	1,5	1,7	2,0	1,7
7	1,5	2,5	2,5	2,2
8	2,0	2,0	1,5	1,8
9	2,0	2,0	1,5	1,8
10	2,5	2,0	2,5	2,3
11	1,3	1,7	1,3	1,4

### ***1.16 Seleção do problema específico a ser focado***

Devido à necessidade de restringir o escopo do presente trabalho, optou-se por analisar uma única lacuna e desenvolver ações para minimizá-la/eliminá-la.

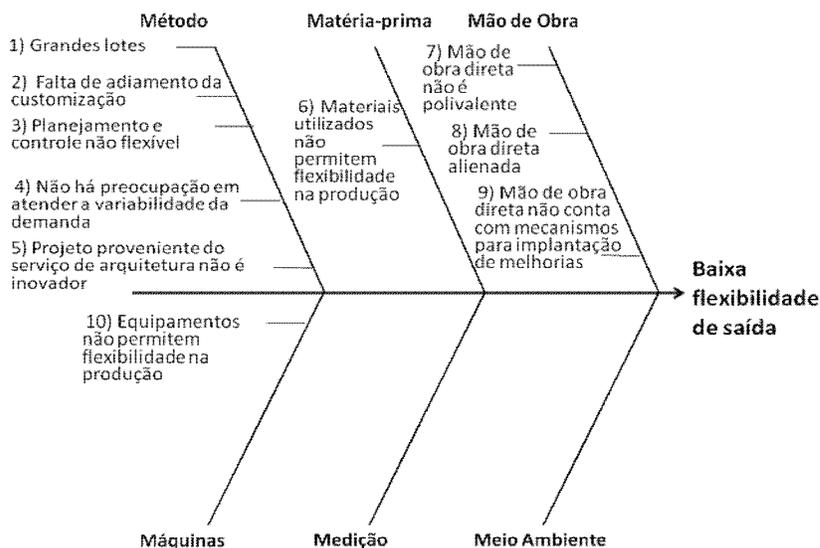
A maior lacuna identificada no diagnóstico (princípio de LC com menor grau de disseminação nos projetos) é em relação ao princípio 11 – Aprender com referências de ponta (*Benchmarking*). No entanto, por se tratar de uma boa prática gerencial já bastante consagrada que independente do LC, sobre a qual é possível encontrar uma extensa literatura, optou-se por não escolher esta lacuna para ser analisada. Assim, mesmo não sendo um problema de fácil solução, é razoável admitir que a empresa estudada terá maior facilidade em encontrar referências na literatura e exemplos práticos para saná-lo do que para outras lacunas referentes a princípios que revelam um maior grau de dependência com à abordagem de LC. Como estas últimas ainda são pouco exploradas na literatura e no meio empresarial, são merecedoras de maior atenção no presente trabalho.

Seguindo a ordem de lacunas da amostra de projetos em relação aos 11 princípios de LC, a segunda maior lacuna está relacionada ao princípio 6 – Aumentar a flexibilidade de saída. Diferentemente da lacuna comentada anteriormente (relacionada ao princípio 11), esta lacuna está relacionada a um tema mais exclusivo do LC. Por mais que a flexibilidade no processo

construtivo tenha se tornado uma importante meta buscada por empresas da ICC e um tema cada vez mais discutido no meio acadêmico, ainda existe pouco conhecimento de meios que possibilitam desenvolvê-la efetivamente na prática. Assim, essa lacuna foi escolhida para uma análise mais profunda no presente trabalho.

### ***1.17 Análise do problema específico da baixa flexibilidade de saída***

Com o intuito de analisar o problema selecionado (lacuna referente ao princípio 6), elaborou-se um diagrama de Ishikawa. O diagrama foi criado com base em dados, fatos, evidências reportadas no formulário de avaliação (KUREK et al., 2006) e em informações obtidas por meio de discussões com equipes de planejamento e controle dos projetos. Este diagrama organiza as possíveis causas do problema “Baixa flexibilidade de saída” nas seguintes dimensões: Método, Matéria-prima, Mão de obra, Máquinas, Medição e Meio Ambiente. No diagrama exibido na Figura 22 são enumeradas 10 possíveis causas que foram assim levantadas.



**Figura 22 - Diagrama de Ishikawa para o problema analisado**

A partir do tópico 6 relacionado ao princípio de Aumento da flexibilidade de saída dos formulários de avaliação (KUREK et al., 2006) preenchidos para a amostra do trabalho e do que foi observado em campo, é possível analisar as causas identificadas no diagrama de Ishikawa. A seguir, as possíveis causas levantadas são analisadas, em busca de uma causa que deverá ser focada no desenvolvimento de propostas para a promoção do sistema de LC na empresa.

- **Causa 1 – Grandes lotes:** os projetos analisados adotam uma estratégia *Just in Time* na aquisição e recebimento de materiais, principalmente devido à limitação de espaço físico dos canteiros. Assim, a causa 1 apresentada no diagrama de Ishikawa (Grandes lotes) não será investigada;
- **Causa 2 – Falta de adiamento da customização:** a utilização de materiais pré-moldados e a fabricação de elementos de madeira sob demanda (Projeto 3) são indícios de que há adiamento da customização em diversas etapas do projeto. Assim, a causa 2 (Falta de adiamento da customização) não será investigada;
- **Causa 3 – Planejamento e controle não flexível:** apesar do Projeto 3 ter apresentado uma eficaz mudança em seu planejamento para lidar com eventos inesperados (após identificar uma rocha de difícil remoção no terreno, a equipe de planejamento adotou a estratégia de execução em meia laje e desta forma, minimizou-se o atraso na execução da fundação e da estrutura do edifício), não foram encontradas evidências de um processo sistemático que facilite um planejamento flexível e apto a lidar com eventos inesperados. Portanto, a causa 3 (Planejamento e Controle não flexível) deve ser analisada em maior profundidade;
- **Causa 4 – Não há preocupação em atender a variabilidade da demanda:** Através de reuniões e frequente comunicação por telefone e e-mail, além da utilização dos *websites* dos projetos (através dos quais os clientes podem acompanhar o desenvolvimento de seus respectivos projetos) há grande esforço por parte da equipe gerencial da Método em manter um bom nível de comunicação com o cliente. Além disso, em cada reunião semanal, as expectativas dos clientes são consideradas, analisadas e, na maioria das vezes, incorporadas ao projeto sob a forma de mudanças no projeto, elevação do nível de inspeção, etc. Assim, há um evidente esforço da construtora em considerar as necessidades e expectativas dos clientes, assim, a causa 4 (Não há preocupação em atender a variabilidade da demanda) não será investigada;
- **Causa 5 – Projeto proveniente do serviço de arquitetura não é inovador:** muitos dos edifícios que a construtora executa possuem um *design*/projeto definido, cabendo à empresa executá-lo e realizar modificações durante a sua execução. Além disso, o escopo do presente trabalho, como Trabalho de Formatura de Engenharia de Produção – e não de arquitetura – tem seu foco no planejamento e execução do edifício e não

tratará de assuntos específicos de desenho do projeto. Assim, a causa 5 (Projeto proveniente do serviço de arquitetura não é inovador) não será investigada.

- **Causa 6 – Materiais utilizados não permitem flexibilidade na produção:** a utilização de elementos pré-fabricados (fachada pré-moldada, escada pré-moldada, etc.) é uma grande evidência de que os materiais utilizados pela construtora permitem flexibilidade na produção, de forma que, além de tornar a produção mais rápida. Ainda permite que a equipe de planejamento e produção esteja mais apta a lidar com mudanças durante a execução do projeto. Por exemplo, se no meio da execução do projeto opta-se por um tipo de fachada diferente do anteriormente planejado, o projeto que não utiliza fachada pré-fabricada provavelmente terá que renegociar outros tipos/quantidades de materiais com fornecedores, adaptar o planejamento (uma vez que a duração/dificuldade de produção da nova fachada pode divergir da duração/dificuldade da anterior). Por outro lado, um projeto que prevê o uso de fachada pré-fabricada deverá, basicamente, selecionar uma outra opção para o tipo de fachada especificado, o que causaria um impacto bem menor no planejamento e na produção do que uma eventual necessidade de mudança em um projeto em que não há utilização da fachada pré-fabricada. Assim, a causa 6 (Materiais utilizados não permitem flexibilidade na produção) não será investigada.
- **Causa 7 – Mão de obra direta não é polivalente:** as equipes de mão de obra direta dos três projetos analisados não são polivalentes, o que pode contribuir para criar/aumentar o problema estudado (baixa flexibilidade de saída). Assim, a causa 7 (Mão de obra direta não é polivalente) deve ser investigada.
- **Causa 8 – Mão de obra direta alienada:** A equipe de mão de obra direta em geral não está informada sobre questões de grande relevância referentes ao planejamento e controle, tais como: identificação das atividades do caminho crítico, desempenho do projeto (projeto está atrasado? Qual o tempo de atraso?, etc.). Essa alienação dificulta a efetiva colaboração da equipe de mão de obra direta em projetos de melhoria. Portanto, a causa 8 (Mão de obra direta alienada) deve ser analisada em maior profundidade.
- **Causa 9 – Mão de obra direta não conta com mecanismos para implantação de melhorias:** Apesar das sugestões das equipes de mão de obra direta serem consideradas e, por vezes, implantadas pelos responsáveis das equipes de produção e

planejamento, não há um processo sistematizado para aproveitar o conhecimento da equipe de mão de obra direta e nem ferramentas que incentivem ou viabilizem uma maior autonomia da mão de obra direta nos processos de produção. Portanto, a causa 9 (Mão de obra direta não conta com autonomia suficiente para implantar melhorias) deve ser analisada em maior profundidade.

- **Causa 10 – Equipamentos não permitem flexibilidade na produção:** a utilização de mastro de concreto, que torna o processo de concretagem mais rápido e dependente de uma equipe de mão de obra direta menor, bem como a aquisição de maior número de cintas de grua para diminuir o *setup* no processo de transporte de materiais são evidências de que a construtora adota equipamentos que permitem maior flexibilidade na produção. Desta forma, pode-se afirmar que há evidências que indicam que a empresa tem procurado adotar equipamentos que oferecem maior flexibilidade nos processos construtivos. Portanto, a causa 10 (Equipamentos não permitem flexibilidade na produção) não será investigada.

Desta forma, têm-se que as principais causas a serem investigadas são as seguintes: causa 3 (Planejamento e Controle não flexível), causa 7 (Mão de obra direta não é polivalente), causa 8 (Mão de obra direta alienada) e causa 9 (Mão de obra direta não possui mecanismos para implantação de melhorias).

Devido à necessidade de restringir o escopo do presente trabalho dadas as restrições de tempo e seu objetivo, a natureza destas 4 causas foi considerada para se identificar aquela que, por possibilitar a exploração de um assunto, método ou ferramenta mais representativo do LC, deveria ser priorizada como foco do trabalho. Assim, decidiu-se priorizar a discussão da falta de flexibilidade no Planejamento e Controle (Causa 3). Enquanto questões como mão de obra direta não polivalente, mão de obra direta alienada e inexistência de mecanismos para implantação de melhorias pela mão de obra direta são temas de caráter mais geral associados a possíveis intervenções pela vertente de organização do trabalho independentemente de iniciativas de implantação de LC; há poucas referências sobre a flexibilidade no planejamento e controle no contexto da ICC. O *Last Planner*, desponta como um método preconizado pela literatura sobre LC mas ainda há uma grande lacuna sobre experiências práticas para sua implantação.

Assim, nas próximas seções será analisado nas próximas seções como o *Last Planner* poderia ser implantado nos projetos analisados a fim de tornar o processo de Planejamento e Controle

mais flexível (apto a lidar melhor com eventos inesperados) e, conseqüentemente, colaborar para o aumento na flexibilidade de saída.

## Revisão do processo de planejamento e controle para aumento da flexibilidade de saída

Antes de propor alguma ação, é necessário conhecer o processo de planejamento e controle atual em detalhes. Desta forma, pontos positivos do processo atual podem ser aproveitados e pontos negativos podem ser melhorados. Assim, a implantação do *Last Planner*, não será uma medida drástica, no sentido de “jogar fora o processo de planejamento e controle atual”, mas sim uma medida que visa melhorar o processo atual para torná-lo mais próximo das melhores práticas preconizadas na literatura sobre LC. Assim, primeiramente será realizada a análise do processo de planejamento e controle atual e, a partir desta análise, melhorias serão propostas.

### ***1.18 Análise do processo de planejamento e controle atual***

Os projetos analisados seguem a mesma hierarquia de planejamento: **planejamento de longo-prazo, médio-prazo e curto-prazo**.

O **planejamento de longo-prazo** se inicia na fase de elaboração da proposta para o cliente. Há nesta fase um planejamento macro de todo o projeto. Os participantes nesse processo são a equipe de planejamento da empresa (*Backoffice*) e o futuro Gerente da Obra e o resultado deste processo é o plano executivo, que compreende o cronograma contratual (ou cronograma executivo).

O **planejamento de médio-prazo** do projeto é realizado a partir do cronograma contratual e apresenta um maior detalhamento das atividades do projeto. Este planejamento ocorre a cada seis meses, aproximadamente, dependendo da necessidade de ajustes no projeto que podem demandar revisões do cronograma.

O **planejamento de curto-prazo**, por sua vez, é realizado semanalmente (geralmente às segundas-feiras) e define as atividades que serão realizadas na semana seguinte. Este processo envolve fornecedores, equipe de planejamento e controle e equipe de produção.

O **controle** dos projetos acompanha cada nível hierárquico de planejamento, analisando o desempenho do projeto (comparação real x planejado) e atuando de forma corretiva para que o planejado seja cumprido.

O processo de planejamento e controle atual no horizonte de tempo de médio e curto-prazo é composto pelas seguintes etapas:

**Lookahead 3 semanas:** todas atividades relativas à semana que se inicia e às próximas 2 semanas são organizadas em pacotes de trabalho.

**Planejamento semanal:** as atividades referentes à semana que se inicia são detalhadas e os pacotes de trabalho para o plano semanal são acordados entre a equipe de planejamento e controle, a equipe de produção e os fornecedores.

**Execução e controle:** ao longo da semana, busca-se executar o plano semanal acordado e controlar os desvios a partir de ações corretivas.

**Atualização de documentação:** ao fim da semana, o documento de planejamento semanal e, caso seja necessário, outros documentos como o cronograma da obra são atualizados. É nesta fase que o PPC é calculado e as causas para os desvios negativos (atrasos) são identificadas.

### ***1.19 Processo de planejamento e controle atual x Last Planner***

A partir da revisão da literatura e do diagnóstico realizado no presente trabalho, identificou-se três principais pontos a melhorar no processo de planejamento e controle realizado atualmente:

- **A equipe de planejamento e controle da empresa não considera um *Buffer* de atividades:** apesar da execução de um processo de *Lookahead*, analisando os pacotes de trabalho planejados para as próximas três semanas, não há nenhuma ação no sentido de analisar as restrições das atividades e os recursos necessários para cada uma das atividades a serem executadas com o intuito de identificar as atividades que são exequíveis e poderiam ser inseridas no *Buffer* de atividades, o que minimizaria o risco de interrupções no fluxo de produção para um período próximo definido – por exemplo, de 2 semanas, como proposto na literatura.
- **As causas não são devidamente tratadas:** Os projetos analisados não possuem um processo sistematizado que considere as causas de problemas identificadas pelo planejamento e controle para propor planos de ações ou tomar qualquer medida preventiva ou proativa que possa evitar problemas futuros. Em geral, as causas são contabilizadas, mas não existe um processo sistematizado para promover um plano de ações a partir dessa contabilização.

- **Apenas as causas de variações negativas são contabilizadas:** no atual sistema de planejamento e controle, as causas de variações são apenas identificadas quando a variação é negativa, ou seja, quando o pacote de trabalho não foi completo na semana prevista. Assim, ações que podem ter levado a um aumento de produtividade, diminuição de retrabalho ou melhor alocação de recursos, por exemplo, podem ser ignoradas, não contribuindo para melhorias futuras.

### ***1.20 Processo Proposto***

Durante a execução dos projetos, podem surgir necessidades ou solicitações para modificações do produto final (edifício) e essas modificações fazem parte da realidade dos projetos analisados. Como exemplos, são citadas a seguir algumas das modificações que ocorreram nos projetos analisados: exclusão de espelho d' água na área externa do edifício, mudança das molas das portas dos banheiros para deficientes físicos, mudança no layout de pavimentos, mudança na disposição de caixilhos para extração de fumaça do edifício.

Assim, o planejamento e controle dos projetos deve ser dinâmico, preparado para lidar com mudanças propostas por clientes, atrasos de fornecedores e outros eventos inesperados. É neste ambiente dinâmico, que o fluxo de produção deve ser planejado, considerando que materiais podem atrasar, que a mão de obra pode se machucar, etc.

Como os pontos a melhorar identificados se concentram no horizonte de tempo de médio e curto prazos, estes serão os horizontes de tempo em que se concentrará maior atenção para a elaboração de uma proposta para aprimoramento do processo de planejamento e controle.

O processo proposto visa aproveitar a base do processo de planejamento e controle atual, modificando-o e incorporando novas etapas, de forma a considerar os pontos a melhorar identificados e tornar a equipe de planejamento e controle mais apta a lidar com mudanças durante a execução do projeto.

Os mapas do processo atual e do processo proposto são apresentados na Figura 23. No processo proposto, as etapas representadas por blocos verdes indicam alteração em relação ao processo atual.

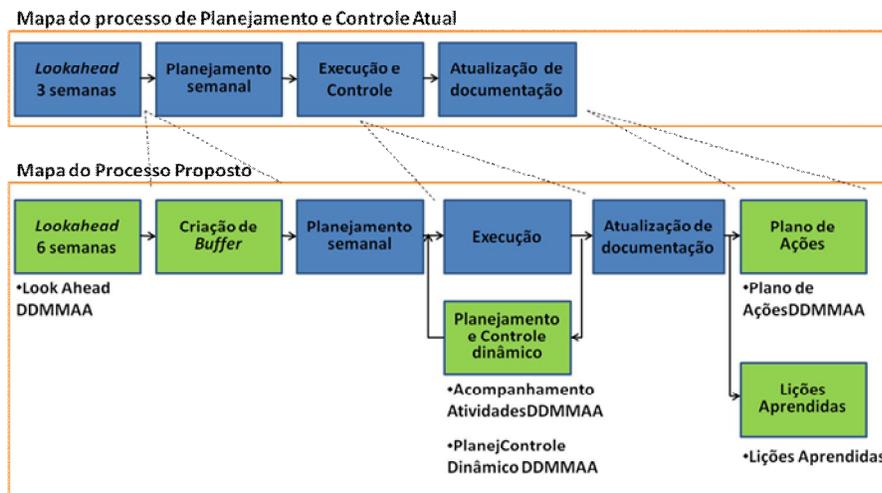


Figura 23 - Processo de planejamento e controle atual e o processo proposto

No processo proposto, a seqüência básica de atividades do planejamento e controle atual é mantida, porém, o *Lookahead* passaria a ter um horizonte de tempo maior e quatro novas atividades passariam a fazer parte do processo: Criação de *Buffer*, Planejamento e Controle dinâmico, Plano de Ações e Lições Aprendidas. Os itens apresentados no mapa do processo proposto abaixo dos blocos de atividades representam as ferramentas propostas para sua operacionalização – que serão explicadas mais adiante. A seguir, cada uma dessas modificações é detalhada:

**Lookahead 6 semanas:** todas atividades relativas à semana que se inicia e às 5 próximas semanas são organizadas e detalhadas. O motivo para ampliar o horizonte de tempo das atividades analisadas no planejamento de médio-prazo (de 3 para 6 semanas) é identificar maior número de atividades que podem ser inseridas no *Buffer* de atividades do fluxo de produção. A aplicação de uma ferramenta chamada de “*Look Ahead DDMMAA*” é proposta neste presente trabalho para facilitar a execução desta atividade.

**Criação de *Buffer*:** após organizar as atividades relativas ao horizonte de tempo de 6 semanas, são identificadas atividades livres de requisitos de precedências (ou atividades que tenham seus requisitos de precedência já satisfeitos). Essas atividades são, então, organizadas por nível de prioridade até preencher o nível de *Buffer* pré-estabelecido. A literatura recomenda que o *Buffer* seja de 2 semanas, mas seu dimensionamento pode variar conforme as necessidades da equipe de planejamento e controle e as características do projeto.

**Planejamento e Controle dinâmico:** no processo proposto, o planejamento e controle é dinâmico, adaptando-se conforme a evolução do planejamento semanal. Desta forma, o

conceito *Should-Can-Will-Did* é incorporado ao planejamento e controle, que passa a considerar a limitação de recursos e as circunstâncias atuais para desenvolver e acompanhar um planejamento mais compatível com a realidade. Para promover a prática do Planejamento e Controle dinâmico é proposta a aplicação da ferramentas “Acompanhamento AtividadesDDMMAA” e “PlanejControle Dinâmico DDMMAA”.

**Plano de Ações:** cada alteração no planejamento demandará ações que devem ser cumpridas por diferentes agentes do projeto. Na etapa Plano de Ações, para cada ação é designado um responsável, que terá um prazo limite para garantir que a ação seja cumprida; também é definido um fiscalizador, cujo principal objetivo é verificar se a ação foi devidamente realizada; e uma data de verificação (que pode coincidir com o prazo limite de realização da ação). Para facilitar a execução desta atividade é proposta a aplicação da ferramenta “Plano de AçõesDDMMAA”.

**Lições Aprendidas:** nesta etapa, as lições aprendidas durante a execução do projeto devem ser registradas para promover sua incorporação e divulgação, possibilitando que o conhecimento adquirido na execução do projeto seja aproveitado futuramente no próprio projeto e/ou em outros projetos da empresa. Para promover o entendimento e apropriação das melhores práticas, é proposta a aplicação da ferramenta “Lições Aprendidas”.

As ferramentas elaboradas com o intuito de viabilizar a execução do processo proposto e explorar os pontos a melhorar são explicadas na próxima seção.

## **1.21 Ferramentas propostas**

### ***Look Ahead DDMMAA***

Esta ferramenta foi elaborada adotando-se como referência a tabela *Construction Lookahead Schedule*, proposta por Ballard (2000). Ilustrada pela Figura 24, ela auxilia a equipe de planejamento e controle a analisar as próximas atividades a serem realizadas e a construir um *Buffer* de atividades com o intuito de prevenir paradas no fluxo de produção. Os elementos que compõem a ferramenta são:

- **Tempo médio de trabalho em 1 semana (em horas):** refere-se ao tempo médio que a equipe de mão de obra direta está trabalhando semanalmente no projeto.
- **Tempo de Buffer (folga) requerido (em semanas):** refere-se ao “tamanho” do *Buffer* de atividades buscado pela equipe de planejamento e controle do projeto.

- **Atividades definidas para as próximas 6 semanas (por ordem de prioridade):** atividades devem ser organizadas por ordem de prioridade, sendo a primeira a mais importante.
- **Atividade exequível? :** esta pergunta visa identificar as atividades cujos requisitos de precedência estão cumpridos e todos os recursos necessários para executá-las estão assegurados.
- **Tempo de duração da atividade:** refere-se ao tempo planejado para execução de cada atividade.
- **Recursos necessários para desenvolver a atividade:** refere-se a todos os recursos necessários para executar a atividade (equipe de mão de obra direta, materiais, etc.), inclusive às condições de precedência que devem ser cumpridas para o início de execução da atividade.
- **Atividade faz parte do *Buffer*?:** este item indica se a atividade foi selecionada para ser inserida no *Buffer* de atividades ou não. Seu preenchimento é automático e depende de três critérios:
  - 1) **A atividade deve ser exequível:** todos os recursos para sua execução devem estar disponíveis e seus requisitos de precedência devem estar cumpridos;
  - 2) **A seleção segue a ordem de prioridade das atividades:** as primeiras atividades a serem selecionadas caso necessário são as atividades exequíveis mais importantes;
  - 3) **Critério de para criação do *Buffer*:** a partir do momento em que a soma dos tempos de execução planejados para as atividades que foram selecionadas para compor o *Buffer* atinge o tempo requerido, nenhuma atividade adicional é inserida no *Buffer*.
- **Buffer (folga) acumulado:** refere-se ao *Buffer* de atividades acumulado (em horas), considerando todas as atividades que compõem o *Buffer* até o momento, desde a primeira atividade inserida no *Buffer*, até a atual analisada. O preenchimento da coluna que fornece esta informação é automático.
- **Semanas 1 a 6:** referem-se aos dias em que uma atividade está planejada para ser executada. A equipe de planejamento e controle deve preencher com um “x” os dias em que cada atividade está planejada para ser executada.



### Acompanhamento AtividadesDDMMAA

Esta ferramenta foi elaborada adotando-se como referência o Plano de curto prazo inicial proposto por Akkari (2003). Apresentada na Figura 25, esta ferramenta destina-se ao acompanhamento das atividades que foram identificadas no *Lookahead*, facilitando o controle diário das atividades em execução na obra. Os elementos que compõem esta ferramenta são:

- Atividades definidas para as 6 próximas semanas (por ordem de prioridade): são as mesmas atividades definidas no *Lookahead*. O preenchimento desta coluna é automático. Os dados são importados da ferramenta *Look Ahead DDMMAA*.
- Planejado (P) ou Executado (E): para cada atividade, os dias dos períodos planejado e executado são comparados diariamente. Os dados referentes ao Planejado (P) são preenchidos automaticamente, importados da ferramenta *Look Ahead DDMMAA*. As informações referentes ao Executado (E) devem ser preenchidas pela equipe de planejamento e controle conforme a execução das atividades.

## Acompanhamento das Atividades

Instruções																	
1. Renomear a Aba Acompanhamento AtividadesDDMMAA, substituindo DD (Dia) MM (Mês) AA (Ano) pela data correspondente à data de elaboração do planejamento.																	
2. Preencher com um "x" os dias correspondentes à execução das atividades. O restante dos dados é preenchido automaticamente.																	
	Atividades definidas para as 6 próximas semanas (por ordem de prioridade)	Planejado (P) ou Executado (E)	Semana 1				...	Semana 6									
			S	T	Q	Q	S	S	S	S	T	Q	Q	S	S		
Atividade 1		P															
		E															
...		P															
		E															
Atividade 30		P															
		E															

Figura 25 - Ferramenta Acompanhamento AtividadesDDMMAA

### PlanejControle Dinâmico DDMMAA

Esta ferramenta, ilustrada na Figura 26, auxilia a equipe de planejamento e controle a lidar com os eventos inesperados no decorrer da execução da obra. A partir do conceito *Should-*

*Can-Will-Did*, colabora para um planejamento e controle dinâmico e flexível. Além disso, auxilia a equipe de planejamento e controle a identificar causas de desvios negativos e positivos. Os elementos que compõem esta ferramenta são:

- **Atividade planejada:** refere-se à atividade que será analisada no replanejamento.
- **SHOULD – Planejado - o que deveria ser feito:** refere-se ao planejamento atual (quantidade a ser executada, prazo estabelecido, etc.).
- **Circunstâncias atuais que demandam mudança de plano:** refere-se aos eventos inesperados (solicitação de modificações por parte dos clientes, quebra de equipamentos, etc.) que demandam um replanejamento das atividades a serem executadas.
- **CAN – O que pode ser feito?:** refere-se às atividades que podem ser executadas neste novo cenário – deve incluir análise do *Buffer* de atividades.
- **WILL – Novo Plano - considerando as circunstâncias atuais, o que será feito (considerando limitações de recursos):** é a resposta que a equipe de planejamento e controle define para modificar o planejamento considerando o evento inesperado ocorrido, as circunstâncias atuais e as limitações de recursos.
- **Ações a serem tomadas para implantar novo plano:** referem-se a todas as ações que devem ser executadas para viabilizar o novo planejamento.
- **Responsáveis por cada ação definida:** para cada ação definida é designado um responsável.
- **DID – Real (o que foi realmente realizado):** refere-se ao que foi efetivamente realizado em relação à atividade analisada.
- **Desvio (Comparar real x planejado):** refere-se à comparação entre a situação real e o novo plano.
- **Principais causas dos desvios positivos (se houve desvio positivo):** caso o desvio entre a realidade e o planejado seja positivo, ou seja, se o real foi melhor que o planejado, indicar a causa neste espaço.
- **Principais causas dos desvios negativos (se houve desvio negativo):** caso o desvio entre a realidade e o planejado seja negativo, ou seja, se o real foi pior que o planejado, indicar a causa neste espaço.

## Planejamento e Controle Dinâmico

Instruções	
1.	Renomear a Aba PlanejControle DinâmicoDDMMAA, substituindo DD (Dia) MM (Mês) AA (Ano) pela data correspondente à data de elaboração do planejamento.
2.	Definir a semana analisada (por exemplo: 17/10/11 - 23/10/11).
3.	Descrever as atividades planejadas para semana atual em cada linha da planilha e preencher os dados correspondentes.
4.	Caso a causa do desvio de planejamento não seja encontrada nas opções definidas, favor incluí-la na Aba "Causas Possíveis" antes de prosseguir com o preenchimento desta Aba.

Semana analisada	PLANEJAMENTO				CONTROLE			
	Should	Can	Will		Real (o que foi realmente realizado)	Desvio (Comparar real x planejado)	Principais causas dos desvios positivos (se houve desvio positivo)	Principais causas dos desvios negativos (se houve desvio negativo)
Atividade planejada	Planejado - o que deveria ser feito	O que pode ser feito?	Novo Plano - considerando as circunstâncias atuais, o que pode ser feito (considerando limitações de recursos)	Ações a serem tomadas para implantar novo plano	Responsáveis por cada ação definida			
	Circunstâncias atuais que demandam mudança de plano							

Figura 26 - Ferramenta PlanejControle Dinâmico DDMMAA

## Plano de AçõesDDMMAA

Esta ferramenta, apresentada na Figura 27, auxilia a equipe de planejamento e controle a garantir que a execução das ações propostas seja controlada. Os elementos que compõem a ferramenta são:

- **Ação:** refere-se à descrição da ação proposta.
- **Objetivo da Ação:** refere-se à razão pela qual a ação foi proposta.
- **Responsável pela execução da ação:** designa um responsável pela execução da ação proposta.
- **Responsável por verificar a execução da ação:** designa um agente para verificar a execução da ação. Este agente deve possuir um nível hierárquico mais alto que o responsável pela execução da ação.
- **Prazo máximo para execução da ação:** refere-se à data limite para execução da ação.
- **Data de verificação:** refere-se à data em que a execução da ação será verificada. Em muitos casos pode coincidir com o prazo máximo para execução da ação.
- **Verificação (a ação foi executada apropriadamente?):** refere-se às condições de execução da ação: se ela foi executada dentro do prazo estipulado; e se ela foi executada apropriadamente, de forma a atingir os objetivos estabelecidos.

## Plano de Ações

Instruções	
1. Renomear a Aba Plano de AçõesDDMMAA, substituindo DD (Dia) MM (Mês) AA (Ano) pela data correspondente à data de elaboração do Plano de Ações.	
2. Cada Ação a ser executada deve ser descrita em uma linha.	
3. Na verificação da ação, deve-se analisar se ela foi executada apropriadamente, não apenas em termos de prazo, mas se o que foi executado é suficiente para alcançar os objetivos estabelecidos	

Ação	Objetivo da Ação	Responsável pela execução da ação	Responsável por verificar a execução da ação	Prazo máximo para execução da ação	Data de verificação	Verificação (a ação foi executada apropriadamente?)

Figura 27 - Ferramenta Plano de AçõesDDMMAA

## Lições Aprendidas

Esta ferramenta, ilustrada na Figura 28, foi elaborada com o propósito de assegurar que as lições aprendidas no projeto sejam relatadas e divulgadas para colaboradores do próprio projeto e para equipes de outros projetos da construtora. Os elementos que compõem esta ferramenta são:

- **Lição Aprendida:** refere-se ao título/nome da lição aprendida.
- **Descrição:** refere-se ao detalhamento da lição aprendida.
- **Data de divulgação:** refere-se à data definida para divulgação da lição aprendida para outros projetos da empresa e/ou internamente para os colaboradores do projeto.
- **Responsável pela divulgação:** refere-se ao responsável por divulgar a lição aprendida.
- **Divulgado?:** refere-se ao controle da divulgação da lição aprendida. Logo após a divulgação da lição aprendida, este campo deve ser preenchido com “ok”.

## Lições Aprendidas

Instruções				
1. Listar constantemente as lições aprendidas no projeto. Cada lição deve ser preenchida em uma linha.				
2. Descrever cada lição aprendida em detalhe, de maneira que ela possa servir como base para melhorias futuras.				
3. Após a lição aprendida ser devidamente divulgada (para outros projetos e/ou internamente e/ou para o PMO da empresa), deve-se inserir "ok" na coluna "Divulgado?"				
Lição Aprendida	Descrição	Data de divulgação	Responsável pela divulgação	Divulgado?

Figura 28 - Ferramenta Lições Aprendidas

A relação entre as 5 ferramentas propostas e os pontos a melhorar no planejamento e controle atual identificados anteriormente é mostrada na Tabela 8.

Tabela 8 - Relação entre pontos a melhorar e ferramentas propostas

Pontos a melhorar	Medida proposta	Ferramenta associada
A equipe de planejamento e controle da empresa não considera um <i>Buffer</i> de atividades	Elaboração de uma ferramenta que auxilia a equipe de planejamento e controle a analisar as próximas atividades a serem realizadas e a construir um <i>Buffer</i> de atividades com o intuito de prevenir paradas no fluxo de produção.	- <i>Look Ahead</i> DDMMAA
As causas não são devidamente tratadas	Elaboração de uma ferramenta que designa para cada causa um responsável e um plano de ações para evitar a reincidência de desvios negativos provenientes das causas analisadas.	- Plano de AçõesDDMMAA
Apenas as causas de variações negativas são contabilizadas	Elaboração de ferramentas que facilitam a investigação das causas dos desvios positivos no planejamento. Assim, muitas ações e estratégias que deram certo podem ser reproduzidas no futuro para o mesmo projeto ou para outros projetos da empresa.	- Acompanhamento AtividadesDDMMAA - PlanejControle Dinâmico DDMMAA - Lições Aprendidas

A partir do processo e das ferramentas propostas, as equipes dos projetos analisados poderão exercer um processo de planejamento e controle muito próximo do que é considerado na literatura sobre LC como as melhores práticas de planejamento e controle. A relação entre os modelos de processo encontrados na literatura – *Last Planner* (BALLARD,2000) – e o processo proposto no presente trabalho é apresentada na Figura 29. As etapas *Lookahead* 6 semanas e Criação de *Buffer* juntos incorporam o mecanismo de explosão de atividades das próximas 6 semanas, bem como a criação do *Buffer* de atividades propostas por Ballard (2000); enquanto o Planejamento e Controle dinâmico incorpora e operacionaliza a lógica do *Should-Can-Will-Did*.

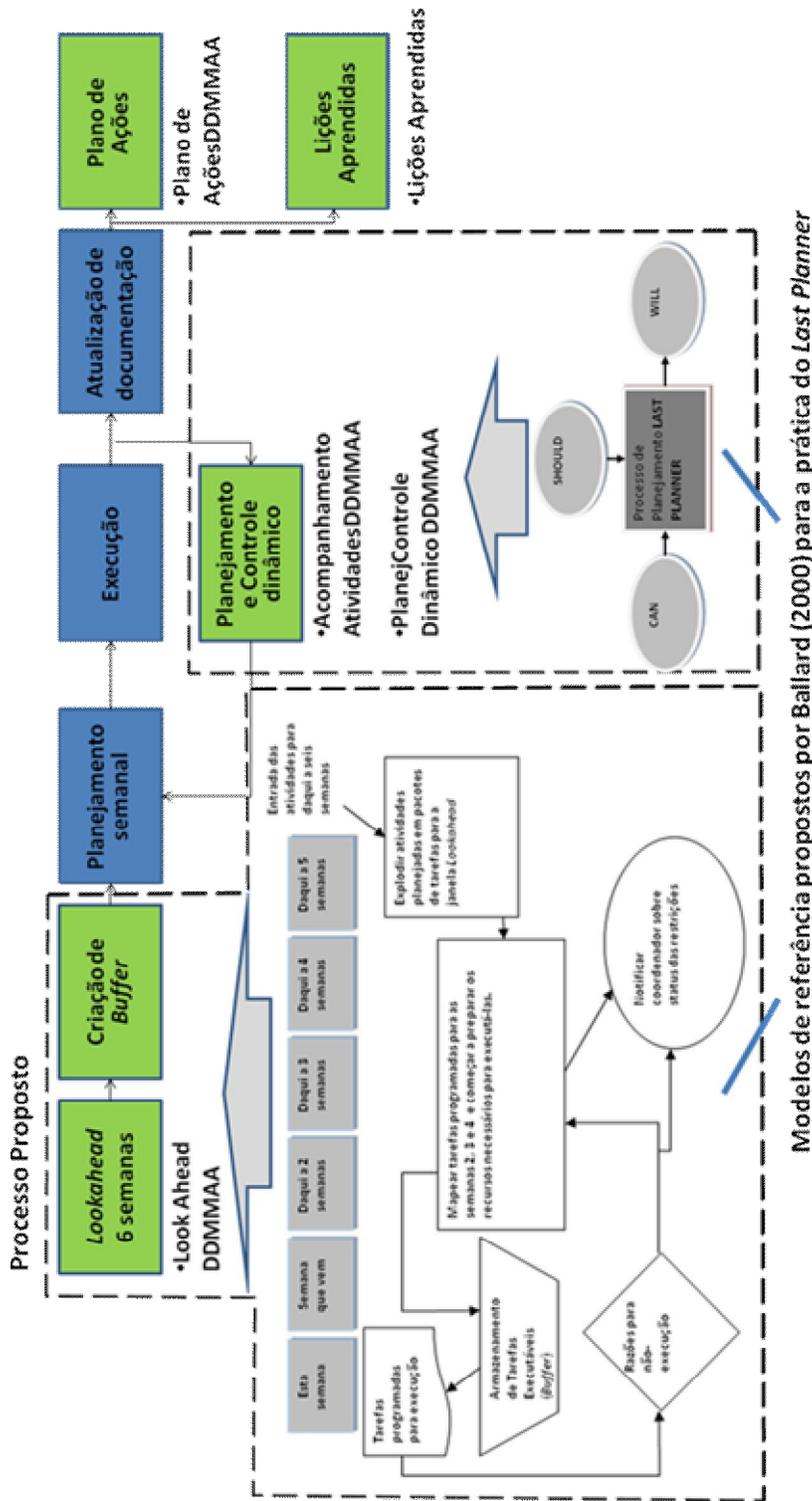


Figura 29 - Relação entre processo de planejamento e controle proposto e Last Planner

A Figura 30 auxilia o entendimento da relação do Planejamento e Controle dinâmico com outras atividades do processo proposto na incorporação e operacionalização da lógica do *Should-Can-Will-Did*:

- **Should**: é definido no plano semanal e refere-se às atividades que a priori estavam planejadas;
- **Can**: é definido pela Criação de *Buffer* e refere-se a todas as atividades exeqüíveis no instante em que o planejamento é revisado;
- **Will**: analisando o *Should* (proveniente do plano semanal) e o *Can* (proveniente da Criação de *Buffer*), o Planejamento e Controle dinâmico define o *Will*, que se refere à resposta que a equipe de planejamento define frente às novas circunstâncias.
- **Did**: após a execução das atividades planejadas, o Planejamento e Controle dinâmico deve analisar o *Did*, ou seja, o que foi realizado e comparar com o *Will* que havia sido estabelecido anteriormente.

Nota-se que o Planejamento e Controle é um processo iterativo e que deve ser desenvolvido durante toda a execução do projeto. Desta forma, a equipe se torna mais apta a lidar com todos os eventos inesperados, tais como: alterações no projeto solicitadas pelo cliente, falta de materiais, quebra de equipamentos, atraso de fornecedor, acidente de trabalho, etc.

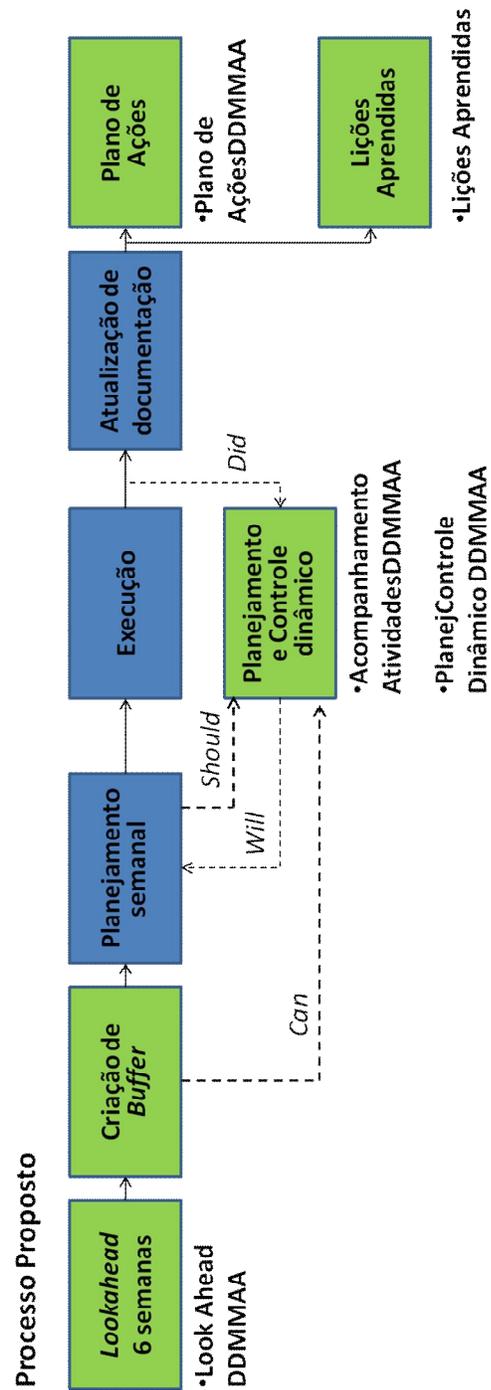


Figura 30 – Lógica do *Should-Can-Will-Did* no processo de planejamento e controle proposto

## 1.22 Ilustração da utilização das ferramentas propostas

Será ilustrado nesta seção como as ferramentas propostas poderiam ser utilizadas na prática. Para isso são considerados dois casos baseados em problemas reais ocorridos em 2011 nos projetos analisados. A idéia é de ilustrar como diante dos eventos apresentados em cada caso, a aplicação do *Last Planner* poderia ter sido conduzida pela utilização das ferramentas propostas promovendo a flexibilidade no planejamento e controle.

### a) Caso 1

Em um determinado projeto que se encontrava na fase de execução da estrutura, no período de um mês houve dois eventos inesperados, o primeiro ocorreu no dia 10/10/11 e refere-se ao atraso no fornecimento de concreto e o ocorreu no dia 13/10/11 e refere-se a um problema com o funcionamento da grua. A Figura 31 mostra a ocorrência dos eventos no tempo (mês de outubro de 2011).

**OUTUBRO 2011**

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

**Figura 31 - Ocorrência dos eventos no Caso 1**

A ilustração de como as ferramentas propostas poderiam ter sido utilizadas no Caso 1 será analisada em três instantes: planejamento da semana do dia 10/10/11 (elaborado no dia 7/10/11), primeiro evento (ocorrido no dia 10/10/11), segundo evento (ocorrido no dia 13/10/11).

#### **Planejamento da semana do dia 10/10/11 a 15/10/11**

Em 7/10/11, antes do início da semana do dia 10/10/11, a realização do *Lookahead* contemplaria seis semanas (a semana que se inicia e as 5 seguintes) na ferramenta *Look Ahead* DDMMAA. A Figura 32 mostra parte desta ferramenta preenchida com as 12 atividades prioritárias no horizonte de tempo de 2 semanas (por não ser requerida no tratamento do Caso 1 considerado, a visão da terceira, quarta, quinta e sexta semanas do horizonte é omitida) –

este escopo compreende as atividades relevantes para a presente análise. A partir do *Lookahead*, as atividades são programadas dia-a-dia pela equipe de planejamento e controle para as semanas seguintes considerando-se a importância de cada atividade: precedência na rede de atividades do projeto ou outro motivo como a segurança da equipe de produção. Além disso, no *Lookahead* também são definidas as atividades que irão compor o *Buffer* (evidenciadas em verde na Figura 32), e que poderão ser acionadas caso alguma das atividades planejadas não possam ser executadas no momento previsto. O tempo médio de trabalho neste projeto é de 12 horas por dia de segunda a sábado e o *Buffer* requerido pela equipe de planejamento e controle é de 2 semanas.

A fase em que o projeto se encontrava – de execução da estrutura – é delicada, uma vez que há forte restrição de precedência: a concretagem de vigas e de laje depende da armação destas vigas e desta laje, esta, por sua vez, depende da concretagem de pilares, etc. Por isso, as atividades pertencentes ao *Buffer* (evidenciadas em verde), coincidem com a atividade atual (cujas restrições de precedência já foram cumpridas e os recursos para execução da atividade já estão disponíveis) mais as atividades que não possuem restrições de precedência. A fase de execução da estrutura é marcada por um ciclo – ciclo de concretagem – que se repete para cada pavimento. O ciclo de concretagem típico (desconsiderando atividades relacionadas a retrabalho, limpeza do canteiro, organização de estoque de materiais e execução de elementos de segurança) na fase em que o projeto se encontrava é apresentado na Tabela 9.

**Tabela 9 - Ciclo de concretagem do projeto estudado no Caso 1**

<b>Dia</b>	<b>Atividade</b>
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concretagem de vigas e laje</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Início da armação e forma de pilares</li> <li>• Início da concretagem de pilares</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Término da armação e forma de pilares</li> <li>• Término da concretagem de pilares</li> <li>• Início da montagem de cimbramento</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuação da montagem de cimbramento</li> <li>• Início da montagem de forma de vigas e laje</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Término da montagem de cimbramento</li> <li>• Continuação da montagem de forma de vigas e laje</li> <li>• Início da armação de vigas e laje</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Término da montagem de forma de vigas e laje</li> <li>• Continuação da armação de vigas e laje</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Término da armação de vigas e laje</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concretagem de vigas e laje</li> </ul>



É importante lembrar que os tempos de duração das atividades apresentados no *Lookahead* dependem do dimensionamento da equipe que está alocada em cada atividade. A Tabela 10 complementa as informações compreendidas na Figura 32.

**Tabela 10 - Dimensionamento da equipe de mão de obra direta para as atividades do *Lookahead* 07/10/11**

Atividade	Nº de carpinteiros	Nº de armadores	Nº de pedreiros	Nº de serventes
1	-	-	5	10
2				5
3	10	10		10
4			5	10
5	10			10
6	10			20
7		10		10
8			5	10
9		5		5
10		5		5
11		5		5
12		5		5

### **Tratamento do primeiro evento**

Logo no início da semana, às 07h00 da segunda-feira, dia 10/10/11, o fornecedor avisou que o fornecimento de concreto atrasaria no mínimo 3 horas devido às más condições do trânsito. Esse evento inesperado demanda um replanejamento das atividades. Para isso, primeiramente, a ferramenta “PlanejControle Dinâmico DDMMAA” poderia ser utilizada para análise da mudança no planejamento, como ilustrado na Figura 33. A utilização desta ferramenta permite uma organização clara da mudança no planejamento, considerando o que era planejado (*Should*), as circunstâncias atuais, o que pode ser feito (*Can*) e o novo plano, já adaptado às novas circunstâncias (*Will*).

DATA:  
10/10/2011

	<i>Should</i>		<i>Can</i>	<i>Will</i>		
Atividade planejada	Planejado - o que deveria ser feito	Circunstâncias atuais que demandam mudança de plano	O que pode ser feito?	Novo Plano - considerando as circunstâncias atuais, o que pode ser feito (considerando limitações de recursos)	Ações a serem tomadas para implantar novo plano	Responsáveis por cada ação definida
Concretagem de vigas e laje (15º pavimento)	Concretagem de vigas e laje (15º pavimento) deveria iniciar às 7h e terminar às 19h do dia 10/10/11	Atraso de 3 horas do fornecimento de concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade 2 (Limpeza do canteiro e organização do estoque de materiais)</li> <li>• Atividade 9 (Execução de elementos de segurança)</li> <li>• Atividade 10 (Reparos na Estrutura do 12º pavimento)</li> <li>• Atividade 11 (Reparos na Estrutura do 13º pavimento)</li> <li>• Atividade 12 (Reparos na Estrutura do 14º pavimento)</li> </ul>	Serão executadas as Atividades 2 (Limpeza do canteiro e organização do estoque de materiais) e 10 (Reparos na Estrutura do 12º pavimento) até o momento de recebimento do concreto. Assim que o concreto chegar, a Atividade 1 (Concretagem de vigas e laje do 15º pavimento) será executada até o fim para finalizá-la ainda no dia 10/10/11	1) Mobilização da mão de obra direta não especializada (5 serventes) para executar Atividade 2 2) Mobilização da mão de obra direta especializada (5 pedreiros) e não especializada (5 serventes) para executar Atividade 10 3) Viabilizar que a concretagem seja executada hoje (10/10/11), mesmo com atraso	Equipe de produção responsável pelas 3 ações

**Figura 33 - Planejamento e Controle Dinâmico realizado no dia 10/10/11**

Para definir o *Will* (que será realizado), a equipe de planejamento poderia contar com todas as opções contempladas pelo *Buffer* de atividades. Recomenda-se a seleção da atividade de maior importância (lembrando que o preenchimento da ferramenta *Look Ahead DDMMAA* é realizado seguindo a ordem decrescente de importância, ou seja, as atividades mais importantes se encontram nas primeiras linhas). No exemplo estudado a atividade de maior importância é a Atividade 2 (Limpeza do canteiro e organização do estoque de materiais), que consiste em uma limpeza mais completa que a rotineira, executada diariamente, e em uma organização do estoque de materiais, objetivando um canteiro mais seguro.

Além da análise de importância, é necessário que a equipe de planejamento e controle analise a natureza da atividade a ser selecionada para execução, por exemplo, se ela utiliza a mesma mão de obra que está disponível no instante do replanejamento. No exemplo estudado, têm-se dois tipos de mão de obra direta que ficariam ociosos devido ao atraso de concreto: mão de obra direta especializada (pedreiros) e mão de obra não especializada (serventes). Os dois tipos de mão de obra poderiam ser então alocados na Atividade 2 (Limpeza do canteiro e organização do estoque de materiais), no entanto, haveria um “desperdício de recursos”, uma

vez que isso implicaria em utilizar mão de obra direta especializada (de maior qualificação) em uma atividade em que não é necessária a especialização da mão de obra direta.

Respeitando a natureza das atividades, a realocação da mão de obra poderia ser da seguinte forma:

- 5 serventes seriam alocados na Atividade 2;
- 5 pedreiros e 5 serventes seriam alocados na Atividade 10.

Realizada a análise de como a equipe de planejamento e controle adequaria o planejamento às novas circunstâncias, seguiria-se então para a elaboração do plano de ações, que auxiliaria a equipe de planejamento e controle a viabilizar as modificações realizadas no planejamento. Para isso, a ferramenta “Plano de AçõesDDMMAA” poderia ser utilizada, como ilustrado na Figura 34. Pela utilização desta ferramenta, define-se o responsável pela execução de cada ação, prazo máximo e responsável por verificar a realização de cada ação.

Na reunião de planejamento, devem participar pelo menos um representante da equipe de planejamento e controle e um representante da equipe de produção, de forma que as duas equipes estejam de acordo com o novo plano.

DATA: 10/10/2011					
Ação	Objetivo da Ação	Responsável pela execução da ação	Responsável por verificar a execução da ação	Prazo máximo para execução da ação	Data de verificação
1) Mobilização da mão de obra direta não especializada (5 serventes) para executar Atividade 2	Evitar ociosidade da mão de obra	Luiz (Técnico de Produção)	Fábio (Coordenador de Produção)	10/10/2011 às 7h30	10/10/2011 às 8h00
2) Mobilização da mão de obra direta especializada (5 pedreiros) e não especializada (5 serventes) para executar Atividade 10	Evitar ociosidade da mão de obra	Luiz (Técnico de Produção)	Fábio (Coordenador de Produção)	10/10/2011 às 7h30	10/10/2011 às 8h00
3) Negociar com a equipe de mão de obra direta designada para a concretagem (5 pedreiros e 10 serventes) que ela trabalhe até mais tarde, de forma que a concretagem seja executada hoje (10/10/11), mesmo com atraso	Evitar atraso no cronograma	Ana (Engenheira de Planejamento e Controle)	Antônio (Coordenador de Planejamento e Controle)	10/10/2011 às 8h30	10/10/2011 às 9h00
Atualizar a previsão de custos devido às horas-extras dos 5 pedreiros e 10 serventes	Manter a previsão de custos atualizada	Ana (Engenheira de Planejamento e Controle)	Antônio (Coordenador de Planejamento e Controle)	15/10/2011	15/10/2011

**Figura 34 - Plano de Ações elaborado no dia 10/10/11**

Se no momento da verificação a ação não tiver sido realizada, deve-se novamente fazer um replanejamento das atividades e um novo plano de ações. Nesta situação será considerado que todas as ações foram cumpridas.

### Tratamento do segundo evento

Na quinta-feira, dia 13/10/11, no período da manhã, houve um problema no funcionamento da grua, impossibilitando o transporte vertical de materiais para execução da montagem do cimbramento<sup>10</sup> (16º pavimento).

A situação do projeto neste instante poderia ser acompanhada pela ferramenta Acompanhamento AtividadesDDMMAA, como ilustra a Figura 35. As atividades destacadas em amarelo são as que já foram executadas e as destacadas em verde são as atividades do *Buffer* que ainda não foram executadas.

DATA		13/10/2011													
	Atividades definidas para as 6 próximas semanas (por ordem de prioridade)	Planejado (P) ou Executado (E)	Semana 1						Semana 2						
			S 10	T 11	Q 12	Q 13	S 14	S 15	S 17	T 18	Q 19	Q 20	S 21	S 22	
Atividade 1	Concretagem de vigas e laje (15º pavimento)	P	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		E	X												
Atividade 2	Limpeza do canteiro e organização do estoque de materiais	P	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		E	X												
Atividade 3	Armação e Forma de pilares (16º pavimento)	P	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		E		X	X										
Atividade 4	Concretagem de pilares (16º pavimento)	P	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		E		X	X										
Atividade 5	Montagem de cimbramento (16º pavimento)	P	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
		E			X										
Atividade 6	Forma de vigas e lajes (16º pavimento)	P	0	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0
		E													
Atividade 7	Armação de vigas e laje (16º pavimento)	P	0	0	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0
		E													
Atividade 8	Concretagem de vigas e laje (16º pavimento)	P	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0
		E													
Atividade 9	Execução de elementos de segurança	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0
		E													
Atividade 10	Reparos na Estrutura (12º pavimento)	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0
		E													
Atividade 11	Reparos na Estrutura (13º pavimento)	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0
		E													
Atividade 12	Reparos na Estrutura (14º pavimento)	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0
		E													

Figura 35 - Acompanhamento das atividades no dia 13/10/11

<sup>10</sup> Cimbramento é uma estrutura provisória com a função de sustentar as formas de vigas e laje, suportando as cargas atuantes, como peso das formas e do concreto, movimentação de operários, etc. (Fonte: Portal do Cimbramento - <http://cimbramento.no.comunidades.net/>. Acessado em 3/11/11).

Logo após a detecção do problema na grua, a equipe de planejamento e controle poderia fazer uso da ferramenta “PlanejControle Dinâmico DDMMAA”, para levantar as mudanças possíveis no planejamento, como ilustrado na Figura 36.

DATA: 13/10/2011						
	<i>Should</i>		<i>Can</i>	<i>Will</i>		
Atividade planejada	Planejado - o que deveria ser feito	Circunstâncias atuais que demandam mudança de plano	O que pode ser feito?	Novo Plano - considerando as circunstâncias atuais, o que pode ser feito (considerando limitações de recursos)	Ações a serem tomadas para implantar novo plano	Responsáveis por cada ação definida
Montagem de cimbramento (16º pavimento)	Continuação da montagem de cimbramento (16º pavimento) que se iniciou no dia 12/10/11 e tem sua finalização programada para o dia 14/10/11	Problema na grua impossibilita o transporte de materiais para execução da montagem de cimbramento no 16º pavimento. Técnico da manutenção afirma que a grua voltará a funcionar normalmente em 2 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade 9 (Execução de elementos de segurança)</li> <li>• Atividade 10 (Reparos na Estrutura do 12º pavimento)</li> <li>• Atividade 11 (Reparos na Estrutura do 13º pavimento)</li> <li>• Atividade 12 (Reparos na Estrutura do 14º pavimento)</li> </ul>	Alocar a equipe de mão de obra direta que estava designada para executar a Atividade 5 (10 carpinteiros e 10 serventes) na execução da Atividade 9 até que a grua comece a funcionar novamente	1) Mobilização da mão de obra direta especializada (10 carpinteiros) e não especializada (10 serventes) para executar Atividade 9	Equipe de produção

**Figura 36 - Planejamento e Controle Dinâmico realizado no dia 13/10/11**

A Atividade 9 – Execução de elementos de segurança – que estava no *Buffer* de atividades do *Lookahead* elaborado anteriormente ainda não havia sido executada até a ocorrência do segundo evento. Assim, este segundo evento torna oportuna a realização de atividades importantes que ainda não haviam sido realizadas e que poderiam ser realizadas com os recursos disponíveis, como é o caso da Atividade 9. A atividade 9 seria então selecionada por ser a atividade mais importante no *Buffer* e por ser compatível com a mão de obra disponível no momento.

Como o tempo programado para a execução da Atividade 9 era de 5 horas para uma equipe composta por 5 carpinteiros e 5 serventes, é razoável esperar que este tempo se reduziria para 2,5 horas no novo plano, uma vez que seriam alocados 10 carpinteiros e 10 serventes (exatamente o dobro da equipe anteriormente prevista).

Uma vez revisado o planejamento, caberia à equipe de planejamento e controle garantir as condições necessárias para executar o novo plano. Esse processo pode ser realizado utilizando-se a ferramenta “Plano de AçõesDDMMAA”, como mostrado na Figura 37.

DATA: 13/10/2011					
Ação	Objetivo da Ação	Responsável pela execução da ação	Responsável por verificar a execução da ação	Prazo máximo para execução da ação	Data de verificação
1) Mobilização da mão de obra direta especializada (10 carpinteiros) e não especializada (10 serventes) para executar Atividade 9	Evitar ociosidade da equipe de mão de obra direta e melhorar as condições de segurança na obra	Luiz (Técnico de Produção)	Fábio (Coordenador de Produção)	13/10/2011 às 7h30	13/10/2011 às 8h00

**Figura 37 - Plano de Ações elaborado no dia 13/10/11**

A partir da utilização das ferramentas propostas no momento do segundo evento, a equipe de planejamento e controle seria capaz de rapidamente alterar o planejamento do projeto e utilizar o *Buffer* de atividades para garantir continuidade do fluxo de produção.

A ferramenta “Lições Aprendidas” poderia ser usada para descrever todas as lições aprendidas no período. Por exemplo, relatando uma medida que a equipe do projeto tomou para reduzir o tempo de retrabalho na execução da estrutura – de 15h no 12º pavimento, de 10h no 13º pavimento e de 5h no 14º pavimento – como ilustrado na Figura 38<sup>11</sup>. A importância de se relatar e divulgar as lições aprendidas é garantir que o conhecimento adquirido na execução do projeto seja utilizado no futuro, seja pela equipe de planejamento e controle do mesmo projeto ou por equipes de planejamento e controle de outros projetos da empresa.

<sup>11</sup> A Lição aprendida descrita é baseada em entrevista realizada com o gerente do Projeto 1

DATA: 13/10/2011			
Lição Aprendida	Descrição	Data de divulgação	Responsável pela divulgação
Realização de <i>Tour</i> pela obra junto com fornecedor pode reduzir o retrabalho na execução da estrutura	Semanalmente, o GP do projeto se reúne com representantes do subempreiteiro, da equipe de produção e da equipe de planejamento e controle para "caminhar" pelo canteiro e discutir sobre os problemas de execução da estrutura. Assim, para cada problema, os participantes buscam identificar as causas e acordam ações corretivas a serem executadas. Um dos problemas identificados, dentre outros, foi que o processo de vibração para espalhamento do concreto que era distribuído nas formas dos pilares pelo mastro de concreto estava inadequado, causando falhas na execução de pilares. Este problema foi identificado durante um dos <i>Tours</i> pela obra. A partir disso, o representante do subempreiteiro passou a inspecionar o processo de vibração, o que diminuiu a incidência de falhas nos pilares e, conseqüentemente, diminuiu o retrabalho na execução da concretagem de pilares.	Próxima reunião de encontro das equipes alocadas nos projetos em execução da empresa (Novembro/2011)	Gerente do Projeto

**Figura 38 - Lições Aprendidas**

### **Conclusão do Caso 1**

A partir do Caso 1 estudado, é possível entender como as ferramentas propostas poderiam ser utilizadas durante o processo de replanejamento sempre que ocorrer eventos inesperados. É importante salientar que o objetivo destas ferramentas não é limitar a equipe de planejamento e controle ao simples preenchimento de planilhas e formulários, mas guiar suas reflexões e colaborar para um planejamento e controle mais proativo e flexível. Por isso, essas ferramentas não devem ser vistas como “versões finais e imutáveis”. Cabe às equipes de planejamento e controle dos projetos adaptar cada ferramenta de acordo com suas necessidades e promover melhorias contínuas no processo de planejamento e controle proposto.

Nota-se que a fase em que se encontrava o projeto considerado no Caso 1 – execução da estrutura – envolve uma série de restrições de precedências, na qual a maioria das execuções das atividades depende da execução de atividades anteriores. Esses requisitos de precedência tornam a criação do *Buffer* de atividades mais difícil uma vez que poucas atividades são exequíveis a qualquer momento.

O estudo do Caso 1 sugere como o planejamento do *Buffer* de atividades pode facilitar a redução do tempo ocioso na obra e garantir continuidade no fluxo de produção. É importante salientar que, assim como no Caso 1 estudado, atividades como organização do estoque de

materiais, limpeza do canteiro e execução de elementos de segurança devem ser identificadas sistematicamente para poderem ser inseridas no *Buffer* de atividades, por duas razões:

- **São atividades importantes:** apesar de não agregarem valor diretamente ao produto, são atividades necessárias para garantir produtividade, segurança e qualidade nos processos construtivos;
- **Demandam recursos que, em geral, são disponíveis:** os recursos tipicamente necessários para desenvolver essas atividades seriam: equipe de mão de obra direta (que devido à parada no fluxo de produção, não está executando a atividade a qual estava designada e se encontra ociosa), equipamentos de limpeza (vassoura, panos, etc.) e outros materiais não especiais (faixas, papéis para elaborar cartazes, etc.).

A partir das ferramentas propostas, o replanejamento do projeto – seja ele devido à falta de materiais, a solicitações de clientes ou a outro evento inesperado – é sistematizado através das ferramentas propostas, de forma simples e lógica, garantindo que as informações e ações necessárias para o replanejamento sejam consideradas.

#### b) Caso 2

Em um determinado projeto que estava na fase de execução da alvenaria (externa e interna) em Outubro de 2011, o cliente solicitou uma alteração no *layout* do pavimento tipo, demandando uma mudança na alvenaria interna. A solicitação de mudança foi feita pelo cliente três dias antes do início da execução da alvenaria interna, como ilustra a Figura 39.

**OUTUBRO 2011**

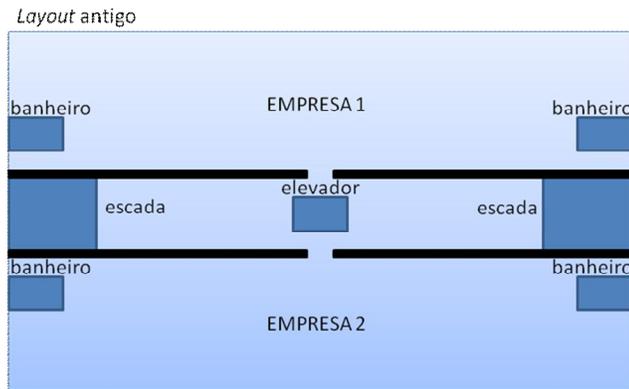
Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
						2
	Solicitação de mudança			Início da execução da alvenaria interna		
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

**Figura 39 - Solicitação de mudança feita pelo cliente e início da execução da alvenaria interna no tempo**

O Caso 2 será estudado em dois momentos: elaboração do planejamento da semana de 3/10/11 a 8/10/11, que foi realizada no dia 1/10/11; e solicitação do cliente, que foi realizada no dia 4/10/11.

### Planejamento da semana de 3/10/11 a 8/10/11

O planejamento antes da solicitação de mudança considerava um *layout* do pavimento tipo de maneira que, depois de pronto, cada andar do edifício comercial poderia ser alugado para duas empresas distintas. O *layout* do pavimento tipo antes da solicitação de mudança é ilustrado de forma simplificada na Figura 40. Neste *layout*, elementos como banheiros, escadas e elevador eram fixos, ou seja, seu posicionamento não poderia ser modificado, pois já tinha sido definido na execução da estrutura (etapa concluída no projeto). Já as paredes internas (pintadas na cor preta) ainda poderiam ser alteradas (não haviam sido executadas). Por não possuir nenhuma função estrutural, o posicionamento da alvenaria interna era flexível e independente da localização de vigas e pilares no pavimento tipo.



**Figura 40 - Layout simplificado do pavimento tipo antes da solicitação do cliente**

A ferramenta *Lookahead DDMMAA*, poderia ser utilizada para auxiliar na programação das atividades a serem executadas na semana de 3/10/11 a 8/10/11. A Figura 41 ilustra parte da ferramenta preenchida, considerando as 7 atividades prioritárias programadas para os próximos dias - este escopo compreende as atividades relevantes para a presente análise. Nota-se que todas as 7 atividades fazem parte do *Buffer*, pois seus quesitos de precedência foram cumpridos e os recursos necessários para execução de cada atividade se encontram disponíveis – as atividades apenas deixariam de ser exequíveis apenas em caso de absenteísmo da equipe de mão de obra.

O processo de execução da alvenaria externa do pavimento tipo para este *layout* estava programado para 24 horas (2 dias de 12 horas de trabalho) e a equipe dimensionada era de 5 pedreiros e 10 serventes. Já para o processo de execução da alvenaria interna, o tempo

programado era de 12 horas (1 dia de 12 horas de trabalho) e a equipe dimensionada era a mesma do processo de execução da alvenaria externa, 2 pedreiros e 4 serventes.

Variáveis de entrada	
Tempo médio de trabalho em 1 semana (em horas)	72
Tempo de Buffer (folga) requerido (em semanas)	2

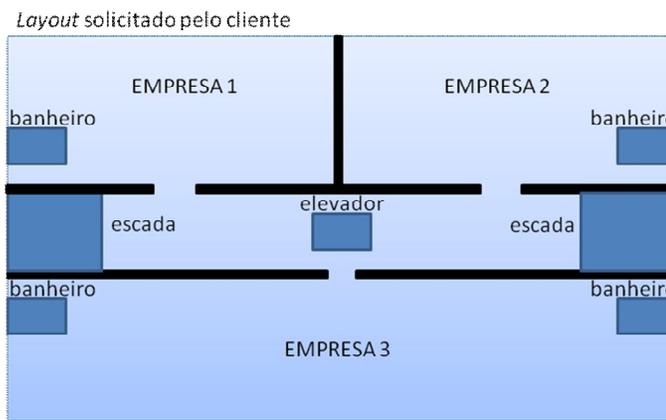
DATA	01/10/2011
------	------------

	Atividades definidas para as próximas 6 semanas (por ordem de prioridade)	Atividade exequível? (Não há relação de precedência que impeça a atividade de ser iniciada)	Tempo de duração da atividade	Recursos necessários para desenvolver a atividade	Atividade faz parte do Buffer?	Buffer (folga) acumulado	Semana 1					Semana 2						
							S 3	T 4	Q 5	Q 6	S 7	S 8	T 10	T 11	Q 12	Q 13	S 14	S 15
Atividade 1	Alvenaria externa (15º pavimento)	SIM	24	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrutura do 15º pavimento finalizada</li> <li>materiais e equipamentos (argamassa, tijolos, carro de mão, fita métrica, esquadro, colher, andaime, pincel, prumo, nível, fio)</li> <li>MOD especializada: pedreiros</li> <li>MOD não especializada: serventes</li> </ul>	SIM	24	X	X										
Atividade 2	Alvenaria externa (16º pavimento)	SIM	24	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrutura do 16º pavimento finalizada</li> <li>materiais e equipamentos (argamassa, tijolos, carro de mão, fita métrica, esquadro, colher, andaime, pincel, prumo, nível, fio)</li> <li>MOD especializada: pedreiros</li> <li>MOD não especializada: serventes</li> </ul>	SIM	48		X	X									
Atividade 3	Alvenaria interna (1º pavimento)	SIM	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrutura do 1º pavimento finalizada</li> <li>materiais e equipamentos (argamassa, tijolos, carro de mão, fita métrica, esquadro, colher, andaime, pincel, prumo, nível, fio)</li> <li>MOD especializada: pedreiros</li> <li>MOD não especializada: serventes</li> </ul>	SIM	60				X								
Atividade 4	Alvenaria interna (2º pavimento)	SIM	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrutura do 2º pavimento finalizada</li> <li>materiais e equipamentos (argamassa, tijolos, carro de mão, fita métrica, esquadro, colher, andaime, pincel, prumo, nível, fio)</li> <li>MOD especializada: pedreiros</li> <li>MOD não especializada: serventes</li> </ul>	SIM	72					X							
Atividade 5	Alvenaria interna (3º pavimento)	SIM	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrutura do 3º pavimento finalizada</li> <li>materiais e equipamentos (argamassa, tijolos, carro de mão, fita métrica, esquadro, colher, andaime, pincel, prumo, nível, fio)</li> <li>MOD especializada: pedreiros</li> <li>MOD não especializada: serventes</li> </ul>	SIM	84						X						
Atividade 6	Alvenaria interna (4º pavimento)	SIM	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrutura do 4º pavimento finalizada</li> <li>materiais e equipamentos (argamassa, tijolos, carro de mão, fita métrica, esquadro, colher, andaime, pincel, prumo, nível, fio)</li> <li>MOD especializada: pedreiros</li> <li>MOD não especializada: serventes</li> </ul>	SIM	96							X					
Atividade 7	Alvenaria interna (5º pavimento)	SIM	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>estrutura do 5º pavimento finalizada</li> <li>materiais e equipamentos (argamassa, tijolos, carro de mão, fita métrica, esquadro, colher, andaime, pincel, prumo, nível, fio)</li> <li>MOD especializada: pedreiros</li> <li>MOD não especializada: serventes</li> </ul>	SIM	108								X				

Figura 41 - Lookahead com horizonte de tempo que se inicia no dia 3/10/11

### Solicitação de mudança no projeto pelo cliente

No dia 4/10/11, uma alteração na execução da alvenaria interna que foi solicitada pelo cliente havia algumas semanas e estava sendo estudada pelo gerente do projeto, equipe de planejamento e controle e pelo projetista contratado pelo cliente foi acertada. O novo *layout* do pavimento tipo era organizado de tal forma que cada andar do edifício comercial pudesse ser alugado para três empresas diferentes. O *layout* do pavimento tipo revisado por solicitação do cliente é ilustrado de forma simplificada na Figura 42.



**Figura 42 - Layout simplificado do pavimento tipo solicitado pelo cliente**

A mudança do *layout* planejado anteriormente para o *layout* solicitado pelo cliente não implicaria em mudanças estruturais no projeto nem em mudanças no sistema de tubulações (água e esgoto).

Para executar este novo *layout* sem comprometer os prazos definidos pelo cronograma executivo, ou seja, para executar cada pavimento tipo em 12 horas (como planejado anteriormente para o antigo *layout*) seriam necessários 3 pedreiros e 5 serventes. Outra alteração demandada para execução do novo *layout* era a o aumento em 20% da quantidade de argamassa e tijolos utilizados no processo.

Frente a este novo cenário, a equipe de planejamento e controle poderia utilizar a ferramenta PlanejControle Dinâmico DDMMAA para organizar o replanejamento, como mostra a Figura 43.

DATA:  
04/10/2011

	<i>Should</i>		<i>Can</i>	<i>Will</i>		
Atividade planejada	Planejado - o que deveria ser feito	Circunstâncias atuais que demandam mudança de plano	O que pode ser feito?	Novo Plano - considerando as circunstâncias atuais, o que pode ser feito (considerando limitações de recursos)	Ações a serem tomadas para implantar novo plano	Responsáveis por cada ação definida
Execução da alvenaria interna	A execução do <i>Layout</i> antigo possuía as seguintes características: • 12 horas por pavimento • 2 pedreiros • 4 serventes	Cliente solicitou mudança no <i>Layout</i> do pavimento tipo de forma que, quando pronto, cada andar do edifício comercial poderá ser alugado para 3 diferentes empresas e não apenas 2 como previsto anteriormente	A execução do <i>Layout</i> solicitado pelo cliente possuía as seguintes características: • 12 horas por pavimento • 3 pedreiros • 5 serventes • consumo de 20% a mais de argamassa se comparado ao <i>Layout</i> antigo	A solicitação do cliente será atendida e as ações demandadas para o novo <i>Layout</i> devem ser realizadas em 3 dias a fim de se iniciar a execução de alvenaria interna na data estabelecida no cronograma executivo (7/10/11)	1) Solicitar ao empreiteiro 1 pedreiro e 1 servente a mais que o acordado anteriormente 2) Solicitar ao fornecedor 20% a mais de argamassa 3) Solicitar ao fornecedor 20% a mais de tijolos 4) Atualizar previsão de custos do projeto	Equipe de planejamento e controle responsável pelas 4 ações

**Figura 43 - Replanejamento realizado no dia 4/10/11**

Uma vez revisado o planejamento, caberia à equipe de planejamento e controle garantir as condições necessárias para executar o novo plano. Esse processo pode ser realizado utilizando-se a ferramenta “Plano de AçõesDDMMAA”, como mostrado na Figura 44.

DATA: 04/10/2011					
Ação	Objetivo da Ação	Responsável pela execução da ação	Responsável por verificar a execução da ação	Prazo máximo para execução da ação	Data de verificação
1) Solicitar ao empreiteiro 1 pedreiro e 1 servente a mais que o acordado anteriormente para os dias 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25 de Outubro (para execução da alvenaria interna dos 16 pavimentos do edifício)	Evitar ociosidade da mão de obra	Fabio (Engenheiro de Planejamento e Controle)	Antônio (Coordenador de Planejamento e Controle)	06/10/2011	06/10/2011
2) Solicitar ao fornecedor 20 % a mais de argamassa	Viabilizar execução <i>layout</i> do pavimento tipo solicitado pelo cliente	Fabio (Engenheiro de Planejamento e Controle)	Antônio (Coordenador de Planejamento e Controle)	06/10/2011	06/10/2011
3) Solicitar ao fornecedor 20% a mais de tijolos	Viabilizar execução <i>layout</i> do pavimento tipo solicitado pelo cliente	Fabio (Engenheiro de Planejamento e Controle)	Antônio (Coordenador de Planejamento e Controle)	06/10/2011	06/10/2011
4) Atualizar previsão de custos do projeto devido ao aumento de mão de obra direta (1 pedreiro e 1 servente) e de materiais (argamassa e tijolos)	Manter a previsão de custos atualizada	Ana (Engenheira de Planejamento e Controle)	Antônio (Coordenador de Planejamento e Controle)	08/10/2011	08/10/2011

**Figura 44 - Plano de Ações elaborado no dia 4/10/11**

### **Conclusão do Caso 2**

Ao contrário da fase de execução da estrutura, abordada no Caso 1, a fase de execução de alvenaria, abordada no Caso 2 permite maior flexibilidade na produção – há várias atividades no *Buffer*.

Por meio do estudo do Caso 2, foi possível vislumbrar como as ferramentas propostas no presente trabalho podem colaborar para que a equipe de planejamento e controle incorpore a lógica do *Should-Can-Will-Did* para lidar com solicitações imprevistas de clientes e definir as principais ações a serem tomadas para viabilizar o replanejamento. Desta forma, a flexibilidade no processo de planejamento e controle é mais bem explorada – a equipe de planejamento e controle se torna mais apta a analisar e a atender solicitações de mudança feitas pelo cliente – e, conseqüentemente, consegue-se oferecer maior flexibilidade de saída.

Enquanto no Caso 1 a lógica do *Last Planner* serve como um mecanismo para explorar a flexibilidade na reprogramação de atividades e realocação de recursos sem alteração no

produto final, no Caso 2 ela serve para conduzir uma revisão de operações que resultam numa alteração do produto final.

## Diretrizes para Implantação do sistema de LC na empresa

A partir do diagnóstico realizado, foram levantados vários pontos críticos a melhorar, como a falta de um programa sistematizado de *Benchmarking* e a falta de mecanismos que promovam a participação da equipe de mão de obra direta em projetos de melhoria, que não foram priorizados neste trabalho. Nas próximas seções, estes pontos são discutidos brevemente, com o intuito de colaborar com idéias para que a empresa possa planejar ações relacionadas aos pontos a melhorar levantados.

### **1.23 Discussão de pontos críticos não priorizados no presente trabalho**

#### **1.23.1 Implantação de um Processo Sistemático de *Benchmarking***

Este item está relacionado ao princípio 11 de LC – o princípio de menor grau de disseminação nos projetos analisados. Primeiramente, são apresentados alguns conceitos de *Benchmarking* e, em seguida, como estes conceitos podem ser aplicados nos projetos.

O *Benchmarking* pode ser classificado em quatro tipos (VICENTIN; GOLDFREIND, s.d.):

- ***Benchmarking Competitivo***: comparação entre a organização e seus concorrentes;
- ***Benchmarking Interno***: troca de informações entre setores de uma mesma empresa;
- ***Benchmarking Funcional***: comparação entre empresas com processos semelhantes, porém, atuantes em diferentes segmentos de mercado;
- ***Benchmarking de Processo Genérico***: comparação com processos de trabalho de excelência de empresa atuante em um segmento de mercado distinto, a fim de buscar técnicas que possam trazer inovação em alguma atividade da empresa.

A seguir, sugere-se idéias para se desenvolver um processo sistemático de cada tipo de *Benchmarking*.

#### ***Benchmarking Interno***

Periodicamente, a empresa organiza uma reunião em que representantes de todas as obras são convocados para apresentar os resultados de seus projetos. Um esforço atual, segundo um engenheiro da empresa, é que este encontro seja aproveitado também para disseminar as lições aprendidas em cada empreendimento.

Contudo, deve-se salientar que o processo de *Benchmarking* não se limita a esta reunião. Após determinar as melhores práticas, deve-se estabelecer um processo de adequação à realidade de cada projeto. Primeiramente, selecionando todas as propostas que fazem sentido no contexto em que o projeto se encontra e, posteriormente, customizando-as conforme as restrições de recursos, o porte do projeto, etc.

### ***Benchmarking* Competitivo**

Muitas vezes, a prática do *benchmarking* competitivo realizada de forma direta (através da comunicação direta com concorrentes) possui grandes dificuldades, principalmente se não houver um senso de cooperação e intercâmbio entre os *players* do mercado. Assim, uma possível saída seria fazê-lo através de instituições de classe, tais como o SINDUSCON, o Instituto Brasileiro dos Arquitetos (IAB) e o Instituto de Engenharia (IE). A idéia é que a empresa participe de eventos onde haja exposição das estratégias e melhores práticas adotadas pelo mercado.

### ***Benchmarking* Funcional e de Processo Genérico**

Sobre estes tipos de *benchmarking* não há necessidade de estruturá-los de forma periódica. Basta saber de sua possibilidade e não se limitar a analisar apenas o setor da construção civil para buscar melhorias. O presente trabalho em si é um exemplo da possibilidade de *benchmarking* funcional, uma vez que a abordagem de LC foi originada a partir de conceitos de *Lean Manufacturing*, desenvolvido na indústria automobilística.

### **1.23.2 Programa de Melhoria Contínua**

Este item está relacionado a dois pontos a melhorar identificados no diagnóstico: a equipe de produção não é polivalente e o conhecimento da equipe de produção direta é pouco explorado no planejamento da produção. A fim de diminuir a distância entre os agentes “aquele que planeja” e “aquele que possui o conhecimento empírico”, propõe-se algumas idéias, que são apresentadas a seguir.

Após cada reunião de planejamento semanal<sup>12</sup>, os encarregados devem, além de comunicar as decisões para seus subordinados, solicitar deles sugestões de melhorias no planejamento

---

<sup>12</sup> Realizada geralmente às segundas-feiras, no período da manhã e com duração de aproximadamente 3 horas, a reunião de planejamento semanal tem como objetivo validar a programação das atividades para a semana que se inicia

semanal. Caso seja necessário, o encarregado pode solicitar uma reunião extraordinária com os envolvidos no planejamento semanal para compartilhar as sugestões levantadas pela equipe de mão de obra direta.

Para tornar o planejamento semanal mais eficiente, os encarregados podem ainda discutir antecipadamente com seus subordinados sobre idéias relacionadas às próximas atividades do projeto.

Além da contribuição no planejamento semanal, é importante que a equipe de mão de obra direta possa participar no desenvolvimento de novos processos construtivos ou no aprimoramento das técnicas vigentes. E para que isso aconteça é necessário criar um ambiente propício para a colaboração.

Este ambiente pode ser facilitado com a criação de um sistema simples de recompensa (Cf. HEINECK et al., 2009). Por exemplo, cada vez que um colaborador sugerir alguma melhoria no processo que seja aplicável e que traga algum benefício concreto para a empresa, ele teria direito a escolher um número de uma rifa. No final de cada mês haveria então o sorteio da rifa, cujo prêmio não precisa ter um custo necessariamente alto, porém, garante uma retribuição simbólica da empresa aos funcionários que colaboram na melhoria contínua dos processos.

Outra idéia que pode ser aplicada nos projetos é o treinamento voluntário da equipe objetivando a polivalência. Além de cursos formais, como os oferecidos por instituições como o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), a empresa pode oferecer treinamento com sua própria equipe: após o horário do expediente por exemplo, a empresa pode ceder espaço e ferramentas e organizar aulas práticas no canteiro, permitindo um intercâmbio de conhecimento. Assim, o pedreiro poderia ensinar sobre o processo de concretagem e aprenderia sobre carpintaria, por exemplo. Desta forma, todos se beneficiam: os funcionários aumentam seu leque de competências e, portanto, sua empregabilidade, e a empresa passa a ter uma equipe mais polivalente.

### **1.23.3 Promoção da Visibilidade do Processo**

Esta ação busca facilitar a comunicação e a interação entre os diversos colaboradores no canteiro, além de evitar uma tendência à alienação no canteiro. Desta forma, colabora para explorar o conhecimento da equipe de produção direta no planejamento.

Além da eliminação de obstáculos visuais no canteiro e no escritório (Gerenciamento Visual) – medida que as obras analisadas estão conseguindo fazer com sucesso – ainda é preciso tornar inteligíveis os atributos relevantes do processo produtivo, como a divulgação das avaliações do que foi realizado x planejado na obra, índices de produtividade e escopo do planejamento semanal, de forma que todos os colaboradores estejam cientes das condições em que o projeto se encontra.

Alinhada à iniciativa de melhorar o fluxo de informações e o nível de conscientização dos funcionários, recomenda-se que o diretor responsável por determinado projeto promova reuniões periódicas com seus funcionários com o intuito de compartilhar informações da empresa e acontecimentos recentes, como já realizado no Projeto 1.

Outra medida que pode ser estimulada neste sentido é o planejamento adequado do *layout* do canteiro, especialmente em relação ao posicionamento do escritório da obra. Conforme discutido na análise do Projeto 2, um escritório bem posicionado facilita significativamente o controle visual do andamento da obra pela equipe de planejamento e controle.

### ***1.24 Pontos-chave a serem considerados na implantação do sistema de Lean Construction***

É importante lembrar que o esforço para se desenvolver as ações propostas no presente trabalho deve ser continuado mesmo após sua fase de implantação, sendo o LC uma busca constante pelo desenvolvimento da empresa e não apenas um projeto.

Visando cumprir os quatro pontos-chave da implantação de LC (KOSKELA, 1992), a empresa deverá buscar:

#### **1. Compromisso da Gerência**

A presidência, a diretoria e a gerência devem compreender esta nova filosofia de forma que passem a ser os defensores e precursores da mesma. Sua liderança é chave para que ocorram quebras de paradigmas e esforços em “tentar fazer diferente” – iniciativas raras, porém, necessárias no ambiente da construção civil.

#### **2. Foco em melhorias factíveis e mensuráveis**

Através de indicadores, deve-se identificar e divulgar para todos os colaboradores (equipe interna, fornecedores e clientes) cada melhoria na produtividade/ qualidade obtida, reconhecendo os créditos às devidas pessoas (reconhecimento do trabalho).

### **3. Envolvimento**

A filosofia de LC deve ser divulgada por toda a empresa, através de cartazes, intranet, boca-a-boca, palestras, etc. Entretanto, o mais importante é que cada funcionário não seja apenas informado, mas, sobretudo, compreenda os benefícios da nova filosofia.

### **4. Aprendizado**

O sucesso na execução das ações propostas não deve ser suficiente para saciar o desejo de buscar a implantação da abordagem de LC. Esta pressupõe um esforço contínuo. Pelo contrário, deve ser estímulo para novos aprendizados e a melhoria contínua. Assim como a empresa possui em seu histórico um intensivo programa de desenvolvimento de funcionários – por exemplo, na formação de *Project Management Professionals* – é aconselhável que ela incorpore também treinamentos relacionados à abordagem de LC.

## Conclusões e Recomendações

### ***1.25 Conclusões***

No ambiente cada vez mais competitivo em que a construção civil se encontra, especialmente no Brasil, a abordagem de LC se desponta como uma nova e promissora forma de planejar, controlar e, fundamentalmente, “ver” os projetos na construção civil. Apesar de haver exceções como *Last Planner* e LoB, a maioria dos conceitos e métodos contemplados na literatura sobre LC não são absolutamente novos. A principal contribuição da abordagem, portanto, é a apresentação de um novo paradigma que consiste na busca constante da eliminação de desperdícios e agregação de valor através da análise do processo global, de um processo de planejamento e controle mais flexível e da valorização da equipe de produção direta.

Assim, antes de buscar a incorporação das ações apresentados neste trabalho, é necessário que a organização conheça a abordagem de LC e respeite os requisitos considerados por Koskela (1992): compromisso da gerência, foco em melhorias factíveis e mensuráveis, envolvimento dos colaboradores e aprendizado. Desta forma, as ações propostas no presente trabalho não serão apenas “mais um conjunto de ferramentas e métodos”, mas, ações que estão inseridas em um contexto de assimilação dos conceitos de LC.

O presente trabalho contribui para implantação do sistema de LC na empresa objeto de estudo, uma vez que, aprofunda-se nos conceitos desta abordagem, podendo servir como referência para todos os colaboradores internos e externos à organização interessados em ampliar seus conhecimentos sobre o tema. O trabalho apresenta um diagnóstico com os principais problemas a serem solucionados na amostra de projetos definida. Finalmente, apresenta diretrizes para os primeiros passos na implantação da abordagem de LC na empresa.

Através do diagnóstico dos projetos considerados, foi possível verificar que em 9 dos 11 princípios de LC os projetos apresentam um perfil de grau de disseminação comum, tendo como principais pontos a melhorar os princípios Aumentar a flexibilidade de saída (Princípio 6), Focar o controle no processo global (Princípio 8), Introduzir melhoria contínua no processo (Princípio 9) e Aprender com referências de ponta (Princípio 11).

Além disso, o diagnóstico realizado neste trabalho mostra um quadro animador para a empresa: os três projetos apresentaram graus de disseminação satisfatórios em relação à grande parte dos princípios de LC. O que mostra que, apesar de muitos colaboradores não conhecerem os conceitos e terminologia relacionados ao LC, já aplicam alguns dos métodos e práticas apresentados na literatura. Assim, o que falta é sistematizar e disseminar essas ações.

A partir do diagnóstico e da revisão da literatura, um novo processo de planejamento e controle baseado no *Last Planner* e ferramentas foram propostos com o intuito de aumentar a flexibilidade no processo de planejamento e controle e, conseqüentemente, aumentar a flexibilidade de saída. Em seguida, algumas idéias foram discutidas para auxiliar a empresa a planejar ações referentes a outros pontos a melhorar identificados no diagnóstico.

É importante ressaltar, entretanto, que a implantação de LC não deve ser vista como um projeto com começo meio e fim que se limita à execução das ações propostas no presente trabalho, mas como um processo, uma busca constante da organização para gerar e sustentar sua vantagem competitiva.

Por fim, pode-se dizer que os objetivos propostos para este trabalho foram alcançados, uma vez que este estudo contribui para a promoção da abordagem de LC por meio da revisão da literatura; do diagnóstico das práticas de planejamento, execução e controle da empresa objeto de estudo; e das propostas formuladas, oferecendo subsídios para o planejamento da implantação do sistema de LC na empresa objeto de estudo.

### ***1.26 Recomendações***

Este trabalho de formatura se restringiu a analisar uma amostra de projetos com características específicas – edifícios comerciais de alto padrão com duração maior que treze meses localizados na região metropolitana de São Paulo e em fase de execução da fundação ou da estrutura no período da coleta de dados. Assim, a variação desses parâmetros (tipologia, localidade e duração do projeto e fase de execução analisada) pode gerar uma infinidade de objetos de estudo para futuros trabalhos sobre o tema.

Caso haja interesse em relação à continuidade deste trabalho, sugere-se a expansão das entrevistas para a equipe de mão de obra direta, que não foram contempladas neste trabalho devido à restrição do escopo de estudo adotado. Além disso, recomenda-se aprofundar a análise e elaborar ações relacionadas aos seguintes itens identificados no diagnóstico dos

projetos estudados: Mão de obra direta não polivalente, Mão de obra direta alienada e Mão de obra direta não possui mecanismos para implantação de melhorias.

Durante o diagnóstico da empresa, observou-se a importância de um agente com área de atuação que transcenda as áreas funcionais e os projetos da organização. Identificou-se o quanto a dispersão geográfica das obras pode dificultar a comunicação interna na empresa, impedindo, muitas vezes, a disseminação das melhores práticas de cada projeto. Assim, recomenda-se que as construtoras busquem promover maior integração entre suas obras, difundindo o conhecimento e as lições aprendidas entre os seus projetos.

## Referências Bibliográficas

AKKARI, A. M. P. Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MSPROJECT. Porto Alegre, 2003. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ALVES, T. C. L.; BARROS NETO, J. P. Análise Estratégica da Implantação da Filosofia Lean em Empresas Construtoras. SIMPOI, 2008.

BALLARD, G. The Last Planner System of Production Control. The University of Birmingham. 2000.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Can Project Controls Do It's Job? In: 1 ° SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE “*LEAN CONSTRUCTION*”. **Anais. 1996.**

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing Lean Construction: Understanding and Action. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. 1998.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: An Essential Step in Production Control. 1996.

BARROS NETO; J. P. Análise da Fragmentação, das Forças Competitivas e das Estratégias utilizadas pela Construção de Edificações. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. s.d.

CONTE, A. S. I. “*Lean Construction*”: O Caminho da Excelência operacional na Indústria da Construção Civil. In: “*LEAN CONSTRUCTION*”: A Construção sem Perdas, 1. 1996. **Anais.** Logical Systems.

CONTE, A. S. I. “*Lean Construction* e a Estabilização do Processo Produtivo na Construção Civil”. In: FEICON BATIMAT, 2009. São Paulo.

- COOKE, B.; WILLIAMS, P. *Construction Planning, Programming & Control*. Blackwell Publishing, 2004.
- DACOL; S. O Potencial Tecnológico da Indústria da Construção Civil: Uma Proposta de Modelo. Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis. 1996.
- DOMINGUES; S. F. *Lean Construction: Last Planner* como ferramenta de planejamento operacional visando maximizar o fluxo de trabalho. Universidade de São Paulo. 2003.
- FORMOSO; C. T. *Lean Construction: Princípios Básicos e exemplos*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Núcleo orientado para inovação da edificação. s.d.
- HEINECK, L. et al. Introdução aos conceitos Lean: Visão Geral do Assunto. SINDUSCON CE, Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). 2009.
- INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. Disponível em: <<http://www.iglc.net/>>. Acesso em: 17 nov. 2010.
- JUNQUEIRA, L. Aplicação da *Lean Construction* para redução dos custos de Produção da Casa 1.0. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2006
- KEMPENICH, S. Práticas de Produção Enxuta no Contexto da Construção e Manutenção de Redes de Distribuição de Utilidades. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2009
- KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. CIFE Technical Report, Stanford University, n.72, setembro 1992.
- KUREK, J. et al. Aplicação dos princípios *lean* ao setor de edificações: Construção enxuta – uma abordagem prática. Universidade de Passo Fundo. Editora UPF. 2006.
- LIMA JR; J. R. Gerenciamento na Construção Civil: Uma abordagem sistêmica. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1988.
- MACHADO, E. P.; GOMES, L. F. A. M.; CHAUVEL, M. A. Avaliação de Estratégias em Marketing de Serviços: um Enfoque Multicritério. São Paulo: Revista de Administração Mackenzie. 2003.

MATOS, A. Estudo do Planejamento em Linha de Balanço de uma Obra em Paredes-Painéis com Aplicações de Princípios da Construção Enxuta.

MENDES JR., R.; HEINECK, L. F. M. Preplanning Method for Multi-Story Building Construction Using Line of Balance. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. 1998.

OBATA; S. H. Indicadores de Qualidade para Estruturas de Concreto. *Exacta*, Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, v.5, n. 2, p.275-282, 2007.

PICCHI; F. A. Oportunidades de aplicação do *Lean Thinking* na construção. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.3, n.1, p. 7-23, 2003.

PMI, PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Construction Extension to a Guide to the Project Management Body of Knowledge. Newtown Square, Pennsylvania USA. 2000.

ROSENBLUM. et al. Avaliação da Mentalidade Enxuta(*Lean Thinking*) na construção civil: *Uma visão estratégica de implantação*. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. s.d.

SANTOS, M. T. S.; MOCCELLIN, J. V. O Planejamento da Produção e a Programação de Obras de Empresas Construtoras em São Carlos e Região. In: 5 ° SEMINÁRIO SOBRE “*LEAN CONSTRUCTION*”, Lean Construction Institute do Brasil. **Anais**. São Paulo: Instituto de Engenharia.

SATTY, T. The Analytic Hierarchy Process – planning, priority setting, resource allocation. New York: Mc Graw Hill, 1980.

SMITH, R. E. *Prefab: Architecture: A Guide to Modular Design and Construction*. Editora: John Wiley & Sons. 2010.

SOINI, M.; LESKELA, I.; SEPPANEN, O. Implementation of Line-of-Balance Based Scheduling and Project Control System in a Large Construction Company. In: ANNUAL

MEETING OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (12<sup>th</sup>).  
2004.

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S. **Definição do layout do canteiro de obras**. BT/PCC/177.  
Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - Departamento de Engenharia de Construção  
Civil. São Paulo: POLI/USP, 1997.

THOMAS, H. R. et al. *Benchmarking* of Labor-Intensive Construction Activities: Lean  
Construction and Fundamental Principles of Workforce Management. CIB Publication, n.276.  
International Council for Research and Innovation in Building and Construction.2002. p149.”

VICENTIN, D.; GOLDFREIND, J. Lean Seis Sigma e *Benchmarking*. Setec Consulting  
Group. s.d.

VILAS-BÔAS, B. T. Modelagem de um Programa Computacional para o sistema *Last  
Planner* de Planejamento. Universidade Federal do Paraná. 2004.

## **Referências Complementares**

GALLI, F. A. Aplicação de ferramentas para o auxílio na seleção de portfólio de projetos em empresas com projetos de inovação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2007.

LEMOS, F. Sequenciamento de centros produtivos com formação de lote considerando ocupação e atendimento de datas. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2009

## Apêndices

### Apêndice A – Linha de Balanço

Na Figura 45, são apresentados os principais elementos de um gráfico típico da LoB: o eixo vertical corresponde à variável de localização de uma atividade, que pode ser o número de pavimentos, o número de unidades habitacionais, o número de torres, entre outros; o eixo horizontal representa o tempo, que pode ser expresso em horas, dias, semanas, etc., dependendo do horizonte de tempo do projeto. Neste gráfico, cada atividade é representada por um segmento de reta cuja inclinação representa o ritmo de avanço, ou seja, a velocidade em que a atividade deve ser executada.

Segundo Soini, Leskela e Seppanen (2004), não é necessário representar todas as atividades do projeto na LoB. Um plano de produção típico da construção civil possui por volta de 30 atividades, dependendo da divisão realizada dos processos construtivos. No entanto, na LoB devem ser consideradas apenas entre 15 a 20 das atividades mais importantes. Entenda-se por importantes as atividades que possuam grandes restrições de sequenciamento no projeto (por exemplo, relação de dependência da data de início em relação à finalização de outras atividades).

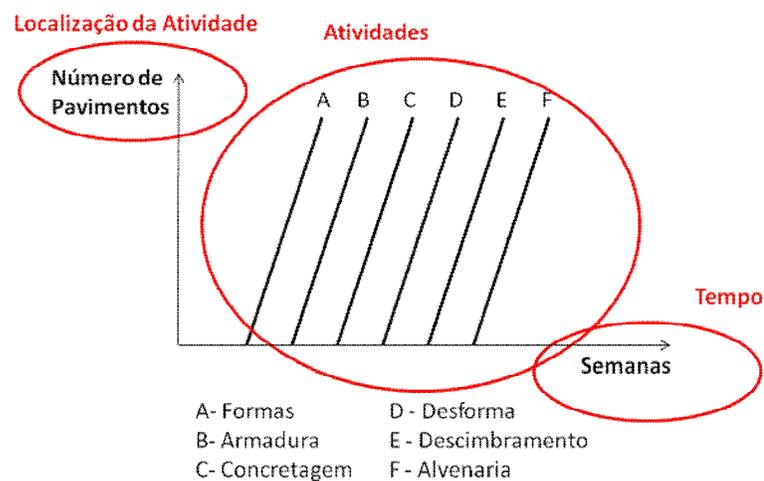
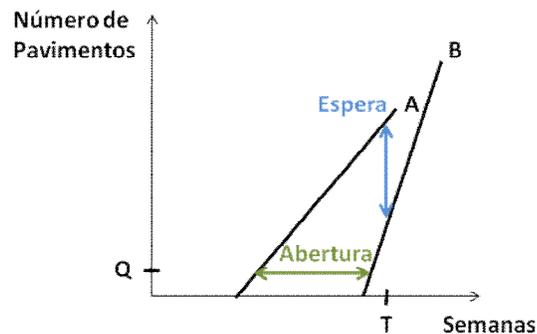


Figura 45 – Gráfico típico da LoB (adaptado de JUNQUEIRA, 2006)

A representação gráfica permite a todos os envolvidos no projeto assimilarem facilmente o planejamento da produção: que atividade está sendo realizada em determinada unidade

locacional em determinado tempo. O controle do projeto pode ser inserido no mesmo gráfico, tornando possível a comparação imediata entre real x planejado para cada atividade.

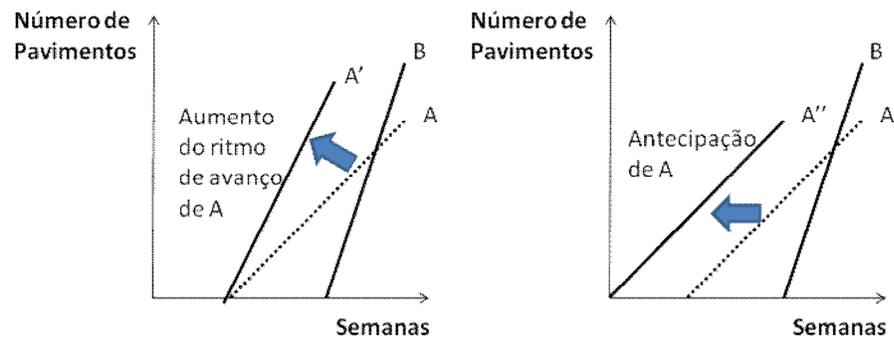
Outros dois conceitos importantes da LoB são a Espera e a Abertura. O primeiro diz respeito à quantidade de unidades em processo na fila, aguardando o início da atividade seguinte. Ou seja, para determinado instante  $T$ , a Espera será a quantidade de unidades em que a atividade A foi concluída e estão esperando pela atividade B. O segundo está relacionado ao tempo ou defasagem entre duas atividades para uma determinada quantidade de unidades. Ou seja, a abertura será o tempo necessário para a atividade B concluir o número de unidades  $Q$  após a atividade A tê-las concluído. A Figura 46 auxilia na visualização dessas medidas exibindo a Espera em azul e a Abertura em verde.



**Figura 46 – Conceitos de Espera e Abertura na LoB (JUNQUEIRA, 2006)**

A LoB, porém, não se limita apenas à representação gráfica das atividades, mas objetiva a melhor alocação dos recursos do projeto. Dessa forma, após organizar as atividades do planejamento preliminar em um gráfico, deve-se executar o balanceamento das atividades.

O balanceamento consiste na eliminação de conflitos entre atividades, ou seja, remanejamento das atividades de forma que elas não se cruzem ao longo do tempo. Esta condição pode ser buscada através da mudança de ritmo das atividades, por exemplo, aumentando-se o efetivo da obra, ou através do deslocamento de atividades no tempo (eixo horizontal), por exemplo, adiantando o início de uma ou mais atividades. Estas duas possibilidades são ilustradas na Figura 47 em que as atividades A e B se encontravam em conflito. À esquerda, o conflito foi resolvido com o aumento do ritmo de avanço da atividade A (por exemplo, com a utilização de uma tecnologia que aumenta a produtividade do processo e/ou alocação de uma equipe maior na atividade); à direita, o conflito foi solucionado antecipando a atividade A.



**Figura 47 – Formas de eliminar o conflito entre atividades**

Os principais benefícios obtidos com o balanceamento das atividades são (JUNQUEIRA, 2006):

- Reaproveitamento de equipes;
- Diminuição de interrupções e, conseqüentemente, aumento de produtividade;
- Minimização de estoques e produtos em processo;
- Melhores possibilidades de trabalho em grupo;
- Melhor divisão de atividades
- Gerência das atividades facilitada.

Apesar de ter seu uso mais recomendado para processos repetitivos, como na construção de unidades residenciais, a LoB pode se adequar também a projetos considerados não repetitivos (MENDES JR.; HEINECK, 1998). Isso ocorre, pois, independentemente da complexidade dos projetos de construção, as atividades principais e sua seqüência são as mesmas (SOINI; LESKELA; SEPPANEN, 2004).

A LoB se apresenta como uma técnica promissora para o planejamento e controle da produção. Contudo, o principal desafio a ser vencido para implantação da LoB é a resistência a mudanças por parte dos gestores, uma vez que a LoB não é apenas um *software*, mas uma nova forma de se planejar e controlar um projeto (SOINI; LESKELA; EPPANEN, 2004).

## Apêndice B - Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido

Itens de Verificação		Nx	NA*
<b>1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor</b>		<b>0,5</b>	
1.1	A obra possui um arranjo físico para armazenamento de materiais, visando minimizar a distância entre locais de descarga e os respectivos locais de utilização?	0	
1.2	Existem evidências de redução de atividades de movimentação, inspeção e espera (utilização de algum dispositivo de melhoria do fluxo do processo)?	1	
<b>2 Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente</b>		<b>0,8</b>	
2.1	São identificadas as necessidades dos clientes internos e externos?	0	
2.2	Os processos são mapeados e identificados os clientes e seus requisitos?	1	
2.3	Existe alguma forma sistemática para obter os requisitos do cliente (pesquisa de mercado e avaliações pós-ocupação)?	1	
2.4	Existe retroalimentação com projetistas, como reuniões onde são debatidos os requisitos dos clientes?	1	1
2.5	Existe planejamento das tarefas a fim de garantir requisitos dos clientes internos na sequência de atividades?	1	
<b>3 Reduzir a variabilidade</b>		<b>0,3</b>	
3.1	Existem procedimentos padronizados para execução das tarefas?	0	
3.2	Existem procedimentos padronizados para recebimento dos materiais?	1	
3.3	Existe controle da variabilidade na execução das tarefas?	0	
<b>4 Reduzir o tempo de ciclo da produção</b>		<b>0,7</b>	
4.1	Existem boas condições de trabalho, com segurança e equipamentos adequados aos operários?	0	
4.2	Existe uma divisão dos ciclos de produção (como pacotes de trabalho, conclusão de uma metragem especificada, conclusão por pavimento)?	1	
4.3	Existe alguma evidência de eliminação de atividades de fluxo que fazem parte de um ciclo de produção?	1	
<b>5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes</b>		<b>0,5</b>	
5.1	É evidenciada a utilização de elementos pré-fabricados, kits ou máquinas polivalentes no processo de produção?	0	
5.2	Existe um planejamento do processo de produção?	0	
5.3	Existe uma constante avaliação do processo, buscando a melhoria (reuniões, discussões para identificação de simplificação das operações)?	1	
5.4	Existe uma organização no canteiro com relação ao armazenamento de equipamentos e material visando eliminar ou reduzir a ocorrência de movimentação e deslocamento?	1	
<b>6 Aumentar a flexibilidade de saída</b>		<b>1,0</b>	
6.1	O produto é customizado no tempo mais tarde possível. Existem evidências?	1	
6.2	O processo construtivo permite a flexibilidade do produto, rapidamente, sem grandes ônus para a produção (como utilização de divisória de gesso acartonado, lajes planas)?	1	
6.3	As equipes de produção são polivalentes?	1	1
6.4	Existe uma minimização no tamanho dos lotes aproximando-os de sua demanda?	1	
<b>7 Aumentar a transparência do processo</b>		<b>0,5</b>	
7.1	O canteiro de obras está livre de obstáculos visuais como divisórias?	0	
7.2	No canteiro são utilizados dispositivos visuais, como cartazes, sinalização e demarcações de áreas?	0	
7.3	São empregados indicadores de desempenho que tornam visíveis atributos do processo?	1	
7.4	São empregados programas de melhoria na organização e limpeza como o programa 5S?	1	
<b>8 Focar o controle no processo global</b>		<b>1,0</b>	
8.1	A empresa faz parceria com fornecedores, no sentido de reduzir atividades que não agregam valor no momento da entrega e qualidade do material.	1	
8.2	Existem planejamento e controle da produção a fim de garantir a entrega da obra no prazo?	1	
<b>9 Introduzir melhoria contínua no processo</b>		<b>0,5</b>	
9.1	Existem evidências, exemplos de dignificação e iniciativas de apoio à mão de obra?	1	
9.2	Existem procedimentos para monitorar as ações corretivas (as causas reais) e a eliminação com ações preventivas?	0	
9.3	A gestão é participativa, são aceitas sugestões de funcionários?	0	
9.4	Utilizam-se indicadores de desempenho para monitoramento de processos?	1	
<b>10 Manter um equilíbrio entre os melhorias no fluxo e nas conversões</b>		<b>1,0</b>	
10.1	São evidenciadas práticas de melhorias nos fluxos, como o mapeamento do processo?	1	
10.2	Existe uma estratégia de ataque à obra	1	
<b>11 Referências de ponta (benchmarking)</b>		<b>0,7</b>	
11.1	A empresa conhece seus próprios processos (estão descritos e entendidos)?	1	
11.2	São evidenciados aprendizados a partir de práticas adotadas em outras empresas similares?	1	
11.3	Adapta as boas práticas encontradas na sua realidade?	0	
<b>Nota Global =</b>		<b>0,7</b>	

### Observações:

\* NA indica que o item não se aplica ao projeto que se está avaliando

A nota referente à disseminação de cada princípio é dada pela fórmula:

$$N_x = \sum P_{nx} / k_x$$

Onde,

$N_x$  é a nota da atribuída à obra em relação à disseminação do princípio  $x$

$P_{nx}$  é a nota binária (zero para não e um para sim) atribuída à obra na pergunta sobre o quesito  $n$  relacionado ao princípio  $x$

$\sum$  abrange todas as perguntas sobre os quesitos do princípio  $x$  que são aplicáveis à obra analisada

$k_x$  é número de perguntas sobre os quesitos relacionados ao princípio  $x$  que são aplicáveis à obra analisada

A nota da obra analisada é dada pela média aritmética das notas atribuídas aos princípios considerados.

**Apêndice C – Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 1**

	Itens de Verificação	Nota NA	Justificativa
1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	2,5	
1.1	A obra possui um arranjo físico para armazenamento de materiais, visando minimizar a distância entre locais de descarga e os respectivos locais de utilização?	2	Exemplo: material de planejamento logístico, que contempla posicionamento de guias e locais potenciais para armazenamento; reposicionamento do escritório no canteiro visando aumento da área de armazenamento de materiais.
1.2	Existem evidências de redução de atividades de movimentação, inspeção e espera (utilização de algum dispositivo de melhoria do fluxo do processo)?	3	Estudo de tempos dos ciclos de operação da grua - Comparação:demanda x capacidade resultou em aumento de jogos de cintas para movimentação da grua, o que diminuiu o tempo de ociosidade da mesma.
2	Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente	2,2	
2.1	São identificadas as necessidades dos clientes internos e externos?	2	Cronograma de entrega da atividade “execução da estrutura” ( <i>checklist</i> validado com cliente, deve ser aprovado pela Método e pela gerenciadora). A equipe de <i>Back office</i> estabelece os requisitos e tolerâncias de cada processo, mas poderia haver maior interação com as equipes de produção.
2.2	Os processos são mapeados identificando os clientes e seus requisitos?	2	Tratamento de parte da laje como referência do padrão de entrega final ao cliente. A aceitação do cliente é formalizada. Porém, não há mapeamento de clientes internos.
2.3	Existe alguma forma sistemática para obter os requisitos do cliente (pesquisa de mercado e avaliações pós-ocupação)?	3	Reuniões com gerenciadora e cliente (2ª feira - gerencial e 4ª feira - diretoria). Existem três torres prontas que servem como parâmetro de qualidade e verificação das lições aprendidas.
2.4	Existe retroalimentação com projetistas, como reuniões onde são debatidos os requisitos dos clientes?	2	Existe uma retroalimentação incorporada das outras torres + outras obras. Por exemplo: tomada de ar a partir do sistema de ar condicionado, gerou maior segurança e ganho econômico.
2.5	Existe planejamento das tarefas para atender os requisitos dos clientes internos na sequência de atividades?	2	Na 2ª feira, a reunião de produção dura em torno de 2h e é composta pela equipe da Método (equipe de produção +engenheiro de planejamento) + empreiteiros, Muitos conflitos devem ser resolvidos com base na negociação e alternativas técnicas (equipe noturna, discussão do processo construtivo, logística, etc.).
3	Reduzir a variabilidade	2,7	
3.1	Existem procedimentos padronizados para execução das tarefas?	3	Sim, há procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> .
3.2	Existem procedimentos padronizados para recebimento dos materiais?	3	Sim, há procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> .
3.3	Existe controle da variabilidade na execução das tarefas?	2	Sim, há procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back Office</i> que facilitam o controle de variabilidade na execução das tarefas. No entanto, o controle de variabilidade não é estudado aprofundadamente. Não há análise aprofundada por exemplo das causas que levaram à variabilidade na

			execução das tarefas.
4	Reduzir o tempo de ciclo da produção	2,7	
4.1	Existem boas condições de trabalho, com segurança e equipamentos adequados aos operários?	3	Há forte preocupação com SSMA, seguindo as diretrizes da empresa.
4.2	Existe uma divisão dos ciclos de produção (como pacotes de trabalho, conclusão de uma metragem especificada, conclusão por pavimento)?	3	Desde sua concepção, o projeto foi organizado em uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP), como propõe o PMI. Um exemplo de entregável/marco é a conclusão de determinado pavimento.
4.3	Existe alguma evidência de eliminação de atividades de fluxo que fazem parte de um ciclo de produção?	2	Evidência: Decisão por executar a fachada com painéis pré-moldados (eliminação de alvenaria + revestimento de granito <i>in loco</i> ) validado por estudo + participação cliente.
5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	2,5	
5.1	É evidenciada a utilização de elementos pré-fabricados, kits ou máquinas polivalentes no processo de produção?	2	Decisão por executar a fachada com painéis pré-moldados (eliminação de alvenaria + revestimento de granito <i>in loco</i> ) validado por estudo + participação de clientes. Há Kits de instalações (ramais de sprinkler).
5.2	Existe um planejamento do processo de produção?	3	Planejamento semanal + planejamento gerencial (revisado semanalmente, mede avanço/desempenho/desvios, etc.). Fornece a base para ata de reunião
5.3	Existe uma constante avaliação do processo, buscando a melhoria (reuniões, discussões para identificação de simplificação das operações)?	3	Avaliação semanal (reunião de produção, planejamento)
5.4	Existe uma organização no canteiro com relação ao armazenamento de equipamentos e material visando eliminar ou reduzir a ocorrência de movimentação e deslocamento?	2	Evidência: mudança do escritório para o subsolo com o intuito de tornar o espaço de armazenamento de materiais mais acessível à equipe de produção e à grua.
6	Aumentar a flexibilidade de saída	1,5	
6.1	O produto é customizado o mais tarde possível. Existem evidências?	2	Devido a restrições de espaço, busca-se um método <i>just in time</i> com uma pequena folga, <i>buffer</i> . Assim, cada insumo é adquirido ou convertido o mais tarde possível.
6.2	O processo construtivo permite a flexibilidade do produto, rapidamente, sem grandes ônus para a produção (como utilização de divisória de gesso acartonado, lajes planas)?	2	A equipe de produção busca constantemente estudar a viabilidade de uso de elementos pré-fabricados. No momento da pesquisa havia um estudo sobre a possibilidade de uso de escadas pré-moldadas.
6.3	As equipes de produção são polivalentes?	0	Via de regra não. Há apenas um caso de polivalência; um funcionário do <i>Back office</i> atua em duas áreas: de suprimentos e de produção.
6.4	Existe uma minimização no tamanho dos lotes aproximando-os das quantidades demandadas?	2	Exemplo: processo de execução em meia laje. Justificativa: inviabilidade de concretagem de laje inteira (seriam 20h de concretagem), flexibilidade (diminui ociosidade de equipes).
7	Aumentar a transparência do processo	1,5	
7.1	O canteiro de obras está livre de obstáculos visuais como	2	No escritório do canteiro há apenas divisórias baixas (exceto salas de reunião) para facilitar a comunicação entre os

	divisórias?		colaboradores.
7.2	No canteiro são utilizados dispositivos visuais, como cartazes, sinalização e demarcações de áreas?	2	Há divulgação dos indicadores de SSMA. No entanto, não há divulgação de produtividade. O que há são datas marco. Índices de produtividade associados a um banco de dados para comparação seriam bem vindos, pois facilitariam o controle da obra. Uma iniciativa que houve e a obra está reformulando é o cronograma visual, que indica o escopo e as datas correspondentes às próximas tarefas.
7.3	São empregados indicadores de desempenho que tornam visíveis atributos do processo?	1	Evidência: Estatísticas de não conformidades, elaborados pela equipe de qualidade central da Método.
7.4	São empregados programas de melhoria na organização e limpeza como o programa 5S?	1	Não segue um método específico. Há preocupação conforme exigência de SSMA.
8	Focar o controle no processo global	2,0	
8.1	A empresa faz parceria com fornecedores, com o propósito de reduzir atividades que não agregam valor no momento da entrega e assegurar a qualidade do material?	1	Evidência negativa: Por uma deficiência da empreiteira, reforçou-se a inspeção, gerando muitas vezes duplicidade. Há duplicidade em topografia (um topógrafo contratado pela empreiteira e outro pela construtora para realizar os mesmos serviços) Evidência positiva: Para o Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB), o próprio fornecedor coloca as portas para vistoria e depois as tira para que a Método possa finalizar o trabalho.
8.2	Existe planejamento e controle da produção a fim de garantir a entrega da obra no prazo?	3	Planejamento e controle adequado aos padrões da empresa (reunião de produção semanal, estratégias de execução da obra, etc.).
9	Introduzir melhoria contínua no processo	2,0	
9.1	Existem evidências, exemplos de dignificação e iniciativas de apoio à mão de obra?	2	Exemplo: formas trepantes no núcleo dos pilares da estrutura da torre - em benefício à dignificação da mão de obra, optou-se por formas pré-fabricadas ao invés das moldas <i>in loco</i> . Desta forma, os armadores não precisam mais desenvolver posturas desconfortáveis durante o processo de montagem das formas nos núcleos dos pilares, onde o espaço é bastante restrito.
9.2	Existem procedimentos para monitorar as ações corretivas (as causas reais) e a eliminação com ações preventivas?	2	Sistema Integrado de Qualidade (SIG)
9.3	A gestão é participativa, são aceitas sugestões de funcionários?	1	Exemplo: substituição de formas metálicas por madeiras para melhor manuseio, facilitando o trabalho de equipe de mão de obra direta.
9.4	Utilizam-se indicadores de desempenho para monitoramento de processos?	3	Sim, há um conjunto de indicadores que medem o desempenho do projeto, por exemplo, quantidade de homem-hora utilizada em relação à quantidade planejada para realizar determinado serviço.
10	Manter um equilíbrio entre as melhorias no fluxo e nas conversões	2,5	
10.1	Existem evidências de práticas de melhoria de fluxos, como o mapeamento do processo?	2	Sim, há preocupação constante em relação à logística. Exemplo: periferia do canteiro não é gargalo, mas como será área de estoque, preocupa-se em liberá-la brevemente, a fim de se garantir um fluxo de materiais mais adequado.

10.2	Existe uma estratégia de ataque à obra?	3	Sim, há um plano de ataque à obra estruturado, que foi concebido desde a fase de orçamento do projeto. Na fase de execução ele está sendo seguido.
11	Aprender com referências de ponta ( <i>benchmarking</i> )	1,3	
11.1	A empresa conhece seus próprios processos (estão descritos e entendidos)?	2	A equipe de <i>Back office</i> faz um acompanhamento da equipe de mão de obra direta para garantir a compreensão e a conformidade aos procedimentos da empresa.
11.2	São evidenciados aprendizados a partir de práticas adotadas em outras empresas similares?	1	O registro de lições aprendidas pode ser mais explorado. Uma iniciativa neste sentido está sendo buscada, mas ainda não é realidade.
11.3	Adapta as boas práticas encontradas na sua realidade?	1	Exemplo: o cliente teve acesso a uma obra que está utilizando mastro de concreto e apresentou como sugestão para a obra da Método. Após análise de diretores e da equipe técnica, optou-se por utilizar esta nova tecnologia.
<b>Nota Global =</b>		<b>2,1</b>	

**Apêndice D – Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 2**

	Itens de Verificação	Nota	NA	Justificativa
1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	2,0		
1.1	A obra possui um arranjo físico para armazenamento de materiais, visando minimizar a distância entre locais de descarga e os respectivos locais de utilização?	2		A limitação da área do canteiro exige a preocupação constante com a logística. Utiliza-se a periferia do canteiro para o armazenamento de materiais.
1.2	Existem evidências de redução de atividades de movimentação, inspeção e espera (utilização de algum dispositivo de melhoria do fluxo do processo)?	2		Balanceamento na utilização de recursos: Na contratação da grua, considerou-se horário extra para carga e descarga, de forma a diminuir o tempo de espera de funcionários e outros materiais.
2	Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente	2,4		
2.1	São identificadas as necessidades dos clientes internos e externos?	3		Feedback para a equipe de <i>Back office</i> que desenvolve os procedimentos da empresa, buscando cooperar na melhoria dos processos da empresa. Além disso, há Reunião semanal com cliente para alinhamento da execução da obra com as suas necessidades.
2.2	Os processos são mapeados identificando os clientes e seus requisitos?	2		Execução dos processos construtivos conforme os procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> da empresa.
2.3	Existe alguma forma sistemática para obter os requisitos do cliente (pesquisa de mercado e avaliações pós-ocupação)?	2		Há apenas o processo de pesquisa que a empresa desenvolve com seus clientes.
2.4	Existe retroalimentação com projetistas, como reuniões onde são debatidos os requisitos dos clientes?	2		O projetista é contratado pelo cliente, que é o interlocutor principal. No entanto, a obra já elaborou propostas de modificação de projeto para o projetista.
2.5	Existe planejamento das tarefas para atender os requisitos dos clientes internos na sequência de atividades?	3		Seguimento dos procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> da empresa e adaptação dos processos pelo coordenador de produção, quando necessário.
3	Reduzir a variabilidade	2,7		
3.1	Existem procedimentos padronizados para execução das tarefas?	3		Há procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> da empresa.
3.2	Existem procedimentos padronizados para recebimento dos materiais?	3		Há procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> da empresa.
3.3	Existe controle da variabilidade na execução das tarefas?	2		O controle é realizado através de uma ficha de controle.
4	Reduzir o tempo de ciclo da produção	3,0		
4.1	Existem boas condições de trabalho, com segurança e equipamentos adequados aos operários?	3		Há forte preocupação com SSMA, seguindo as diretrizes da empresa.
4.2	Existe uma divisão dos ciclos de produção (como pacotes de trabalho, conclusão de uma metragem especificada, conclusão por pavimento)?	3		Pacotes de trabalho a partir de Estrutura Analítica do Projeto (EAP).
4.3	Existe alguma evidência de eliminação de atividades de fluxo que fazem parte de um	3		Evidência de eliminação de fluxo através da implantação de tecnologias no processo

	ciclo de produção?		construtivo (forma trepante, mastro de concreto).
5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	2,8	
5.1	É evidenciada a utilização de elementos pré-fabricados, kits ou máquinas polivalentes no processo de produção?	2	Evidência: Fachada pele de vidro/ sistema silicone glazing (parcialmente pré-fabricada) objetivando a diminuição do trabalho no canteiro e o aumento da produtividade.
5.2	Existe um planejamento do processo de produção?	3	Além da estratégia de ataque à obra, definida na fase de orçamentação, há o Planejamento semanal, que detalha a primeira.
5.3	Existe uma constante avaliação do processo, buscando a melhoria (reuniões, discussões para identificação de simplificação das operações)?	3	Reuniões: equipe (quinzenal), lições aprendidas(mensal), análise e monitoramento de riscos(mensal)
5.4	Existe uma organização no canteiro com relação ao armazenamento de equipamentos e material visando eliminar ou reduzir a ocorrência de movimentação e deslocamento?	3	O armazenamento materiais está próximo às áreas de pré-montagem e dentro da área de alcance da grua.
6	Aumentar a flexibilidade de saída	1,7	
6.1	O produto é customizado o mais tarde possível. Existem evidências?	2	Busca-se uma estratégia <i>Just in time</i> , com aquisições de materiais com tempo médio de quatro dias antes de sua utilização (este tempo varia com o tipo de material, por exemplo, o recebimento do concreto é realizado apenas no instante de sua utilização)
6.2	O processo construtivo permite a flexibilidade do produto, rapidamente, sem grandes ônus para a produção (como utilização de divisória de gesso acartonado, lajes planas)?	2	Utilização de lajes planas.
6.3	As equipes de produção são polivalentes?	1	A equipe de produção é, em sua grande maioria, terceirizada, portanto o item não se aplica ao projeto.
6.4	Existe uma minimização no tamanho dos lotes aproximando-os das quantidades demandadas?	1	Os processos construtivos são orientados conforme os marcos e a estrutura analítica do projeto.
7	Aumentar a transparência do processo	2,5	
7.1	O canteiro de obras está livre de obstáculos visuais como divisórias?	3	Sim, o gerenciamento visual é facilitado no canteiro. Por exemplo, a equipe de planejamento e controle consegue acompanhar visualmente boa parte dos processos construtivos diretamente do escritório alocado no canteiro.
7.2	No canteiro são utilizados dispositivos visuais, como cartazes, sinalização e demarcações de áreas?	3	Evidências: cartazes no canteiro, indicações para facilitar o fluxo de pessoas na obra, fitas zebreadas.
7.3	São empregados indicadores de desempenho que tornam visíveis atributos do processo?	3	Indicadores do PMO, desvio de tempo, segurança do trabalho.
7.4	São empregados programas de melhoria na organização e limpeza como o programa 5S?	1	Não é seguido nenhum método formalizado como o programa 5S.
8	Focar o controle no processo global	2,0	
8.1	A empresa faz parceria com fornecedores, com o propósito de reduzir atividades que não agregam valor no momento da entrega e assegurar a qualidade do material?	1	Apesar da equipe da obra buscar medidas com este propósito, não há evidências.

8.2	Existe planejamento e controle da produção a fim de garantir a entrega da obra no prazo?	3	Sim, desde 1mês antes do início da obra, já se iniciou o contato com fornecedores, buscando-se detalhar o planejamento elaborado na fase de orçamentação.
9	Introduzir melhoria contínua no processo	2,0	
9.1	Existem evidências, exemplos de dignificação e iniciativas de apoio à mão de obra?	1	No planejamento semanal há representante do empreiteiro.
9.2	Existem procedimentos para monitorar as ações corretivas (as causas reais) e a eliminação com ações preventivas?	2	Utilização de formulário para se definir as causas dos problemas recorrentes.
9.3	A gestão é participativa, são aceitas sugestões de funcionários?	2	Apesar de não haver um processo formalizado, a equipe de produção e planejamento busca aproveitar sugestões de funcionários, fornecedores e clientes.
9.4	Utilizam-se indicadores de desempenho para monitoramento de processos?	3	A equipe de planejamento e controle utiliza vários indicadores de desempenho, como: produtividade, número de não conformidades e indicadores de custo do projeto.
10	Manter um equilíbrio entre as melhorias no fluxo e nas conversões	2,0	
10.1	Existem evidências de práticas de melhoria de fluxos, como o mapeamento do processo?	1	E execução dos processos construtivos é realizada a partir dos procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> da empresa.
10.2	Existe uma estratégia de ataque à obra?	3	Sim
11	Aprender com referências de ponta ( <i>benchmarking</i> )	1,7	
11.1	A empresa conhece seus próprios processos (estão descritos e entendidos)?	2	A equipe de produção passa a conhecer os procedimentos adotados pela empresa através de treinamentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> da empresa.
11.2	São evidenciados aprendizados a partir de práticas adotadas em outras empresas similares?	1	Contato com gerente de outras obras e a consultoria que está auxiliando no processo de certificação da ISO9001:2008 colabora com conhecimento de boas práticas. Além disso, há sugestões de fornecedores. No entanto, não há evidências de um processo formal que busque identificar e aplicar as melhores práticas no projeto.
11.3	Adapta as boas práticas encontradas na sua realidade?	2	As boas práticas, que são identificadas pontualmente, são adaptadas para o projeto, como o estudo e aprovação da utilização do mastro de concreto.
<b>Nota Global =</b>		<b>2,2</b>	

**Apêndice E – Formulário de Avaliação (KUREK et al., 2006) preenchido para o Projeto 3**

	Itens de Verificação	Nota	NA	Justificativa
1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	1,5		
1.1	A obra possui um arranjo físico para armazenamento de materiais, visando minimizar a distância entre locais de descarga e os respectivos locais de utilização?	2		O espaço de canteiro dedicado ao armazenamento de materiais é limitado, por isso, busca-se diminuir a distância entre locais de carga e descarga quando possível.
1.2	Existem evidências de redução de atividades de movimentação, inspeção e espera (utilização de algum dispositivo de melhoria do fluxo do processo)?	1		A equipe busca organizar sugestões para futuras melhorias, mas não há evidência de mudança efetiva.
2	Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente	2,0		
2.1	São identificadas as necessidades dos clientes internos e externos?	2		Principalmente dos clientes externos: através de reuniões periódicas.
2.2	Os processos são mapeados identificando os clientes e seus requisitos?	2		Há um mapeamento dos processos construtivos realizados pela equipe de <i>Back office</i> da empresa.
2.3	Existe alguma forma sistemática para obter os requisitos do cliente (pesquisa de mercado e avaliações pós-ocupação)?	2		Iniciativas do escritório central (pesquisa periódica de satisfação dos clientes)
2.4	Existe retroalimentação com projetistas, como reuniões onde são debatidos os requisitos dos clientes?		1	A gerenciadora que faz esta interface.
2.5	Existe planejamento das tarefas para atender os requisitos dos clientes internos na sequência de atividades?	2		Por exemplo, a equipe de planejamento e controle busca garantir que os dados enviados para Suprimentos e departamento financeiro (clientes internos) sejam confiáveis.
3	Reduzir a variabilidade	2,3		
3.1	Existem procedimentos padronizados para execução das tarefas?	3		Utilização dos procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> da empresa.
3.2	Existem procedimentos padronizados para recebimento dos materiais?	2		Utilização dos procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> da empresa. No entanto, o processo de conferência de material ainda não é padronizado.
3.3	Existe controle da variabilidade na execução das tarefas?	2		Indicações na ficha dos procedimentos elaborados pela equipe de <i>Back office</i> da empresa (ensaio do concreto, etc.).
4	Reduzir o tempo de ciclo da produção	2,7		
4.1	Existem boas condições de trabalho, com segurança e equipamentos adequados aos operários?	3		Há forte preocupação com SSMA, seguindo as diretrizes da empresa.
4.2	Existe uma divisão dos ciclos de produção (como pacotes de trabalho, conclusão de uma metragem especificada, conclusão por pavimento)?	3		O planejamento da produção e a contratação de serviços são realizadas por pacotes de serviços/ produção.
4.3	Existe alguma evidência de eliminação de atividades de fluxo que fazem parte de um ciclo de produção?	2		Na fase em que o projeto se encontra (execução da fundação) ainda as evidências de eliminação de atividades de fluxo são pontuais.

5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	2,5	
5.1	É evidenciada a utilização de elementos pré-fabricados, kits ou máquinas polivalentes no processo de produção?	2	Na fachada, provavelmente serão utilizadas placas pré-fabricadas.
5.2	Existe um planejamento do processo de produção?	3	Planejamento semanal a partir do cronograma.
5.3	Existe uma constante avaliação do processo, buscando a melhoria (reuniões, discussões para identificação de simplificação das operações)?	3	Reuniões semanais envolvendo equipe de planejamento e controle, equipe de produção e fornecedores.
5.4	Existe uma organização no canteiro com relação ao armazenamento de equipamentos e material visando eliminar ou reduzir a ocorrência de movimentação e deslocamento?	2	Preocupação constante na obra, devido às limitações de espaço.
6	Aumentar a flexibilidade de saída	2,0	
6.1	O produto é customizado o mais tarde possível. Existem evidências?	2	Exemplo: Elementos de madeira para atender as necessidades do canteiro (produzidos na hora de sua utilização).
6.2	O processo construtivo permite a flexibilidade do produto, rapidamente, sem grandes ônus para a produção (como utilização de divisória de gesso acartonado, lajes planas)?	3	Utilização de Processos paralelos (ocorrem simultaneamente).
6.3	As equipes de produção são polivalentes?	1	Mão de obra terceirizada.
6.4	Existe uma minimização no tamanho dos lotes aproximando-os das quantidades demandadas?	1	Sem evidências.
7	Aumentar a transparência do processo	2,5	
7.1	O canteiro de obras está livre de obstáculos visuais como divisórias?	3	Sim.
7.2	No canteiro são utilizados dispositivos visuais, como cartazes, sinalização e demarcações de áreas?	2	Evidências: Indicação de movimentação de equipamento, indicação de caminhos para circulação, demarcação de áreas escavadas, etc.
7.3	São empregados indicadores de desempenho que tornam visíveis atributos do processo?	3	Indicadores utilizados: perda de concreto, produtividade na retirada de terra, número de caminhões que chegam ao canteiro por dia, etc.
7.4	São empregados programas de melhoria na organização e limpeza como o programa 5S?	2	Limpeza terceirizada. Em relação á organização, há um esforço neste sentido, mas sem seguir um método específico.
8	Focar o controle no processo global	1,5	
8.1	A empresa faz parceria com fornecedores, com o propósito de reduzir atividades que não agregam valor no momento da entrega e assegurar a qualidade do material?	0	Esse tipo de análise não ocorre com essa profundidade. Pequenos ajustes são feitos em casos particulares.
8.2	Existe planejamento e controle da produção a fim de garantir a entrega da obra no prazo?	3	As atividades são planejadas com alto nível de detalhe. Além disso, a equipe de planejamento e controle se mostrou apta a lidar mudanças inesperadas durante a execução do projeto, como mudar a estratégia de produção após encontrar uma rocha no canteiro.
9	Introduzir melhoria contínua no processo	1,5	
9.1	Existem evidências, exemplos de dignificação e iniciativas de apoio à mão de obra?	1	A empresa já teve essa cultura no passado, mas como ficou um grande período sem mão de obra própria (voltou a ter mão de obra própria em 2010 em alguns projetos), tem sua atuação nesse sentido reduzida a iniciativas pontuais.

9.2	Existem procedimentos para monitorar as ações corretivas (as causas reais) e a eliminação com ações preventivas?	1	Os movimentos são pontuais e não são planejados previamente. Na sua maioria são reativos.
9.3	A gestão é participativa, são aceitas sugestões de funcionários?	2	São chamados profissionais de diversas áreas e de vários níveis da hierarquia para propor melhorias.
9.4	Utilizam-se indicadores de desempenho para monitoramento de processos?	2	Apesar de possuir vários indicadores, nem todos os processos são monitorados ainda.
10	Manter um equilíbrio entre as melhorias no fluxo e nas conversões	2,5	
10.1	Existem evidências de práticas de melhoria de fluxos, como o mapeamento do processo?	2	Os processos estão sendo mapeados para a implantação das normas de qualidade.
10.2	Existe uma estratégia de ataque à obra?	3	O plano de ataque da obra é definido na fase de orçamentação e adaptado pela equipe mobilizada para a obra segundo as condições atuais de produção.
11	Aprender com referências de ponta ( <i>benchmarking</i> )	1,3	
11.1	A empresa conhece seus próprios processos (estão descritos e entendidos)?	3	Os processos estão sendo formalizados para a implantação de normas certificadas externamente.
11.2	São evidenciados aprendizados a partir de práticas adotadas em outras empresas similares?	0	A empresa prefere adotar suas próprias práticas, não havendo evidências concretas de um processo formalizado para aproveitamento de práticas externas.
11.3	Adapta as boas práticas encontradas na sua realidade?	1	A adaptabilidade faz parte da rotina das equipes de planejamento e controle e de produção, que se mostram bastante flexíveis.
<b>Nota Global =</b>		<b>2,0</b>	

### ***Apêndice F – Aumento de cintas como solução para diminuir o tempo de espera da grua***

Um estudo realizado no Projeto 1 mostrou que era viável a compra de cintas de grua adicionais. Dessa forma, enquanto a grua estava em operação, transportando um material, o próximo material a ser transportado já era preparado com outra cinta. A Figura 48 ilustra a utilização das cintas de grua – destacadas na cor rosa – para envolver um material que será transportado pela grua.



**Figura 48 – Esquema ilustrativo da utilização das cintas de grua**

O tempo economizado de grua, ou seja, o tempo em que a grua ficava esperando o próximo material ser preparado e que agora foi eliminado representou ganhos financeiros consideráveis. Os parâmetros para cálculo do benefício econômico desta medida são apresentados na Tabela 11. O montante de **R\$105 mil**, resultado da multiplicação dos parâmetros na Tabela 11 representa o benefício financeiro desta medida. O custo para implantação dessa ação pode ser considerado nulo, pois as cintas de grua devem ser compradas periodicamente. A única modificação seria a antecipação da aquisição de uma cinta, porém, ao final do projeto o número de cintas adquiridos será o mesmo que seria se a ação não fosse implantada.

**Tabela 11 – Premissas e Total do Potencial de Ganhos Financeiros com a Economia de Tempo de Grua**

<b>Economia de tempo de grua</b>			<b>Fonte</b>
Tempo economizado de grua	0,75	h/d	baseado em números reais da empresa
Duração média de um edifício	1,5	ano/projeto	

comercial de alto padrão			
Custo de hora da grua	300	R\$/h	Revista Técnica: <a href="http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/158/imprime174031.asp">http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/158/imprime174031.asp</a> <sup>13</sup>
Mês	26	d/mês	
Ano	12	meses/ano	
<b>Potencial de Ganho Total</b>	<b>105.300</b>	<b>R\$/projeto</b>	

Vale ressaltar que o benefício desta ação pode variar de projeto para projeto, dependendo do tempo de utilização de grua no projeto e do custo de hora da grua.

<sup>13</sup> Acessado em outubro de 2010

## ***Apêndice G –Mastro de Concreto***

O mastro de concreto é uma tecnologia recente (menos de cinco obras o estavam utilizando no Brasil em julho de 2010, segundo a KAIOWA, fornecedora exclusiva do equipamento até então).

As principais vantagens do mastro de concreto são:

- Maior produtividade na concretagem
- Redução da ociosidade de MOD
- Preservação das armaduras (sem arraste de mangote) / estrutura mais íntegra: melhora a qualidade e diminui o retrabalho
- Redução do tempo de grua demandado no projeto (a grua passa a ser desnecessária para a concretagem de pilares)
- Eliminação da montagem e desmontagem de tubulação

Na Figura 49, é possível notar a redução de efetivo necessário<sup>14</sup> em uma das concretagens realizadas no Projeto 2. Especificamente na concretagem que estava sendo realizada no instante da foto: é necessário apenas um operário para guiar a saída de concreto do mastro; um operário com o vibrador, responsável pelo “espalhamento do concreto” (termo utilizado pelos engenheiros e operários no canteiro) e um profissional responsável por orientar o mastro de concreto através de um *joystick*.



**Figura 49 – Mastro de concreto em ação**

---

<sup>14</sup> O efetivo necessário para concretagem com o mastro de concreto pode variar com as características da obra.