

## **Monografia**

# **" ANÁLISE DO PROCESSO DE MOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS UTILIZANDO OS CONCEITOS DE CONSTRUÇÃO ENXUTA EM UMA OBRA EM BELO HORIZONTE."**

Autora: Liliane A. dos Santos Lima

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Sidnea Eliane Campos Ribeiro

Belo Horizonte

Julho/2015

Liliane A. dos Santos Lima

**" ANÁLISE DO PROCESSO DE MOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS  
UTILIZANDO OS CONCEITOS DE CONSTRUÇÃO ENXUTA EM UMA OBRA  
EM BELO HORIZONTE."**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização  
em Construção Civil da Escola de Engenharia da  
Universidade Federal de Minas Gerais.

Ênfase: Planejamento, Gestão e Gerenciamento de  
Obras.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Sidnea Eliane Campos Ribeiro

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2015

L732a

Lima, Liliâne Aparecida dos Santos.

Análise do processo de mobilização do canteiro de obras utilizando os conceitos de construção enxuta em uma obra em Belo Horizonte [manuscrito] / Liliâne Aparecida dos Santos Lima. - 2015. xi, 74 f., enc.: il.

Orientadora: Sidnea Eliane Campos Ribeiro.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.

Anexos: f.58-63.

Inclui bibliografia.

1. Construção civil. I. Ribeiro, Sidnea Eliane Campos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69

Dedico este trabalho a minha mãe pelo apoio e amor incondicional na busca de meus objetivos me incentivando todos os dias em ter muita vontade e determinação. Sempre me dizendo que sou capaz no instante que me disponho a dar o meu melhor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao meu Paizinho Amado, meu Deus, por ter me permitido chegar até aqui, podendo desfrutar da vida com alegria, coragem e vontade.

A professora Sidnea Ribeiro, por sua atenção, disposição, ajuda e cuidado no desenvolvimento desta monografia.

A professora Maria Tereza, pelas manhãs e tardes de sábados agradabilíssimas, nos ensinando não apenas teorias e técnicas de engenharia e ciências, mas principalmente por nos passar valores humanos, olhar para o próximo e fazer a diferença no mundo contribuindo com o melhor de nós.

Aos demais professores do curso, que muito contribuíram para a minha formação. Aos meus diretores Gilberto Moreira e João Maurício, pela confiança, apoio e ensinamentos para meu crescimento profissional.

A minha equipe de trabalho das obras e escritório central, pelas amizades eternas, verdadeiras, que marcaram minha vida para sempre e por toda a experiência que tenho adquirido em minha caminhada profissional.

Aos meus pais, Carlos José Albertoni Lima e Lúcia Helena dos Santos Lima, que me educaram com muito amor e atenção, me ensinando e apoiando a trilhar o caminho que percorri, com muita energia e força de vontade para alcançar meus sonhos.

À minha irmã, Letícia Maria dos Santos Lima, pelo amor incondicional, pelos momentos de descontração e infinitas risadas que somente irmãs podem vivenciar.

Ao meu cunhado, Antônio Carlos Mamedes, pela amizade disponibilizada.

Aos demais familiares, que em seus pensamentos desejam o melhor para mim.

As amigas especiais, Dalva, Mara Isa e Marcia, que com sua amizade, carinho, noites sem dormir estudando ou brincando, me apoiaram e desejaram o melhor, e com isso fui capaz de chegar onde estou hoje.

A uma pessoa que chegou em minha vida e que em pouco tempo de convívio tem demonstrado cuidado e desejado que eu alcance voôs cada vez mais altos.

## RESUMO

O trabalho apresentado pretende mostrar que o processo de mobilização de obra depende diretamente da integração e compatibilidade dos projetos, de forma que os recursos necessários sejam disponibilizados no prazo e quantidades ideais para execução dos serviços, garantindo a qualidade da obra, evitando que este período seja marcado pela desorganização, descontinuidade de serviços, fluxos erráticos, sobreposição de atividades, retrabalhos, baixa qualidade do produto final, custos adicionais com manutenção, descontentamento de clientes e diminuição da credibilidade das construtoras. Tomando como base para o estudo de caso uma obra na cidade de Belo Horizonte, far-se-a uso de registro fotográfico, ilustrações comparativas de serviços previstos e executados no decorrer do período da obra, analisando os custos adicionais com retrabalhos através das medições da empresa e resultados mensais da obra, bem como realizando uma análise evolutiva da obra em comparação a distribuição normal percentual e acumulada dos recursos por período de duração de um projeto padrão, averiguando a existência dos problemas durante e após a conclusão da execução do empreendimento. Embasando essas verificações, foram utilizados os princípios da Construção Enxuta, comparando-os criticamente com as informações obtidas no decorrer do estudo de caso, expondo as contradições e constatando a importância de se ter uma equipe bem integrada na elaboração do projeto e o setor de planejamento da empresa de forma que as etapas da obra tenham um fluxo contínuo. Realizada a análise destes conceitos e o exposto no relatório fotográfico, verificou-se que o processo de mobilização da obra e a falta de integração dos projetos apresentam características não condizentes com os requisitos necessários para ser um processo enxuto, principalmente pela perda do controle das atividades, retrabalhos e custos adicionais com os mesmos.

Palavras-chave: *lean production*, mobilização de obra, construção enxuta.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE GRÁFICOS .....	x
LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO .....	4
2.1 Objetivo geral .....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 O processo de mobilização de obra .....	5
3.2 Histórico da Produção Enxuta .....	8
3.2.1 O Sistema Toyota de Produção (STP) .....	8
3.2.2 Just-in-time (JIT) .....	10
3.2.3 Jidoka ou Autonomiação .....	12
3.2.4 Kaisen .....	12
3.2.5 Padronização .....	13
3.2.6 Estabilidade.....	15
3.3 A Construção Enxuta .....	17
3.3.1 Conceitos da Construção Enxuta .....	17
3.3.2 Princípios da Construção Enxuta .....	19
4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO – ESTUDO DE CASO .....	31
4.1 Apresentação da construtora e da obra analisada .....	31
4.2 Pressupostos para realização do estudo de caso .....	32

4.2.1	Período mobilização do canteiro de obra .....	32
4.2.2	Registro fotográfico dos problemas.....	33
4.2.3	Comparação entre planejamento previsto e real.....	33
4.2.4	Custos adicionais com retrabalho .....	34
4.3	Apresentação do registro fotográfico dos problemas .....	35
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	48
5.1	Análise comparativa entre planejamento previsto e real .....	48
5.2	Análise dos custos adicionais com retrabalho.....	51
6.	CONCLUSÕES .....	53
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
8.	ANEXOS .....	58
	ANEXO A - Ilustração da implantação da obra do estudo de caso – 1ª	
	Passarela.....	58
	ANEXO B - Ilustração da implantação da obra do estudo de caso – 2ª	
	Passarela.....	59
	ANEXO C - Ilustração da implantação da obra do estudo de caso – 3ª	
	Passarela.....	60
	ANEXO D – Cronograma inicial em excel. ....	61
	ANEXO E – Cronograma real da obra em MS-Project – Planejamento a longo prazo.....	62
	ANEXO F – Planejamento de curto prazo da obra. ....	63



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferenças da filosofia de liderança tradicional e a <i>Lean</i> .....	8
Figura 2– Equação definida por Taiichi Ohno sobre o desperdício.....	10
Figura 3 – Imagem básica da produção enxuta.....	11
Figura 4 – Relacionamento entre os Cinco Sentidos – Atividades cíclicas. ....	16
Figura 5 – Diferentes níveis da Construção Enxuta. ....	18
Figura 6 – Redução de atividades que não agregam valor. ....	20
Figura 7– Tempo de ciclo pode ser progressivamente comprimido através da eliminação de atividades que não agregam valor e redução de variabilidade. ....	21
Figura 8 – Exemplo de variabilidade – Edifício sem pavimento tipo.....	22
Figura 9 – Elementos pré-moldados – redução de etapas no processo produtivo. .....	24
Figura 10 – Exemplo de flexibilidade – uso de Dry Wall. ....	25
Figura 11 – Transparência nos processos construtivos – Quadro Gestão à Vista. .....	26
Figura 12 – Esquema básico de Planejamento, Monitoramento e Controle. ....	27
Figura 13 – Boas práticas para evitar acidentes como prensamento das mãos. .	28
Figura 14 – Layout de canteiro para fabricação de concreto. ....	29
Figura 15 – Fases para implementação de um processo de Benchmarking. ....	30
Figura 16 – Viga de concreto interferindo com o bloco de fundação. ....	36
Figura 17 – Tubulação de drenagem pluvial interferindo no bloco de fundação. .	37
Figura 18 – Laje construída para sobrepor a tubulação de drenagem pluvial que interferia com o bloco de fundação.....	38

Figura 19 – Equipamentos parados aguardando liberação. ....	39
Figura 20 – Encaixe fora de alinhamento entre a fundação (base de apoio) com a peça pré-moldada de escada. ....	40
Figura 21 – Recortes de peças de gradis não previsto. ....	41
Figura 22 – Falta de peças de guarda-corpo incompatibilidade de projeto. ....	42
Figura 23 – Falha no projeto de guarda-corpo no encaixe da sequência de montagem. ....	43
Figura 24 – Falha de fluxo errático da execução de tubulação elétrica. ....	44
Figura 25 – Falha no encaixe das peças pré-moldadas na base de apoio. ....	45
Figura 26 – Falha no encaixe das peças pré-moldadas na base de apoio. ....	46
Figura 27 – Retrabalho na execução de uma viga de apoio para a peça pré-moldada. ....	47
Figura 28 – Cronograma inicial dos quatro primeiros meses, referente ao período de mobilização da obra. ....	49
Figura 29 – Cronograma real do período de mobilização da obra e elaboração dos projetos. ....	50
Figura 30 – Dados percentuais da evolução real da obra em comparação com a distribuição normal padronizada. ....	51

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Medição x Custo Mensal.....	34
Gráfico 2– Resultado da Obra. ....	35
Gráfico 3– Análise Evolutiva da Obra.....	35

## **LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS**

PAC = Programa de Aceleração do Crescimento (Brasil)

CIFE = Center for Integrated Facility Engineering, Califórnia (EUA)

IMVP = International Motor Vehicle Program, Massachusetts (EUA)

IGLC = Internacional Group for Lean Construction, Califórnia (EUA)

JIT = Just-in-time (Japão)

STP = Sistema Toyota de Produção (Japão)

QFD = Quality Function Deployment (Japão)

BM = Benchmarking (EUA)

GAP = Lacuna, vão, brecha (palavra inglesa)

VDT = Viga de transposição

PCP = Planejamento a Curto Prazo

PLP = Planejamento a Longo Prazo

## 1. INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil tem passado por uma crise acentuada no Brasil, onde as estatísticas mostram que pela primeira vez deste 2013, mais vagas foram fechadas do que abertas no setor da construção. Segundo Fariello, 2015, o cenário vem se agravando principalmente nas obras públicas federais, fortemente afetadas pelos cortes no orçamento do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e devido à crise financeira nas construtoras, algumas atingidas pela Operação Lava-Jato. Na busca por melhorias, os escritórios de engenharia e os canteiros de obras têm implantado novas filosofias de gestão. Aguiar (2012), cita que com o surgimento desses novos conceitos de gestão, alguns métodos e técnicas dos ambientes produtivos industriais, como a *Lean Production* e a *Lean System*, estão sendo aplicados na construção civil.

Esta filosofia de gestão da produção, voltada a obras civis, é relativamente nova, e surgiu com o trabalho do pesquisador finlandês Koskela em 1992, com a apresentação do trabalho – *Application of the New Production Philosophy to Construction*, publicado pelo CIFE – *Center for Integrated Facility Engineering*, ligado à Universidade de Stanford, EUA. Neste relatório Koskela desafia os profissionais de construção a quebrar seus paradigmas de gestão e adaptar as técnicas e ferramentas desenvolvidas com sucesso no Sistema Toyota de Produção (*Lean Production*), lançando assim as bases dessa nova filosofia por meio de adaptação dos conceitos de fluxo e geração de valor presentes no pensamento enxuto (*Lean Thinking*) à construção civil, a qual foi chamada de *Lean Construction*.

Segundo Souza (2011), os principais problemas relativos a eficiência e qualidade das obras civis estão originalmente nos setores gerenciais do empreendimento. Neste contexto, a utilização da *Lean Construction* na Construção Civil vem para corrigir e melhorar os processos da produção, planejamento e orçamento das obras. Vasconcelos (2010), ressalta que a aplicação desta filosofia no processo

de gestão das obras, viabiliza a realização de um processo simples, organizado, produtivo, com poucas perdas, transparente e mais rentável. Uma maneira de se gerir adequadamente uma obra, de modo a evitar os problemas gerados pelo descontrole.

A expressão *Lean Production*, segundo Andrade (2014), foi definida pelo pesquisador John Krafcik do IMVP – *International Motor Vehicle Program*, entendendo “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação a produção em massa. Resultando em menos defeitos no processo de fabricação, com uma maior e crescente produção e uma variedade de produtos.

Anualmente, pesquisadores mundiais do IGLC – *Internacional Group for Lean Construction*, formado para pesquisas sobre a *Lean Construction*, se reúnem para discutir os avanços deste conceito para o Sistema de Gestão da Produção no Setor da Construção Civil.

Baseado nos princípios da *Lean Production*, este trabalho pretende proporcionar uma visão holística do empreendimento, buscando a racionalização da produção nos canteiros de obras, com foco principal no combate ao desperdício em todas as formas, minimizando atividades que representam aumento de custo e retrabalho.

Pensando em manter procedimentos de controle eficazes, este trabalho visa estudar os principais problemas que surgem no processo de mobilização de obra, oriundos da dificuldade de interação da etapa de orçamento e planejamento, com a execução da obra devido a prazos acordados entre contratada e cliente extremamente apertados, onde deve-se examinar como os conceitos da Construção Enxuta poderiam ter sido aplicados na melhoria desta etapa de implantação do canteiro de obras, fazendo uso de estudos teóricos e de caso de uma obra de construção de três passarelas de pedestres em concreto pré-moldado no município de Belo Horizonte. Esta pesquisa faz-se importante para

aprimorar os conhecimentos de gestão, interação entre as fases de concretização de um empreendimento, possibilitando obter um controle mais eficiente nesta fase da obra.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o andamento do processo de mobilização da obra de construção de três passarelas de pedestres em concreto pré-moldado e os efeitos da implantação dos princípios da Construção Enxuta (*Lean Construction*) na produtividade e qualidade da obra que está sendo analisada.

### **2.2 Objetivos específicos**

Como objetivos específicos, este trabalho aborda os itens enumerados a seguir:

- Realizar revisão bibliográfica dos modelos de produção aplicados na Indústria da Construção Civil, comparando-os e verificando os pontos que precisam se adequar à realidade dos problemas enfrentados atualmente pelo setor;
- Propor metodologia para aplicar os conceitos da filosofia *Lean Construction*, em obras de construção pesada de forma a avaliar prováveis benefícios que possam surgir com a implantação deste método;
- Mencionar as razões da implementação de um modelo estratégico de gestão da produção;
- Realizar um estudo de caso, em uma obra onde foram construídas três passarelas de pedestre em concreto pré-moldado, duas na cidade de Belo Horizonte e uma no município de Sabará, MG, avaliando a metodologia da Construção Enxuta;
- Propor possíveis mudanças ou procedimentos que poderiam melhorar o engajamento da equipe de obra, produtividade e qualidade do empreendimento baseado nos conceitos da *Lean Construction* no estudo de caso realizado.



### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apresentar-se-a uma sucinta descrição da realidade do processo de mobilização da Indústria da Construção Civil, bem como um histórico da Produção Enxuta (*Lean Production*), que é um modelo que serviu de embasamento para o surgimento dos conceitos e princípios da Construção Enxuta (*Lean Construction*), para que seja adequadamente entendida esta filosofia na avaliação das características específicas da gestão de planejamento na Construção Civil.

#### 3.1 O processo de mobilização de obra

Saurin (1997) descreve:

A indústria da construção civil, em especial o subsetor de edificações, é frequentemente citada como exemplo de setor atrasado, com baixos índices de produtividade e elevados percentuais de desperdício de recursos, apresentando, em geral, desempenho inferior a indústria de transformação.

O processo de mobilização de obra é fundamental para se iniciar a execução da obra, pois nesta fase serão definidos o local mais adequado para implantação do canteiro, a contratação dos equipamentos e da mão-de-obra necessários para construção do empreendimento. Segundo Handa (1988) *apud* Saurin (1997), o planejamento do canteiro de obras para muitos engenheiros é um processo que deve ser feito na própria obra. Saurin (1997) continua a indagar que tal atitude geram consequências como uma situação visível de desordem e desorganização dos canteiros, carecendo da aplicação de princípios básicos de organização e segurança, criando uma imagem negativa da empresa para o cliente e o perfil da empresa no mercado fica longe do positivo.

Segundo Tommelein (1992), um erro bastante comum e que gera grandes consequências no planejamento do empreendimento é tratar a etapa de mobilização do canteiro como independente das outras etapas da construção como a programação e planejamento da obra. E afirma ainda que, apesar do reconhecimento da importância do planejamento do canteiro na eficiência das

operações, cumprimento dos prazos, custos e qualidade da construção, os gerentes geralmente aprendem a realizar tal atividades somente através da tentativa e erro, ao longo de muitos anos de trabalho, gerando muitas vezes retrabalho de atividades e desperdício de materiais.

Devido a tal dificuldade, de interação do planejamento do canteiro com o planejamento da obra propriamente dito, Laufer (1990) lista os diversos motivos de possuir um planejamento bem programado antes de iniciar a obra:

- Compreender melhor os objetivos para aumentar a possibilidade de alcançá-los;
- Definir o trabalho necessário para habilitar cada participante do empreendimento a identificar e planejar suas atividades;
- Desenvolver uma referência básica para um processo de orçamentação e programação;
- Melhorar a coordenação e integração multi-nível (vertical), multi-funcional (horizontal), além de produzir informações para a tomada de decisões mais consistentes;
- Evitar decisões errôneas para projetos futuros, através da análise do impacto das decisões atuais;
- Melhorar o desempenho da produção através da consideração e análise de processos alternativos;
- Aumentar a velocidade de resposta para mudanças futuras;
- Fornecer padrões para monitorar, revisar e controlar a execução do empreendimento;
- Explorar a experiência acumulada do gerenciamento e execução de empreendimentos, em um processo de aprendizagem sistemático.

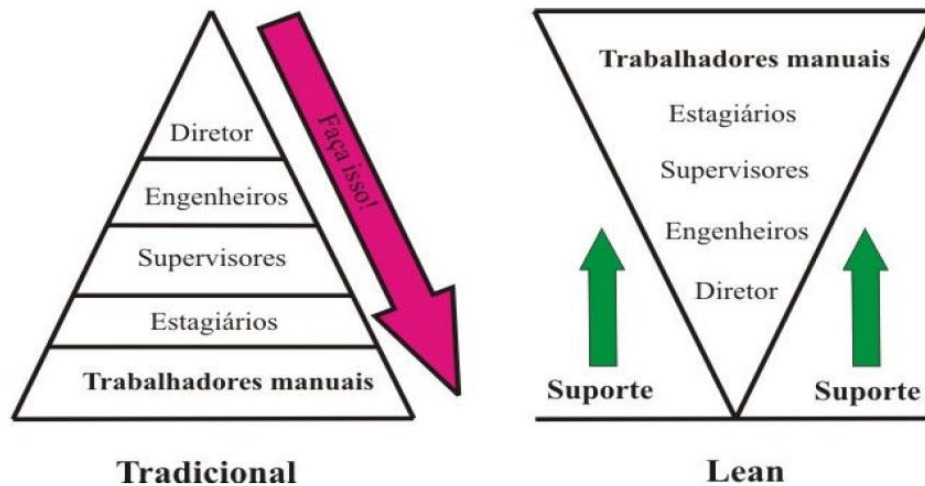
Segundo Skoyles (1987), é ponto pacífico que um estudo criterioso do *layout* e da logística do canteiro deve estar entre as primeiras ações para que sejam bem aproveitados todos os recursos materiais e humanos empregados na obra,

qualquer que seja seu porte. Assim, observa-se que o planejamento do canteiro deveria ser feito antecipadamente ao início da obra, obedecendo a uma abordagem sistemática afim de o integrar ao planejamento e programação global da construção. Entretanto, conforme a bibliografia da área afirma e o senso comum reitera, esta não é a prática usual, cabendo aos gerentes reconhecer a necessidade de mudança da mentalidade atual e dedicar mais atenção ao planejamento do canteiro (SAURIN, 1997).

Desta forma pode se constatar a importância da postura da liderança no processo de planejamento dos canteiros de obra, conforme ressalta Costa (2007), existe duas filosofias piramidais, a tradicional e a construção enxuta, onde a primeira é embasada no princípio da ordem vir de cima, na forma de comando e controle. Já a filosofia *Lean* é a pirâmide invertida, de modo que os trabalhadores manuais estejam no alto e sejam suportados pelos seus superiores, assim, esse é o papel que será o foco do comportamento da Liderança Enxuta. Segundo Orr (2005), a liderança enxuta é o elo que falta entre as soluções teóricas e as aplicações práticas. A utilização da Liderança Enxuta é o diferencial das tentativas superficiais de implementações da *Lean*, onde as ferramentas e as técnicas são evidentes, mas os comportamentos não mudam.

Na figura 1 encontra-se representada as filosofias citadas por Costa (2007), mostrando a diferença dos dois pensamentos o convencional e o *Lean*. Ainda, observando a figura 1, Vasconcelos (2010) averigua que o modo tradicional baseia-se na ação direta oriunda da obediência ofuscada pelo poder centralizado, havendo perda de informação, baixa interação da equipe e, muitas vezes, baixa eficiência. Enquanto que o sistema mantido pelo pensamento enxuto, a hierarquia empresarial serve de apoio para o desenvolvimento de todo o processo até a geração do produto final, propiciando um domínio geral das informações por parte das equipes e elevando a eficiência dos serviços.

Figura 1 - Diferenças da filosofia de liderança tradicional e a *Lean*.



Fonte: Costa, 2007.

## 3.2 Histórico da Produção Enxuta

### 3.2.1 O Sistema Toyota de Produção (STP)

Ohno (2013) afirma que:

... Na atual era do crescimento lento, devemos minimizar o quanto antes os méritos da produção em massa. Hoje, um sistema que busque o aumento do tamanho dos lotes não é prático. Além de produzir todo tipo de desperdício, um sistema de produção assim não é mais adequado às nossas necessidades.

A construção e evolução do Sistema Toyota está em sua base científica na abordagem de perguntar cinco vezes “por quê” e de respondendo cada vez, onde pode-se chegar à verdadeira causa do problema, que geralmente está escondida atrás de sintomas mais óbvios (OHNO, 2013).

O Sistema Toyota de produção surgiu e foi implementado logo após a Segunda Guerra Mundial, onde o mercado começou a exigir a produção de pequenas quantidades e uma maior variedade sob condições de baixa demanda. Segundo

Ohno (2013), os gerentes japoneses que estavam acostumados com altas taxas de crescimento, passaram a enfrentar crescimento zero e forçados a lidar com decréscimo de produção, no período pós-guerra. Foi durante essa emergência econômica que eles notaram, pela primeira vez, os resultados que a Toyota estava conseguindo com a sua implacável perseguição à eliminação do desperdício. Afirma ainda, que “todos os tipos de desperdícios ocorrem quando tentamos produzir o mesmo produto em quantidades grandes, homogêneas e, no fim, os custos se elevam.”

Fazendo uma análise total do desperdício, Ohno (2013), descreve que ao pensar sobre a eliminação total do desperdício, deve-se ter em mente os seguintes pontos:

- O aumento da eficiência só faz sentido quando está associado à redução de custos. Para obter isso, tem que começar a produzir apenas aquilo que necessita usando um mínimo de mão de obra;
  
- A observação da eficiência no sistema de produção é fundamental. Assim, observe a eficiência de cada operador e de cada linha e, então, observe os operadores como um grupo para, enfim, observar a eficiência de toda a fábrica (todas as linhas). A eficiência deve ser melhorada em cada estágio e, ao mesmo tempo, para a fábrica como um todo.

No Sistema Toyota de Produção deve-se produzir apenas a quantidade necessária, a força de trabalho precisa ser reduzida a fim de cortar o excesso de capacidade e de corresponder à quantidade necessária. Ohno, com isso apresenta uma equação, que pode ser visualizada na figura 2, onde considera trabalhadores individuais ou a linha inteira, afirmando que a verdadeira melhoria na eficiência só acontece quando produzem zero desperdício e com isso a porcentagem do trabalho é elevada a 100%.

Figura 2– Equação definida por Taiichi Ohno sobre o desperdício.

$$\text{CAPACIDADE ATUAL} = \text{TRABALHO} + \text{DESPERDÍCIO}$$

Fonte: Ohno, 2013.

Com isso, Ohno (2013) conclui que é indispensável uma revolução na consciência, onde não há desperdício mais terrível em uma empresa do que a superprodução. Ela ocorre porque normalmente sentem mais seguros quando têm uma quantidade de estoque considerável, o que acontecia naturalmente antes, durante e depois da Segunda Guerra Mundial. Portanto, essa revolução da consciência requer uma mudança de atitude e de ponto de vista por parte dos empresários e gerentes, onde num período de crescimento lento, manter um grande estoque causa o desperdício da superprodução, o que também leva a um estoque de peças defeituosas (OHNO, 2013).

### 3.2.2 *Just-in-time (JIT)*

Os dois pilares necessários à sustentação do Sistema Toyota de Produção são: o *Just-in-time (JIT)* e *Autonomação (Jidoka)*. Segundo Ohno (2013), o *Just-in-time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero.

Dennis (2008), destaca que a figura 3 representa o Sistema Toyota de Produção para facilitar a compreensão, onde apresenta didaticamente uma casa como a imagem básica da produção enxuta, sendo a base do sistema a estabilidade e padronização, os pilares são o JIT e a Autonomação, de forma a produzir produtos que atendam aos requisitos do cliente. Liker (2005), complementa que o fato de representar o STP por uma casa tenta trazer a idéia de que o sistema é baseado em uma estrutura e não apenas um conjunto de técnicas.

Figura 3 – Imagem básica da produção enxuta.



Fonte: Dennis, 2008 (Adaptado).

Segundo Dennis (2008) a produção JIT apresenta algumas regras simples:

- Não produzir um item sem que o cliente tenha feito um pedido;
- Nivelar a demanda para que o trabalho possa proceder de forma tranquila em toda a fábrica;
- Conectar todo o processo à demanda do cliente através de ferramentas visuais simples, denominada *Kanban*, ou seja é um método de operação do STP onde carrega a informação vertical e lateralmente dentro da própria Toyota e entre Toyota e as empresas colaboradoras;
- Maximizar a flexibilidade de pessoas e máquinas.

Baumhardt (2002), destaca que o sistema JIT é um estilo traduzido de um conjunto de políticas-padrão das práticas desenvolvidas pela Toyota desde a década de 40, que foram bem-sucedidas e que permitiram à Toyota fugir da crise do petróleo em 1973 que assolou a economia japonesa, empresas e sociedades

do mundo inteiro, passando a ser utilizada por diversas firmas nipônicas.

### 3.2.3 *Jidoka ou Autonomia*

Ohno (1997) define outro pilar do Sistema Toyota de Produção a autonomia, que não deve ser confundido com automação. É conhecida como automação com um toque humano. A idéia surgiu com a invenção de uma máquina de tecer autoativa por Toyoda Sakichi (1867-1930), fundador da Toyota Motor Company. Aguiar (2012) complementa que a idéia de Autonomia proporcionou um aumento na produtividade dos trabalhadores, fazendo com que um trabalhador, que antes era necessário para operar apenas uma máquina, passasse a operar várias máquinas ao mesmo tempo, tendo que destinar mais atenção somente àquelas que acusavam algum problema.

Segundo ainda Ohno (2013) a autonomia passou a mudar o significado da gestão, pois só era necessário o operador quando houvesse alguma anormalidade na máquina, em vez da necessidade do trabalhador quando a situação estivesse normal. Com isso, os resultados era de maior eficiência da produção com um número reduzido de funcionários.

### 3.2.4 *Kaisen*

Dankbaar (1997) *apud* Vasconcelos (2010) ressalta que as duas bases do STP citadas (JIT e Autonomia), funcionam por meio do fluxo contínuo de operação, com isso para garantir a melhoria continuada o *Kaisen* interfere na cadeia produtiva, permitindo a interação entre funcionários da empresa e os setores administrativos, motivando-os a apresentar suas opiniões e idéias de forma a otimizar o processo produtivo, em vez de só preocuparem em exercer o papel operacional.

Portanto, Ohno (2013) afirma que “não existe um método mágico”. É necessário



um sistema de gestão totalmente envolvido com a habilidade humana até sua mais plena capacidade, a fim de melhor realçar a criatividade e a operosidade na utilização satisfatória de instalações e máquinas e na eliminação de todo o desperdício.

### 3.2.5 Padronização

Dennis (2008) afirma que o objetivo do trabalho padronizado é fornecer uma base para as melhorias, onde até os melhores processos estão repletos de mudanças e estas se modificam constantemente. A caracterização da padronização, acontece quando se identifica a mudança para que possa melhorar continuamente através do envolvimento de membros de equipe. Ou seja, o trabalho padronizado conta com o estabelecimento de procedimentos adequados para cada função em um processo produtivo. Lean Institute Brasil (2011) *apud* Andrade (2014), complementa que a criação de um padrão de trabalho, objetiva a estabilização da produção, a fim de minimizar falhas, retrabalhos e atividades desnecessárias.

Na visão de Dennis (2008), o trabalho padronizado apresenta muitos benefícios, que foram elencados em sete itens, sendo:

- Estabilidade de processo. A estabilidade significa possibilidade de repetição. Devemos alcançar nossas metas de produtividade, qualidade, custo, *lead time*, segurança e metas ambientais sempre;
- Pontos de início e parada claros para cada processo. Isso, aliado ao conhecimento de nosso *takt*, ou seja, nosso ritmo de produção racionalizado com nossa taxa de vendas e tempos de ciclo, nos permite ver nossa condição de produção com facilidade. Estamos atrasados ou adiantados? Há algum problema?

- Aprendizagem organizacional. O trabalho padronizado mantém o *know-how* e a experiência. Se um funcionário experiente sai, não perde-se seu conhecimento;

- A solução de auditorias e problemas. O trabalho padronizado nos permite avaliar nossa situação atual e identificar problemas. Pontos de verificação e etapas vitais do processo ficam fáceis de rastrear. Podemos fazer perguntas importantes:

. Os membros de equipe estão conseguindo fazer o trabalho com tranquilidade ou estão se atrasando?

. Se estiverem se atrasando, em que medida e em que elementos do trabalho? Como poderemos melhorar esses elementos?

- Envolvimento do funcionário e *poka-yoke*. No sistema *lean*, membros de equipe criam o trabalho padronizado, com o apoio de supervisores e engenheiros. Além do mais, os membros de equipe identificam as oportunidades para a verificação de erros, ou *poka-yoke*, de forma simples e com baixo custo;

- Kaizen. Na maior parte, nossos processos são *muda*. Quando tivermos alcançado a estabilidade de processos, estamos prontos para melhorar. O trabalho padronizado fornece base contra a qual podemos medir as melhorias;

- Treinamento. O trabalho padronizado fornece uma base para o treinamento de funcionários. Quando os operadores estiverem familiarizados com formatos de trabalho padronizado, torna-se natural fazer o trabalho de acordo com os padrões. Etapas vitais e pontos de verificação funcionam como lembretes constantes. Como o treinamento em processos é mais fácil, podemos reagir mais facilmente à necessidade de mudanças.

### 3.2.6 Estabilidade

Dennis (2008) destaca que a estabilidade inicia-se com gerenciamento visual e o sistema 5S, que é a base para a implantação da qualidade total. Destacando o sistema 5S, segundo Andrade (2014), é uma filosofia de trabalho que busca promover a disciplina na organização através da consciência e responsabilidade de todos, de forma a tornar o ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo. Trata-se de uma metodologia japonesa, constituída de 5 atividades sequenciais e cíclicas, que podem ser verificadas na figura 4 abaixo.

Santos *et al.* (2006) descreve estas cinco atividades, derivadas de cinco palavras japonesas em:

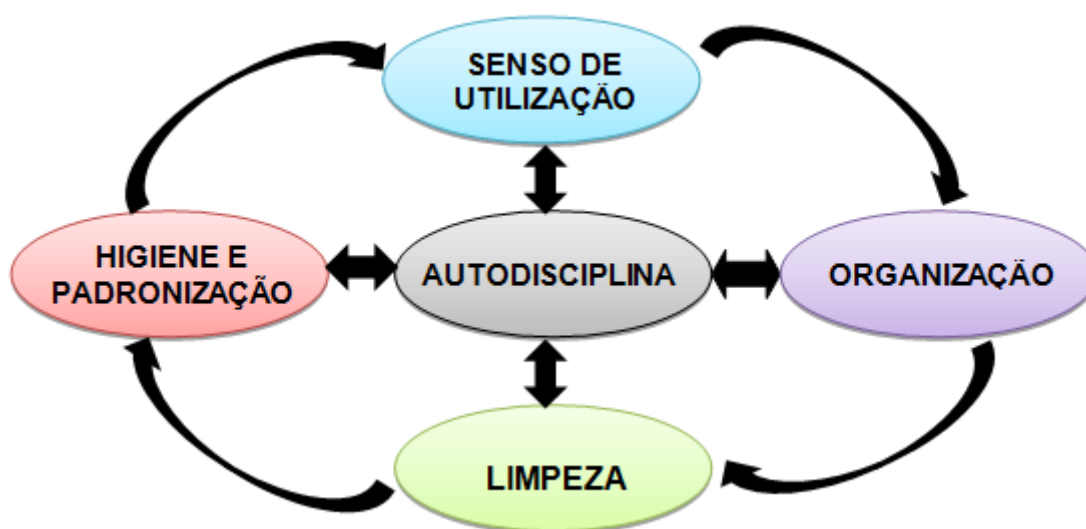
- Seiri (senso de utilização): separar o material útil do que não é útil, eliminando o desnecessário. Este é o primeiro passo para a implantação desta ferramenta. Consiste em selecionar os materiais classificando-os por: uso frequente, pouco uso e sem uso. Após a seleção eliminar o que é desnecessário do local de trabalho. Com este senso, os benefícios são vários, como: facilidade de trânsito, aumento do espaço no local de trabalho, facilidade de limpeza, entre outros benefícios;
- Seiten (senso de organização): identificar e arrumar tudo, para que qualquer pessoa possa localizar facilmente. Este senso define os locais apropriados e critérios para estocar, guardar ou dispor os materiais, ferramentas, equipamentos e utensílios;
- Seiso (senso de limpeza): manter um ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira e aprendendo a não sujar. Buscar eliminação da sujeira, ou objetos estranhos, para manter limpo o ambiente. Este senso não é, apenas, o ato de limpar, mas o ato de não sujar;

- Seiketsu (senso de higiene e padronização): manter um ambiente de trabalho sempre favorável à saúde e higiene. Este senso busca manter os três primeiros “S”, de forma contínua e padronizada;

- Shitsuke (autodisciplina): fazer dessas atitudes, ou seja, da ferramenta, um hábito, transformando os 5S num modo de vida, caracterizado pela educação e compromisso. Desenvolve o hábito de observar e seguir normas e procedimentos, como a atender às especificações. Disciplinar é praticar, para que as pessoas façam as coisas certas, naturalmente. É uma forma de criar bons hábitos. É um processo de repetição e prática.

Lorenzon (2008), complementa que os esforços para implantação de uma ferramenta que tem por objetivo influenciar o comportamento dos funcionários no seu dia a dia devem ser feitos por meio do estabelecimento de objetivos claros e de procedimentos estruturados, não se valendo apenas da simples aplicação de bom senso.

Figura 4 – Relacionamento entre os Cinco Sentos – Atividades cíclicas.



Fonte: Lorenzon, 2008 (Adaptado).

### 3.3 A Construção Enxuta

Nos anos 90, iniciou o conceito de Construção Enxuta, onde pesquisadores começaram a introduzir na construção uma nova concepção de desperdícios, que passa a ser compreendido como toda atividade realizada pela empresa que absorve recursos, mas não agrega valor, ou seja não é percebida pelo cliente, utilizada pela Produção Enxuta (SARCINELLI, 2008).

Koskela (1992) faz referência a Construção Enxuta como uma nova filosofia de produção que teve origem no Sistema Toyota de Produção e que foi aprimorada com a aplicação de novas ferramentas de gestão como o Desdobramento da Função Qualidade – QFD (do inglês *Quality Function Deployment*).

A *Lean Construction* encontra-se em expansão com a criação de inúmeros institutos de pesquisa e também com sua utilização em vários países. No entanto, para que ocorra uma maior difusão é necessário vencer os principais entraves ocasionados pelas especificidades da Indústria da Construção Civil, como identificação e redução de desperdícios de material e de mão-de-obra. (SOUZA, 2011).

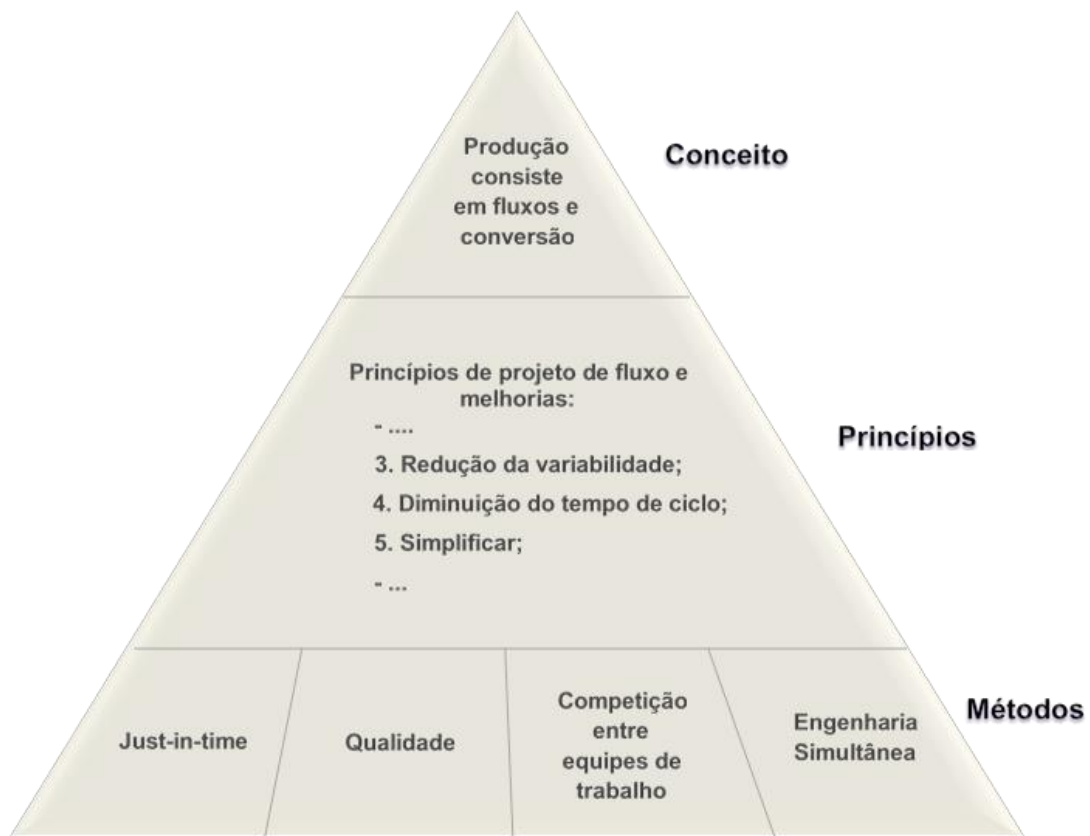
#### 3.3.1 Conceitos da Construção Enxuta

Koskela (1992) conceitua que a concepção inicial da Construção Enxuta está baseada na observação que existem dois aspectos em todos os sistemas de produção: fluxo e conversão. No fluxo, o material pode ser processado, inspecionado ou movimentado, ou ainda esperado pelas três etapas anteriores. O processamento representa o aspecto de conversão do sistema de produção, a inspeção, a movimentação e a espera significa o aspecto de fluxo da produção. Os processos referentes aos fluxos podem ser caracterizados por tempo, custo e valor, onde este último tem relação ao atendimento das necessidades dos clientes.

Em 1997, Koskela define um conceito piramidal da *Lean Construction*, que pode ser visualizado na figura 5, onde a base são os métodos (JIT, QFD, STP), que apoiam os princípios de fluxos e melhoria contínua, caracterizando assim os conceitos de produção de fluxo e conversão.

A mudança mais importante para a implantação da Construção Enxuta é a introdução de uma nova forma de entender os processos. O modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão que transforma os insumos (materiais e informação) em produtos intermediários (concreto, estrutura, pintura, etc.) ou finais (empreendimento pronto) (FORMOSO, 2000).

Figura 5 – Diferentes níveis da Construção Enxuta.



Fonte: Koskela, 1993 (Adaptado).

### 3.3.2 Princípios da Construção Enxuta

Para se definir os melhores instrumentos a serem aplicados no controle das atividades comuns a uma obra, devem-se buscar primeiramente os princípios e metas que se deseja obter com o resultado final do produto. Por meio dos princípios *Lean* desenvolvidos por Koskela (1992), lista-se uma série de princípios para a gestão de processos que podem ser utilizados como base na escolha das ferramentas de controle (FORMOSO, 2002).

Tendo como base o trabalho de Koskela (1992), as análises de Formoso (2002) e os resumos de Lorenzon (2008), apresenta-se neste item os onze princípios que regem a filosofia *Lean*.

#### - Princípio 1: Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor

Todo processo é composto por dois tipos de atividades, as que agregam valor e as que não agregam valor ao cliente. As atividades que agregam são denominadas dessa maneira, pois conseguem converter material ou informação em valor para o cliente. As atividades que não agregam valor são também denominadas de desperdícios, pois embora consumam tempo, espaço e recursos não agregam qualquer valor. O interesse está em identificar esse tipo de atividade e buscar sua diminuição ou eliminação.

Segundo Isatto *et al.* (2000), este é um dos princípios fundamentais da Construção Enxuta, onde a eficiência dos processos pode ser melhorada, e as perdas, reduzidas não só por meio da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas das atividades de fluxo.

Exemplo: Segundo Saurin (2006), pode-se utilizar um tubo coletor vertical, passando por todos os pavimentos da obra, para servir como dispersor por

gravidade do entulho diretamente em caçambas ou contêineres (Figura 6), reduzindo o desperdício de mão-de-obra, equipamentos e tempo que seriam gastos na movimentação desse entulho.

Figura 6 – Redução de atividades que não agregam valor.



**Fonte:** Baram, 2015.

- Princípio 2: Aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes

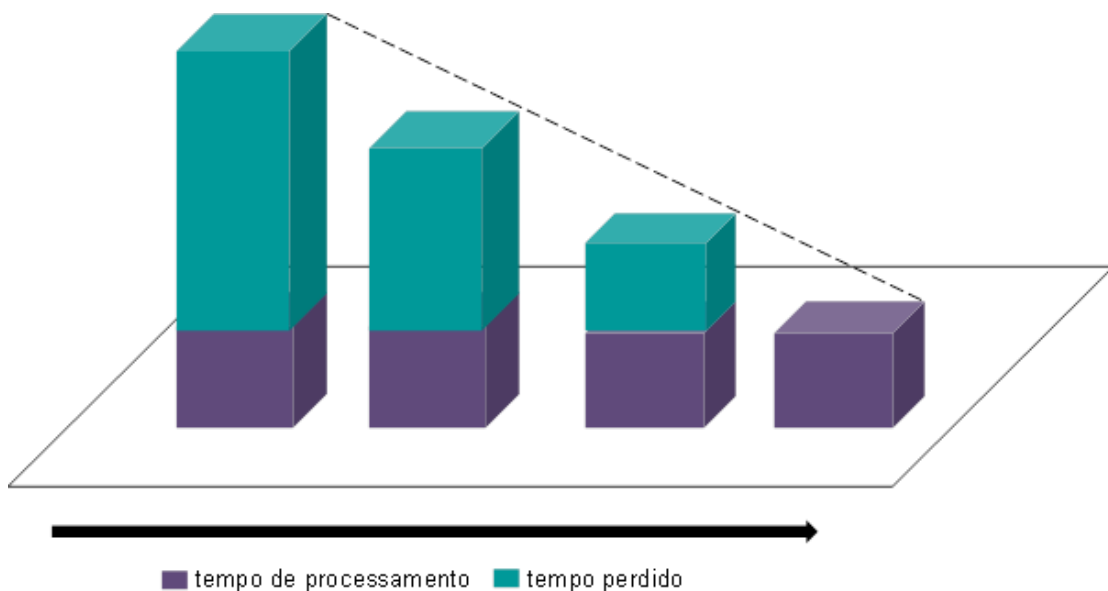
Processo gerador de valor que identifica os clientes internos de cada etapa do processo de produção, identificando suas necessidades e também os clientes externos, identificando e analisando os requisitos desses clientes. Essas informações devem ser consideradas na gestão da produção e no desenvolvimento do produto.

Segundo Andrade (2014), ao longo de um projeto (Figura 7), deve-se ter



disponível, de forma sistematizada, dados relativos aos requisitos e preferências dos clientes finais, obtidos, por exemplo, por pesquisas de mercado com compradores potenciais ou avaliações pós-ocupação de edificações já entregues. Tais informações devem ser claramente comunicadas aos projetista por planilhas e reuniões ao longo das várias etapas do processo de projeto, desde a concepção do empreendimento até o detalhamento do projeto.

Figura 7– Tempo de ciclo pode ser progressivamente comprimido através da eliminação de atividades que não agregam valor e redução de variabilidade.



**Fonte:** Koskela, 1992 *apud* Andrade, 2014 (Adaptado).

### - Princípio 3: Reduzir a variabilidade

Existem vários tipos de variabilidade, como por exemplo, da matéria-prima (dimensões, características, etc.), variabilidade do próprio processo (equipamentos utilizados, tempo para execução, etc.), variabilidade na demanda (necessidade e interesse dos clientes, etc.). Alguns desses tipos de variabilidade são mais facilmente possíveis de serem reduzidas como as de matéria-prima, outras como as de processos podem ser combatidas com dispositivos *poka-yoke* (a prova de erros) e a demanda que envolve fatores relacionados a expectativa dos clientes, disponibilidades de recursos são mais difíceis de serem reduzidas.

Isatto *et al.* (2000) ressalta que este princípio busca padronizar projetos, processos, recursos e produtos de modo a reduzir atividades que não agregam valor, valorizar o produto final e acelerar a produção.

Um exemplo que pode ser destacado, é evitar o desenvolvimento de edificações sem pavimento tipo, o que dificulta o controle dos processos, bloqueia a criação de pacotes de serviço, atrapalha as atividades de compra e impede o recebimento dos materiais, além de quebrar o fluxo contínuo da obra e diminuir o ritmo de produção (FORMOSO, 2000). A Figura 8 ilustra um edifício sem pavimento tipo.

Figura 8 – Exemplo de variabilidade – Edifício sem pavimento tipo.



**Fonte:** Vasconcelos, 2010.

#### - Princípio 4: Reduzir tempo de ciclo

O tempo de ciclo pode ser definido como o somatório de todos os tempos necessários para se produzir determinado produto. Esses tempos podem ser, por exemplo, de transporte material, de processamento, de espera e de inspeção. A

identificação de ocorrência como “espera” (de material, de informação etc.) como um tempo improdutivo promovendo sua redução ou ainda eliminação da necessidade de “inspeção” possibilitará a compressão do tempo total desta série de atividades. A diminuição do tempo de ciclo propiciará na entrega mais rápida do produto ao cliente.

Segundo Koskela (1992) *apud* Andrade (2014) a aplicação deste princípio teve sua origem na filosofia do Just-in-time (JIT), em que objetiva comprimir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo, trazendo assim benefícios como: entrega mais rápida ao cliente, menor necessidades de realizar previsões sobre a demanda futura, facilidade de gestão dos processos e redução da interrupção do processo devido a mudança do mercado.

Na Figura 6, segundo Vasconcelos (2010), também serve de exemplo para esse princípio, pois ao se utilizar o tubo coletor de entulhos, reduz-se o tempo de espera do processo, já que o profissional não precisará esperar o servente retornar da movimentação do lixo para voltar às suas atividades de auxílio.

#### - Princípio 5: Simplificar por meio da redução do número de etapas

Quanto maior o número de etapas de um processo produtivo, maior será a tendência de possuir um número maior de atividades que não agregam valor. São consideradas favoráveis as ações como a redução de etapas de um processo produtivo, utilização de mão-de-obra polivalente e consolidação das atividades.

Segundo Formoso (2000), este princípio consiste na idéia de racionalização, na qual se busca eliminar todas as atividades reduntantes ou dispensáveis, de modo a aumentar a eficiência e a velocidade. Ainda destaca como exemplo, que utilizar elementos pré-moldados (Figura 9) para eliminar o processo de execução de formas e concretagem de peças é viável na redução de etapas no processo

produtivo.

Figura 9 – Elementos pré-moldados – redução de etapas no processo produtivo.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

- Princípio 6: Aumentar a flexibilidade de saída

Possibilidade de alterar os requisitos de diferentes clientes adequando as características finais dos produtos ou serviços. Resultados favoráveis as ações como a redução de etapas de um processo produtivo, utilização de mão-de-obra polivalente possibilitando melhorar o atendimento das necessidades finais dos clientes.

Como exemplo, segundo Andrade (2014) o uso de Dry Wall (Figura 10) no lugar de alvenarias de vedação, gera uma flexibilidade maior de saída, uma vez que a construtora pode adequar mais facilmente os ambientes, gerando *layouts* variados com grande facilidade.

Figura 10 – Exemplo de flexibilidade – uso de Dry Wall.



**Fonte:** Wordpress, 2010.

- Princípio 7: Aumentar a transparência do processo

A falta de transparência de um processo de produção aumenta a possibilidade de erro, portanto a redução de visibilidade desses, diminui a motivação para a melhoria. A transparência torna visíveis possíveis distorções no processo facilitando sua correção. Isto pode ser alcançado fazendo que o processo seja observável por meio de ajustes no arranjo físico ou com a utilização de controles visuais possibilitando que qualquer pessoa possa promover comparações com padrões e reconhecer imediatamente divergências. As informações devem ser disponíveis para todos e não somente para a gerência. Esse princípio é um dos que mais promove o envolvimento da mão-de-obra.

Um exemplo de aplicação deste princípio segundo Formoso (2000), é a utilização de demonstrativos de planejamento, pacotes de serviço, estimulantes aos funcionários e outros informes é pertinente à transparência dos processos e melhoria do ambiente de trabalho, conforme Figura 11 que ilustra sinais visuais utilizados no local das atividades para facilitar o encaminhamento e segurança

dos operários, bem como um quadro de avisos para informar assuntos de interesse dos funcionários, como: preço de pacotes de serviço, calendário mensal, aniversariantes do mês, planejamento semanal e lista de telefones úteis aos operários.

Figura 11 – Transparência nos processos construtivos – Quadro Gestão à Vista.



Fonte: Arquivo da autora, 2014.

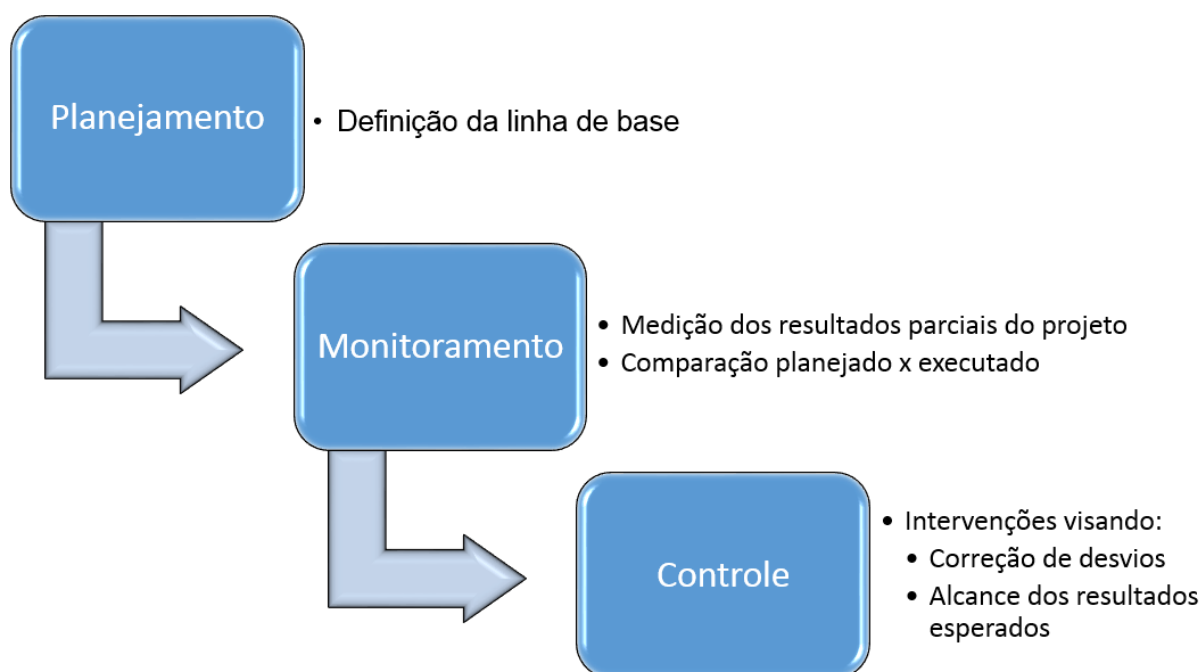
#### - Princípio 8: Focar o controle no processo completo

Um processo de produção pode atravessar vários níveis organizacionais podendo inclusive ir além dos físicos da empresa, envolvendo fornecedores e clientes. O emprego de elemento responsável por todo o processo e a utilização de equipes de funcionários auto-gerenciáveis propicia o controle de um processo de produção. Mesmo processo complexos devem apresentar condições de serem controlados e medidos, de preferência pela aplicação de indicadores globais que indicadores locais.



Na figura 12 pode ser visualizado um esquema básico de planejamento, monitoramento e controle, onde o foco do processo deve estar no controle dos resultados esperados. Koskela (1992) afirma que focar no processo como um todo, significa não apenas realizar melhorias pontuais, mas também interligar estas de modo a aperfeiçoar o processo global.

Figura 12 – Esquema básico de Planejamento, Monitoramento e Controle.



Fonte: Augusto, 2014.

#### - Princípio 9: Introduzir melhoria contínua no processo

O esforço de diminuir o desperdício e aumento da agregação de valor em processo produtivo deve ser realizado de forma incremental e interativa. A melhoria contínua pode ser institucional por meio do estabelecimento de metas como, por exemplo, redução do estoque e apresentação de propostas para atingí-las. Uma alternativa complementar é estimular a mão-de-obra para a responsabilidade de utilização de boas práticas, recompensando-a e desafiando o seu desenvolvimento. Atuar nas causas dos problemas não apenas nos seus

efeitos. Na figura 13 pode ser visualizado um boa prática realizada no canteiro de obras, onde os próprios funcionários adaptaram alças nos carrinhos de mão de forma a evitar o prensamento das mãos.

Sarcinelli (2008) descreve um exemplo de melhoria, diminuir os custos aumentando o qualidade e o valor do produto, sempre de forma contínua.

Figura 13 – Boas práticas para evitar acidentes como prensamento das mãos.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

- Princípio 10: Manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

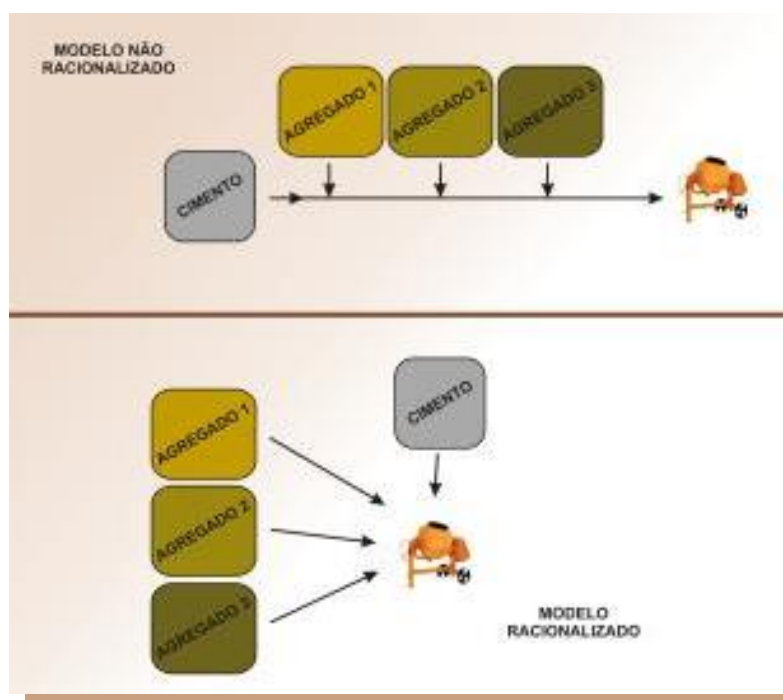
Para qualquer processo de produção, tanto o fluxo quanto os aspectos de conversão têm potenciais diferentes de melhoria. A adoção de novas tecnológicas tem impacto maior nas conversões, e em geral, a melhoria no fluxo pode ser iniciada com pequenos investimentos, mas normalmente exige um tempo mais longo que a melhoria na conversão.



Koskela (1992) afirma que para qualquer processo de produção, os aspectos de fluxo e de conversão possuem diferentes potenciais de melhoria e, por estarem fortemente ligados, há a necessidade de equilíbrio entre eles.

Na figura 14 mostra dois layouts de canteiro de obra para a produção de concreto. Observar-se claramente que uma melhor disposição dos materiais, cria um ambiente de trabalho mais racionalizado, gerando produtividade e reduzindo o desperdício de tempo e material.

Figura 14 – Layout de canteiro para fabricação de concreto.



Fonte: Ferreira, 2012.

#### - Princípio 11: Benchmarking

Estabelecimento de metas e de ações para atingi-la baseado em comparações com os melhores resultados de processos semelhantes. Identificar os líderes do mercado, verificando os resultados de seus empreendimentos e promovendo análise dos seus pontos fortes e fracos. A adoção desses procedimentos exige

ajustes, adaptação e aprimoramento, possibilitando um avanço na idéia original.

Andrade (2014) destaca que fazer *benchmarking* consiste, basicamente, em apropriar-se do aprendizado advindo de práticas ou processos de empresas consideradas referências em seu escopo de trabalho. Na figura 15 pode ser verificado as cinco principais fases para implementação de um processo de *Benchmarking*.

Figura 15 – Fases para implementação de um processo de Benchmarking.

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
PLANEJAR	COLETAR	ANALISAR	ADAPTAR	MELHORAR
Definir onde aplicar o BM e a equipe	Definir métodos de coleta	Identificar o GAP	Analisar e propor alternativas	Implementar planos de melhoria
Entender o objeto do estudo de BM	Coletar dados	Identificar as causas do GAP	Obter Validação	Monitorar resultados
Selecionar os parceiros	Registrar as conclusões	Projetar desempenho futuro	Definir planos de melhoria	Reavaliar metas (recalibrar)

Fases para implementação de um processo de benchmarking

Fonte: Nogueira, 2005.

Segundo Lorenzon (2008), essa série de princípios mostra-se bastante abrangente, pois influencia vários aspectos de uma empresa como, por exemplo, controle de processos, identificação de desperdício, envolvimento e identificação de funcionários, entre outros. Com o intuito de atingi-las Koskela (1992) sugere a utilização de métodos e ferramentas e destaca os mais importantes: Just-in-time, Gestão pela Qualidade Total, Redução do tempo, Engenharia simultânea, Reengenharia, Gestão visual e Envolvimento dos funcionários.

## **4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO – ESTUDO DE CASO**

### **4.1 Apresentação da construtora e da obra analisada**

A “Empresa Construtora X” atua na Indústria da Construção Civil e Pesada desde 1986. A empresa nasceu do desejo de oferecer as melhores soluções em engenharia aliadas ao alto padrão de qualidade e à gestão eficiente. Desde então, esta vem se especializando em obras de artes especiais, construindo, pontes, viadutos, passarelas, galerias, muros de arrimo, barragens de concreto e recuperando as mais diversas estruturas. Instalada em sede própria, em Belo Horizonte/MG, a empresa atua em todo o território nacional, atendendo desde pessoas físicas, empresas, órgãos públicos e incorporadoras.

O projeto, Estudo de Caso deste trabalho, trata-se da construção de três passarelas de pedestre em concreto pré-moldado sobre a linha férrea em fundações rasas, para atender a demanda de fluxo de pessoas que transitam sobre a linha do trem de forma a garantir uma maior segurança da comunidade que está localizada no entorno. Para executar este empreendimento em regime de empreitada por preço global, a “Empresa Incorporadora Y” contratou a “Empresa Construtora X” na cidade de Belo Horizonte - MG.

A obra é composta por 3 (três) passarelas de pedestre, sendo 2 (duas) localizadas no bairro Horto em Belo Horizonte e 1 (uma) fica locada no bairro General Carneiro no município de Sabará. São edificações que foram construídas em regiões carentes e que possuem um cunho social, visando atender melhorias para a comunidade da região que necessitam trafegar sobre a linha férrea, com o principal foco de reduzir o risco de acidentes. A primeira passarela possui uma extensão de 338,60 metros, composta por 64 peças pré-moldadas, situada a Rua Coari – Belo Horizonte/MG, a segunda com extensão de 147,00 metros com 71 peças pré-moldadas em sua composição, locada na Rua Curi – Belo Horizonte/MG e a terceira passarela com comprimento total também de 147,00

metros, porém estruturada com 54 peças pré-moldadas devido sua arquitetura, localizada próximo a Rua Chile – Sabará/MG. A implantação destas construções podem ser visualizadas nos anexos A, B e C.

A “Empresa Incorporadora Y” cuja matriz é localizada no Brasil, no estado de Minas Gerais, foi fundada em 1942. Atua em vários estados do Brasil e em vários países trabalhando para gerar prosperidade, com responsabilidade social e respeito ao meio ambiente.

## **4.2 Pressupostos para realização do estudo de caso**

### *4.2.1 Período mobilização do canteiro de obras*

Para a análise do processo de mobilização do canteiro de obras do empreendimento em estudo, faz-se necessário limitar a margem de tempo em que o mesmo ocorreu para entendermos o reflexo de seu período de implantação no prazo final da obra.

O prazo final da construção apresentado no primeiro cronograma foi o término do mês de março de 2014, sendo que a obra estendeu-se em atraso até a conclusão no mês de outubro de 2014. Adotando-se o processo total de execução da obra foi observado que o atraso da obra não foi somente pelo período de mobilização do canteiro, mas também por outros motivos técnicos, estruturais e organizacionais que não serão abordados neste contexto, sendo assim será avaliado os primeiros quatro meses de mobilização e execução da obra, onde as análises qualitativas e quantitativas serão voltadas para os meses de agosto de 2013 a novembro de 2013, avaliando o reflexo de dois meses a mais no processo de mobilização no prazo de conclusão da obra, comparando o cronograma inicial de obra apresentado ao cliente com o cronograma real da obra.

Os serviços esperados, baseado na linha de base inicial, durante esse período,

são: mobilização de pessoal, exames médicos, treinamentos, mobilização de equipamentos e suas devidas liberações, instalações das áreas de vivências das frentes de serviços e canteiro avançado. Presença de outros serviços não previstos em orçamento caracteriza atraso.

#### *4.2.2 Registro fotográfico dos problemas*

Serão apresentadas fotografias obtidas durante a execução da obra e destacados os problemas encontrados, realizando uma comparação explicativa entre as dificuldades ressaltadas e os princípios *lean* citados anteriormente, segundo Koskela (1992), Formoso (2002) e os resumos de Lorenzon (2008).

Por meio destas fotografias, será analisado mais claramente os pontos principais da existência de erros no processo de mobilização, a falta de acompanhamento de uma engenharia simultânea, a falha na interação dos projetos, a quebra do ciclo contínuo do andamento da obra e sobreposição de atividades, o que é intensificado no final da construção. As informações foram obtidas mediante observação, esclarecimento dos próprios funcionários da empresa e vivência no dia a dia da obra.

#### *4.2.3 Comparação entre planejamento previsto e real*

A partir do cronograma inicial elaborado pela “Empresa Construtora X” em programa Excel, conforme Anexo D, pela área técnica e de orçamento da empresa, criou-se na própria obra um novo cronograma detalhado em programa MS-Project (Anexo E), onde foi gerado uma linha de base, após dada a ordem de serviço pela “Empresa Incorporadora Y”, ilustrando a situação real na qual os serviços ocorreram, principalmente o período de mobilização de obra, onde itens anteriormente não considerado pelo setor de orçamento, foram incluídos.

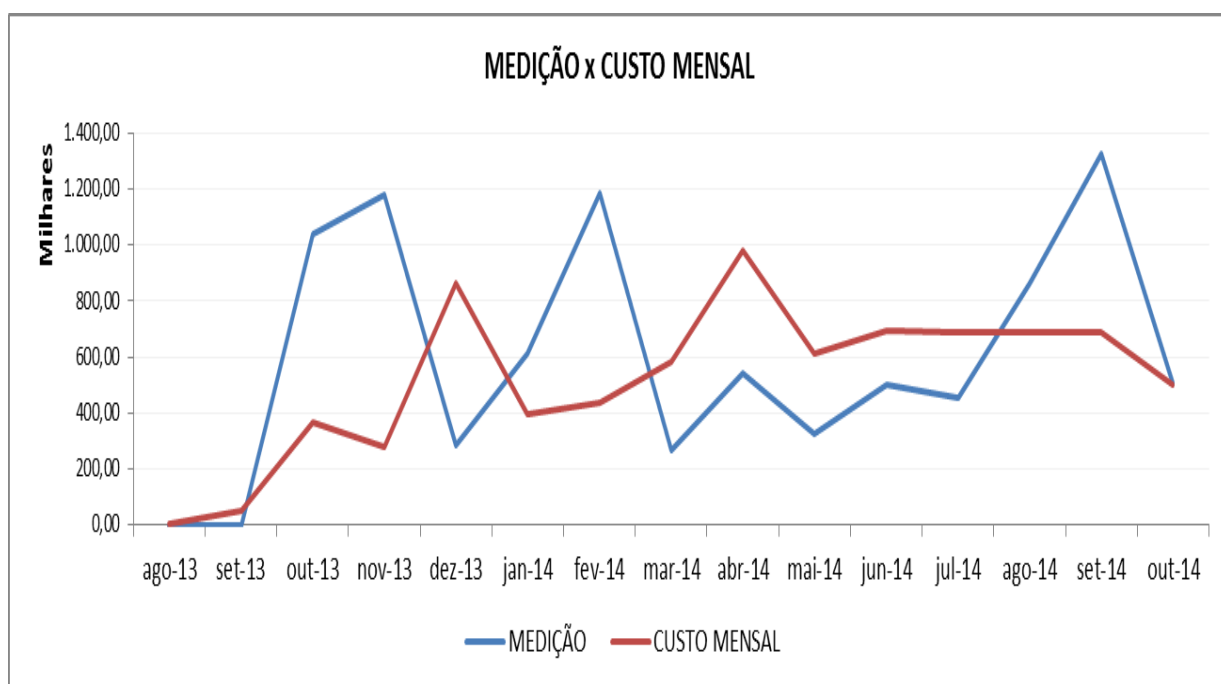
Com base nesta análise, a comparação entre os dois cronogramas terá foco na

averiguação de que quaisquer serviços excetuados fora do planejado pelo setor de orçamento serão considerados falhas de planejamento e atraso do processo.

#### 4.2.4 Custos adicionais com retrabalho

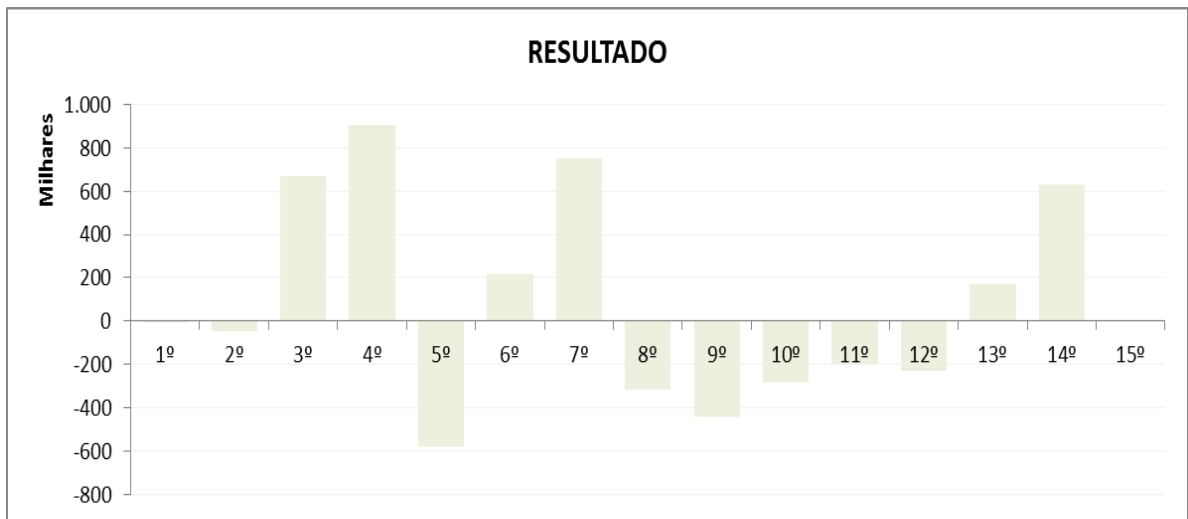
Através do custo mensal apurado, das medições e dos resultados mensais da obra, apresentados nos gráficos 1 e 2, respectivamente, será exposto e discorrido no gráfico 3 uma análise da evolução mensal do período da obra, em comparação a distribuição percentual e acumulada dos recursos por período de duração do projeto – distribuição normal, abordando-se os temas da existência de erros no processo de mobilização, a falta de acompanhamento de uma engenharia simultânea, a falha na interação dos projetos, a quebra do ciclo contínuo do andamento da obra e sobreposição de atividades como causas dos gastos a maior pela não utilização dos princípios *lean*.

Gráfico 1 - Medição x Custo Mensal.



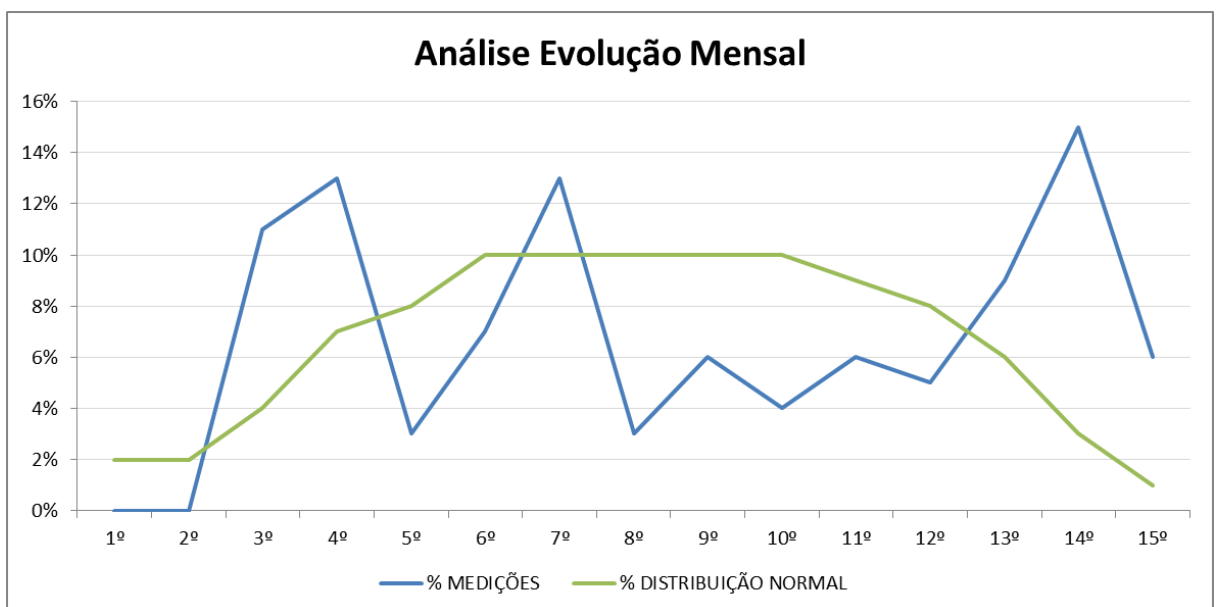
Fonte: Arquivo da autora, 2014.

Gráfico 2 – Resultado da Obra.



Fonte: Arquivo da autora, 2014.

Gráfico 3 – Análise Evolutiva da Obra.



Fonte: Arquivo da autora, 2014.

### 4.3 Apresentação do registro fotográfico dos problemas

No estudo de casos em questão podem ser observados diversos problemas, ocasionados no período de mobilização do canteiro, mas também por outros motivos técnicos, estruturais e organizacionais que não serão aprofundados



neste contexto, será tratado neste item primordialmente a ocorrência de fluxos erráticos, descontinuidade de processos e sobreposição de atividades, que poderiam ter sido evitados a partir do uso dos princípios da Construção Enxuta, serão destacados a seguir os mais pertinentes.

Pela Figura 16, nota-se a presença de fluxo errático em decorrência da existência de uma viga de concreto passando exatamente no meio do bloco de fundação não marcada no projeto de interferência, o que acarretou em um retrabalho de verificação dos projetos analisando se a viga poderia ser retirada ou se o bloco deveria ser recalculado considerando a existência da viga, gerando custo com revisão de projetos, paralização da atividade até definição do calculista e com isso aumento do prazo da obra, pois tal interferência não estava prevista.

Figura 16 – Viga de concreto interferindo com o bloco de fundação.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.



Outra ocorrência de fluxo errático, pode ser observado na Figura 17, devido a mesma falta de interação dos projetos de interferências existentes com os projetos de fundação, de maneira que fosse evitado problemas como o encontrado, uma rede pluvial passando no alinhamento do bloco de fundação, onde existia uma caixa de inspeção no meio do bloco, estendendo em 3 (três) meses o período de execução das fundações diretas, onde foi necessário realizar adequação do projeto, construindo uma laje de transição sobre a caixa de inspeção que não podia ser relocada, veja Figura 18. Com isso, foi criada uma nova caixa para acesso em caso de manutenção.

Figura 17 – Tubulação de drenagem pluvial interferindo no bloco de fundação.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Ainda analisando as três ilustrações citadas, averigua-se a problemática do não seguimento dos princípios enxutos, a qual a situação se enquadraria na questão da possibilidade de se reduzir o número de passos e de atividades que não

agregam valor, bastando ter sido pensado em apresentar todos os projetos de interferência antes da elaboração do projeto de fundação, de forma que o calculista definisse antecipadamente, uma fundação considerando a existência dos elementos encontrados e não no momento da escavação dos blocos.

Figura 18 – Laje construída para sobrepor a tubulação de drenagem pluvial que interferia com o bloco de fundação.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Na Figura 19 pode ser visualizado, a falta de controle dos processos e a não existência de transparência da comunicação entre as atividades da administração da obra, o setor de suprimentos e o departamento de segurança do trabalho, sendo este último responsável pela liberação dos equipamentos, conforme as normas e diretrizes solicitadas pelo cliente, gerando aumento do custo e prazo da obra, devido a existência de equipamentos de alto custo parados por falta de liberação. Majorando assim, o tempo de ciclo de produção da atividade de

lançamento das peças pré-moldadas, onde esta situação poderia ter sido evitada, realizado adequações das documentações dos equipamentos antes de serem enviados a obra.

Figura 19 – Equipamentos parados aguardando liberação.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Outra dificuldade que pode ser citada é a alta variabilidade e revisões dos projetos tanto de fundação quanto dos pré-moldados, ou seja eles apresentavam projetos e detalhes construtivos diferentes, sendo contra os princípios enxutos, tornando o processo executivo mais lento e passível de falhas, como o da Figura 20. O que fica evidente a existência do fluxo errático e sobreposição de atividades, faltando mais umas vez a integração dos projetos, o que acarreta numa redução da credibilidade da construtora junto ao cliente e gastos adicionais com retrabalho.



Em decorrência da aproximação do término da obra e em razão dos projetos terem sido liberados tardiamente, ocasionou o surgimento desse problema.

Figura 20 – Encaixe fora de alinhamento entre a fundação (base de apoio) com a peça pré-moldada de escada.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Na Figura 21 nota-se outra situação de fluxo errático no sequenciamento dos processos, em que diversas dificuldades surgiram com relação ao pouco tempo de tomada de decisão em decorrência da obra já está com um atraso de 2 (dois) meses quando do início das atividades de montagem dos guarda-corpos da primeira passarela. Isso propiciou a ocorrência de fechamentos de contratos com empresas para fabricação dos gradis sem o devido cuidado e controle de processos, como em alguns casos as peças de guarda-corpos das passarelas apresentaram divergência nos tamanhos, ocasionando um número maior de soldas e novos cortes de peças não previstos anteriormente no projeto, aumento

da contratação de mão-de-obra para montagem das peças, aumento dos equipamentos e máquinas utilizadas para execução dos serviços, levando o custo a maior do previsto.

Figura 21 – Recortes de peças de gradis não previsto.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Outra questão exposta foi à variabilidade, número de revisões e falta de compatibilização dos projetos dos guarda-corpos com os projetos de pré-moldados. Com isso, a diversidade das peças de gradis gerou uma dificuldade no controle da execução, recebimento e montagem no local, favorecendo a ocorrência ilustrada nas Figuras 22 e 23, na qual houve falha na quantidade de peças de guarda-corpo e o gradil era mais curto do que deveria ser para soldar na peça seguinte, ocasionando a necessidade de fabricação de peças para emenda dos vãos existentes. Ainda sobre as ilustrações da figura 22 e 23, averigua-se a existência de fluxo errático no sequenciamento dos processos,

caracterizando falta de visão sistêmica.

Figura 22 – Falta de peças de guarda-corpo incompatibilidade de projeto.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Além dos retrabalhos oriundos deste processo, o tempo de ciclo de execução da atividade se estendeu e a transparência do processo não existiu, dado a quebra da atividade e além disso durante o processo ocorreu a mudança da equipe de soldadores, devido a necessidade de executar as três passarelas simultaneamente, sendo necessário contratar novos soldadores, sem haver a comunicação devida para garantir a continuidade da cadeia produtiva dos guarda-corpos.

Os problemas apresentados nos guarda-corpos geraram a necessidade de se criar uma equipe de revisão dos mesmos para sanar os problemas, como



observado na Figura 23 abaixo em que o gradil ficou a menor devido falha na elaboração do projeto.

Figura 23 – Falha no projeto de guarda-corpo no encaixe da sequência de montagem.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Em meio às decisões tomadas durante o decorrer do processo de fabricação das peças pré-moldadas, foi definido a execução de um sistema de iluminação das passarelas, onde as tubulações de passagem embutidas não estavam contempladas no projeto inicial das peças pré-moldadas, com isso todas as peças da primeira passarela já tinham sido fabricadas, ocasionando a necessidade de instalar toda a tubulação da viga VDT (viga que transpõe a linha férrea) externamente, o que não era o ideal devido a facilidade de furto das fiações, com isso impedindo que o sistema de iluminação funcionasse corretamente e gerando uma rotina de manutenção mais frequente, portanto um

custo mensal maior para a empresa responsável pelas manutenções, conforme Figura 24 abaixo.

O fluxo errático evidenciado na situação exposta foi à necessidade mais uma vez de compatibilidade de todos os projetos, onde o sistema de iluminação já deveria ter sido programado juntamente com a elaboração dos projetos das peças pré-moldadas, o qual somente foi executado após a fabricação das peças estruturais da primeira passarela, o que não agrega valor ao empreendimento mediante possíveis acidentes e furtos, diminuindo o valor do produto para o cliente e reduzindo a credibilidade da construtora.

Figura 24 – Falha de fluxo errático da execução de tubulação elétrica.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.



No processo da montagem das peças pré-moldadas após a execução da fundação direta, que são bases de apoios dos pré-moldados, foi caracterizado mais uma vez, em quebra de precedência e fluxo errático, onde no momento de encaixe das peças nos apoios foi detectado falha de projeto, onde a peça ficou mais curta não apoiando na base, pois verificou-se que a topografia havia marcado as coordenadas corretas referente ao projeto de fundação, ou seja houve incompatibilidade de projetos, acarretando retrabalhos e custos adicionais, como pode ser analisado nas Figuras 25 e 26 abaixo referente à obra em estudo.

Figura 25 – Falha no encaixe das peças pré-moldadas na base de apoio.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Além disso, o processo se qualifica como descontínuo, pois a equipe de montagem e o guindaste ficam paralizados aguardando a correção da falha. Dessa maneira, a equipe de acabamento teve de voltar posteriormente para arrematar o serviço, gerando uma interrupção da sequência da atividade, como pode ser verificado na Figura 27.

Figura 26 – Falha no encaixe das peças pré-moldadas na base de apoio.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Ainda analisando as Figuras 25 e 27, averigua-se que houve a execução de uma viga em balanço para apoio da peça pré-moldada que estava mais curta, o que perpetua a idéia de descontinuidade e, agora, fluxo errático também, ocasionando mais retrabalhos.

Com a quebra de precedências e fluxos erráticos, mostrado na Figura 27 pode ser observado que houve a necessidade de retorno da mão-de-obra para concluir os serviços de fundação que deveriam está finalizados no momento do lançamento das peças pré-moldadas, porém pela ocorrência da falta de encaixe da peça não foi possível.

Figura 27 – Retrabalho na execução de uma viga de apoio para a peça pré-moldada.



**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Foi visto através da execução e acompanhamento da obra, que alguns serviços foram ocorrendo com quebras de precedência dado à necessidade de se concluir a obra no prazo, o que favorece a formação de fluxos erráticos, sobreposição de serviços e embasa parcialmente as hipóteses lançadas quanto à situação do processo caótico de falta de interação das equipes de projeto, sendo evidente a incompatibilidade dos projetos de fundação direta, estruturas pré-moldadas, guarda-corpos e iluminação, além de ocasionar uma mobilização deficitária.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1 Análise comparativa entre planejamento previsto e real**

Será destacado neste item os pontos que geraram a diferença do cronograma planejado pelo setor de orçamento com o cronograma real da obra. A “Empresa Construtora X” utiliza em suas práticas de gestão de obra ferramentas de gerenciamento diversas. Os níveis de controle são de pequeno a de longo prazo, fazendo uso, respectivamente, das planilhas de Planejamento de Curto Prazo – PCP e Planejamento de Longo Prazo – PLP que foi realizado através do programa MS-Project que acompanha todas as atividades de execução do empreendimento.

Os modelos de PLP e PCP utilizados pela empresa podem ser visualizados nos anexos E e F, respectivamente. Onde o cronograma em MS-Project será o foco mais discutido nessa seção devido à facilidade que essa ferramenta dispõe de visualização, análise de planejamento e observação do sequenciamento das atividades, quando estas apresentam ritmo e fluxo contínuo.

Pode ser observado nos cronogramas apresentados que a obra se estendeu por mais 7 (sete) meses do previsto inicialmente, sendo 3 (três) meses deste prazo fornecido pela “Incorporadora Y”, devido mudanças no escopo do contrato, onde uma nova locação da terceira passarela foi determinada. Portanto, o período que está sendo avaliado são os 3 (três) primeiros meses de mobilização da obra juntamente com 1 (um) mês do processo de elaboração dos projetos.

De acordo com a Figura 28, o período de mobilização estava previsto duração nos 2 (dois) primeiros meses a partir da ordem de serviço, ou seja setembro de 2013. Porém, as atividades relativas a mobilização, que são: liberação de funcionários, que passa por um processo de exames admissionais, treinamentos, preparação das documentações de RH, Segurança do Trabalho, elaboração de

certificados, preparação de crachás com aprovação e autorização fornecida pela “Incorporadora Y”, bem como, liberação de equipamentos, com realização de *check-list* e elaboração de documentações de segurança. Tendo ainda, as liberações das áreas das frentes de serviços, com o fornecimento dos recursos e documentações de segurança solicitados pela incorporadora, de forma que somente após toda essa preparação, sejam autorizado a execução das atividades propriamente dita, para construção do empreendimento previsto em contrato.

Diante do exposto, esse período de preparação das exigências do cliente para atuar na área da obra, não foi prevista pela “Construtora X” durante o processo de orçamentação do empreendimento, o que gerou a extensão do prazo de mobilização, concluindo esta fase da obra efetivamente no mês de novembro de 2013, conforme mostrado na Figura 29.

Figura 28 – Cronograma inicial dos quatro primeiros meses, referente ao período de mobilização da obra.

REQUISIÇÃO DE PROPOSTA PASSARELAS				
CRONOGRAMA FÍSICO				
MESES				
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	agosto-13	setembro-13	outubro-13	novembro-13
Elaboração do Projeto Executivo	40,00%	40,00%	20,00%	
Mobilização	50,00%	50,00%		
Desmobilização de pessoal, equipamentos e canteiro de obras				

**Fonte:** Arquivo da autora, 2014.

Com o acompanhamento real das atividades que ocorreram no início do processo de mobilização de obra, montou-se, juntamente com o auxílio de uma consultoria de planejamento em MS-Project, uma linha de base fidedigna com o processamento dos serviços executados.

Ilustra-se essa ferramenta através da Figura 29 que permite a visualização da



invalidação do planejamento inicial, Figura 28, caracterizado pela quebra de precedências de atividades, fluxo errático e sobreposição de atividades, como os serviços de execução das fundações diretas que devido as interferências encontradas a campo, gerou 5 (cinco) revisões atrasando em 1 (um) mês a entrega definitiva dos projetos, bem como prazo e custos adicionais ocorridos com retrabalhos e a descontinuidade do processo de construção, destacados no estudo de casos, no item 4.3 - Apresentação do registro fotográfico dos problemas e nas análises dos custos mensais da obra, propiciando em serviços de qualidade reduzida.

Figura 29 – Cronograma real do período de mobilização da obra e elaboração dos projetos.

EDT	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Término
0	<b>Cronograma Passarelas Ver 01</b>	100%	347,67 dias	Sex 09/08/13	Sáb 25/10/14
1	<b>GERAL</b>	100%	347,67 dias	Sex 09/08/13	Sáb 25/10/14
1.1	<b>MARCOS DO PROJETO</b>	100%	347,67 dias	Sex 09/08/13	Sáb 25/10/14
1.1.1	<b>MARCOS DO PROJETO</b>	100%	347,67 dias	Sex 09/08/13	Sáb 25/10/14
2	<b>IMPLANTAÇÃO</b>	100%	340,67 dias	Seg 19/08/13	Sáb 25/10/14
2.1	<b>MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO</b>	100%	340,67 dias	Ter 20/08/13	Sáb 25/10/14
2.2	<b>ENGENHARIA / PROJETOS</b>	100%	77 dias	Seg 19/08/13	Qui 28/11/13
2.2.1	<b>MARCOS ENGENHARIA / PROJETOS</b>	100%	77 dias	Seg 19/08/13	Qui 28/11/13
2.2.1.1	<b>MARCOS ENGENHARIA / PROJETOS</b>	100%	77 dias	Seg 19/08/13	Qui 28/11/13
2.2.1.1	<b>MARCOS ENGENHARIA / PROJETOS</b>	100%	77 dias	Seg 19/08/13	Qui 28/11/13
2.2.1.1	INICIO ENGENHARIA E PROJETOS	100%	0 dias	Seg 19/08/13	Seg 19/08/13
2.2.1.1	TÉRMINO ENGENHARIA E PROJETOS	100%	0 dias	Qui 28/11/13	Qui 28/11/13
2.2.2	<b>ELABORAÇÃO / APROVAÇÃO</b>	100%	77 dias	Seg 19/08/13	Qui 28/11/13
2.2.2.1	<b>ELABORAÇÃO PROJETO</b>	100%	62 dias	Seg 19/08/13	Seg 11/11/13
2.2.2.1	<b>MARCOS ELABORAÇÃO</b>	100%	59 dias	Seg 19/08/13	Qui 07/11/13
2.2.2.1	INICIO ELABORAÇÃO	100%	0 dias	Seg 19/08/13	Seg 19/08/13
2.2.2.1	ENTREGA PROJETOS	100%	0 dias	Qui 07/11/13	Qui 07/11/13
2.2.2.1	<b>ELABORAÇÃO DE PROJETO FUNDAÇÃO</b>	100%	33 dias	Ter 17/09/13	Qui 31/10/13
2.2.2.1	PASSARELA RUA COARI / BH	100%	33 dias	Ter 17/09/13	Qui 31/10/13
2.2.2.1	PASSARELA RUA CURI / BH	100%	16 dias	Qui 10/10/13	Qui 31/10/13
2.2.2.1	PASSARELA RUA CHILE / SABARÁ	100%	16 dias	Qui 10/10/13	Qui 31/10/13
2.2.2.1	<b>ELABORAÇÃO DE PROJETO ELÉTRICO</b>	100%	9 dias	Sex 01/11/13	Seg 11/11/13
2.2.2.1	PASSARELA RUA COARI / BH	100%	9 dias	Sex 01/11/13	Seg 11/11/13
2.2.2.1	PASSARELA RUA CURI / BH	100%	9 dias	Sex 01/11/13	Seg 11/11/13
2.2.2.1	PASSARELA RUA CHILE / SABARÁ	100%	9 dias	Sex 01/11/13	Seg 11/11/13
2.2.2.1	<b>ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO</b>	100%	53 dias	Ter 20/08/13	Qui 31/10/13
2.2.2.1	PASSARELA RUA COARI / BH	100%	53 dias	Ter 20/08/13	Qui 31/10/13
2.2.2.1	PASSARELA RUA CURI / BH	100%	26 dias	Qui 26/09/13	Qui 31/10/13
2.2.2.1	PASSARELA RUA CHILE / SABARÁ	100%	26 dias	Qui 26/09/13	Qui 31/10/13

Fonte: Arquivo da autora, 2014.

## 5.2 Análise dos custos adicionais com retrabalho

Fazendo uma abordagem comparativa do Gráfico 3 anteriormente apresentado, temos uma análise evolutiva da obra, comparando as medições geradas com uma distribuição normal de um projeto padrão, que pode ser notado claramente a existência dos fluxos erráticos relatados, bem como variabilidade e descontinuidade do processo de execução da obra.

Para tanto, observa-se que não houve fluxo contínuo das atividades, onde a obra deveria ter apresentado uma linha de gráfico próxima da distribuição normal, o que não ocorreu. Acompanhando a curva real de evolução do empreendimento, pode verificar que existem picos acentuados no 3º, 4º, 7º, 9º, 11º e 14º meses na busca de suprir o 5º, 8º, 10º e 12º meses onde a despesa foi maior que a receita, evidenciando a descontinuidade das atividades, causadas pelos problemas de fluxo erráticos, como a falta de interação dos projetos e retrabalhos dos serviços.

Figura 30 – Dados percentuais da evolução real da obra em comparação com a distribuição normal padronizada.

MÊS	% MEDIÇÕES	% DISTRIBUIÇÃO NORMAL
1º	0%	2%
2º	0%	2%
3º	11%	4%
4º	13%	7%
5º	3%	8%
6º	7%	10%
7º	13%	10%
8º	3%	10%
9º	6%	10%
10º	4%	10%
11º	6%	9%
12º	5%	8%
13º	9%	6%
14º	15%	3%
15º	6%	1%

Fonte: Arquivo da autora, 2014.

Observa-se então, que houve um gasto excessivo além do previsto em contrato para o processo de mobilização, onde custos extras com empresas especializadas em treinamentos de primeiros socorros, brigadistas, medições ambientais, medições de ruídos, medições ergonômicas, exames extras solicitados pelo cliente não previsto no período de orçamento, bem como, aumento de custo e prazo com adequações e adaptações de dispositivos exigidos para serem instalados nos equipamentos e máquinas disponibilizadas para os serviços, caracterizando o processo de mobilização de funcionários e liberação de equipamentos com um custo inicial a maior que o previsto pela Construtora, onde a montagem do canteiro de obras e início das atividades principais proporcionou grandes consequências dos problemas de fluxo errático, descontinuidade e sobreposição de atividades, como se observou na análise do registro fotográfico da obra.



## 6. CONCLUSÕES

A finalidade deste trabalho, foi estudar as aplicações da filosofia *Lean Construction* para uma obra em estrutura pré-moldada, tomando como objeto de estudo uma construção de passarelas de pedestres na Região Metropolitana de Belo Horizonte, analisando a aplicação dos princípios *lean*.

Realizada a análise destes conceitos e o exposto no relatório fotográfico, verificou-se que o processo de mobilização da obra e a falta de integração dos projetos apresentam características não condizentes com os requisitos necessários para ser um processo enxuto, principalmente pela perda do controle das atividades, retrabalhos e custos adicionais com os mesmos.

Para tanto, observou-se que durante a execução das passarelas, devido aos percalços para conclusão da obra, onde o período de construção se estendeu mais que o esperado, ficou evidente que existia pressa em decorrência do prazo final de entrega, o que gerou quebra de precedências de atividades, sobreposição das mesmas, fluxos erráticos, além de descontinuidade e inconclusividade dos trabalhos.

Nota-se ainda, que a não conformidade com os ideais *lean*, pode ser verificada quando se relata os fluxos erráticos de incompatibilidade dos projetos, ou seja existindo falta de integração entre as equipes responsáveis pela elaboração do projeto, em resumo faltando uma gestão para coordenar a interação de todos os projetos antes mesmo de iniciada a obra.

Pode se destacar também, que os princípios da *Lean Production*, proporcionou uma visão holística do empreendimento, onde nota-se claramente pelo registro fotográfico que faltou racionalização da produção no canteiro de obras, com foco principal no combate ao desperdício em todas as formas, desde materiais, mão-de-obra e revisões dos projetos, onde uma gestão mais integrada das atividades que

representam aumento de custo e retrabalho, poderiam ter sido minimizadas ou até mesmo evitadas.

Os conceitos da *Lean Construction* ainda são bem recentes e encontram-se em estudos mais aprofundados, portanto as empresas da construção civil apresentam maiores dificuldades para implantar os conceitos *lean* em seus empreendimentos.

Este trabalho estudou e examinou como os conceitos da Construção Enxuta poderiam ter sido aplicados na melhoria da etapa de implantação do canteiro de obras, e conclui-se que a principal preocupação do setor da Construção Civil eram os indicadores financeiros, principalmente aqueles que refletiam o volume de capital investido por volume de capital retornado, portanto a preocupação com os indicadores não-financeiros, como, por exemplo, os de produtividade da mão-de-obra ou os que retratassem a satisfação do cliente, passaram a ser também o foco das empresas construtoras, principalmente provocada pelo crescente grau de competição existente entre as empresas. O crescente nível de exigência dos consumidores e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros, entre outros fatores, que têm estimulado as empresas do setor a buscarem melhores níveis de desempenho por meio de investimentos em gestão e tecnologia de produção.

Como sugestão para estudos posteriores, pode-se propor a continuidade deste trabalho em mais de uma obra e realizar uma discussão comparativa entre a situação de cada uma delas. Além de incluir mais linhas de abordagem, como proposições de maneiras de se evitar os problemas.

Propõe-se, a partir da análise comparativa entre as situações de mais de um estudo de caso, desenvolver uma lista com o conjunto de questões e problemas intrínsecos ao processo de mobilização do canteiro de obras e interação de projetos. Para isso, podem-se entrevistar os responsáveis por cada construção, utilizando critérios a serem definidos e que possam caracterizar esses problemas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, B.P. (coordenador). *Aplicação dos princípios da construção enxuta: um estudo de caso*. UFMG/CGEC. 1ª ed. Belo Horizonte, 2012. 31 p.

ANDRADE, B. A. F.S. (coordenador). *Análise da implantação do sistema Lean Construction em obra de alvenaria estrutural na região metropolitana de Belo Horizonte*. UFMG/CGEC. 1ª ed. Belo Horizonte, 2014. 62 p.

BAUMHARDT, E. O. *Sistemática para a operacionalização de conceitos e técnicas da construção enxuta*. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COSTA, A. C. F. *A comunicação no gerenciamento da execução de projetos enxutos da construção civil – uma perspectiva da linguagem ação*. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

DANKBAAR, B. *Lean Production: denial, confirmation or extension of sociotechnical systems design?* Human Relations, Vol. 50, Nº.5, 1997.

DENNIS, P. *Produção Lean Simplificada*. Trad. Garcia, R.A.N., 2ª Ed. Bookman, Porto Alegre, 2008.

FARIELLO, D. *Pela primeira vez em 12 anos, construção civil demite mais do que contrata no país: Freio nas obras do governo e investigações da Lava-Jato são principais motivos para piora no quadro do setor*. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/pela-primeira-vez-em-12-anos-construcao-civil-demite-mais-do-que-contrata-no-pais-15604420>>. Data de acesso: 26/04/15.

FORMOSO, C.T. *Lean Construction: princípios básicos e exemplos*. Porto Alegre: UFRGS/Núcleo orientado para Inovação da Edificação, 2000. Texto Técnico.

ISATTO, E.L. et al. *Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil*. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. *Technical Report # 72*. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University. p. 75, 1992.

KOSKELA, L. *Lean production in construction*. Technical Research Centre of Finland, Laboratory for Urban Planning and Building Design, P.O. Box 209, SF-02151 Espoo, Finland. Elsevier Science Publishers R.V. All rights reserved, 1993.

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

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

LORENZON, I. A. *A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso*. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2008.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala*/ Taiichi Ohno; tradução: Cristina Schumacher; revisão técnica: Paulo C. D. Motta; consultoria e supervisão técnica: José Antonio Valle Antunes Júnior. Porto Alegre: Bookman, 1997, p. 3-38, reimpressão 2013.

ORR, C. Lean leadership in construction. In: *Proceedings...* IGLC-13, July, Sydney, Australia, 2005.

SANTOS, N.C.R. dos; SCHMIDT, A.S.; GODOY, L. P.; PEREIRA, A. S. *Implantação do 5S para qualidade nas empresas de pequeno porte na região central do Rio Grande do Sul*. XIII Simpósio de Engenharia de Produção SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 2006.

SARCINELLI, W. T. *Construção Enxuta através da padronização de tarefas e projetos*. 2008. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção. Universidade Federal de Minas Gerais. Vitória. 2008.

SAURIN, T. A. *Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de*

*canteiros de obra para edificações*.1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. *Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos*. Vol. 03, ANTAC, HABITARE, Porto Alegre, 2006.

SKOYLES, E.R.; SKOYLES, J. *Waste prevention on site*. London: Mitchell, 1987.

SOUZA, A.B.D.. (coordenador). *Metodologias para otimização de processos da construção civil – “Construção Enxuta”*. UFMG/CGEC, 1ª ed. Belo Horizonte, 2011. 71 p.

TOMMELEIN, I. D. Construction site layout using blackboard reasoning with layered knowledge. In: ALLEN, Robert H. (Ed.) *Expert systems for civil engineers: knowledge representation*. New York: ASCE, 1992. 287 p. Cap. 10, p. 214-258.

VASCONCELOS, I.A.. (coordenador). *Análise do processo de final de obra através dos conceitos de construção enxuta, fluxos erráticos, descontinuidade e sobreposição de atividades*. UFC/CGEC, 1ª ed. Fortaleza, 2010. 75p.

## **SITES**

<[http://www.portaldosequipamentos.com.br/prod/e/dutodeentulhobaram\\_13008\\_23035](http://www.portaldosequipamentos.com.br/prod/e/dutodeentulhobaram_13008_23035)>. Acesso em: 01 jun. 2015.

<<https://lojadorevestimento.wordpress.com/page/11/>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

<<https://aengenhariaemfoco.blogspot.com.br/2014/04/>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

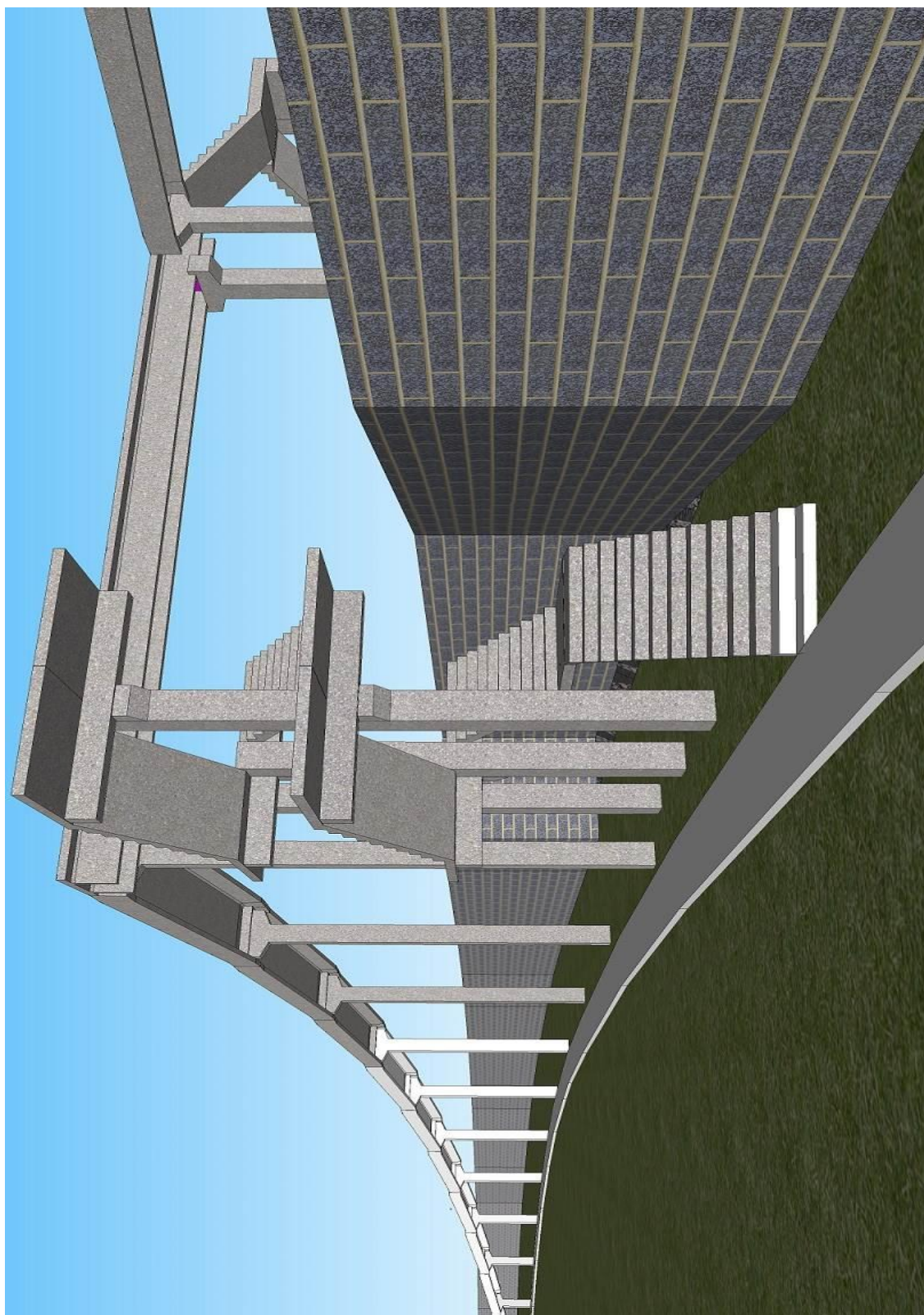
<<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAfSMUAH/construcao-enxuta-lean-construction?part=4>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

<<https://ibegesp.org.br/benchmarking-sim-mas-com-cuidado.html>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

<<http://www.ogerente.com.br/log/dt/logdt-an-benchmarking.htm>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

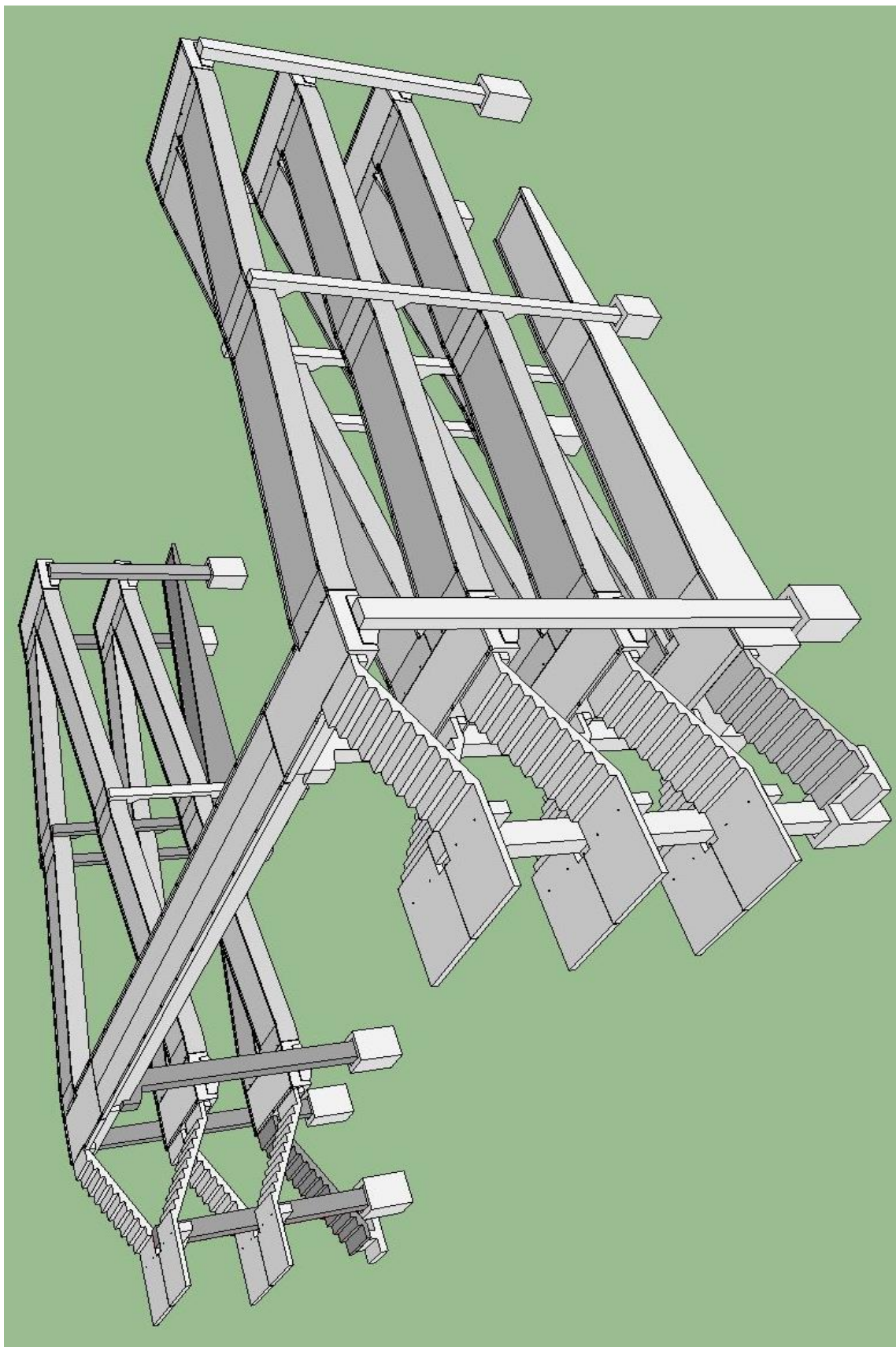
## 8. ANEXOS

ANEXO A - Ilustração da implantação da obra do estudo de caso – 1ª Passarela.

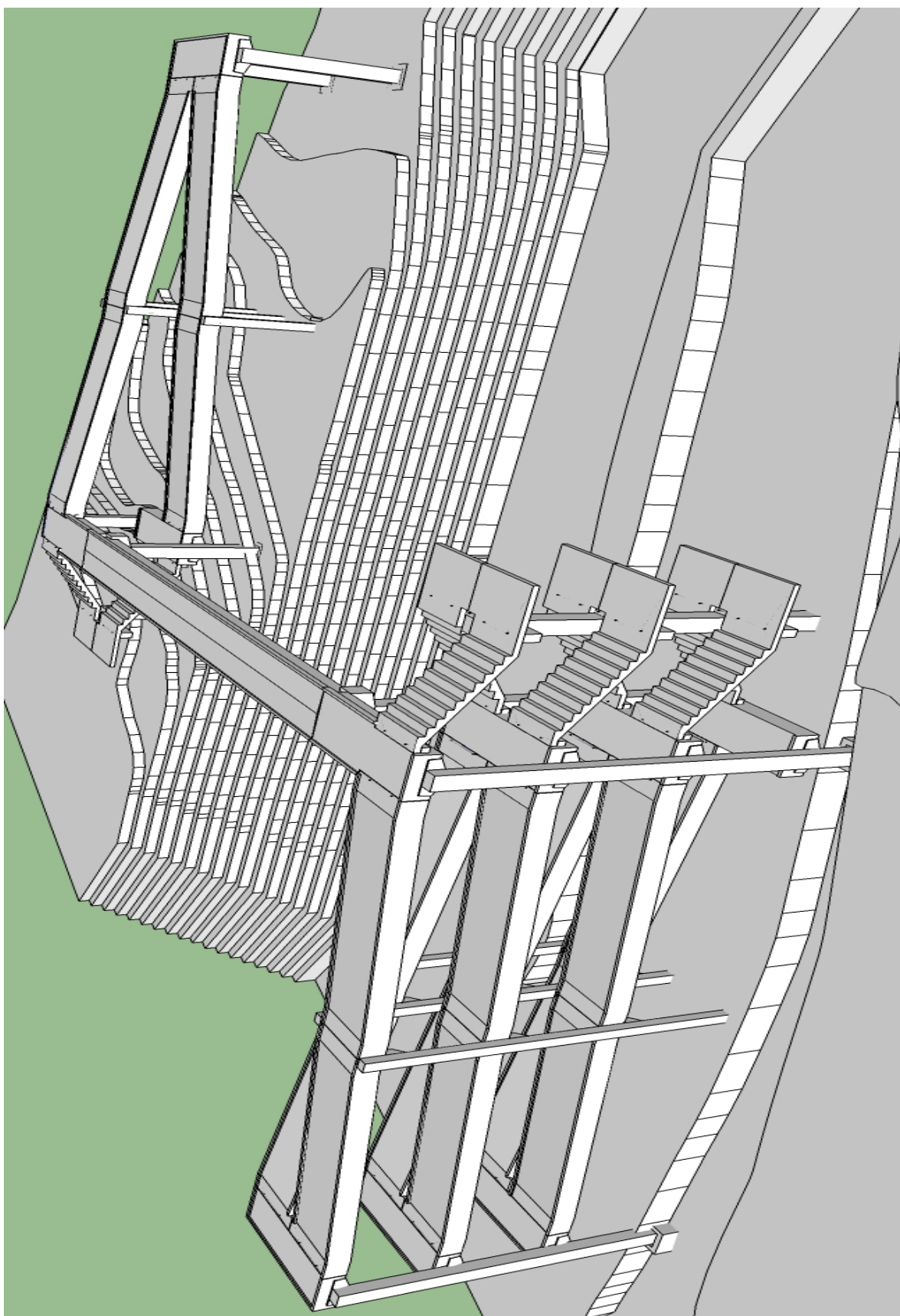




ANEXO B - Ilustração da implantação da obra do estudo de caso – 2ª Passarela.



ANEXO C - Ilustração da implantação da obra do estudo de caso – 3ª Passarela





ANEXO D – Cronograma inicial em excel.

REQUISICÃO DE PROPOSTA PASSARELAS													
CRONOGRAMA FÍSICO										DATA ELABORAÇÃO:	DATA ORDEM DE SERVIÇO:		
										09/08/2013	19/08/2013		
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	MESES												
	agosto-13	setembro-13	outubro-13	novembro-13	dezembro-13	janeiro-14	fevereiro-14	março-14					
Elaboração do Projeto Executivo	40,00%	40,00%	20,00%										
Mobilização	50,00%	50,00%											100,00%
Desmobilização de pessoal, equipamentos e canteiro de obras													
Fundação - Rua Curi		10,00%	15,00%	25,00%	25,00%	25,00%				25,00%			
Fundação - Rua Coari		10,00%	15,00%	25,00%	25,00%	25,00%				25,00%			
Fundação - Rua Chile		10,00%	15,00%	25,00%	25,00%	25,00%				25,00%			
Montagem de peças pre-moldadas e lançamento - Rua Curi				25,00%	30,00%	30,00%				30,00%		15,00%	
Montagem de peças pre-moldadas e lançamento - Rua Coari				25,00%	30,00%	30,00%				30,00%		15,00%	
Montagem de peças pre-moldadas e lançamento - Rua Chile				25,00%	30,00%	30,00%				30,00%		15,00%	
Capejamento - Rua Curi					30,00%	30,00%				40,00%		30,00%	
Capejamento - Rua Coari					30,00%	30,00%				40,00%		30,00%	
Capejamento - Rua Chile					30,00%	30,00%				40,00%		30,00%	
Guarda corpo, acabamento e fechamento sobre ferrovia incluindo tela lateral e superior para evitar vandalismo - Rua Curi		10,00%	15,00%	15,00%	20,00%	20,00%				20,00%		20,00%	
Guarda corpo, acabamento e fechamento sobre ferrovia incluindo tela lateral e superior para evitar vandalismo - Rua Coari		10,00%	15,00%	15,00%	20,00%	20,00%				20,00%		20,00%	
Guarda corpo, acabamento e fechamento sobre ferrovia incluindo tela lateral e superior para evitar vandalismo - Rua Chile		10,00%	15,00%	15,00%	20,00%	20,00%				20,00%		20,00%	
Iluminação - Rua Curi					20,00%	20,00%				40,00%		40,00%	
Iluminação - Rua Coari					20,00%	20,00%				40,00%		40,00%	
Iluminação - Rua Chile					20,00%	20,00%				40,00%		40,00%	
Fabricação de peças pré moldadas - Rua Curi		20,00%	30,00%	30,00%	20,00%	20,00%							
Fabricação de peças pré moldadas - Rua Coari		20,00%	30,00%	30,00%	20,00%	20,00%							
Fabricação de peças pré moldadas - Rua Chile		20,00%	30,00%	30,00%	20,00%	20,00%							
Supervisão de montagem				25,00%	30,00%	30,00%				30,00%		15,00%	

ANEXO E – Cronograma real da obra em MS-Project – Planejamento a longo prazo.

EDT	Nome da tarefa	% concluída	Duração	Início	Término
0	<b>Cronograma Passarelas Ver 01</b>	<b>100%</b>	<b>347,67 dias</b>	<b>Sex 09/08/13</b>	<b>Sáb 25/10/14</b>
1	GERAL	100%	347,67 dias	Sex 09/08/13	Sáb 25/10/14
1.1	MARCOS DO PROJETO	100%	347,67 dias	Sex 09/08/13	Sáb 25/10/14
1.1.1	MARCOS DO PROJETO	100%	347,67 dias	Sex 09/08/13	Sáb 25/10/14
2	IMPLANTÇÃO	100%	340,67 dias	Seg 19/08/13	Sáb 25/10/14
2.1	MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO	100%	340,67 dias	Ter 20/08/13	Sáb 25/10/14
2.1.1	MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO	100%	340,67 dias	Ter 20/08/13	Sáb 25/10/14
2.1.1.1	MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO	100%	340,67 dias	Ter 20/08/13	Sáb 25/10/14
2.1.1.1.1	MOBILIZAÇÃO	100%	65 dias	Ter 20/08/13	Qui 14/11/13
2.1.1.1.1.1	DESMOBILIZAÇÃO	100%	6 dias	Seg 20/10/14	Sáb 25/10/14
2.2	ENGENHARIA / PROJETOS	100%	77 dias	Seg 19/08/13	Qui 28/11/13
2.2.1	MARCOS ENGENHARIA / PROJETOS	100%	77 dias	Seg 19/08/13	Qui 28/11/13
2.2.2	ELABORAÇÃO / APROVAÇÃO	100%	77 dias	Seg 19/08/13	Qui 28/11/13
3	EXECUÇÃO DE OBRAS	100%	294,67 dias	Sex 18/10/13	Qua 22/10/14
3.1	PASSARELA RUA COARI / BH	100%	290,67 dias	Sex 18/10/13	Sex 17/10/14
3.1.1	MARCOS PASSARELA RUA COARI / BH	100%	290,67 dias	Sex 18/10/13	Sex 17/10/14
3.1.2	FABRICAÇÃO DE PRÉ MOLDADOS	100%	92 dias	Sex 18/10/13	Qui 13/02/14
3.1.3	TRANSPORTE DOS PRÉ MOLDADOS	100%	42,22 dias	Seg 24/03/14	Sex 16/05/14
3.1.4	MONTAGEM DOS PRÉ MOLDADOS	100%	41,5 dias	Ter 25/03/14	Sex 16/05/14
3.1.5	FUNDAÇÃO DIRETA	100%	177 dias	Qua 23/10/13	Sex 06/06/14
3.1.6	GUARDA CORPO	100%	137,67 dias	Ter 06/05/14	Sex 17/10/14
3.1.7	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	100%	27,67 dias	Seg 26/05/14	Sex 27/06/14
3.1.8	CAPEAMENTO	100%	5 dias	Seg 23/06/14	Sex 27/06/14
3.1.9	SUPERVISÃO DE MONTAGEM	100%	1 dia	Ter 20/05/14	Ter 20/05/14
3.2	PASSARELA RUA CURI / BH	100%	234,67 dias	Qua 30/10/13	Sex 22/08/14
3.2.1	MARCOS PASSARELA RUA CURI / BH	100%	191,67 dias	Qua 18/12/13	Sex 22/08/14
3.2.2	FABRICAÇÃO DE PRÉ MOLDADOS	100%	116 dias	Qua 30/10/13	Qui 27/03/14
3.2.3	TRANSPORTE DOS PRÉ MOLDADOS	100%	21,11 dias	Ter 01/04/14	Ter 29/04/14
3.2.4	MONTAGEM DOS PRÉ MOLDADOS	100%	21,89 dias	Ter 01/04/14	Ter 29/04/14
3.2.5	FUNDAÇÃO DIRETA	100%	159,67 dias	Seg 02/12/13	Qui 26/06/14
3.2.6	GUARDA CORPO	100%	64,67 dias	Qua 04/06/14	Sex 22/08/14
3.2.7	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	100%	22,67 dias	Sáb 31/05/14	Sex 27/06/14
3.2.8	CAPEAMENTO	100%	30 dias	Sex 18/07/14	Sex 22/08/14
3.2.9	SUPERVISÃO DE MONTAGEM	100%	1 dia	Ter 20/05/14	Ter 20/05/14
3.3	PASSARELA DE SABARÁ	100%	212,67 dias	Seg 03/02/14	Qua 22/10/14
3.3.1	MARCOS PASSARELA SABARÁ	100%	212,67 dias	Seg 03/02/14	Qua 22/10/14
3.3.2	ELABORAÇÃO / APROVAÇÃO PROJETOS	100%	93 dias	Seg 03/02/14	Sex 30/05/14
3.3.3	FABRICAÇÃO DE PRÉ MOLDADOS	100%	36 dias	Ter 01/07/14	Ter 12/08/14
3.3.4	TRANSPORTE DOS PRÉ MOLDADOS	100%	11,11 dias	Seg 25/08/14	Sáb 06/09/14
3.3.5	MONTAGEM DOS PRÉ MOLDADOS	100%	11,89 dias	Seg 25/08/14	Sáb 06/09/14
3.3.6	FUNDAÇÃO DIRETA	100%	78,67 dias	Seg 02/06/14	Sex 05/09/14
3.3.7	GUARDA CORPO	100%	83 dias	Sex 04/07/14	Sex 10/10/14
3.3.8	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	100%	56 dias	Ter 19/08/14	Qua 22/10/14
3.3.9	CAPEAMENTO	100%	13 dias	Sex 12/09/14	Sex 26/09/14
3.3.10	SUPERVISÃO DE MONTAGEM	100%	1 dia	Ter 09/09/14	Ter 09/09/14

ANEXO F – Planejamento de curto prazo da obra.

ATIVIDADES		PROGRAMAÇÃO SEMANAL DE SERVIÇOS																				
		Projeto Passarelas de Pedestre																				
		ACOMPANHAMENTO SEMANA ANTERIOR				PESO NO CRONOGRAMA			SEMANA 02			SEMANA 03			PESO NO CRONOGRAMA							
29/set	30/set	01/out	02/out	03/out	04/out	% Realizado	06/out	07/out	08/out	09/out	10/out	11/out	% Realizado	13/out	14/out	15/out	16/out	17/out	18/out	% Realizado	% Realizado	
P	R					0%					20%	20%	60%	20%	20%						60%	0%
P	R					0%					0%	25%	0%			50%					100%	0%
P	R	100%				100%		100%	100%				100%	100%							0%	0%
P	R	0%				0%		100%	100%	0%			100%	100%							0%	0%
P	R	100%				100%		100%	100%				100%	100%							0%	0%
P	R	0%				0%	100%						100%	100%							0%	0%
P	R	13%	13%	13%	13%	50%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	80%	50%							0%	0%
P	R	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%							0%	0%
P	R					0%							100%	100%							0%	0%
P	R	100%				100%							100%	100%							0%	0%
P	R	100%				100%							100%	100%							0%	0%
P	R					0%	100%						100%	100%							0%	0%
P	R					0%	0%						100%	100%							0%	0%
P	R					0%	0%						100%	100%							0%	0%
P	R					0%	0%						100%	100%							0%	0%
P	R					0%	0%						100%	100%							0%	0%
P	R					0%	0%						100%	100%							0%	0%
P	R					0%	0%						100%	100%							0%	0%
P	R					0%	0%						100%	100%							0%	0%
P	R	50%	50%			100%							100%	100%							0%	0%
P	R	13%	13%	13%	13%	50%							0%	0%							0%	0%
P	R	13%	13%	13%	13%	0%							0%	0%							0%	0%
P	R					0%							100%	100%							0%	0%
P	R					0%							100%	100%							0%	0%