

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**TATIANA BORGES LUNA**

**APLICAÇÃO DE MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR E DOS  
PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA NA MACROATIVIDADE DE  
ALVENARIA**

**DOURADOS**

**2017**

TATIANA BORGES LUNA

**APLICAÇÃO DE MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR E DOS  
PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA NA MACROATIVIDADE DE  
ALVENARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção. Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdade de Engenharia. Orientadora: Professora Doutora Fabiana Raupp.

DOURADOS

2017

TATIANA BORGES LUNA

**APLICAÇÃO DE MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR E DOS  
PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA NA MACROATIVIDADE DE  
ALVENARIA**

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para a  
obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal  
da Grande Dourados, pela comissão formada por:

---

Orientadora: Prof. Dra. Fabiana Raupp  
FAEN - UFGD

---

Prof. Me. Carlos Eduardo Soares Camparotti  
FAEN - UFGD

---

Prof. Dra. Eliete Medeiros  
FAEN - UFGD

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus, que sempre nos momentos de tribulação, me dá forças e coragem para continuar no caminho que escolhi, apesar dos grandes obstáculos que enfrentei no percurso, nunca me deixou desamparada.

Aos meus pais, Izaias e Sandra, que sempre acreditaram no meu potencial, e apoiaram minhas decisões, e escolha acadêmica, sempre buscando o melhor para mim, independentemente do desejo deles.

A minha irmã Thais, responsável pela minha escolha em cursar Engenharia de Produção, que me auxiliou e ajudou durante toda caminhada acadêmica, me mostrando como pode ser exaustivo esse período, mas que no final, conquistaríamos grande frutos, resultado do nosso esforço e dedicação.

Aos meus colegas de sala, que compartilharam e compartilham comigo, grandes angustias e alegrias, que me ensinaram e ensinam, o que se pode aprender além da sala de aula, principalmente o trabalho em equipe, a pró-atividade, e o desejo de fazer diferente, de ser diferente, buscando novas oportunidades dentro da graduação, e abrindo caminhos para a vida profissional.

Aos professores que contribuíram para minha formação acadêmica, principalmente a Professora Dr. Fabiana Raupp, sempre disposta a ajudar, orientando este trabalho com muita dedicação e profissionalismo, corrigindo e esclarecendo minhas dúvidas, da qual serei sempre muito grata.

## RESUMO

Como a indústria da construção civil tem vivido momentos de crise, devido os problemas econômicos que enfrenta o país, pela escassez de mão de obra qualificada, desperdício de grande volume dos materiais no canteiro de obras, e principalmente, por problemas de gestão por parte das empresas, que não adotam práticas gerenciais para tornarem mais eficientes, essa indústria encontra-se com problemas na produção. Nesse contexto, as empresas que desejam estar à frente dos concorrentes, buscam introduzir filosofias gerenciais, como por exemplo, a construção enxuta, que visa, reduzir as atividades que não agregam valor, simplificando as atividades e eliminando movimentos desnecessários, melhorando a flexibilidade do produto, introduzindo melhoria continua no processo. O objetivo desse trabalho é, analisar e propor melhorias no fluxo produtivo em um canteiro de obras, para isso, os conceitos e ferramentas da construção enxuta foram aplicados, como o mapeamento de fluxo de valor, por meio dele, foi possível verificar os desperdícios de algumas atividades da etapa alvenaria, e propor uma redução de 40% do *lead time* do processo. O estudo de caso é baseado na metodologia proposta por Koskela (1992), que compreende um tipo de análise da cadeia produtiva, com intuito de construir com o mínimo de desperdícios.

**PALAVRA-CHAVE:** Construção enxuta, canteiro de obras, mapeamento de fluxo de valor.

## **ABSTRACT**

As the construction industry has experienced moments of crisis, due to the economic problems facing the country, the shortage of skilled labor, waste of large volumes of materials on the construction site, and mainly, for managerial problems on some of the companies, for not adopting management practices becoming more efficient, this industry is unproductive. In this context, companies that want to be ahead of competitors, seek to introduce managerial philosophies, such as lean construction, which aims to reduce activities that do not add value, simplifying activities and eliminating unnecessary movements, improving product flexibility, introducing continuous improvement in the process. The objective of this work is to analyze and propose improvements in the production flow in a construction site, for this, the concepts and tools of lean construction were applied, as the value stream mapping, through it, it was possible to verify the wastes of some masonry step activities, and propose a 40% reduction in lead time of the process. The case study is based on the methodology proposed by Koskela (1992), which comprises a type of analysis of the productive chain, with the intention of building with the minimum of waste.

**KEYWORDS:** Lean construction, construction site, value stream mapping.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama “Casa do STP” – Sistema Toyota de Produção .....	16
Figura 2 – Sete tipos de perda .....	19
Figura 3 – Modelo de processo da Lean Construction .....	22
Figura 4 – Mapa do estado atual.....	27
Figura 5 – Mapa do estado futuro .....	29
Figura 6 – Símbolos do fluxo de material .....	30
Figura 7 – Símbolos gerais.....	30
Figura 8 – Símbolos do fluxo de informação .....	31
Figura 9 – Fluxograma das atividades da etapa de alvenaria .....	36
Figura 10 – Quantidade de produção de argamassa .....	37
Figura 11 – Fluxograma da produção de argamassa.....	39
Figura 12 – Mapeamento de fluxo de valor atual .....	42
Figura 13 – Mapeamento de fluxo de valor futuro .....	48

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação da Produção Enxuta e Construção Enxuta .....	25
Quadro 2 –Tempo de execução da produção de argamassa .....	40
Quadro 3 – Propostas para os problemas identificados .....	44
Quadro 4 – Plano de ação.....	50
Quadro 5 – Comparação do estado atual em relação ao futuro .....	51



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1	Caracterização do tema.....	11
1.2	Definição do problema.....	12
1.3	Objetivos.....	12
1.3.1	Objetivo Geral.....	12
1.3.2	Objetivos Específicos.....	13
1.4	Justificativa.....	13
1.5	Estrutura do trabalho.....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1	Produção Enxuta ( <i>Lean Production</i> ).....	15
2.2	Sistema Toyota de Produção (STP).....	16
2.3	Construção Enxuta ( <i>Lean Construction</i> ).....	20
2.4	Mapeamento do fluxo de valor (MFV).....	25
2.4.1	Selecionar uma família de produtos.....	26
2.4.2	Mapa do estado atual.....	27
2.4.3	Mapa do estado futuro.....	27
2.5	Símbolos MFV (mapeamento do fluxo de valor).....	29
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....</b>	<b>32</b>
3.1	Fundamentação Metodológica.....	32
3.2	Classificação da Pesquisa.....	32
3.3	Procedimentos.....	33
3.3.1	Caracterização da metodologia usada.....	33
3.3.2	Desenvolvimento da pesquisa.....	33
3.3.3	Método de análise de dados.....	34
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
4.1	Apresentação da empresa.....	35
4.1.1	Apresentação do empreendimento.....	35
4.2	Apresentação do Macroprocesso.....	36
4.3	Fluxograma do Processo de produção e transporte da argamassa.....	38
4.4	Mapeamento do fluxo de valor.....	41
4.4.1	Mapeamento do fluxo de valor estado atual.....	41
4.4.2	Análise crítica do estado atual.....	43

4.5	Mapa do estado futuro .....	45
4.6	Desenvolvendo o plano de ação.....	49
4.7	Projeção do rendimento.....	51
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>52</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO 1</b>	<b>.....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE A</b>	<b>.....</b>	<b>64</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Caracterização do tema

Para Lorenzon e Martins (2006), os processos da construção civil, sempre foram improdutivos com altos desperdícios. Com a atual escassez de recursos, as empresas se veem obrigadas a realizarem modificações, minimizando as perdas, por meio da simplificação das atividades, o que as torna mais dinâmica e organizada.

Nos anos 90, Lauri Koskela desenvolveu os onze princípios da Construção Enxuta ou "*Lean Construction*", utilizando os conceitos da Produção Enxuta, aplicados na Construção Civil. No Brasil, o conceito foi inserido por pesquisadores, a partir do ano de 1996, mas, ainda hoje, são poucas as construtoras que aplicam os princípios, promovendo a redução do desperdício e retrabalho, garantindo assim, melhor aproveitamento de materiais e tempo (LORENZON; MARTINS, 2006).

Segundo Ohno (1998), a mentalidade enxuta visa a redução dos desperdícios na linha do tempo, entre a realização do pedido até a entrega final ao cliente, eliminando todas as atividades que não agregam valor na produção do bem ou serviço.

O cenário Industrial da Construção Civil no Brasil, manteve-se aquecido durante um longo período, mas, com a presente crise financeira instaurada no país, o setor vem apresentando dificuldades, provocadas muitas vezes, por má gestão produtiva. Koskela (1992) aponta que a ausência de boas práticas na construção, muitas vezes por ser um setor muito antigo, com resistência a introdução de novos métodos, e com desenvolvimento tecnológico muito tardio, apresenta um ineficiente planejamento, tendo grande perda em materiais e baixa produtividade de mão-de-obra. De acordo com Limmer (1997), as flutuações da economia e a conscientização crescente do consumidor para os problemas do custo elevado e da não qualidade dos produtos, têm dirigido a atenção dos empresários da construção civil para o planejamento e controle da produção.

A proposta de implantação da Construção Enxuta, em um canteiro de obras, requer flexibilidade por parte da equipe técnica, já que o setor executa um sistema de produção tradicional, com foco apenas em suas próprias atividades, podendo-se tornar ineficiente o processo da introdução da metodologia. Quando bem realizada, a implantação da filosofia enxuta na Construção Civil, pode-se observar melhora na

produtividade e na qualidade da execução da obra, reduzindo desperdícios e custos (SANTOS; FARIAS FILHO, 1998).

Um dos onze princípios proposto por Koskela, é a redução do tempo de ciclo de produção, através do arranjo de layout, reduzindo o número de atividades que não agregam valor, assim, garantindo melhor distribuição de recursos físicos, diminuindo o esforço necessário no deslocamento de materiais (KOSKELA, 1992). Com esse intuito, foi aplicado em um canteiro de obras, ferramentas e processos, que proporcionam maior eficiência na construção.

## **1.2 Definição do problema**

O cenário econômico atual do Brasil, está em crise e cheio de incertezas, refletindo em todos os setores, até mesmo da construção civil, que passava por uma fase de grande crescimento. Este momento, incentiva a busca por maneiras de reduzir os custos, através da gestão dos canteiros de obra, reduzindo os desperdícios tanto de materiais, como de ociosidade de mão-de-obra, por meio de procedimentos que padronizem os processos, gerando maior facilidade na execução do projeto.

A indústria da construção, está buscando suporte em técnicas que gerenciam e controlam a relação custo benefício, para que possam resolver um dos principais problemas do setor, que são a improdutividade e os desperdícios. Desta forma, a pergunta que se quer responder é: como reduzir os desperdícios no canteiro de obras, através do mapeamento do fluxo de valor, e por meio de conceitos e técnicas propostas pela construção enxuta?

## **1.3 Objetivos**

### *1.3.1 Objetivo Geral*

Mapear o fluxo de valor de um canteiro de obras, e aplicar princípios da construção enxuta, para reduzir os desperdícios e retrabalho.

### 1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Verificar quais métodos e ferramentas da produção enxuta, podem ser utilizadas;
- Fazer um levantamento de dados, para examinar quais princípios enxutos são conhecidos e aplicados pela construtora, para melhor análise do estudo;
- Analisar os principais processos, que geram alto número de desperdício e retrabalho;
- Propor alterações e melhorias na macroatividade de alvenaria.

## 1.4 **Justificativa**

O custo nacional da construção, por metro quadrado, em maio de 2016 fechou em R\$ 997,60, sendo R\$ 527,68 relativos aos materiais e R\$ 469,92 à mão de obra (IBGE, 2016). É possível reduzir esse custo, adotando metodologias que otimizam os processos e gerenciam o tempo, evitando ociosidade da mão- de- obra, e redução de desperdício de materiais, diminuindo a possibilidade de ocorrer erros na produção proporcionando maior transparência aos processos produtivos (KOSKELA, 1992).

O canteiro de obras é definido por Saurin (1997), como sendo a ação responsável por planejar o layout e a logística das instalações provisórias, instalações de movimentação e armazenamento de materiais e instalações de segurança. Segundo Vargas (1998) as incertezas em um canteiro de obras, é um dos maiores causadores de perdas na construção, portanto, é recomendado que o planejamento, colete e avalie as informações, determinando os serviços a serem realizados de acordo com a sequência planejada e a disponibilidade dos fornecedores, utilizando de melhor forma os recursos disponíveis.

O efeito da crise econômica vivida pela indústria da construção civil, mostrou por meio de um levantamento, feito pelos MELHORES E MAIORES da revista exame, que a rentabilidade do setor caiu de 11,2% em 2013 para 2,3% em 2014. Com as dificuldades enfrentadas pelo mercado, os empréstimos se tornaram mais difíceis, e o preço dos materiais aumentaram ainda mais. As construtoras, com objetivo de serem mais competitivas, têm procurado gerenciar melhor seu sistema produtivo e investir em tecnologia a fim de aumentar seus lucros e diminuir seus desperdícios (FORMOSO, 2001).

A adaptação da filosofia enxuta na construção, proporciona, por meio da aplicação das metodologias, a melhora dos processos produtivos do setor. Com intuito de realizar uma obra com o mínimo de desperdícios, por meio, do alinhamento dos múltiplos interesses envolvidos no planejamento, implementação e controle do fluxo de materiais e informações, sendo necessário buscar técnicas para cada tipo de obra.

## **1.5 Estrutura do trabalho**

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

O primeiro capítulo, refere-se as propostas iniciais do trabalho, abordado na problematização, justificativa e objetivos.

O capítulo seguinte apresenta o referencial teórico, abordando os principais conceitos da construção enxuta.

O capítulo 3 explana a metodologia adota para a pesquisa do trabalho, mostrando como será realizado.

O capítulo 4 apresenta a empresa e o empreendimento analisado, a estrutura da etapa de alvenaria e suas atividades de produção, assim como, a proposta de mapeamento do fluxo de valor na cadeia produtiva do canteiro de obra.

O capítulo 5, trata da análise e conclusão dos resultados obtidos, com a aplicação do mapeamento de fluxo de valor da atividade de construir paredes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Produção Enxuta (*Lean Production*)

Logo após a segunda guerra mundial, o Japão foi devastado por uma série de limitações, reduzindo assim, a capacidade econômica do país. Eiji Toyota, após passar um período em Detroit, conhecendo o sistema produtivo norte americano, percebeu que era possível adaptar a produção em massa, para as necessidades de fabricação japonesa. Preocupados em conseguir competir no mercado, em um período marcado pela escassez de investimento em tecnologias, o governo japonês, resolveu bloquear a entrada de produtores externos, assim como replicar internamente o modelo de “Grandes fábricas” (WOMACK; JONES, 2004).

Taiichi Ohno, Vice-Presidente da Toyota, foi responsável por criar uma filosofia que adotasse as práticas norte americanas para realidade japonesa, dando início assim, ao Sistema Toyota de Produção, conhecido também como Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing*. Segundo Womack e Jones (2004), o desafio da indústria japonesa era reduzir os custos, de modo que ao mesmo tempo, produzisse menor quantidade de carros com maior variedade de modelos, evitando a superprodução e os desperdícios. Esse modelo se destacou no mundo todo, fazendo com que fossem apresentados ótimos índices de produtividade, qualidade e desenvolvimento de produto. Assim, levando várias empresas, a buscarem implantar esse sistema em sua produção (STEFANELLI, 2007).

Para Ohno (1998), produção enxuta é definida pela “A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos, a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida”. Deste modo, a produção enxuta adapta os benefícios da produção artesanal, que teve início no princípio do surgimento da manufatura, ao sistema fordista, evitando a rigidez da produção em massa e os altos custos da produção artesanal, empregando as equipes de trabalhadores multiqualficadas em todos os níveis da organização, elaborando ou comprando máquinas flexíveis, para ter uma produção versátil, buscando sempre priorizar a satisfação dos clientes (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

## 2.2 Sistema Toyota de Produção (STP)

Os dois pilares que sustentam o Sistema Toyota de Produção, é o *just-in-time* e a automação, sendo este, um dispositivo acoplado nas máquinas caso haja necessidade de uma parada emergencial, evitando que produtos defeituosos continuem a ser produzidos, caso as máquinas sofram pequenas anormalidades, como quebra de matrizes ou queda de fragmentos. Para produzir aplicando *just-in-time*, é necessária precisão no processo, para que as partes indispensáveis chegam a linha de montagem no momento e na quantidade exata. Qualquer falha na informação, previsão ou problemas com peças e equipamentos defeituosos, altera a produção, dificultando alcançar o estoque zero (OHNO, 1998). A figura 1 apresenta a “Casa STP”, desenvolvido por Fujio Cho, para melhor explicar os pilares e a base do STP (Sistema Toyota de Produção).

**Figura 1 – Diagrama “Casa do STP” – Sistema Toyota de Produção**



Fonte: Liker, 2005.

Ao comparar o sistema Toyota de produção, com a produção em massa, é nítido a redução tanto de investimentos em equipamentos, capital humano e espaço físico da produção enxuta, pois essa filosofia envolve modificações em todos os



estágios do processo, desde a relação com fornecedores, o desenvolvimento do projeto de engenharia, a organização interna da fábrica e distribuição. Mas, a principal particularidade entre os dois sistemas está nos objetivos finais, a produção em massa tem por finalidade oferecer um produto "bom o suficiente", enquanto a produção enxuta almeja algo como a qualidade perfeita (WOMACK; JONES, 2004).

O modelo de produção construído para a Toyota, visa a melhoria contínua, aproveitando o conhecimento de seus membros, para resolver os problemas em conjunto. A princípio ao desenvolver os conceitos de produção enxuta, a base central desse sistema de manufatura, tinha como foco a otimização dos processos, e procedimentos através da redução contínua de desperdício, sendo importante para o sucesso do Sistema Toyota de Produção (PINTO, 2008). A eliminação dos sete tipos de desperdício, descrita por Ohno (1998) como sendo perdas com pessoas, qualidade e quantidade, é descrito a baixo:

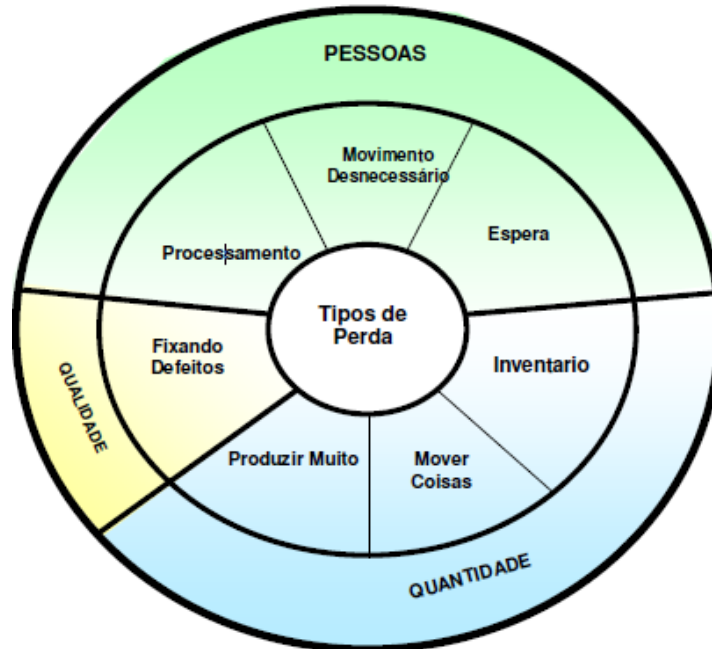
1. Superprodução: é a perda mais difícil de ser excluída, pois, acarreta os outros desperdícios. Ocorre para itens complexos, onde não é possível planejar a demanda, gerando assim, consumo desnecessário de matéria prima e mão-de-obra, tornando dispendioso os custos com estoque devido ao excesso de produção. Surgem por dois motivos, pela produção em excesso e por produzir antecipadamente;
2. Espera: é ocasionado quando o funcionário ou a máquina, ficam desocupados devido a necessidade de aguardar produtos, informações ou qualquer item que seja necessário para a realização da tarefa. Ou seja, é o tempo ocioso dos operadores, onde não ocorre nenhum processamento, transporte ou inspeção. Existem ferramentas que podem auxiliar na redução ou eliminação desse desperdício, como a manutenção preventiva, sequenciamento e planejamento da produção;
3. Transporte: o transporte na fabricação de um bem, corresponde cerca de 45% do tempo, sendo necessário reduzir esse prazo, pois, é uma atividade que não agrega valor ao produto. Um modo de eliminar esta perda, é modificando o *layout* da fábrica. O rearranjo do local e a implantação de esteiras, auxiliam na diminuição das distâncias e evitam movimentação excessiva de pessoas, informações, materiais e peças;

4. Processamento demasiado: quando não existe um procedimento operacional padrão na realização das atividades, ocorre perdas por utilizar ferramentas, máquinas ou procedimentos inadequados, ou seja, é necessário um projeto bem definido e instruções claras de como deve ser realizado a atividade, a fim de, eliminar processos incorretos, e parcelas do processamento que são desnecessárias, de modo que podem ser eliminados sem influenciar as características do bem ou serviço;
5. Inventários: esta perda está relacionada ao excessivo estoque de matéria-prima, material em processamento ou produto acabado, gerando obsolescência ou danificando os produtos já processados, influenciando também o aumento do custo de armazenagem. Ainda, este desperdício oculta problemas de operações, ou seja, os processos precisam ser simultâneos, e o estoque excessivo dificulta a identificação de problemas que podem estar ocorrendo nas operações;
6. Movimentação: quando os funcionários precisam percorrer longos caminhos para realização de uma operação, ou movimentam-se excessivamente ou desnecessariamente para realização de uma atividade, ocorre a perda por movimentação. Existem maneiras de reduzir esse desperdício, utilizando técnicas de gerenciamento do tempo e do movimento para minimizar toda locomoção desnecessária, outra solução seria a implantação de processos automatizados, sendo desnecessário a participação dos operadores;
7. Produtos Defeituosos: ocorrem devido a projetos mal elaborados, e a ausência de informações que auxiliam no procedimento padrão, verificando se os produtos estão em conformidade com os parâmetros de qualidade da empresa, ou se apresentam má qualidade, tendo necessidade de retrabalho ou descarte. É preciso adotar métodos que reduzam esse tipo de defeito, como por exemplo, a elaboração de orientações que devem ser seguidas na realização dos procedimentos.

Para sobreviver no mercado atual, é necessário que os fabricantes tenham em mente, a necessidade de reduzir custos, para isso não existe método milagroso. “É necessário um sistema de gestão total, que desenvolva habilidade humana até sua mais plena capacidade, a fim de destacar a criatividade e a operosidade, para utilizar bem instalações e máquinas, eliminando todo desperdícios” (OHNO, 1998). A figura

2, mostra a relação dos tipos de perda com três pontos: pessoa, quantidade e qualidade.

**Figura 2 – Sete Tipos de Perda**



Fonte: Riani, 2006.

Observa-se na figura que a qualidade do produto, está relacionado a perdas devido a produtos defeituosos e retrabalho. O desperdício com mão-de-obra, produz perdas por processamento, por movimento e por tempo de espera. Já as perdas de superprodução, de transporte e de estoque, estão sendo influenciadas pela quantidade de produção. Desta forma, melhorando esses pontos, é possível reduzir ou até mesmo eliminar, esses sete desperdícios.

Womack e Jones (2004) no livro “A Máquina que Mudou o Mundo”, propõe o conceito de Produção Enxuta, não como um sistema, mas, uma filosofia de gestão universal, podendo ser aplicada em empresas de qualquer setor e em qualquer país. Segue os cinco princípios fundamentais a serem adotadas em qualquer organização:

1. Valor: compreender as necessidades do cliente, e quais características do produto ou serviço que o cliente busca, definindo o valor que está disposto a pagar. À empresa, cabe apenas identificar qual é essa necessidade e buscar satisfazê-la com a máxima qualidade possível, no menor prazo e reduzindo custos;

2. Fluxo de Valor: é preciso olhar toda cadeia produtiva, desde a criação do produto, até a venda final, as vezes sendo necessário analisar o pós-venda, a fim de identificar todo processo. É necessário separar os processos em três categorias, os que agregam valor, os que não agregam valor e devem ser eliminados e os que não agregam valor, mas são necessários. É fundamental um olhar sistêmico, considerando a perspectiva do cliente, e as atividades indispensáveis, não visando apenas a redução do custo;
3. Fluxo Contínuo: as atividades que agregam valor devem ser interrompidas, de modo que, não acumule estoque entre as atividades intermediárias do processo, eliminando assim o desperdício e reduzindo os tempos de elaboração do produto. Deste modo, o fluxo contínuo faz com que o produto chegue até o cliente conforme especificado, de forma, a contribuir para criação de valor;
4. Produção Puxada: o produto não é mais empurrado para os consumidores pelas empresas, mas, os clientes puxam o fluxo de valor no momento desejado, evitando assim, desperdícios e altos estoques, pois, é produzido a necessidade desejada, no momento certo, resultando em maior lucro em produtividade;
5. Perfeição: este princípio relaciona a busca constante por melhorias no fluxo de valor, uma vez que, quanto mais verificações são feitas, mais melhorias se pode realizar. É necessário que todos os funcionários tenham conhecimento do processo, para proceder de melhor maneira no aperfeiçoamento e na criação de cadeias de valor.

### **2.3 Construção Enxuta (*Lean Construction*)**

O setor da construção civil, passou por um período de crescimento constante no Brasil, muitas construtoras amplificaram sua capacidade para conseguir atender a demanda, principalmente das médias e grandes cidades do país. O setor expandiu, mas os métodos utilizados no processo de construção, ainda são defasados por causa do desenvolvimento tardio do ramo da construção. Devido à crise econômica vivida pelo país, e o aumento no custo dos materiais de construção e da falta de qualidade, levaram tanto os proprietários das construtoras como o consumidor, a conscientizar-se da necessidade de procedimento de planejamento e controle da produção, a fim de reduzir o desperdício de material, e a ociosidade da mão-de-obra (LIMMER, 1997).

Em 1992, Koskela introduziu a filosofia da produção enxuta na construção e, reformulou seus princípios e práticas, para lidar com características particulares dos projetos da construção civil, destacando a redução dos desperdícios, por meio de uma produção sem estoques chamada de *Lean Construction*. Embora a introdução da filosofia *Lean* no setor da construção exigiu a modificação da concepção original, princípios e utilizações, tem sido reconhecido que o conceito de valor é “provavelmente a abordagem mais difícil na nova forma de gestão de projetos de construção” (BERTELSEN; KOSKELA, 2004).

Atualmente, o conceito de valor a partir da construção enxuta, continua a ser um termo que não tem sido profundamente investigado. Comumente é conectado a práticas de construção, com o modelo de transformação de fluxo de valor (TFV) de Koskela, onde o valor é entregue principalmente no processo de produção no local. Conseqüentemente, a maioria dos esforços têm sido utilizados para satisfazer o cliente e seus requisitos, não levando em consideração os problemas da sociedade, como por exemplo, a preocupação com a sustentabilidade, a crise econômica e subsequentemente a recessão, sendo que a indústria da construção é conhecida como um setor de desperdícios e alto custo.

Jorgensen e Emmitt (2008) afirmam que “uma coerente filosofia para construção enxuta não foi ainda desenvolvida”. No entanto, Ballard (2007), define a construção enxuta como “uma filosofia de negócio fundamental, que é mais eficaz quando compartilhada por todo o fluxo de valor”, e Diekmann et al.(2004) define a construção enxuta como “o contínuo processo de eliminação de desperdício, atendendo ou superando todas as necessidades dos clientes, com foco em toda a cadeia de valor buscando perfeição na execução de um projeto construído”.

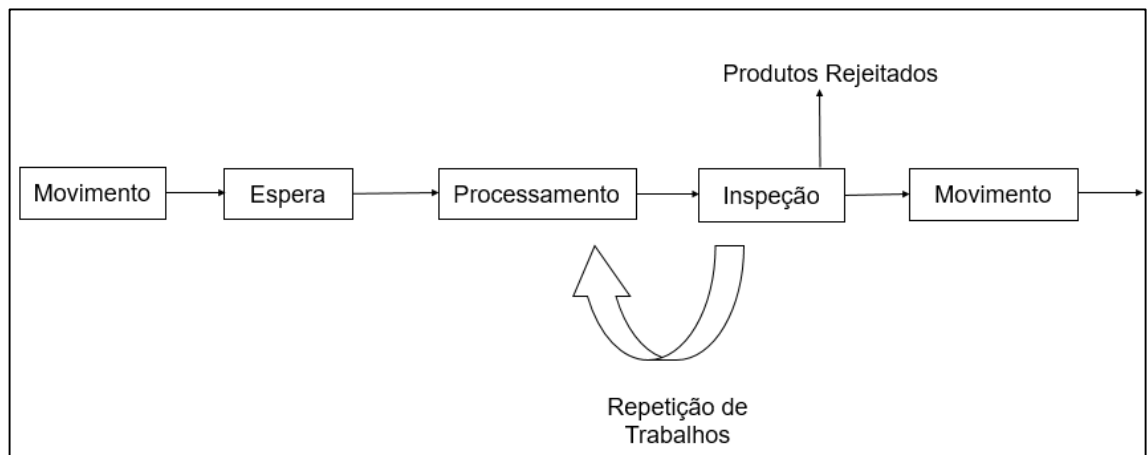
Neste contexto, os desperdícios são entendidos como as ações e/ ou o uso de recursos que não são necessários para entregar um produto ou serviço ao cliente, ou seja, recursos que não agregam valor ao produto final. O conceito de fluxo de valor, refere-se à cadeia de valor, como tarefas adicionais que não agregam valor, mas, que são necessárias para entregar o produto final ao cliente, sendo que deve-se considerar todo o processo de desenvolvimento do produto, não apenas atividades isoladas.

Segundo Koskela (2004), a falta de eficiência apresentado no sistema enxuto de construção, se deve ao fato de que os princípios das diretrizes criadas e seguidas na produção enxuta, não são totalmente implantados ou adotados de maneira enxuta,

ou seja, não ocorre mudança de paradigma gerencial, havendo necessidade de treinamento para desenvolver habilidades gerenciais, focalizando o processo produtivo como todo, não apenas as atividades de transformação.

Koskela (2004), salienta também, a necessidade de adaptação quando os princípios da produção enxuta são aplicados a construção. Os princípios de gestão, são contexto específico e dependem da cultura, condições locais de mercado e de negócios, nível de educação, estruturas de incentivo, entre outros. Para que as falhas de fluxo físico, formado pelas atividades de conversão sejam eliminadas, é necessário considerar as atividades de fluxo, representadas pela figura 3.

**Figura 3 – Modelo de processo da *Lean Construction***



Fonte: Adaptado Arantes, 2008.

Koskela (1992), a partir dos conceitos já formulados pela produção enxuta, identificou e elaborou os onze princípios da construção enxuta, listados a baixo:

1. Reduzir atividades que não acrescentam valor: é o conceito-chave no STP, que incorre o gasto de tempo, recursos e/ ou espaço, mas não agregam valor ao serviço e conseqüentemente ao cliente ou aos requisitos de negócio (Ohno, 1998). Tais atividades desnecessárias devem ser evitadas, pois aumentam o tempo global de produção, reduzindo a eficiência da linha, absorvendo os recursos e, portanto, aumentando os custos de produção;
2. Aumentar o valor do produto através de uma análise sistemática das necessidades do cliente: o valor é gerado quando as necessidades do cliente são cumpridas, e, portanto, devem ser tratadas como uma parte integrante do

processo de produção. No entanto, tais considerações para os clientes, tende a ser ignoradas pela filosofia de produção convencional. Em muitos processos, os clientes não são identificados nem suas preferências reconhecidas;

3. Reduzir a variabilidade: este princípio lida com dois tipos de variabilidade, isto é, o tempo de processo e a variação da variabilidade de fluxo (HOPP; SPEARMAN, 1996). Variabilidade do tempo de processo, refere-se ao tempo necessário para processar uma tarefa numa estação de trabalho, que consiste de variabilidade natural, tais como configurações, disponibilidade e retrabalho do operador. A variabilidade de fluxo, refere-se à variabilidade da chegada de postos de trabalho para uma única estação de trabalho;
4. Reduzir o tempo de ciclo: De acordo com Koskela (1992), o tempo de ciclo do processamento abrange, tempo de inspeção, tempo de espera e tempo de movimento. Assim, através da compressão do tempo de ciclo, forçará a eliminação de atividades que não agregam valor ao reduzir tempo de inspeção, espera e movimento;
5. Simplificar através da minimização do número de passos, peças e ligações: de acordo com Koskela (2000), a simplificação é o resultado da redução do número de componentes ou passos, que direcionam um fluxo de material/informação. As abordagens práticas, podem incluir o encurtamento através da consolidação das atividades, padronizando partes, e minimizando a quantidade de informações de controle necessária;
6. Aumentar a flexibilidade de saída: a flexibilidade de saída, fornece a vantagem competitiva, através do conceito de geração de valor para o cliente. Koskela (1992), apontou que modularizar o design de produto, minimizando o tamanho do lote para se aproximar da demanda, reduz dificuldades em configurações e trocas, podendo personalizar o produto mudando suas características conforme o cliente desejar;
7. Aumentar a transparência do processo: o principal fluxo de operações do início ao fim, tem que ser visível e compreensível para todos os funcionários, para facilitar o controle e melhorias. Isto pode se conseguir fazendo o processo claro, direcionando cada funcionário através do uso de layout apropriado, sinalizando e tornando visível atributos do processo através de medições;
8. Manter o foco no controle no processo completo: coordenação das atividades entre unidades diferentes dentro de uma organização, ou através de uma

fronteira organizacional que traz fluxo segmentado ao controle, garantindo a qualidade;

9. Construir melhoria contínua no processo: a busca da melhoria contínua, através da diminuição dos desperdícios, e redução das atividades que não agregam valor, é chamado de kaizen, que busca utilizar o conhecimento de todos, para identificar e implementar melhorias rápidas e sem custo significativo (ASKIN; GOLDBERG, 2007);
10. Criar o balanceamento de melhorias entre o fluxo e as conversões: há uma inter-relação estreita, entre a melhoria do fluxo e melhoria de conversão. Melhoria entre o fluxo requer menor capacidade de conversão e, portanto, menos investimento em equipamentos. A melhoria entre os fluxos, requer mais controle, fazendo necessário a implementação de uma nova tecnologia de conversão;
11. Aplicar o *Benchmarking*: vai levar a descobrir as melhores práticas e também a um aprendizado contínuo, ajudando a superar as rotinas arraigadas, e trazendo uma reconfiguração radical do processo.

A diferença entre a Construção Enxuta e a Produção Enxuta está na percepção do cliente. Na produção enxuta, o produto é determinado através de uma análise dos indicadores de valor, já na construção enxuta, existem vários clientes, com diferentes perspectivas, cada um com necessidades e interesses distintos, como exemplo, a comunidade que utiliza as vias e construções públicas (BERTELSEN; KOSKELA, 2004). O quadro 1 a seguir, compara os cinco princípios proposto por Womack; Jones; Roos (1998) da produção enxuta com os onze princípios da construção enxuta de Koskela (1992).



**Quadro 1–Comparação da Produção Enxuta e Construção Enxuta**

<b>Princípios <i>Lean Thinking</i> (WOMACK, 1992)</b>	<b>Princípios <i>Lean Construction</i> (Koskela, 1992)</b>
<b>Valor</b>	Aumentar o valor do produto levando em consideração os requisitos dos clientes
	Reduzir tempos de ciclo
<b>Cadeia de Valor</b>	Reduzir atividades que não agregam valor
	Simplificar partes e ligações por meio da redução de passos
	Focar o controle no processo completo
	Balancear as melhorias de fluxo com as melhorias no processo de conversão
<b>Fluxo</b>	Reduzir a variabilidade
	Aumentar a transparência dos processos
<b>Puxar</b>	Aumentar a flexibilidade do resultado final
<b>Perfeição</b>	Introduzir a melhoria contínua no processo
	Fazer <i>benchmarking</i>

Fonte: Adaptado de Picchi (2003).

## 2.4 Mapeamento do fluxo de valor (MFV)

O mapeamento do fluxo de valor, foi originalmente desenvolvido como um método dentro do Sistema Toyota de Produção, e introduzido como uma metodologia distinta (ROTHER; SHOOK, 2006). O MFV é um simples, mas muito eficaz, método para obter uma visão global das condições do fluxo de valor, dentro de uma organização. Com base na análise do mapeamento dos estados, e um plano de trabalho orientada para o fluxo (meta-condições), são planejadas e implementadas as melhorias nos processos (KLEVER, 2007).

Um fluxo de valor inclui todas as atividades, ou seja, atividades que agregam valor, atividades que não agregam valor, mas que são necessárias para criar um produto (ou para prestar um serviço), e a torná-lo disponível para o cliente. Isto inclui o processo operacional, o fluxo de material entre os processos, todas as atividades de controle e também de fluxo de informações (ROTHER; SHOOK, 2006). A fim de avaliar possível potencial de melhoria, o mapeamento de fluxo de valor considera, em particular, todos os tempos de operações em comparação com o tempo global de espera. Quanto maior for a distinção entre tempo de operação e o tempo de espera, maior o potencial de melhoria (ERLACH, 2007).

Apesar de diversas aplicações desenvolvidas nos últimos anos, o MFV apresenta-se como uma ferramenta muito eficiente. Sua origem concentra-se principalmente, na análise e melhoria dos ambientes de produção com linhas de fluxo

desconectadas (ROTHER; SHOOK, 2006). No que diz respeito ao processo de aplicação, o MFV é baseado em cinco fases (ROTHER; SHOOK, 2006). Sendo as seguintes:

1. Seleção de uma família de produtos;
2. Mapeamento do estado atual;
3. O mapeamento do estado futuro;
4. A definição de um plano de trabalho;
5. A realização de um plano de trabalho.

A construção de modelagem segue passos bem definidos, a partir da seleção da família de produtos, seguido pelos projetos do estado atual e futuro, e, finalmente, a última etapa envolve a elaboração de um plano de trabalho (CLIFFORD; BRIAN, 2008). O MFV, busca destacar as fontes de perdas e eliminá-los, a partir da construção de um estado futuro que pode se tornar uma realidade em um curto período de tempo. Considerando a perspectiva da cadeia de valor, deve-se considerar o sistema como um todo, não apenas processos individuais ou otimizações de locais (ROTHER; SHOOK, 2006).

#### 2.4.1 *Selecionar uma família de produtos*

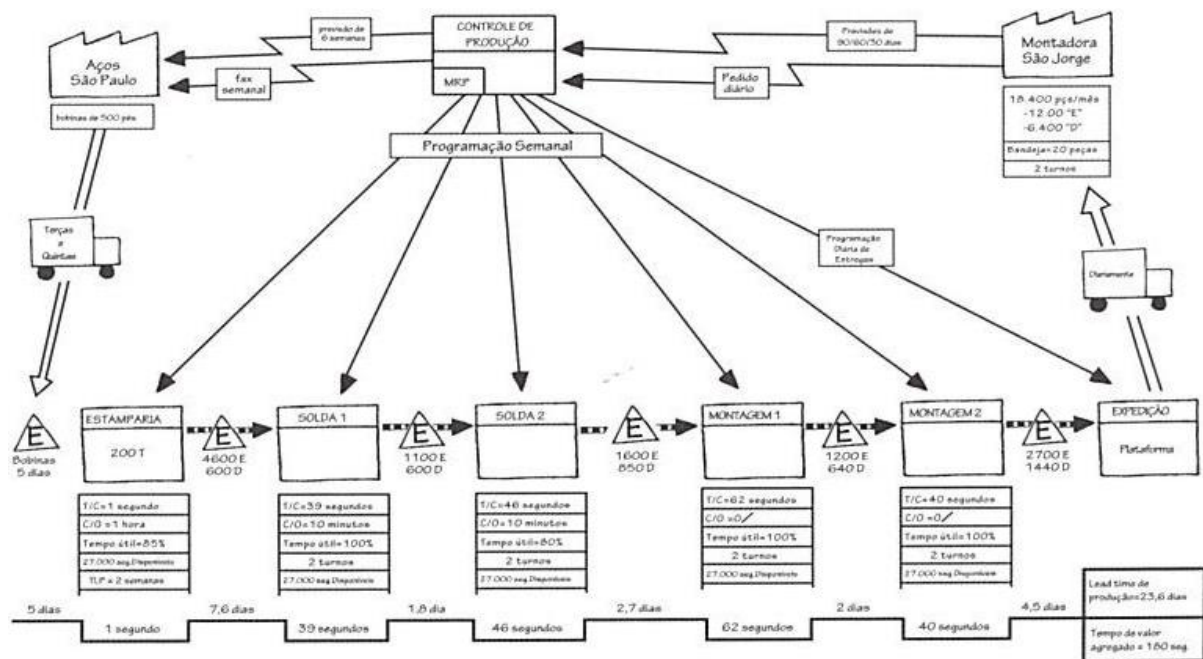
É recomendado selecionar uma operação crítica do processo, para ser analisada no Mapeamento do fluxo de Valor, caso exista várias pequenas operações, é avaliado a sequência pela qual o serviço é realizado (NAZARENO; SILVA; RENTES, 2003).

A Similaridade de processo, refere-se aos serviços que passam pelo mesmo processo, e o tempo de ciclo é o período no qual o pedido é realizado até a entrega ao cliente, produtos com o tempo de ciclo muito diferentes, e que passam pela mesma linha, é aconselhável que estejam em famílias diferentes, pois influenciam no dimensionamento do supermercado, e na definição do sistema de controle.

2.4.2 Mapa do estado atual

Segundo Womack e Jones (2004), as informações iniciais necessárias para iniciar o mapeamento do fluxo de valor, seria a demanda do cliente, logo depois, os processos de produção, para serem identificados nas caixas de dados do processo. Posterior a isso é necessário detectar onde estão localizados os estoques, quais são as principais peças, suas quantidades e o número diário que elas são requisitadas. O fluxo de material é determinado pelo sistema que controla sua movimentação, podendo ser empurrado, puxado e contínuo. A figura 4, apresenta um exemplo de Mapa do estado atual, onde os fluxos de informação estão localizados na parte superior e os fluxos de material na inferior do mapa.

Figura 4 – Mapa do Estado Atual



Fonte: Adaptado Rother e Shook, 2003.

2.4.3 Mapa do estado futuro

Algumas diretrizes da produção enxuta devem ser adotadas para elaboração do mapa do estado futuro, e são apresentadas abaixo (NAZARENO et al., 2003).

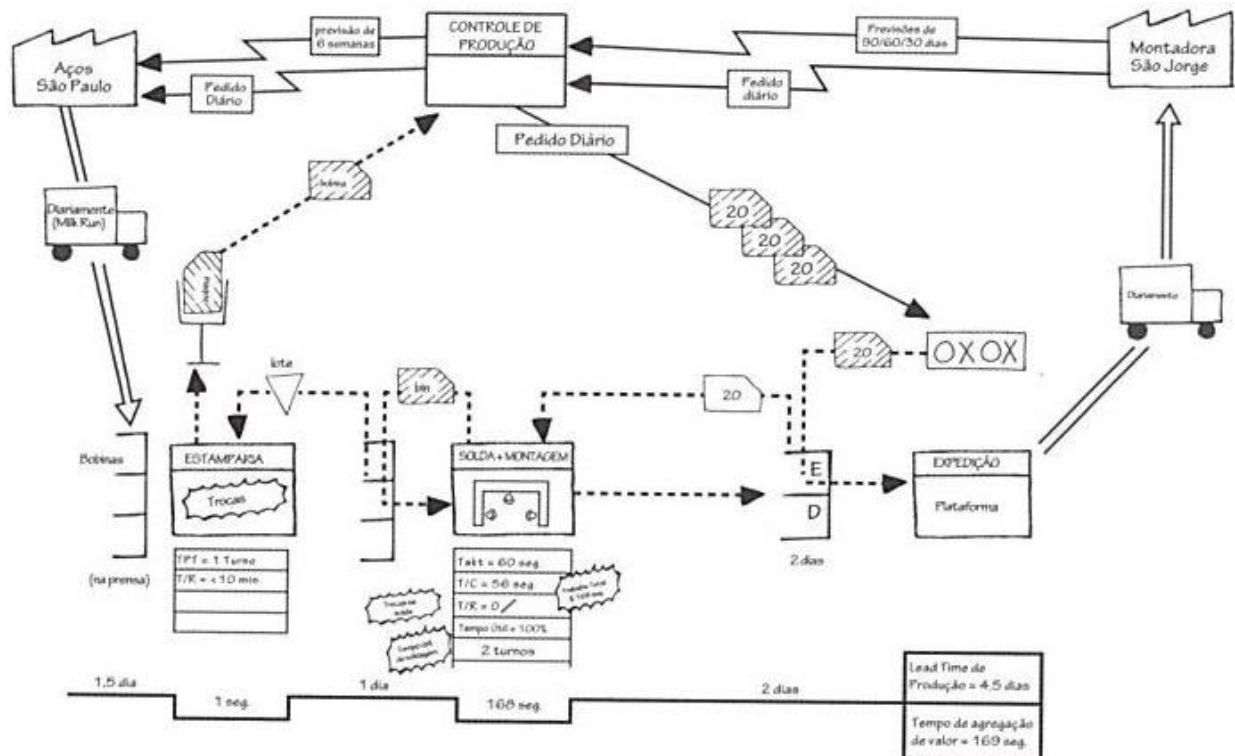
- Produzir de acordo com o *takt-time*: é calculado pela divisão do volume da demanda, pelo tempo disponível de trabalho, coordenando o ritmo da demanda que

cada processo precisa produzir, para que o tempo de espera e os estoques sejam eliminados;

- Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível: quando ao longo do processo, é possível que uma peça passe uma por vez por cada etapa, sendo que no estágio seguinte desloca-se sem nenhuma interrupção, assim evitando a formação de estoques intermediários, é chamado de fluxo unitário de peça;
- Utilizar supermercados para controlar a produção (produzir em fluxo que não é possível): quando não for possível produzir em fluxo, deverá ter produção em lote. A demanda dos processos anteriores deve estar ligada a programação desses processos, uma maneira de fazer isso, é por meio dos supermercados. O supermercado caracteriza os estoques intermediários dos fluxos de acordo com a demanda consumida;
- A programação da produção deve ser feita em um único processo, sendo que a política do *lead time* adotada, deve considerar o ritmo da produção. Para conseguir equilibrar fabricação de diferentes produtos, utilizando os mesmos recursos, é indispensável a organização da divisão da produção ao longo do tempo, nivelando o mix de produção;
- Quando é estabelecido um ritmo contínuo e nivelado, consegue-se reduzir os desperdícios, alertando possíveis problemas, para que manutenções sejam realizadas preventivamente (ROTHER; SHOOK, 2006);
- Desenvolver habilidades para realizar o TPT “Toda Parte Todo”, visando o nivelamento da produção, de modo que possa mexer no processo, a fim de conseguir fazer todas as peças necessárias, considerando as ordens prioritárias, utilizando muitas vezes o *Kanban*.

A figura 5, mostra um modelo do mapa de fluxo de valor do estado futuro, onde observa-se um fluxo de produtos físicos da esquerda para direita na parte inferior, e na parte superior da direita para esquerda um fluxo de informação desse produto.

Figura 5 – Mapa do Estado Futuro



Fonte: Nazareno et al., (2003)

## 2.5 Símbolos MFV (mapeamento do fluxo de valor)

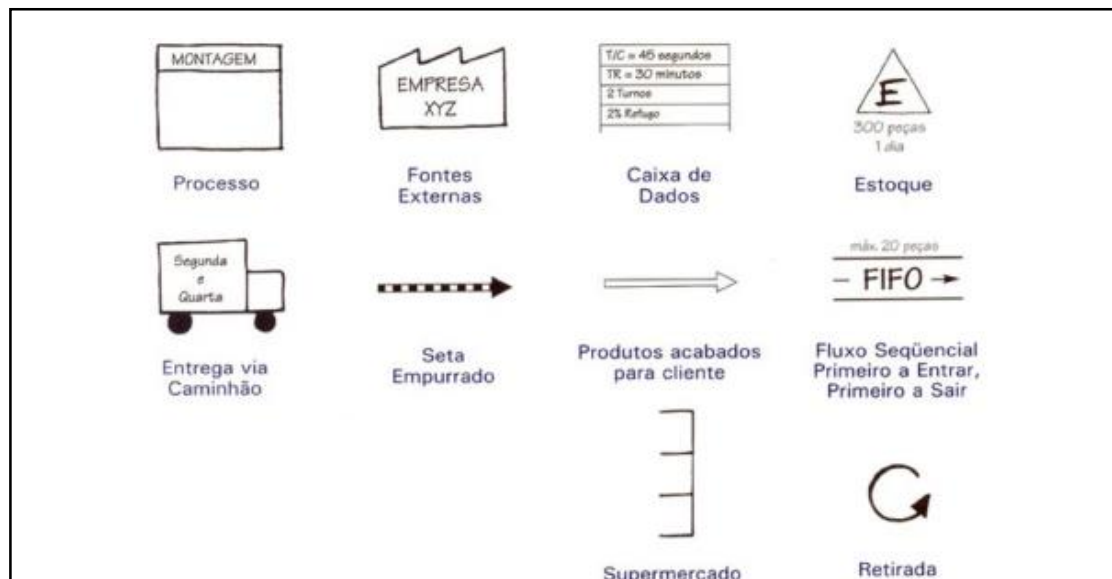
Em qualquer indústria de transformação, as operações podem ser classificadas em três gêneros principais (HINES; RICH, 1997): atividades que não agregam valor (NAV), atividades que não agregam valor mais são necessárias (NAVN) e atividades que agregam valor (AV).

As atividades que não agregam valor, são atividades não-valiosas para ambos, tanto para o cliente como para a organização, são de total desperdício e, conseqüentemente, processos desnecessários têm de ser erradicados, incluindo manuseio de materiais desnecessários, retrocesso, tempo de espera, etc. Atividades que não agregam valor, mas são necessárias, são consideradas como resíduo pelo cliente, mas estes são necessários para a organização para completar a rotinas operacionais. É difícil eliminar esse tipo de atividades no curto prazo, como pode exigir grandes alterações nos procedimentos operacionais existentes. Os exemplos incluem caminhar longas distâncias para realizar partes de sub processo, desembalar inventários, etc.

Por outro lado, as que agregam valor incluem a operação de entrada em conversão no produto final. Os clientes reconhecem estas atividades, como sendo de valor e, portanto, estão dispostos a pagar por isso. Exemplos incluem usinagem de materiais, forjamento de subpartes, união de subconjuntos, etc.

Para traçar a processos de produção em "mapas", utiliza-se os símbolos padrões para tipificar produtos, operações e fluxos de informação, porém, caso seja necessário, cada organização pode adicionar símbolos para melhor detalhar o processo. As figuras 6, 7 e 8, apresentam alguns símbolos para o mapeamento do fluxo de valor.

**Figura 6 – Símbolos do Fluxo de Material**



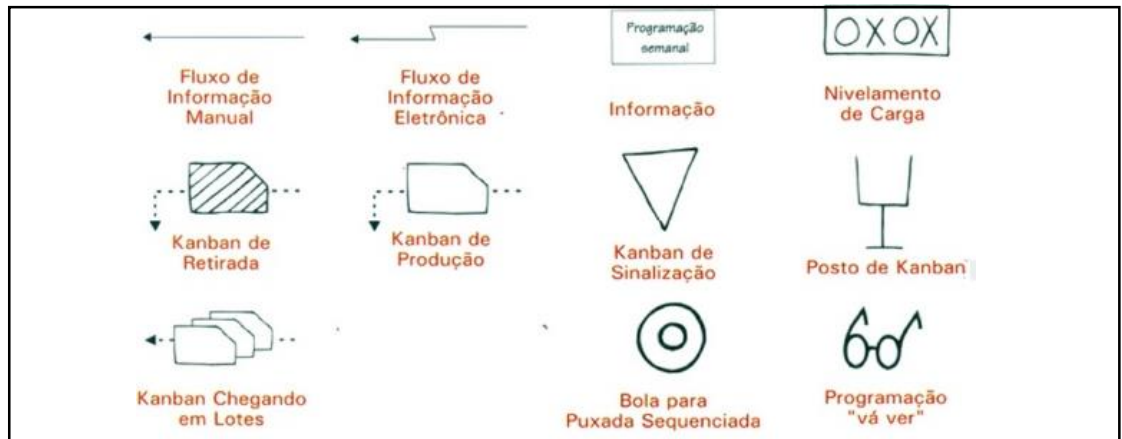
Fonte: Rother e Shook, 2006.

**Figura 7 – Símbolos Gerais**



Fonte: Rother e Shook, 2006.

**Figura 8 – Símbolos do Fluxo de Informação**



Fonte: Rother e Shook, 2006.

### **3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Fundamentação Metodológica**

Os procedimentos que compõe a metodologia, visam compreender uma determinada realidade, melhorar procedimentos e propor a elaboração de determinados objetivos. A escolha do método científico busca definir procedimentos sistemáticos para apresentação e explicação de uma determinada situação sob estudo, e deve estar norteada pelas seguintes questões de pesquisa: a natureza do objetivo ao qual se aplica e o objetivo que se tem em vista no estudo (FACHIN, 2001).

#### **3.2 Classificação da Pesquisa**

Segundo Barros e Lehfeld (2000), a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, com objetivo de contribuir para fins práticos, visando a solução de problemas que acontecem na realidade.

Quanto à natureza, a pesquisa é classificada como aplicada, pois, visa executar uma aplicabilidade prática, solucionando problemas específicos, gerando conhecimento para a aplicação. Este estudo tem por finalidade verificar a aplicação do MFV para identificar perdas e melhorar o processo em um canteiro de obras.

A observação direta será utilizada para modular a situação geral, para visualizar os processos desnecessários, e atividades que geram perda. As entrevistas foram realizadas com pessoas envolvidas no processo, com o objetivo de obter maior precisão na avaliação dos aspectos observados. Os resultados da abordagem, foram cruzados com informações recolhidas, a partir de, dados apresentados no sistema de informação da empresa (GIL,2009). A respeito da forma de abordagem do problema, é classificada como pesquisa qualitativa e quantitativa, visto que foram utilizadas várias fontes para identificar perdas e efeitos indesejáveis

O objetivo da pesquisa é classificado em exploratória, devido a flexibilidade quando as perguntas da pesquisa são vagas, ajudando a formular um problema ou defini-lo com maior precisão, identificando alternativas para ações e critérios de obtenção de abordagens aos problemas, sem a necessidade de elaborar hipóteses (HAIR et al., 2011).



### **3.3 Procedimentos**

#### *3.3.1 Caracterização da metodologia usada*

Segundo Gil (2009), o estudo de caso é entendido como uma pesquisa profunda e exaustiva de um ou de poucos objetos, de modo a proporcionar conhecimento amplo e detalhado, podendo envolver análise de exame de registros, observação de acontecimentos, entrevistas estruturadas e não-estruturadas ou outras técnicas de pesquisa. Para Silva e Menezes (2005), o objeto pode ser um indivíduo, um grupo, uma organização, um conjunto de organizações, ou até mesmo uma situação.

Em relação a metodologia adotada para a realização dos procedimentos técnicos de pesquisa, foi escolhido o estudo de caso, na qual Yin (2005), descreve como sendo “uma investigação empírica que analisa um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente definidos”.

#### *3.3.2 Desenvolvimento da pesquisa*

Para Gil (2009), a observação ativa, compreende um tipo de análise na qual existe a real presença do observador na vida da comunidade, do grupo ou de uma situação determinada. O observador assume o papel de um membro do grupo. Na observação participante “o observador não é apenas o espectador do fato que está sendo estudado, ele se coloca na posição e ao nível dos outros elementos humanos que compõem o fenômeno a ser observado” Richardson (1989).

O método escolhido para a realização do estudo de caso, foi através de entrevistas com os operários da construtora, por meio de visitas, foi realizado a coleta de dados mediante observação do canteiro de obras, analisando a cadeia produtiva, para concluir qual processo gera mais desperdícios e junto ao levantamento bibliográfico sobre Construção Enxuta, foi elaborado o mapeamento do fluxo de valor.

O questionário utilizado para coleta de dados, foi uma adaptação do questionário elaborado pelo Engenheiro Civil, Carvalho (2008). O modelo original proposto por Carvalho, apresentado no anexo 1, aborda cada um dos onze princípios da Construção Enxuta, verificando a real frequência em que os princípios são

empregados na construção, passando por cada grupo de pessoas envolvidas na obra, desde os clientes, fornecedores, projetistas, diretores, operários e engenheiros.

Neste estudo, o questionário sofreu modificações, pois o objetivo desse trabalho é mapear uma das macroatividades da construção, verificando seus desperdícios, e o tempo ocioso na realização das atividades, evidenciando o processo de transformação. Para isso, o número de questões foi reduzido, visando agilizar o tempo de resposta, já o questionário foi respondido apenas pelos operários.

O questionário utilizado, pode ser visto no apêndice A, e traz questões de nove, dos onze princípios existentes na Construção Enxuta. A partir das respostas, determinou o nível de conhecimento do conceito estudado, e ajudou na elaboração do mapeamento do fluxo de valor.

### 3.3.3 *Método de análise de dados*

Segundo Beuren (2003), esse processo de investigação científica, visa analisar os dados obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa, e estudar todo o material adquirido a partir da observação e da aplicação do questionário, analisando os desperdícios no canteiro de obras.

Foram utilizados como instrumento para a coleta de dados: entrevista oral, consulta ao sistema de informação existente e coleta de dados sobre a atividade estudada. Por meio da entrevista oral, pôde-se considerar as atividades que devem ser priorizadas para a realização do Mapeamento do Fluxo de Valor, assim, foram identificados os valores e as perdas no processo produtivo.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS**

### **4.1 Apresentação da empresa**

A construtora estudada, encontra-se no município de Dourados, no estado de Mato Grosso do Sul, e possui vasta experiência no ramo. O quadro de funcionários da empresa, é composto por funcionários administrativos e engenheiros, sendo que, os operários do canteiro de obra, são contratados de uma empresa terceirizada. O horário de trabalho dos funcionários da obra analisada é, de segunda a quinta das 07h00 às 17h00, com pausa para o almoço entre as 11h00 e 12h00, e na sexta feira o expediente encerra as 16h00.

O *know-how* de atuação da empresa é amplo, entre os produtos e serviços tem-se: elaboração de projetos (Estrutural, Elétrico, Hidro Sanitário), execução de obras, aprovação de projetos e financiamento, avaliação imobiliária e estudos de viabilidade técnica e econômica de empreendimentos.

#### *4.1.1 Apresentação do empreendimento*

A obra analisada, é um condomínio residencial, localizado na cidade de Dourados, Mato grosso do Sul. Na área do empreendimento, serão construídos doze blocos com duas casas em cada, totalizando 24 residências, sendo que, o terreno foi dividido em dois lados (residencial 1 e residencial 2), para serem construídos 6 blocos em cada parte do terreno. As casas são sobrados, com 56 m<sup>2</sup> de área construída com 2 quartos, 1 banheiro social, 1 lavabo, 1 cozinha americana, 1 sala, 1 lavanderia coberta e 1 vaga de garagem.

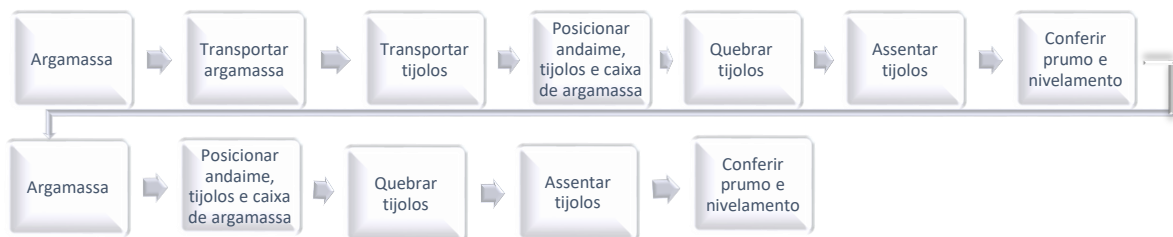
A construção das 24 casas não tem prazo de serem entregues, pois, o início da obra começa a ser executada quando o cliente finaliza a compra, ou seja, é definido via contrato assinado pelo cliente, o bloco que ele deseja, a partir daí, é emitido a ordem de início da construção, sendo que o prazo para executar um bloco, é de 4 meses. Para ser atendido o prazo de entrega, a empresa conta com 10 funcionários na obra, sendo que, 8 atuam nas funções de armador, carpinteiro, pedreiro e servente, um mestre de obras e uma engenheira.

## 4.2 Apresentação do Macroprocesso

Uma das preocupações principais das construtoras, é fazer menos com mais, reduzindo a quantidade de argamassa utilizada, e o número de tijolos usados na construção. Considerando que a etapa de alvenaria, é a que mais gera desperdícios de materiais e tempo, foi analisada as atividades da construção de paredes, e levantado o tempo de execução de cada, a partir daí, pôde-se concluir movimentos que podem ser eliminados, e atividades que o tempo pode ser condensado.

A obra encontra-se na etapa de alvenaria, onde as paredes estão sendo levantadas, as atividades realizadas nesse estágio, são apresentadas na figura 9. O estudo foi realizado no terceiro bloco da construção, que dispunha da colaboração de dois pedreiros e um auxiliar. O tempo obtido foi apenas de um dos funcionários, que contou com a ajuda de um auxiliar, para realizar algumas das atividades do macroprocesso de alvenaria. A observação direta aconteceu em meio turno, das 07h00 às 11h00, durante esse tempo, a área total construída foi de 2,70 m<sup>2</sup>, e os tempos encontrados, foram do processo de construção apenas dessa área.

**Figura 9 – Fluxograma das atividades da etapa de alvenaria**



**Fonte: Elaborado pela autora.**

**Argamassa:** realizada pelo pedreiro com a ajuda do auxiliar, essa atividade é executada em uma área separada, mais próxima do estoque de cal, cimento e areia. Todas as tarefas dessa atividade, estão expostas na figura 10. Um quadro encontra-se ao lado da betoneira, e informa as quantidades para cada etapa da produção de argamassa, que deve ser seguida pelos pedreiros. Depois de pronta, a argamassa é colocada na carruagem. Para a quantidade de meio saco de cal e meio saco de cimento,

é necessário que o auxiliar transporte três vezes a argamassa, até o local onde é depositado em uma caixa de madeira, localizada dentro da construção.

**Figura 10 - Quantidade de produção de argamassa**

1ª OPÇÃO - TRACÃO PARA CONCRETO E ARGAMASSA		2ª OPÇÃO - TRACÃO PARA CONCRETO E ARGAMASSA		3ª OPÇÃO	
TRACÃO PARA CONCRETO USANDO FIBRAS		TRACÃO PARA CONCRETO USANDO LATA DE BLOCO		TRACÃO PARA CONCRETO E ARGAMASSA USANDO BLOCOS DE CIMENTO E LATA DE BLOCO	
ESTRUTURA: TUBO BLOCOS PLANEJADOS 20 MPa / 13 MPa	ESTRUTURA: TUBO BLOCOS PLANEJADOS 20 MPa / 13 MPa	ESTRUTURA: TUBO BLOCOS PLANEJADOS 20 MPa / 13 MPa	ESTRUTURA: TUBO BLOCOS PLANEJADOS 20 MPa / 13 MPa	ESTRUTURA: TUBO BLOCOS PLANEJADOS 20 MPa / 13 MPa	ESTRUTURA: TUBO BLOCOS PLANEJADOS 20 MPa / 13 MPa
1 LATA DE CIMENTO 10 LITROS DE ARGAMASSA 100 KG DE AREIA	1 LATA DE CIMENTO 10 LITROS DE ARGAMASSA 100 KG DE AREIA	1 LATA DE CIMENTO 10 LITROS DE ARGAMASSA 100 KG DE AREIA	1 LATA DE CIMENTO 10 LITROS DE ARGAMASSA 100 KG DE AREIA	1 LATA DE CIMENTO 10 LITROS DE ARGAMASSA 100 KG DE AREIA	1 LATA DE CIMENTO 10 LITROS DE ARGAMASSA 100 KG DE AREIA
SLUMP 14 A 16 CM	SLUMP 14 A 16 CM	SLUMP 14 A 16 CM	SLUMP 14 A 16 CM	SLUMP 14 A 16 CM	SLUMP 14 A 16 CM
ASSENTAMENTO DE BLOCOS PLANEJADOS	ASSENTAMENTO DE BLOCOS PLANEJADOS	ASSENTAMENTO DE BLOCOS PLANEJADOS	ASSENTAMENTO DE BLOCOS PLANEJADOS	ASSENTAMENTO DE BLOCOS PLANEJADOS	ASSENTAMENTO DE BLOCOS PLANEJADOS
CHAPISCO 1:1	CHAPISCO 1:1	CHAPISCO 1:1	CHAPISCO 1:1	CHAPISCO 1:1	CHAPISCO 1:1
REBORDO 1:1	REBORDO 1:1	REBORDO 1:1	REBORDO 1:1	REBORDO 1:1	REBORDO 1:1
PROCEDIMENTO CERADO	PROCEDIMENTO CERADO	PROCEDIMENTO CERADO	PROCEDIMENTO CERADO	PROCEDIMENTO CERADO	PROCEDIMENTO CERADO

Fonte: Construtora, 08 de fevereiro de 2017.

**Transportar argamassa:** o auxiliar enche várias vezes um balde, e com auxílio de uma corda, faz o transporte vertical, até a parte superior da construção, enquanto o pedreiro espera no piso superior, para descarregar os baldes.

**Transportar tijolos:** os tijolos ficam armazenados do lado de fora da obra, como a construção é das paredes internas no piso superior, os tijolos são lançados um a um, pelo auxiliar, enquanto o pedreiro vai recebendo e guardando os tijolos.

**Posicionar andaime, tijolos e caixa com argamassa:** é utilizado estruturas de madeira, com tabuas colocadas na horizontal, para ser usado como andaime. Os tijolos devem ser colocados em cima da estrutura de madeira, para facilitar a aproximação do pedreiro com os materiais. A argamassa é dividida e colocada em uma vasilha plástica, esse processo é repetido diversas vezes durante a construção da parede.

**Quebrar tijolos:** é usado colher de pedreiro para quebrar os tijolos, se os tijolos da fiada inferior, não estiverem alinhados e nivelados, deixando entre eles um espaço de largura diferente à da junta vertical.

**Assentar tijolos:** distribuindo com a colher de pedreiro a argamassa na fileira inferior na horizontal, e no tijolo na junta vertical. Sobre a fileira de argamassa inferior,

deixando entre eles um espaço de largura igual da fileira vertical, e usando a colher de pedreiro para fazer correções no nivelamento.

**Conferir prumo e nivelamento:** o fio de náilon amarrado e esticado entre o primeiro e último tijolo das extremidades da fileira, é utilizado para conferir o prumo e deve-se tirar o nível encostando a parte de cima na parede para ver o alinhamento vertical.

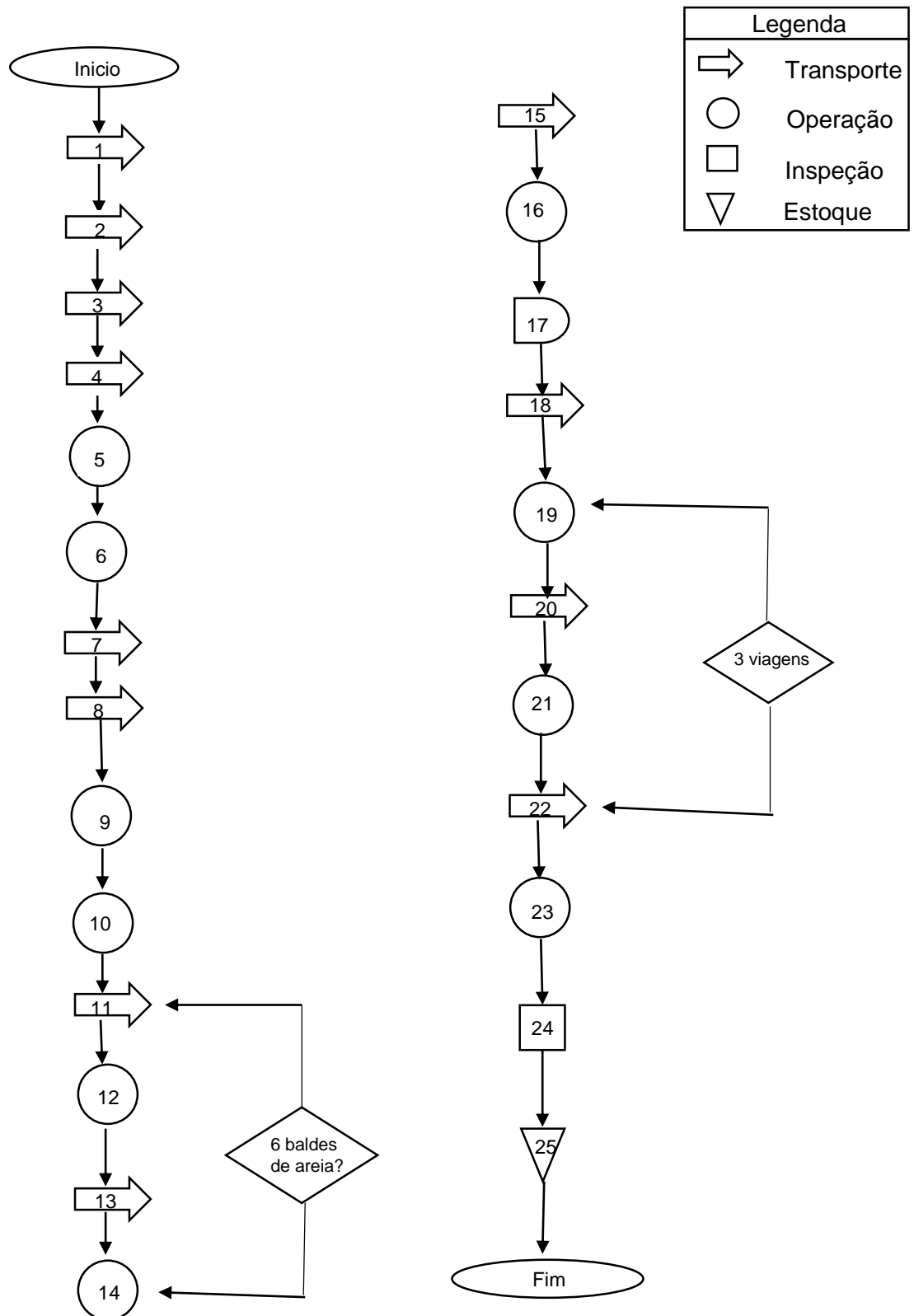
#### **4.3 Fluxograma do Processo de produção e transporte da argamassa**

A empresa, não utiliza linha de balanço para planejar os prazos de execução do projeto, pelo fato de que, o tempo para executar a obra, está em aberto, pois, o início da construção só é autorizado, a partir do momento que vende-se a casa na planta para o cliente. Assim, dificulta a organização física de materiais, já que é o cliente que escolhe onde será construído o novo bloco, impedindo o controle sobre o percentual dos pacotes concluídos.

Nessa etapa foi observado perdas por transporte excessivo, como mostra a figura 11, e atividades que poderiam ser simplificadas ou mesmo excluídas, por não agregar valor, aumentando o tempo gasto em movimentação. Durante duas horas, essa atividade foi executada duas vezes, sendo que, se tivessem um controle da quantidade exata de argamassa que seria utilizada, não haveria necessidade de realiza-la novamente, podendo aproveitar o tempo executando outras atividades.

O tempo médio total, para realizar o processo de produção da argamassa, e o transporte até a caixa de armazenagem, foi de 15min 01secs. Esse tempo poderia ser reduzido, se a betoneira ficasse na parte do terreno que estava sendo construído o bloco, e se o estoque das matérias primas ficasse mais próxima da betoneira, assim, eliminava movimentação desnecessária.

**Figura 11 – Fluxograma da produção de argamassa**



Fonte: Elaborado pela autora.

O quadro 2, mostra cada estágio dentro da produção de argamassa, e o tempo que levou para ser executado e transportado, mostrando cada tarefa apenas uma

única vez, sendo que algumas, foram realizadas repetidamente. Durante o período que foi recolhido esses dados, essa atividade foi realizada duas vezes, o valor apresentado é a média dessas coletas.

**Quadro 2 –Tempo de execução da produção de argamassa**

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>Duração</b>
1	Andar até o depósito de cimento e cal	13seg
2	Transportar meio saco de cimento até a betoneira	12seg
3	Andar até o depósito de cimento e cal	13seg
4	Transportar meio saco de cal até a betoneira	15seg
5	Depositar meio saco de cal dentro da betoneira	11seg
6	Depositar meio saco de cimento dentro da betoneira	10seg
7	Pegar um balde	4seg
8	Transportar balde de água	10seg
9	Depositar a água dentro da betoneira	2seg
10	Ligar a betoneira	1seg
11	Ir até o estoque de areia fina	2seg
12	Encher o balde de área	9seg
13	Transportar balde de areia até a betoneira	4seg
14	Depositar os baldes de areia dentro da betoneira	3seg
15	Transportar mais água	9seg
16	Ir adicionando água aos poucos	15seg
17	Espera	1min 17seg
18	Transportar a carriola até a betoneira	5seg
19	Transferir a argamassa para a carriola	38seg
20	Transportar a argamassa até o local de uso	41seg
21	Depositar no pavimento	15seg
22	Voltar para a betoneira	25seg
23	Desligar betoneira	1seg
24	Inspecionar se restou argamassa dentro da betoneira	23seg
25	A argamassa fica armazenada	5min 48seg
Fim	Tempo Total	17min 4seg

**Fonte: Elaborado pela autora.**



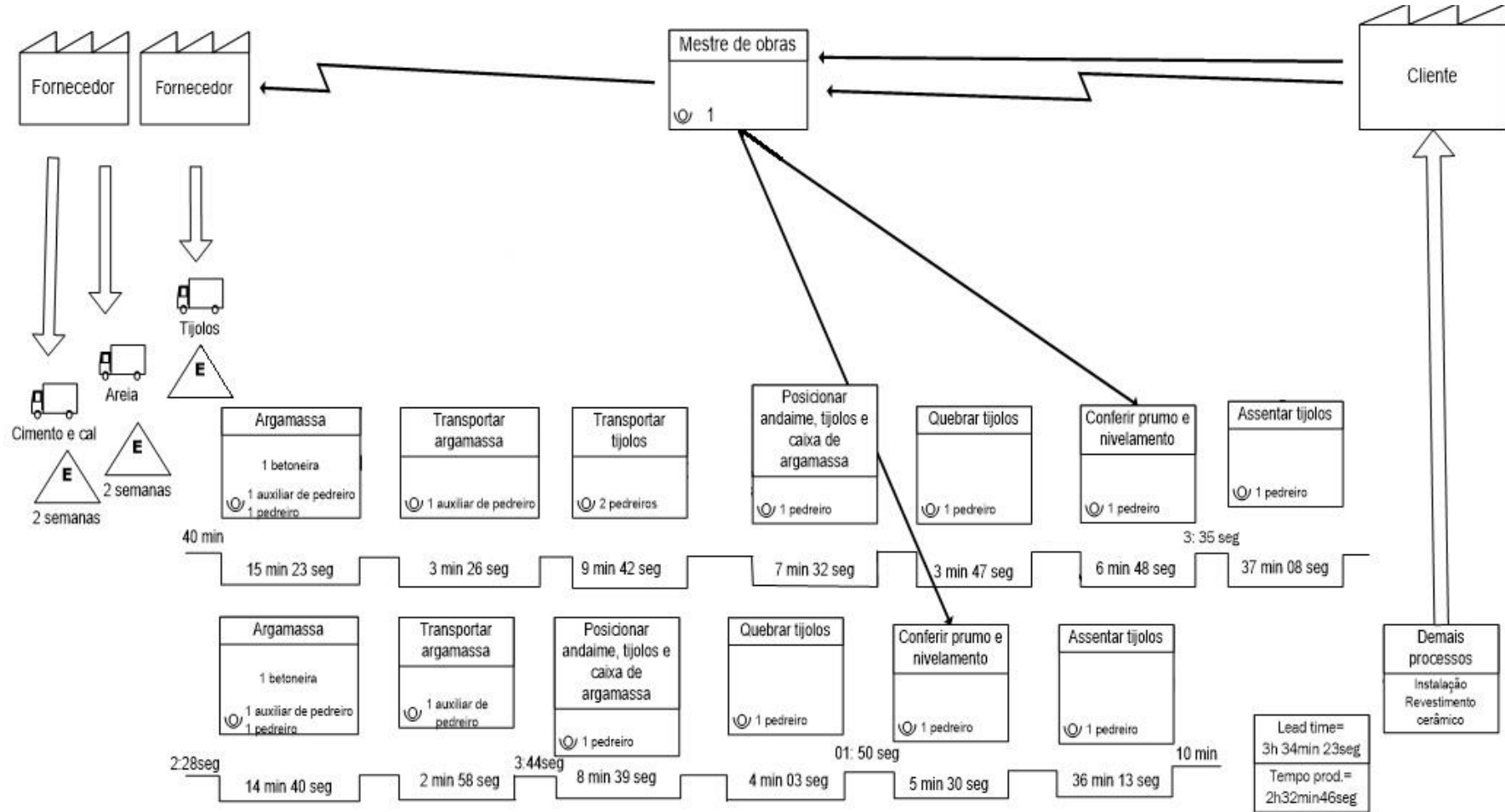
#### 4.4 Mapeamento do fluxo de valor

O desenho do mapeamento do fluxo de valor atual, foi da etapa de alvenaria: construção de parede. O fluxo de valor mapeado, inicia-se com a produção de argamassa, abrangendo desde o deslocamento físico dos pedreiros, transporte de matéria-prima e ferramentas, até a execução da etapa. Com intuito de identificar as possíveis causas de desperdícios, visando determinar possibilidades de melhorias, foi medido o *lead time*, para elaborar o mapeamento do estado futuro.

##### 4.4.1 *Mapeamento do fluxo de valor estado atual*

Na obra visitada, as paredes já estavam em grande parte construídas. As duas áreas analisadas tinham 1,35 m<sup>2</sup> cada (50 cm de altura e 2,7 metros de comprimento), gerando uma área construída de 2,70 m<sup>2</sup>, com três fileiras de tijolos, utilizando aproximadamente 66 tijolos para a construção dessa região. Para mapear essa etapa, foi considerada apenas a área que estava sendo levantada durante o dia da realização da coleta de dados. O mapeamento do fluxo de valor atual, será apresentado na figura 12.

Figura 12 – Mapa de fluxo de valor atual



Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.4.2 *Análise crítica do estado atual*

Analisando o mapeamento de valor atual, foram identificadas atividades com possibilidade de melhorias, empregando ferramentas e métodos da construção enxuta, que visam reduzir ou eliminar desperdícios. Na análise do *lead time* da produção, consegue-se observar, a grande perda de tempo, devido aos atrasos dos funcionários, no início da jornada de trabalho, que começa às 07h00. No dia que foi realizada a coleta de tempos, houve um atraso de 40 minutos, para a chegada de um dos pedreiros responsável pela construção das paredes.

A construção conta com um mestre de obras, responsável por fornecer informações das atividades diárias, a ser realizadas por cada funcionário, mas, como não existe planejamento de médio e curto prazo, indicando as atividades de cada etapa, e o controle diário da produção, os operários só iniciam o trabalho, a partir do momento em que, o mestre de obras chega de manhã na construção, e informa a atividade que cada operário irá executar aquele dia, faltando conhecimento sobre o planejamento semanal das atividades a serem realizadas, fazendo com que gere perda de hora trabalhada, pois, diariamente existe a necessidade de informar a atividade a ser executada, faltando conhecimento e incentivo para que os funcionários, consigam produzir com mais eficiência. Como o mestre de obras, durante o dia visita outras construções, o tempo perdido esperando informações, faz com que o *lead time* da produção seja muito alto.

Existe um grande desperdício de tempo com movimentação desnecessária, principalmente devido ao extravio de materiais e ferramentas. O layout de canteiro de obras estava parcialmente desorganizado, pelo fato de que, não é possível ter uma execução sequencial, pois, a ordem de construção vem do cliente, que define onde construir o novo bloco. Assim, os estoques das matérias primas, como a betoneira, ficam no residencial 2, sendo que o bloco em construção fica no residencial 1.

Existem atividades, que poderiam ser realizadas uma única vez, se houvesse controle sobre a quantidade requerida, como a produção de argamassa, por falta de medidas de controle, como adotar planos de percentual de pacotes concluídos, houve necessidade de repetir a atividade.

Os funcionários são preocupados em realizar as atividades conforme os procedimentos de qualidade, para isso, são oferecidos treinamentos antes do início das obras, e programas de incentivos a fazer certo na primeira vez. É visível também,

que existe a preocupação em deixar os locais do canteiro de obra limpos, e sinalizados, apesar de que, o canteiro estava desorganizado.

É possível reduzir o *lead time*, se for eliminado movimentos desnecessários, reduzindo a distância dos materiais, e melhorando o ambiente de execução das atividades, tornado mais acessível e organizado, sendo imprescindível eliminar esse tempo, pois são atividades que não agregam valor. O *lead time* atual do processo é de 3h34min23s, sendo que, o tempo de processamento chega a ser 1h02min, a menos que o *lead time*. Diante disso, é importante identificar, o valor do produto sobre o ponto de vista do cliente final.

Verificou-se ainda, que não são definidas metas de produção para os operários, assim, não possuem conhecimento da produtividade durante o dia. Para otimizar o fluxo de valor, foram sugeridas, propostas de melhoria para torna-lo enxuto, conforme apresentadas no quadro 3.

### Quadro 3 – Propostas para os problemas identificados

(Continua)

Planejar curto e médio prazo	Para que, as atividades possam ser executadas com maior controle e organização, é preciso planejamento de médio prazo, para as atividades de cada etapa da obra, e curto prazo, para atividade semanais, traçando metas e objetivos que devem ser cumpridos, atendendo o prazo de 4 meses, para a execução da obra e aumentando o controle sobre cada processo.
Fluxo de informação	A ideia de passar as informações certas, no momento certo, para a pessoa certa, no formato certo. É importante que as pessoas certas, tenham conhecimento do planejamento da obra, para no momento certo possa executar, racionalizando os processos, principalmente o de espera.
<i>Kaizen</i>	Foram identificadas atividades onde é necessário a aplicação de melhoria contínua. Deve-se visar problemas chaves, que com simples ações, melhore o fluxo da cadeia, tornando-a mais produtiva.

(Conclusão)

Organização de materiais	É necessário providenciar, para cada funcionário caixas de ferramentas, com o necessário para realização de cada atividade da obra, visando eliminar movimentação desnecessária. E sempre ter um local de fácil acesso, para guardar materiais usados por todos diariamente.
Fluxo contínuo	Devem ser considerados os tempos de produção, de atividades que são executadas em um mesmo local, reduzindo perdas por deslocamento, aproximando materiais estocados da produção e da área em construção, evitando atrasos no início da execução das atividades, desperdiçando tempo de mão-de-obra.
Transporte de materiais	Providenciar roldana para o transporte vertical, assim como, disponibilizar baldes de melhor qualidade e maior volume, para evitar o risco de estourarem. Diminuir o tempo de transporte, melhorando o layout do canteiro de obras, e providenciando carrinhas que transportam maior volume.
Ordenação das atividades	No final do dia, cada operário deve ter conhecimento das atividades que serão realizadas no dia seguinte, podendo organizar os recursos e materiais que iram necessitar, deixando tudo pronto para o uso, evitando movimentação e espera desnecessária.
Estimular operários	Programa de incentivo ao operário para apresentar novas ideias para melhoria contínua, assim como, envolve-los nos planejamentos semanais da obra, atribuindo responsabilidades e metas.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.5 Mapa do estado futuro

Para o desenho do mapeamento do fluxo de valor futuro, foi feito um estudo do mapa de fluxo de valor atual, considerando os tempos de execução das atividades analisadas, além das, informações obtidas por meio do questionário respondido pelos

operários da obra. Foi possível verificar a ausência de alguns princípios enxutos, tanto na execução das etapas no canteiro de obra, como, no planejamento do projeto.

Levando em consideração os conceitos proposta por Koskela (1992), já mencionado no trabalho, foi sugerido algumas melhorias a serem implantadas, garantindo assim, a presença dos princípios enxuto na construção dos blocos residenciais, analisados nesse estudo. A figura 13, mostra o mapeamento do fluxo de valor futuro.

#### ✓ Fluxo Contínuo e Planejamento da Produção

A etapa escolhida para a coleta de dados, foi a de alvenaria, pelo fato que, os operários enxergam as atividades dessa fase, como principal fator de perdas de materiais. O tempo cronometrado do ciclo de cada processo, inclui todas as atividades necessárias para construção de paredes, como produção de argamassa, e transporte de tijolos.

Algumas atividades foram realocadas, para serem realizadas no final de cada dia de trabalho. Como o turno termina as 17h00, e entre 20 minutos a 10 minutos, os operários encerram suas atividades, seria interessante, ter em mãos, o planejamento de curto e médio prazo, para programar as atividades que devem ser realizadas no dia seguinte, e organizar os recursos necessários, para que o expediente inicie as 07h00, evitando perder tempo com o transporte de tijolos e organização de ferramentas e materiais.

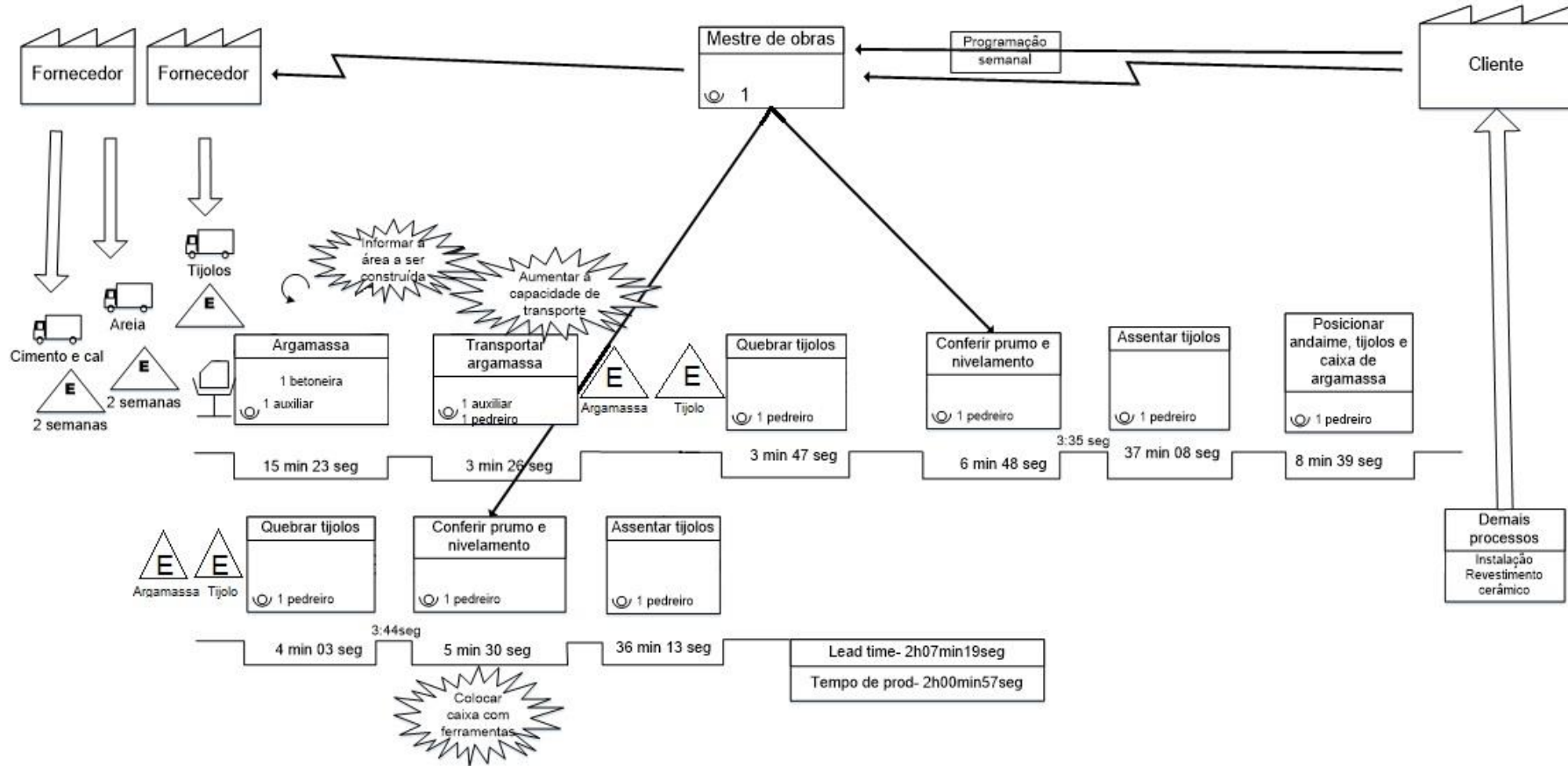
A produção de argamassa, poderia ter sido realizada uma única vez, caso existisse um controle sobre a área construída, por isso, foi eliminado esse processo, por não agregar valor. É necessário também, introduzir a técnica de programação, como a de linha de balanço, definindo o ritmo das atividades, especificando o início e o fim.

O prazo de construção de um bloco, é de 4 meses, sendo que, a interferência de fatores externos como o clima, e atraso de fornecedores, pode aumentar esse tempo. Por isso, a importância de introduzir o planejamento de curto, médio e longo prazo na organização, como plano fundamental, para evitar interrupções indesejáveis. Existem estações de trabalho que são compartilhadas na obra, mas pelo fato de que cada bloco estar em etapas diferentes da construção, esta situação não afeta o tempo de execução das atividades.

✓ Compreensão dos deveres

É fundamental, que os operários estejam satisfeitos com as condições de trabalho, para que se empenhem e produzem com eficiência. É importante desenvolver técnicas que, incentive os funcionários a se comprometerem com o horário de trabalho, e a organização, estimulando por meio de bonificações, ou outros métodos, que não oprima, mas desperte no funcionário, o desejo de apresentar novas ideias, influenciando o aumento da produtividade.

Figura 13 – Mapa de fluxo de valor futuro



Fonte: Elaborado pela autora.



#### **4.6 Desenvolvendo o plano de ação**

Para Oliveira (1996), a ferramenta 5W2H procura orientar as diversas ações, que deverão ser implementadas, buscando aprimorar o planejamento, e o gerenciamento das atividades. As sete questões, que definem as estratégias de ação, que devem ser executadas no canteiro de obras da construção, atendendo aos princípios da construção enxuta, pode ser vista no quadro 4.

Quadro 4 – Plano de ação

<b>WHAT</b> O que será feito	<b>WHEN</b> Quando será feito	<b>WHO</b> Quem fará	<b>WHERE</b> Onde será feito	<b>WHY</b> Por que será feito	<b>HOW</b> Como será feito	<b>HOW MUCH</b> Quanto custará o que será feito
Planejamento da produção	No início da construção de cada bloco será feito um planejamento a médio prazo, que contemplara as atividades mensais e outro a curto prazo, com as atividades semanais. Janeiro/2017	Engenheiros	Construtora	Conhecer as atividades a serem executadas no dia, e o quanto foi produtivo durante o dia.	Utilizar linha de balanço como ferramenta, para gerar um cronograma das atividades e os prazos estabelecidos, e apresentar aos operários, para que tenham conhecimento prévio do que se deve executar.	Sem custo
Ordenar atividades	Diariamente/2017	Operários	Canteiro de obras	Reduzir o tempo de espera, por conta da procura e transporte de materiais.	No final do dia, com conhecimento do planejamento semanal, deve-se organizar todas ferramentas e materiais que serão utilizados no dia seguinte.	Sem custo
Eliminar desperdícios	Diariamente/2017	Operários	Canteiro de obras	Para reduzir o <i>lead time</i> , e o tempo de produção.	Evitar atrasos e movimentos desnecessários, a partir do planejamento de cada atividade a ser executada.	Sem custo
Reuniões e treinamentos com o mestre de obras	Mensalmente/2017	Mestre de obras	Canteiro de obras	Divulgar o planejamento da obra, e evidenciar seus benefícios e demonstrar a importância que cada um tem sobre as atividades da obra.	Comunicar os prazos de entrega da obra, evidenciando a importância de o operário estar comprometido com a construtora.	Sem custo

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.7 Projeção do rendimento

O quadro 5, é a comparação entre os tempos do estado atual e futuro, e o percentual de suas respectivas melhorias, caso os conceitos de construção enxuta sejam aplicados. Pode-se observar que, ao adotar filosofia *lean construction*, é possível reduzir em até 40,72% o *lead time* da produção, em relação ao estado atual, e diminuir 20,83% o tempo de capacidade produtiva. Ao aplicar os conceitos e ferramentas enxutas no fluxo de valor da atividade mapeada, as vantagens não são apenas do tempo de mão-de-obra, mas, em qualidade, confiabilidade, e redução de custos com os desperdícios de materiais no canteiro de obras.

**Quadro 5 – Comparação do estado atual em relação ao futuro**

<b>Indicadores</b>	<b>Estado atual</b>	<b>Estado futuro</b>	<b>Melhoria</b>
<i>Lead Time</i>	3h34min23seg	2h07min19seg	40,72%
Tempo de produção	2h32min46seg	2h00min57seg	20,83%

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo de caso, examinou-se o canteiro de obras de uma construtora douradense, a fim de, identificar as principais perdas de produção ocorridas nas atividades de alvenaria, visto que, o melhor aproveitamento da mão-de-obra, e o planejamento da produção, são estratégias essenciais para reduzir o *lead time* do processo, assim, conquistar vantagens perante a concorrência.

O objetivo da pesquisa, foi propor melhorias a partir dos conceitos de construção enxuta, e ferramentas de gerenciamento, para eliminar os desperdícios de um canteiro de obras no processo de construção de uma parede, através da utilização da ferramenta mapeamento do fluxo de valor, e do plano de ação, foi possível apontar problemáticas das atividades da construtora e do processo, e propor melhorias para conseguir alcançar, os objetivos estabelecidos.

Foi utilizado um questionário, que auxiliou no levantamento de dados, para examinar quais princípios enxutos eram conhecidos, e aplicados pela construtora. Pode-se observar que os operários conheciam alguns conceitos, mas, pouco era aplicado no canteiro de obras. A escolha do principal processo, que gera alto número de desperdício e retrabalho, foi através da observação direta. Foi realizado o mapeamento do fluxo de valor atual de uma atividade da etapa alvenaria, onde foram identificadas tarefas que não agregavam valor, movimentos desnecessários, e falta de planejamento de curto e médio prazo.

Após identificar as oportunidades de melhorias, foi desenhado o mapeamento de fluxo de valor futuro, onde foram apresentadas melhorias de 40, 72% no *lead time* e 20,83% no tempo de produção. Para serem aplicados os conceitos de construção enxuta, é necessário mudança de mentalidade e de cultura organizacional, caso as mudanças não aconteçam de dentro para fora, nenhuma metodologia ou conceito poderá ser eficaz para a empresa.

A comparação entre o mapeamento do estado atual com o futuro, permitiu mostrar a importância em eliminar desperdícios de mão-de-obra e a necessidade de planejar a produção, e compartilhar o planejamento da obra com os operários, para melhorar a qualidade do serviço realizado. É muito importante, que a empresa introduza e fiscalize políticas de condutas e programas de melhorias que possam gerar flexibilidade na realização das atividades, oferecendo ferramentas e materiais fáceis de serem aplicados e utilizados.

Em relação aos princípios enxutos estudados, mostra-se a dificuldade de aplicar todos os conceitos, em apenas uma macroatividade. Seria interessante para o setor da construção civil, que o observador acompanhasse o início da construção até a parte de acabamento, ou seja, até a etapa final. É muito importante também, analisar se a construtora está disposta a introduzir esses novos conceitos, e mudar alguns antigos hábitos que prejudicam as melhorias alcançadas com os princípios da construção enxuta.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, P. ***Lean Construction: filosofia e metodologias***. Dissertação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Lisboa, Portugal, 2008.

ASKIN, R. G.; GOLDBERG, J. B. ***Design and Analysis of Lean Production Systems***, John Wiley & Sons Inc, New York, 2007.

BALLARD, H.G., Kim, Y.W., Jang, J.W.; Liu, M. ***Roadmap for Lean Implementation at the Project Level***, CII Research Report No. 234-11 Construction Industry Institute, The University of Texas, Austin, TX, 2007.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. ***Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica***. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BEUREN, Ilse Maria. (Org.). ***Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade***. Teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2003.

BERTELSEN, S.; KOSKELA, L. ***“Construction beyond lean: a new understanding of construction management”***, Proc. 12th Annual Conference on Lean Construction, IGLC, Elsinore, Denmark, 2004.

CARVALHO, B. S. ***Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta***. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CLIFFORD, S.B.; BRIAN, C.T. ***“A research agenda for value stream mapping the sales process”***, Journal of Personal Selling & Sales Management, Vol. 18 No. 2, 2007.

DIEKMANN, J.E.; KREWEDI, M.; BALONICK, J.; STEWART, T.; WON, S. ***Application of Lean Manufacturing Principles to Construction***, CII Project Report No. 191-11 Construction Industry Institute, The University of Texas, Austin, TX, 2004.

ERLACH, K. **Wertstromdesign- Der Weg zur schlanken Fabrik**. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2007.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. São Paulo: saraiva, 2001.

FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M. M.; ALVES, T. C. L.; OLIVEIRA, K. A. **Planejamento e controle da produção em Empresas de Construção**. Porto Alegre. UFRGS, 2001.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

HAIR, J.J.F.; BABIN, B.; MONEY, A.H.; SAMOUEL, P.; RIBEIRO, L.B. **Essentials of Business Research Methods**, 2nd ed., M.E. Sharpe, Armonk, New York, NY, 2011.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory Physics: Foundation of Manufacturing Management**, Irwin McGraw-Hill, Chicago, Ill, 1996.

IBGE, **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**, 2016, Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/242/ind\\_sinapi\\_2016\\_maio.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/242/ind_sinapi_2016_maio.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2016.

JORGENSEN, B.; EMMITT, S. **“Lost in transition: the transfer of lean manufacturing to construction”**, *Engrg, Constr., and Arch. Mgmt*, Vol. 15 No. 4, 2008.

KLEVERS, T. **Wertstrom-Mapping und Wertstrom-Design: Verschwendung vermeiden - Wertschöpfung steigern**. Landsberg am Lech: mi-Fachverlag, 2007.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, Technical Report 72. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE). Stanford University, 1992.

KOSKELA, L. **An Exploration towards a Production Theory and its Application to Construction**, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finland, 2000.

KOSKELA, L. **“Moving-on – beyond lean thinking”**, Lean Construction Journal, Lean Construction Institute, Vol. 1 No. 1, 2004.

LIKER, Jeffrey k. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: S.A.; 1997.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. **Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction**. In: Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2006.

NAZARENO, R. R., SILVA, A. L.; RENTES, A. F. **Mapeamento do fluxo de valor para produtos com ampla gama de peças**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, 2003.

OHNO, T. **Toyota Production System: Beyond Large-scale Production**, Productivity press, Cambridge, Mass, 1998.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. 2. Ed. São Paulo: Pioneira, 1996

PICCHI, F. A. **Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre: v. 3, n. 1, 2003.

PINTO, J. **Lean Thinking - Glossário de termos e acrônimos**. Disponível em: <[http://www.leanthinkingcommunity.org/livros\\_recursos/clt\\_glossario\\_leanthinking.pdf](http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/clt_glossario_leanthinking.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2016.

HINES, P.; RICH, N. **The seven value stream mapping tools**, International Journal of Operations & Production Management, 1997.



REVISTA EXAME, **MELHORES E MAIORES**, 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/109202/noticias/a-crise-e-a-crise-da-construcao>> Acesso em: 11 ago. 2016.

RIANI, A. M. **Estudo de Caso: O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson**. Minas Gerais, 2006.

RICHARDSON, R. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see (Sehen lernen - Mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen)**. Aachen: Lean Management Institut, 2006.

SANTOS, C.A.B.; FARIAS FILHO, J.R. **Construção Civil: um sistema de gestão baseado na logística e na produção enxuta**. In: ENEGEP, 28, 1998, Niterói. Anais... Niterói, EGEP, 1998.

SAURIN, T.A. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande Sul. Porto Alegre, 1997.

SALES, A. L. F. et al. **O fluxo de informações na construção civil: estudo aplicado em uma empresa construtora de Fortaleza**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Ouro Preto. Anais ENEGEP 2003.

SILVA, E.L.DA; MENEZES. E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, UFSC, 4. ed. Ver. Atual. Florianópolis 2005.

STEFANELLI, P. **Utilização da Contabilidade dos Ganhos como Ferramenta para a tomada de Decisão em um Ambiente com Aplicação dos Conceitos de Produção Enxuta**. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos- USP, 2007.

VARGAS, C. L. S. **Desenvolvimento de Modelos Físicos Reduzidos como Simuladores para a Aplicação de Conceitos de Produtividade, Perdas, Programação e Controle de Obras de Construção Civil.** Dissertação de Mestrado, UFSC, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: *Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.*** New York, EUA: Simon and Schuster, 2004.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3 ed. Bookman: Porto Alegre, 2005.

**ANEXO 1- Questionário proposto por Carvalho (2008)**

## ITEM QUESTIONAMENTOS

OPERÁRIOS		POUCO		MUITO	
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.1	Existe a preocupação com o desperdício de material no canteiro?				
<input type="text"/>					
1.2	Existem treinamentos constantes na empresa com os operários?				
<input type="text"/>					
1.3	Classificar o seu tempo ocioso na obra?				
<input type="text"/>					
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente	0	1	2	3
2.1	Quando você vai iniciar um trabalho em uma determinada área a mesma está devidamente limpa, organizada e sem pendências de outras				
<input type="text"/>					
2.2	Você costuma perguntar para a pessoa que irá realizar o serviço posterior ao seu, sobre quais são as condições em que seu colega gostaria de				
<input type="text"/>					
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Você possui conhecimento sobre qual a sua produtividade no dia?				
<input type="text"/>					
3.2	Existe a preocupação em executar as atividades conforme os procedimento de qualidade?				
<input type="text"/>					
3.3	Você utiliza formas, gabaritos e moldes constantemente para te auxiliar em atividades repetitivas?				
<input type="text"/>					

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>4</b>	<b>Reduzir o tempo de ciclo</b>				
4.1	Você conhece o tempo que você gasta esperando materiais na obra diariamente?  				
4.2	Você conhece o tempo que você gasta em movimentação de um local para outro, diariamente na obra?  				
4.3	Você conhece o tempo que você gasta em inspeção dos serviços, diariamente na obra?  				
4.4	Você conhece o tempo que você utiliza para executar as atividades que são consideradas como valor para a obra? <b>CONCEITO:</b> tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação  				
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>5</b>	<b>Simplificar e minimizar o número de passos e partes</b>				
5.1	Você faz uso de produtos pré moldados ou kits de materiais fáceis de serem aplicados?  				
5.2	Você identifica alguma atividade que possui muitas etapas e que pode ser simplificada na obra?  				
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>6</b>	<b>Melhorar a flexibilidade do produto</b>				
6.1	Você se considera capaz de executar vários tipos de atividades como: armação, carpintaria, serviços de acabamentos, serviços elétricos e <b>CONCEITO:</b> Polivalente é o operário que possui vários tipos de habilidades.  				
6.2	A empresa lhe fornece oportunidade para se tornar polivalente?  				

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>7</b>	<b>Melhorar a transparência do processo</b>				
7.1	Você acredita que a obra é segura e bem sinalizada?				
<input type="text"/>					
7.2	Você acredita que a obra é limpa e organizada?				
<input type="text"/>					
7.3	Você conhece quais são as políticas de condutas da empresa?				
<input type="text"/>					
7.4	Existe abertura para conversar com a engenharia e com a diretoria da empresa?				
<input type="text"/>					
		POUCO		MUITO	
<b>8</b>	<b>Focar o controle do processo global</b>	0	1	2	3
8.1	Como você classificaria seu conhecimento sobre o planejamento total da obra?				
<input type="text"/>					
8.2	Você sabe quais são as atividades a serem executadas em cada dia desta semana?				
<input type="text"/>					
		POUCO		MUITO	
<b>9</b>	<b>Introduzir a melhoria contínua do processo</b>	0	1	2	3
9.1	A empresa possui algum programa que incentive o funcionário a apresentar novas idéias para melhoria contínua?				
<input type="text"/>					
9.2	Com qual frequência as idéias dos funcionários são aplicadas na prática?				
<input type="text"/>					
9.3	Como você classificaria a influencia que a empresa te proporcionou no aumento de sua produtividade na obra com o passar do tempo?				
<input type="text"/>					

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>10</b>	<b>Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</b>				
10.1	Você acredita que a quantidade de operários na obra é suficiente para entregar a obra no prazo?				
<input type="text"/>					
10.2	Como você classificaria a eficiência da entrega de materiais no canteiro?				
<input type="text"/>					
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>11</b>	<b>Benchmark (estabelecer referências de ponta)</b>				
11.1	Para executar essa obra você utiliza algum outro trabalho da própria empresa como um modelo bem sucedido a ser espelhado?				
<input type="text"/>					

**APÊNDICE A – Questionário**



<b>Operários</b>	Pouco		Muito	
	0	1	2	3
<b>1. Redução de atividades que não acrescenta valor</b>	0	1	2	3
1.1. Há preocupação com os desperdícios de materiais no canteiro de obra?			X	
1.2. Existem frequentes treinamentos com os operários da empresa?		X		
1.3. Na escala de 0 a 3, quanto tempo na obra você fica ocioso?		X		
<b>2. Reduzir a variabilidade</b>	0	1	2	3
2.1. Você possui conhecimento de quanto foi sua produtividade durante o dia?		X		
2.2. Você se preocupa em executar as atividades conforme os procedimentos de qualidade?			X	
<b>3. Reduzir o tempo de ciclo</b>	0	1	2	3
3.1. Você sabe quanto tempo gasta diariamente à espera de materiais na obra?		X		
3.2. Você sabe quanto tempo gasta diariamente em movimentação de um local para outro?		X		
3.3. Você sabe quanto tempo gasta diariamente em Inspeção dos serviços na obra?			X	
3.4. Você sabe quanto tempo gasta diariamente executando atividades que são consideradas de valor para a obra?		X		
<b>4. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</b>	0	1	2	3
4.1. Faz uso de pré-moldados e/ou matérias fáceis de serem aplicados?	X			
4.2. Você acredita que é possível simplificar atividades que possuem muitas etapas na obra?		X		
<b>5. Melhorar a Flexibilidade do produto</b>	0	1	2	3
5.1. Você se considera hábil para executar vários tipos de atividades como: armação, carpintaria, serviços de acabamentos, serviços elétricos			X	
<b>6. Melhorar a transparência do processo</b>	0	1	2	3
6.1. Você considera a obra segura e bem sinalizada?			X	
6.2. Você considera que a obra é limpa e organizada?		X		
6.3. Você conhece quais são as políticas de condutas da empresa?		X		
<b>7. Focar o controle do processo global</b>	0	1	2	3
7.1. Você tem conhecimento sobre o planejamento total da obra?		X		
7.2. Você tem conhecimento sobre as atividades a serem executadas em cada dia desta semana?		X		
<b>8. Introduzir a melhoria contínua do processo</b>	0	1	2	3
8.1. No seu trabalho possui algum programa que incentive você a apresentar novas ideias para melhoria contínua?		X		
8.2 A empresa influenciou no aumento de sua produtividade na obra com o passar do tempo?		X		
<b>9. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</b>	0	1	2	3
9.1. Você considera suficiente a quantidade de operários na obra para entregar a obra no prazo?			X	
9.2 Como você classificaria a eficiência da entrega de materiais no canteiro?			X	