

## DIAGNÓSTICO E APLICAÇÃO DA *LEAN CONSTRUCTION* EM CONSTRUTORA

Luiz Andrei Potter Tonin\*  
Cecília Ogliari Schaefer\*\*

**RESUMO:** O desenvolvimento de um ambiente produtivo onde a eliminação dos desperdícios e a consideração das necessidades de agregar valor ao produto final de maneira mais rápida e eficiente, fizeram com que a aplicação da filosofia *Lean* em obras de Construção Civil quebrasse antigos paradigmas neste setor. Também conhecida como *Lean Construction*, este modelo de processos já apresenta resultados comprovados no que tange à redução de custos de produção, menores efetivos de mão de obra, redução de prazos, isto aliado a um produto de maior qualidade. Realizado no Vale do Itajaí o presente artigo teve como objetivo mensurar o nível de aplicação da filosofia *Lean* em uma obra residencial com mais de 25 mil metros quadrados e propor melhorias aos aspectos negativos percebidos. Para isto, a metodologia de natureza qualitativa foi dividida em duas grandes etapas, diagnóstico e desenvolvimento de uma nova proposta de ação baseada nos princípios da *Lean Construction*. Como resultado foram preparadas estratégias que puderam aperfeiçoar a produção através da elaboração de uma nova disposição física ao canteiro, consideração da movimentação durante a execução das atividades e proposta de uma nova abordagem para compra de materiais com uma visão enxuta focada na redução de estoques. Concluiu-se então que a metodologia auxiliou no reconhecimento dos princípios negligenciados e na definição de estratégias pontuais e integradas, que fizessem com que o escopo geral da aplicação da *Lean Construction* fosse aperfeiçoado e seus benefícios alcançados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção Enxuta; Controle da Produção; Construção Civil.

## DIAGNOSIS AND APPLICATION OF LEAN CONSTRUCTION IN BUILDING FIRMS

**ABSTRACT:** The development of a productive environment in which the elimination of wastes and the need for aggregating value to the final product quickly and efficiently triggered the application of the lean construction philosophy in civil construction with a disruption of old paradigms. Lean Construction is a process model with efficient results in costs reduction, low personnel, price decrease and high quality products. Current analysis measures the application level of the Lean Construction philosophy in a premise with more than twenty-five thousand square meters and proposes improvements for the negative aspects reported. Quality methodology was divided into two stages, or rather, diagnosis and development of a new proposal based on the Lean Construction principles. Strategies that would improve production were prepared through the elaboration of a new physical layout of the work site, movements during the execution and a new approach for buying the required material to decrease stock. Methodology helped in the acknowledgement of neglected factors and in the definition of precise and integrated strategies such that the general aim for the application of the Lean Construction could be improved and its benefits attained.

**KEYWORDS:** Lean Construction; Production Control; Civil Engineering.

\* Engenheiro Civil; E-mail: luiz.potter@uol.com.br

\*\* Docente Titular da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI; Mestre em Engenharia Civil; E-mail: cecilia@univali.br

## INTRODUÇÃO

Ainda nos dias atuais, a Construção Civil desenvolve suas atividades baseada no modelo tradicional de produção. Este por sua vez consiste numa série de atividades de conversão. Sabe-se que esta forma de produção tornou-se obsoleta e acaba por negligenciar alguns aspectos como produtividade e qualidade na construção (KOSKELA, 1992; BERNARDES, 2010).

Partindo desta premissa, em meados dos anos 50 surgiu um novo conceito de sistema de produção de automóveis, conhecido por Toyotismo. Este se baseia em estoques reduzidos, menores quantidades de mão de obra e materiais. Como consequência desta maneira de produzir surge o que se conhece por nova filosofia de produção, ou também *Lean Production* (KOSKELA, 1992).

No que tange à construção civil o principal marco para o desenvolvimento desta nova filosofia é o trabalho de Lauri Koskela "*Application of the new production philosophy in the construction*" publicado em 1992, e que apresenta onze princípios da *Lean Construction*, aplicáveis efetivamente à indústria da construção (LORENZON; MARTINS, 2006). Mediante aplicação de seus princípios básicos, a *Lean Construction* apresenta uma base conceitual com potencial de trazer benefícios e melhorias na eficiência de sistemas de produção (BERNARDES, 2010).

A filosofia *Lean* faz uso de princípios que objetivam a eliminação de desperdício, seja ele de teor material ou humano. A aplicação dos mesmos envolve o desenvolvimento de ferramentas e técnicas de controle da qualidade e, conseqüentemente, do aperfeiçoamento do desempenho da produção. É baseado neste pensamento que também ficou conhecida como Construção Enxuta, nela devem-se eliminar todas as origens causadoras de perdas.

Com isto, a melhor forma de melhoria no ambiente produtivo é focar na identificação destas perdas, através da análise das causas que produzem os desperdícios e realizar ações para reduzir ou eliminar estas causas geradoras (SERPELL et al., 1996 apud BERNARDES, 2010).

Tomando como base estas afirmações, este artigo tem o objetivo de apresentar um estudo de caso que permitiu identificar e diagnosticar aspectos falhos e por vezes negligenciados com vistas à plena aplicação da *Lean Construction* em uma construtora.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 APLICAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN* NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Usualmente a construção civil tem desenvolvido suas atividades num complexo, incerto e confuso processo de fluxo nos canteiros de obras (KOSKELA, 1992). Justamente por este motivo é necessário para que os benefícios da *Lean Construction* sejam realmente percebidos uma maior disseminação de seu conteúdo e, conseqüentemente, a teoria precisa ser colocada em prática (HIROTA, 2000 apud KUREK et al., 2006).

A *Lean Construction* traz como mudança conceitual mais importante um modelo de processos que passa a considerar que além das atividades de conversão são inerentes ao processo de produção também as atividades de fluxo. As atividades de fluxo acontecem naturalmente e são caracterizadas pela movimentação dos funcionários nos canteiros de obras, espera pelo material nos postos de trabalho, retrabalhos e inspeção. Porém, todas estas atividades não agregam valor do ponto de vista do cliente e devem ser eliminadas para aperfeiçoamento da produção. Em resumo, pode ser entendida como uma nova abordagem no desenvolvimento de atividades de maneira diferenciada ao modelo de produção em massa (HOWELL, 1999).

Buscando este aperfeiçoamento surge a aplicação da filosofia *Lean* em construções a partir da necessidade de aprimorar o modelo de processo tradicional. Conte e Gransberg (2002) afirmam baseados em suas experiências particulares que reduções médias na ordem de 20% a 30% do prazo inicialmente previsto são realidade de obras que aplicaram a *Lean*

*Construction*. Os mesmos autores reforçam os dados com reduções de custos de produção com percentuais de 5% a 12% do valor total. Estas informações são reforçadas por Bernardes (2010) afirmando que melhorias significativas foram atingidas por empresas do setor da construção civil que aplicaram os princípios da construção enxuta.

Dentre os benefícios notados citam-se a criação de um processo transparente, com redução de custos e prazos, juntamente com uma maior redução nos desperdícios, aumento da produtividade e qualidade de execução levando, conseqüentemente, a um menor efetivo em obra e com um produto final de maior valor agregado (RODRIGUES; PICCHI, 2010).

## 2.2 PRINCÍPIOS DA LEAN CONSTRUCTION

São onze os princípios abordados por Koskela (1992) para aplicação da *Lean Construction*. Basicamente, cada princípio possui enfoque em aspectos envolvidos numa visão sistêmica do ambiente de produção e considera que a redução da parcela de atividades que não agregam valor e a melhoria contínua são duas premissas que devem fazer parte de uma construtora que pretende aplicar sua filosofia.

Além destes princípios supracitados a aplicação plena exige:

- Redução da variabilidade;
- Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes;
- Diminuição do tempo de ciclo;
- Simplificação através da diminuição do número de passos e/ou partes;
- Aumento da flexibilidade na execução do produto;
- Incremento da transparência;
- Foco no controle do processo global;
- Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões;
- Realização de *benchmarking*.

## 3 METODOLOGIA

A pesquisa de natureza qualitativa fez uso de um estudo de caso como procedimento para coleta dos dados e possuiu um delineamento analítico e descritivo. Para realização do aporte de informações contou-se com o acesso a uma edificação em construção com mais de 25 mil metros quadrados localizada na região do Vale do Itajaí, Santa Catarina. A escolha do ambiente de estudo se deu em função do porte da obra e da disponibilidade da diretoria para a coleta de informações. Também se levou em consideração a possibilidade de alcançar um impacto positivo com o desenvolvimento de uma proposta de aplicação da *Lean Construction* que se adequasse às necessidades vivenciadas pela construtora estudada. Para isto, o desenvolvimento da metodologia foi separado em duas etapas, fase de diagnóstico e desenvolvimento de proposta *Lean*, sendo que estas serão explicadas mais detalhadamente nos itens seguintes.

### 3.1 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico dos aspectos falhos segundo a visão *Lean* de produção permite reconhecer os potenciais de melhoria no âmbito do aperfeiçoamento da produção. Neste sentido foi necessária a realização de cinco etapas, indicadas na Figura 1, para diagnosticar no ambiente estabelecido a situação vivenciada com vistas aos parâmetros de uma construção enxuta.

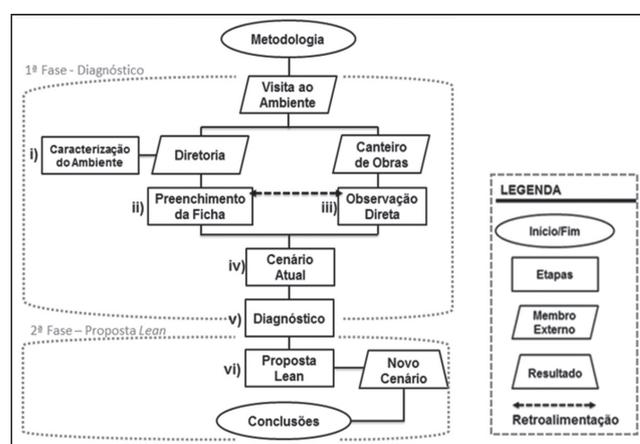


Figura 1. Organograma da Metodologia adotada

Na fase inicial caracterizou-se a construtora, coletando informações quanto à estrutura organizacional da empresa e estabeleceu-se a obra que seria avaliada. Estas informações facilitaram o acesso à configuração da construtora e permitiram identificar os cargos e respectivas funções, viabilizando assim o contato com o gerente da obra para que pudesse ser dada continuidade à pesquisa.

Ainda na fase de diagnóstico foi preenchida uma Ficha de Avaliação com questionamentos referentes à aplicação da *Lean Construction* na obra. Para elaboração desta Ficha fez-se uma adaptação do questionário proposto por Kurek et al. (2006). Todos os questionamentos foram respondidos apenas como “Sim” ou “Não”. Com o preenchimento deste questionário e com a obtenção dos dados específicos foi possível tratá-los através de uma escala de nota, como pode ser visualizado no Quadro 1.

**Quadro 1.** Pontuação por princípio da *Lean Construction* na ficha de avaliação.

Legenda	Escala de Notas – Ficha de Avaliação				
	% Obtida	0%	Até 50%	Até 75%	100%
Parecer	Princípio não aplicado	Aplicado com deficiência	Aplicado Parcialmente	Aplicado Totalmente	
Nota	Nota 0	Nota 1	Nota 2	Nota 3	

Fonte: do Autor.

Nesta escala de notas elaborada para a pesquisa, atribui-se pontuações de “0” a “3”, para cada um dos onze princípios. Sendo que a nota máxima (nota 3) representa a plena aplicação do princípio em questão e a nota mínima (nota 0) significa seu completo negligenciamento.

Para atribuição da nota, o valor expresso em % foi calculado conforme expressão:

$$\% \text{ Obtida} = \frac{\text{Pontos obtidos}}{\text{Pontos possíveis}} \times 100 \quad (1)$$

Sendo “pontos obtidos” a quantidade de respostas positivas em relação à quantidade total de questionamentos, ou seja, os pontos possíveis em cada um dos princípios.

Em paralelo ao preenchimento da Ficha de Avaliação realizou-se a etapa de Observação Direta, onde houve uma retroalimentação dos dados (Figura 1) a fim de verificar a consistência dos dados obtidos na avaliação. Esta etapa foi realizada a partir de observações de cada um dos onze princípios *in loco*, na própria obra. O registro de imagens das boas práticas desempenha papel importante no âmbito das melhorias, e também pode servir de material para treinamento da mão de obra e na busca por padronização dos processos em uma empresa da construção civil (ISATTO et al., 2000).

O cenário vivenciado pela construtora pôde ser detalhado na penúltima etapa da fase de diagnóstico. Nela foram transcritas constatações percebidas no que diz respeito ao desempenho das atividades no canteiro de obras, principalmente com relação aos fluxos físicos.

Por fim, elaborou-se uma escala representativa de níveis de aplicação *Lean Construction* e um indicador para obra, com base nos dados obtidos da Ficha de Avaliação. De posse deste indicador, foi possível determinar um diagnóstico em forma de parecer técnico que apontou os aspectos falhos da construtora; e que também facilitou a tomada de decisões para o estabelecimento de uma proposta de aplicação da filosofia *Lean* com base nas características particulares da empresa avaliada.

### 3.2 Desenvolvimento de proposta *lean*

A partir dos resultados do diagnóstico realizou-se uma proposta que potencializasse os ganhos de produção no ambiente de estudo. Nesta fase foram escolhidos os princípios que apresentaram as maiores fragilidades ou negligências.

Para o princípio de reduzir a parcela de atividades que não agregam valor foram definidas ferramentas de mapeamento dos pontos de movimentação desnecessária e facilitação aos fluxos físicos, alcançadas através da elaboração do *layout* para o canteiro de obras, a definição do mapa de fluxo e a simulação de movimentação na planta baixa.

Com relação ao foco no processo global, buscou-se uma nova abordagem para os processos da compra de materiais, com visão enxuta objetivando reduzir os estoques a partir de entregas programadas e previsão de demanda.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 DIAGNÓSTICO PARA O ESTUDO DE CASO

A análise inicial da situação frente à aplicação da *Lean Construction* aconteceu através de questionamentos diretos que foram respondidos espontaneamente pelo gerente da obra por meio da Ficha de Avaliação apresentada no Quadro 2.

**Quadro 2.** Ficha de avaliação com parâmetros da *Lean Construction*.

(continua)

Ficha de Avaliação – <i>Lean Construction</i>	
Princípio	Parâmetros
<b>1 – Reduzir as atividades que não agregam valor</b>	1.1 Existe projeto com o layout do canteiro de obras?
	1.2 Possui equipamentos para movimentação dos materiais?
	1.3 Foi realizada uma simulação da planta baixa e considerado o ritmo das equipes?
<b>2 – Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes</b>	2.1 Faz o mapeamento do processo e identifica as interferências entre as atividades?
	2.2 Existe algum sistema de gestão da qualidade, que permita verificar e inspecionar os serviços?
	2.3 Realiza pesquisa de satisfação dos clientes, em obras entregues?
<b>3 – Reduzir a variabilidade</b>	3.1 Possui padronização nos insumos fornecidos?
	3.2 São feitos os processos padronizados para execução dos serviços?
	3.3 É realizado treinamento da mão de obra a fim de apresentá-los a execução de uma nova atividade?
	3.4 Utiliza a ferramenta <i>Last Planner</i> ?

(continua)

<b>4 – Reduzir o tempo de ciclo</b>	4.1 Reduz o tamanho do lote dos serviços, através de pacotes de trabalho?
	4.2 Faz uso de mão de obra reduzida, trabalhando com equipes pequenas?
	4.3 Elimina-se ao máximo o efeito da movimentação e espera por parte dos funcionários?
	4.4 Consegue eliminar interdependências, e aliar a execução paralela das atividades?
<b>5 – Simplificar pela diminuição do número de passos e/ou partes</b>	5.1 Utiliza o serviço de corte e dobra do fornecedor de aço?
	5.2 Faz uso de elementos pré-fabricados?
	5.3 A mão de obra é capaz de exercer e concluir mais do que uma atividade específica?
<b>6 – Aumentar a flexibilidade na execução do produto</b>	6.1 A construtora oferece alternativas de modificação dos apartamentos?
	6.2 Utiliza sistemas que possibilitem a flexibilização das plantas, como uso de <i>Drywall</i> e esperas com previsão de instalações?
	6.3 Existe algum formulário e uma data fixada para entrega dos projetos de modificação?
<b>7 – Aumentar a transparência</b>	7.1 A entrada da obra e o tapume são organizados, possuem boa estética?
	7.2 Utiliza de comunicação visual, indicando informações pertinentes a produção, através de cartazes ou placas indicativas?
	7.3 Emprega e possui um controle com indicadores de desempenho, como por exemplo, o índice de produtividade das atividades?
	7.4 Implementa o programa 5S, ou outro tipo de estratégia que vise melhorar a organização e a limpeza da obra?
<b>8 – Focar o controle em todo o processo</b>	8.1 Existe planejamento em todos os níveis gerenciais: longo prazo, médio prazo e curto prazo?
	8.2 Percebe-se alguma parceria com fornecedores a fim de reduzir o tempo de descarga dos materiais, por exemplo, utilização de pallets?
	8.3 Trabalha com estoques reduzidos, ou seja, com entrega parcial de materiais em datas agendadas?

(conclusão)

<b>9 – Estabelecer a melhoria contínua</b>	9.1 São realizadas reuniões com a equipe de produção, a fim de reconhecer os problemas enfrentados e discutir melhorias?
	9.2 É feita de maneira clara a definição das metas e das prioridades a serem alcançadas?
	9.3 Os processos tendem a ser padronizados, e as equipes definidas são fixas e não apresentam rotatividade?
	9.4 A empresa faz a premiação dos funcionários através de recompensa para as equipes que alcançam os melhores resultados?
<b>10 – Balancear as melhorias dos fluxos com as melhorias das conversões</b>	10.1 Os processos utilizados tendem a ser racionalizados, e apresentam perdas reduzidas de material e de movimentação?
	10.2 A empresa procura buscar inovações tecnológicas que se adaptem às suas obras?
	10.3 Estas inovações buscam melhorar tanto as conversões (processamento) quanto os fluxos (movimentação, espera)?
<b>11 – Fazer benchmarking</b>	11.1 A construtora reconhece seus pontos fracos, processos passíveis de melhoria?
	11.2 Busca e identifica em outras empresas técnicas de sucesso, fazendo visita ou recolhendo informações destes procedimentos?
	11.3 Consegue adaptar as boas práticas à realidade da construtora?

Fonte: Adaptado de Kurek et al. (2006).

Mediante as respostas obtidas determinou-se uma pontuação para cada um dos onze princípios da *Lean Construction*. Constatou-se que a obra não possuía algum princípio que era totalmente negligenciado. Em 5 dos 11 princípios, a aplicação acontecia de maneira parcial, Nota 2. Somente em 2 deles a pontuação foi a máxima (Nota 3) e para 4 princípios a ficha apontou a aplicação com deficiência (Nota 1).

Desenvolveu-se então um indicador designado de  $N_{ALC}$  (Nível de Aplicação *Lean Construction*). Este indicador é expresso em % e o seu valor representa o grau de maturidade alcançada na aplicação da filosofia *Lean* pela obra. Este indicador está relacionado diretamente ao somatório das notas parciais obtidas na Ficha de Avaliação, a Figura 2 apresenta o resultado obtido para o estudo de caso.

Nota Atribuída	Princípio
NOTA 1	1- Reduzir as atividades que não agregam valor
NOTA 2	2- Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes
NOTA 2	3- Reduzir a variabilidade
NOTA 1	4- Reduzir o tempo de ciclo
NOTA 2	5- Simplificar pela diminuição do número de passos e/ou partes
NOTA 3	6- Aumentar a flexibilidade na execução do produto
NOTA 2	7- Aumentar a transparência
NOTA 1	8- Focar o controle em todo o processo
NOTA 3	9- Estabelecer a melhoria contínua
NOTA 1	10- Balancear as melhorias dos fluxos com as melhorias das conversões
NOTA 2	11- Fazer Benchmarking

SOMATÓRIO (Σ)	24	PONTOS
$N_{ALC}$	73%	

$$N_{ALC} (\%) = \frac{\sum \text{Notas Atribuídas}}{33 (\text{Pontos Possíveis})} \times 100$$

Figura 2. Resultado da avaliação, segundo  $N_{ALC}$  para o estudo de caso.

No somatório de notas parciais por princípio a obra obteve 24 pontos dos 33 possíveis, com  $N_{ALC}$  em 73%. Desenvolveu-se uma escala de níveis que divide em seis categorias (Inexistente, Baixo, Intermediário, Avançado, Excelente e Pleno) o grau de maturidade *Lean* de uma obra. Esta escala de níveis pode ser vista na Figura 3, juntamente com o posicionamento da obra do estudo de caso.

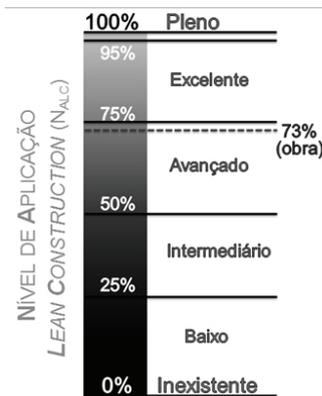


Figura 3. Níveis de aplicação para o  $N_{ALC}$ , resultado do estudo de caso.

No nível “Avançado” o valor de  $N_{ALC}$  vai de 50% a 75%, portanto é este o caso da obra avaliada. Neste nível entende-se que parte considerável dos princípios está sendo atendida, o que pode ser interpretado como utilização de ferramentas e técnicas do planejamento e controle da produção adotadas pela construtora.

Contudo para alcançar a aplicação por completo da filosofia *Lean*, a construtora em estudo necessitou realizar melhorias nos princípios que apresentaram pontuação baixa na avaliação.

Portanto, como último produto deste método de diagnóstico, reuniram-se todos os princípios para que pudessem ser listados os seus respectivos potenciais de melhoria, segundo expressão abaixo:

$$\text{Potencial de melhoria (\%)} = 100\% - \text{Porcentagem Obtida na avaliação} \quad (2)$$

Evidenciou-se que em 4 princípios mais de 50% de melhoria podiam ser efetivamente alcançados. Optou-se na ocasião por selecionar os dois princípios mais críticos (Reduzir as atividades que não agregam valor – Focar o controle em todo processo) e que poderiam ser trabalhados sem que houvesse grandes mudanças de cunho organizacional.

#### 4.2 DESENVOLVENDO PROPOSTA LEAN

Para este novo enfoque da construtora foram usadas quatro ferramentas: elaboração de *layout* para o canteiro de obras, montagem do mapa de fluxo, simulação de movimentação na planta baixa e desenvolvimento de um novo modelo para compra de materiais. O escopo desta ação atuou com o objetivo tanto de reduzir a parcela das atividades que não agregam valor como também de focar o controle em todo o processo.

Para reduzir a parcela de atividades que não agregavam valor, foi elaborado um *layout* para o canteiro que levava em consideração a movimentação dos funcionários e a estocagem dos materiais mais próximos dos postos de trabalho. O resultado do novo *layout* pode ser observado no croqui simplificado na Figura 4 que mostra os locais de descarga, os acessos, a região de armazenamento dos materiais e a localização dos serviços principais da obra.

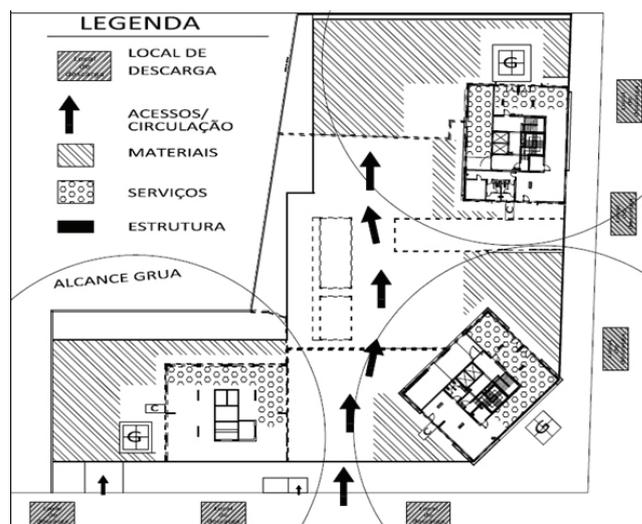


Figura 4. Croqui esquemático do *layout* elaborado para o canteiro de obras.

Também foi determinado pelo mapa de fluxo que o serviço de armação deveria ocupar uma região específica do canteiro para evitar interferência com os demais serviços. A simulação da movimentação dos funcionários no pavimento tipo do empreendimento permitiu reconhecer os pontos problemáticos na circulação dos materiais e as interferências com os serviços sucessores ao de alvenaria.

Esta ferramenta de simulação (Figura 5) fez com que se figurassem os possíveis caminhos percorridos pelos funcionários durante a execução da alvenaria. Isto viabilizou a determinação de quais paredes deveriam ser assentadas prioritariamente e quais impediam o correto andamento e fluxo dos materiais pelo pavimento.

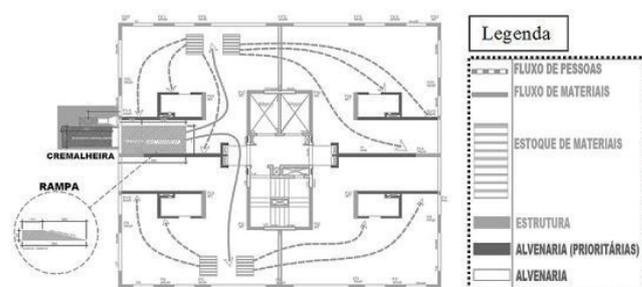


Figura 5. Simulação da movimentação na planta baixa.

Já para focar o controle em todo o processo, foi proposto um novo modelo para a compra de

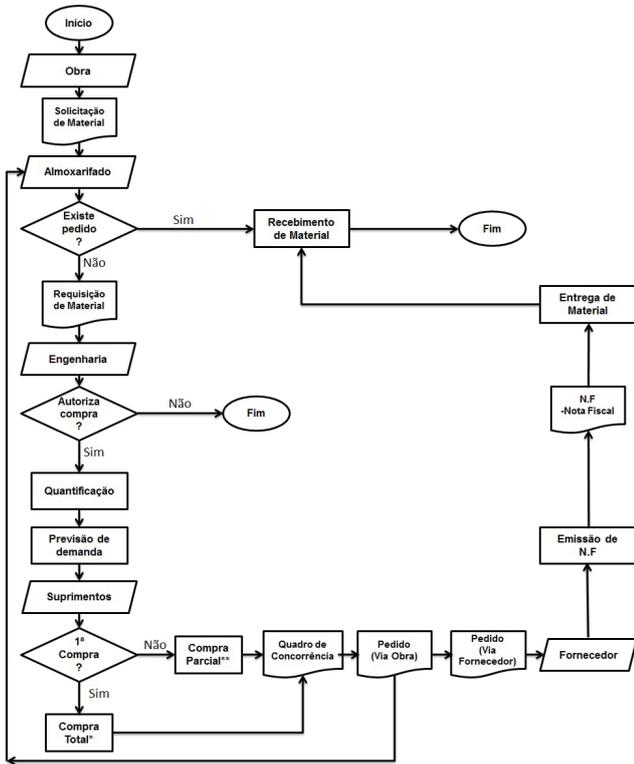
materiais (Figura 6). Nesta nova abordagem de compra é possível trabalhar com previsão de demanda através de quantitativos mais apurados, redução de estoques através da parceria com fornecedores para realização de entregas em datas programadas.

período estabelecido e que obedeça ao ritmo determinado pela produção puxada.

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A definição de uma estratégia coerente e eficaz na aplicação da *Lean Construction* deve considerar a situação atual vivenciada pelo ambiente em que se propõe interagir. É nesta conjuntura que a primeira fase, o diagnóstico, fez com que se identificassem quais os princípios de uma construção enxuta vinham sendo desconsiderados. Além de evidenciar os aspectos críticos, esta análise permitiu comparar através de níveis pré-estabelecidos o grau de maturidade *Lean* na obra, indicado pelo  $N_{LAC}$ . O uso deste indicador permite auxiliar no reconhecimento de estratégias e ferramentas que concebiam efetivamente a aplicação da *Lean Construction* por uma construtora.

O desenvolvimento da proposta *Lean* foi concebido baseado nesta ideia, para tanto se reuniram algumas das ferramentas que apresentaram resultados já comprovados nos princípios falhos indicados na obra. No caso de reduzir a parcela de atividades que não agregavam valor, as ferramentas usadas objetivaram potencializar a execução das atividades eliminando as mais diversas fontes geradoras de desperdícios. Também se considerou a importância de focar o controle em todo o processo, devido a ser uma falha vivenciada pela construtora estudada. Portanto, o método aqui proposto foi eficaz no reconhecimento dos potenciais de melhoria no âmbito da *Lean Construction* e se mostrou uma ferramenta útil a ser utilizada no início de programas de implementação desta filosofia de produção por construtoras.



**Figura 6.** Fluxograma proposto para os processos de compra de materiais na visão *Lean*.  
Simbologia padrão do *American National Standards Institute – ANSI*.

A ideia central da apresentação deste fluxograma é representar os novos processos envolvidos na compra dos materiais; fazendo com que seja de responsabilidade do departamento de engenharia fornecer dados como o quantitativo preciso dos materiais necessários e racionalizar a sua entrega a partir da demanda prevista para execução dos serviços. Isto é a viabilizado pela parceria entre o departamento de compras e os fornecedores envolvidos, de modo que de acordo com o ritmo da obra sejam entregues os materiais em pedidos fracionados e com períodos de tempo pré-agendados. Como resultado almeja-se possuir na obra somente estocada a quantidade de insumos necessária para atender a demanda em um

### REFERÊNCIAS

ANSI – American National Standards Institute. Disponível em: <www.ansi.org> Acesso em: 29 set. 2012.

BERNARDES, M. Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 190p.

CONTE, A. S. I; GRANSBERG, D. Lean Construction: from theory to practice, a managerial approach. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10, 2002, Gramado. Anais eletrônicos... Gramado, 2002. Disponível em: <[www.leanconstruction.wordpress.com](http://www.leanconstruction.wordpress.com)> Acesso em: 02 abr. 2012.

HOWELL, G. What is Lean Construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley. Anais eletrônicos... Berkeley: University of California, 1999. Disponível em: <[www.leanconstruction.wordpress.com](http://www.leanconstruction.wordpress.com)>. Acesso em: 02 abr. 2012.

ISATTO, E. et al. **Lean construction**: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000. 177p.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford: Stanford University, 1992. (CIFE Technical Report, 72)

KUREK, J. et al. Aplicação dos princípios lean ao setor de edificações. Passo Fundo: Ed. da UPF, 2006. 95p.

LORENZON, I. A; MARTINS, R. A. Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13, 2006, Bauru. Anais eletrônicos... Bauru: Unesp, 2006. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/505.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/505.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2012.

RODRIGUES, M. R; PICCHI, F. A. Análise de experiências de aplicação do Lean Thinking na construção de edificações no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, 2010, Canela. Anais eletrônicos... Canela: USP, 2010. Disponível em: <<http://entac.pcc.usp.br/index.php/entac/2010/paper/view/436>>. Acesso em: 25 abr. 2012.

*Enviado em: 29 de abril de 2013*

*Aceito em: 12 de junho de 2013*