



# XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

## CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO DOS TEMPOS DAS ATIVIDADES PARA REDUZIR PERDAS NA CONSTRUÇÃO

**SOUZA, Bruno (1); SANTOS, Débora (2)**

(1) Universidade Federal de Sergipe, e-mail: bralmeida@ymail.com, (2) Universidade Federal de Sergipe, e-mail: deboragois@ufs.br

### RESUMO

Na construção civil os estudos dos conceitos da construção enxuta têm contribuído para a diminuição das perdas e, consequentemente, para o aumento da produtividade. Este trabalho tem por objetivo investigar quais são as contribuições da análise da distribuição dos tempos das atividades nos processos construtivos de estrutura (armação e fôrma) e de marcação de alvenaria, para a criação de melhorias que visem a redução de perdas na construção civil. A metodologia utilizada foi a aplicação da técnica de amostragem do trabalho, ao utilizar planilhas para a coleta de dados, onde foi possível identificar as porcentagens dos tempos das atividades produtivas, auxiliares e improdutivas. Foi adotada também a correlação dos tipos de perdas com os índices percentuais identificados. Assim, conhecendo os percentuais, foram sugeridas melhorias. Foram identificadas perdas do tipo transporte, espera e estoque principalmente, relacionadas com as etapas de execução de fôrma (escoramento das lajes), armação de lajes (amarração das barras de aço) e marcação de alvenaria respectivamente. As melhorias sugeridas foram substituição de equipamentos e mudanças no processo do produto, para contribuir com um fluxo contínuo do trabalho. Ao reduzir perdas do tipo transporte e espera, contribuiu-se para o desenvolvimento do setor e implementação de critérios competitivos.

**Palavras-chave:** Amostragem do trabalho, construção enxuta, produtividade.

### ABSTRACT

*In construction the studies of the concepts of lean construction have contributed to waste reduction and to increase productivity. This work aims to investigate what are the contributions of the analysis of the time distribution of activities in construction processes of structure (frame and mold) and labeling of masonry, for the creation of improvements aimed at waste reduction in construction. The methodology used was the technique of work sampling, using spreadsheets for data collection, where it was possible to identify the percentages of time of productive, unproductive and auxiliary activities. It has also adopted the correlation of the types of wastes with the percentage rates identified. Thus, knowing the percentages, improvements were suggested. Wastes such as transportation, waiting and inventory primarily related to the execution steps of mold (bracing slabs), frame slabs (tying steel bars) and marking masonry respectively were identified. The suggested improvements were replacing equipment and changes in the product process to contribute with a continuous flow of work. By reducing*

*transportation and waiting wastes, it contributed to the sector's development and implementation of competitive criteria.*

**Keywords:** *Work sampling, lean construction, productivity.*

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Souza (2006), a construção civil é um setor que demanda muita mão de obra e, por isso, muito tem se estudado na tentativa de aumentar sua produtividade. O estudo publicado em 1992 por Koskela trouxe para o setor conceitos de uma nova filosofia de produção. A construção enxuta, como ficou conhecida, tem como principal preocupação a redução das perdas oriundas não só das atividades de conversão como também das de fluxo (ISATTO; FORMOSO, 1998).

De acordo com Koskela (1992), é importante que haja uma otimização das atividades que agregam valor e uma redução daquelas que não agregam.

Verifica-se que a técnica de amostragem do trabalho é uma ferramenta importante com a qual é possível investigar como estão distribuídos os tempos das atividades desenvolvidas pelos operários ao longo do dia de trabalho e que podem ou não agregar valor ao produto. Nesta técnica, as atividades são distribuídas ao longo do tempo em atividades produtivas, auxiliares e improdutivas. As primeiras são as que agregam valor ao produto, os dois outros tipos não agregam.

Este trabalho teve como objetivo aplicar a metodologia de amostragem do trabalho e investigar quais são as contribuições da análise da distribuição dos tempos das atividades nos processos construtivos de estrutura e de alvenaria, para melhorias que visem a redução de perdas na construção.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Contexto histórico

Para Isatto e Formoso (1998), o Sistema Toyota de Produção surgiu em um momento em que as empresas seriadas passavam por dificuldades. O modelo tradicional, também chamado de modelo de conversão, já não respondia mais tão eficazmente. Esse é um modelo linear, onde existem matérias primas que são transformadas em produtos através de processos e subprocessos.

O modelo proposto por Shingo (1996) coloca a produção não mais como um sistema linear. Ele idealizou que existiam dois eixos diferentes. O primeiro seria o fluxo dos materiais, que se denominaria processo. O segundo, o fluxo do sujeito trabalho, podendo ser o homem ou uma máquina, que seriam as operações (ISATTO; FORMOSO, 1998).

O sistema Toyota, como ficou conhecido, tem dois pilares: o *Just-in-Time* (JIT), que preconiza que as partes constituintes só devem chegar à linha de montagem no momento e na quantidade que serão utilizadas; e a automação dos recursos humanos (COSTA et al., 2010).

As anomalias estão relacionadas com perdas no processo. Shingo (1996) classifica as perdas na produção em: superprodução, espera, transporte, processamento, movimento, produção de produtos defeituosos e estoques. Koskela (2004) ainda define o oitavo tipo de perda, que é o *Making-do*. Este último tipo de perda ocorre quando um operário comece um processo sem que todos os pré-requisitos estejam concluídos ou disponíveis.

Esse início no tempo errado pode gerar um aumento no tempo do processamento e um aumento da variabilidade do produto (KOSKELA, 2004).

Na década de 1990, o modelo desenvolvido pela Toyota Motor Company (que originou o Sistema Toyota de Produção) passou a ser conhecido como *Lean production*, o que significa, em português, produção enxuta. Segundo Womack (1992) apud Denari (2010), a produção enxuta é enxuta por usar menos quantidade de tudo, comparando com a produção em massa (modelo tradicional de produção). Em 1992, este modelo foi estudado por Koskela e adaptado para a realidade da construção civil. Com isto, originou-se a construção enxuta (*Lean Construction*).

## 2.2 Construção enxuta

Com o aumento da competitividade entre as empresas de construção civil e o aumento das exigências dos clientes, era preciso mudar a maneira de se produzir, para que fosse possível atingir lucros satisfatórios. Foi nesse cenário que em 1992, o estudioso Lauri Koskela discutiu a aplicação dos princípios do Sistema Toyota de Produção na construção civil, criando a Construção Enxuta (ISATTO; FORMOSO, 1998).

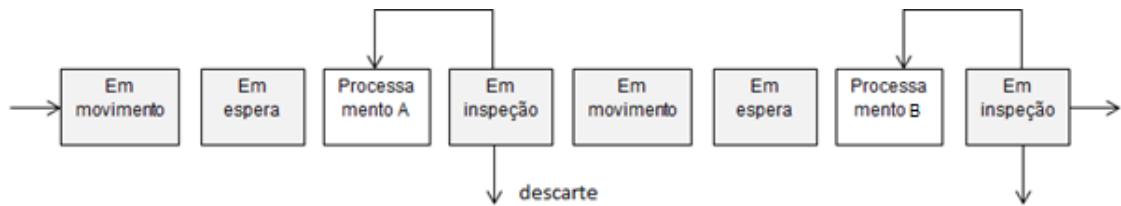
O principal objetivo da *Lean production* é reduzir as perdas. Para Shingo (1996), essas perdas deveriam ser mitigadas na etapa de processos. Denari (2010) reafirma que um dos principais focos da produção enxuta é na eliminação das perdas, que significa eliminar as atividades desnecessárias, ou seja, as atividades que não agregam valor. Porém, Koskela (1992) lembra que se deve evitar essas perdas principalmente nas atividades de fluxo. Fica claro que a redução das perdas é algo que deverá ser procurado continuamente (ISATTO; FORMOSO, 1998).

Koskela (1992) definiu assim a nova filosofia de produção aplicada à construção civil como a produção através de um fluxo de materiais e/ou informações. Neste fluxo, os materiais podem estar em quatro estados: processamento, inspeção, espera ou transporte. Assim, o modelo proposto reduz-se a duas visões de produção, ou seja, ou o material estará em fluxo ou em processo de conversão.

Deste modo, contrapondo ao modelo tradicional, o qual via a produção como um conjunto de atividades de conversão apenas, onde entravam matérias primas e saiam produtos acabados ou semi-acabados, surgiu o modelo da construção enxuta, onde o processo é constituído por atividades de processamento, transporte, espera, conversão e inspeção.

Koskela (1992) divide o fluxo em atividades que agregam valor ao produto final e atividades que não agregam. Na figura 1, as atividades inseridas nas caixas em tom de cinza são as atividades que não agregam valor. São elas: movimentação, espera e inspeção, sendo a espera um estado e não uma atividade. As caixas sem preenchimento são as atividades que agregam valor ao produto final, representadas pelas atividades de processamento.

**Figura 1 - Rede de fluxo idealizada por Koskela**



Fonte: Koskela (1992)

Apesar da filosofia da construção enxuta ter sido criada em 1992, é comum os empreendimentos da construção civil não adotarem a visão de fluxo. Assim, tradicionalmente, estuda-se e aplica-se a produtividade e os fatores que interferem na produtividade para promover melhorias na produção. Porém, verifica-se que existem muitos fatores que interferem neste resultado e que ocorrem na forma de perdas de tempo das atividades de produção.

Assim, outra forma de contribuir com melhorias relacionadas à tarefa realizada pelos operários, que refletem na produtividade da equipe, é o estudo da distribuição das tarefas no tempo, ou seja, durante a jornada de trabalho. Isto está diretamente relacionado com o dimensionamento da equipe e como a mesma utiliza o tempo para realizar as tarefas programadas.

Freitas et al. (1994) apud Carvalho et al. (2004) afirmam que “somente através da observação do trabalho e do levantamento de dados é que podem ser propostas modificações no processo produtivo e explicadas estas modificações aos operários”. O método mais utilizado é o método de amostragem do trabalho, segundo Santos (1995).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Descrição do objeto de estudo

O trabalho foi desenvolvido a partir de um estudo de caso em uma empresa construtora que atua no mercado imobiliário sergipano. A obra pesquisada é constituída por quatro torres de 11 pavimentos cada. O primeiro pavimento, térreo, é composto por sete apartamentos e os demais são pavimentos tipo com oito apartamentos cada.

Os processos construtivos a serem pesquisados foram definidos a partir de uma reunião realizada entre pesquisadores e de representantes da empresa, para selecionar os processos considerados prioritários. São estes: estrutura e alvenaria.

Na etapa de estrutura, a pesquisa ocorreu nas etapas de execução de fôrmas e montagem da armação. Para a etapa de alvenaria, foi pesquisado o serviço de marcação da alvenaria.

#### 3.2 Ferramenta utilizada

Foi utilizado o método de amostragem do trabalho para o acompanhamento das atividades de montagem de fôrma de madeira e armação e marcação de alvenaria. A técnica de amostragem do trabalho é uma ferramenta importante para que as empresas possam fazer o estudo dos tempos gastos em cada um dos três tipos de atividades. Esses três tipos são: as que agregam valor ao produto (atividades produtivas), as atividades auxiliares e as atividades improdutivas.

O método consiste na observação direta sobre um determinado serviço, registrando a atividade executada no instante da observação, em planilhas pré-elaboradas, contendo todas as atividades constantes do ciclo da execução do serviço. Para as observações, adotam-se intervalos regulares de tempo entre elas (tempo de ciclo), disciplinando o trabalho do observador.

Os números de observações foram determinados através da equação desenvolvida por métodos estatísticos (Equação 1) (CARVALHO et al., 2004):

$$N = 4 \times \frac{p \times (1 - p)}{(S \times p)^2} \quad (1)$$

onde,  $N$  = número de observações à serem realizadas;  
 $S$  = erro relativo em percentagem;  
 $P$  = percentual de ocorrência do evento em decimal.

Adotou-se inicialmente para a carpintaria, para um erro de 10,00%, 2437 observações. A partir da consideração dessas variáveis foi possível fazer medições com um intervalo, entre medições, de 15 em 15 minutos, durante 5 horas por dia e com uma equipe de 14 operários. Neste caso, seriam necessários 9 dias. Ao longo da pesquisa esse tempo foi estendido até completar três ciclos de concretagens, aumentando, assim, o número de observações e diminuindo o erro relativo.

Para a equipe de armação, foi adotada a pesquisa com um erro de 10,00%, onde seriam necessárias também 2437 observações. Desta vez, as medições ocorreriam a cada 10 minutos, durante 5 horas por dia e com uma equipe de 10 operários. Como resultado, seriam necessários 9 dias.

Para a equipe de marcação de alvenaria foi adotada a pesquisa com um erro de 10,00%, onde seriam necessárias 2437 observações. Como as medições ocorrendo a cada 10 minutos, durante 5 horas por dia e com uma equipe de 6 operários, seriam necessários 14 dias.

As observações foram feitas de 7:00h às 12:00h ou das 13:00h às 17:00h, seguindo o intervalo entre as observações estabelecidos previamente.

As atividades realizadas por cada operário foram classificadas em produtivas, auxiliares ou improdutivas. As atividades produtivas agregam valor ao produto e são caracterizadas pelas operações de processamento. As atividades complementares, ou auxiliares, podem ocorrer na forma de operações de transporte, movimentação e inspeção. Por sua vez, as atividades improdutivas devem ser eliminadas e são caracterizadas por esperas e parada por diversos motivos, dentre outros. A classificação dessas atividades é de caráter subjetivo e pessoal para cada pesquisador. Pode acontecer de pesquisadores diferentes classificarem a mesma atividade de maneira diferente. Sendo assim, foram elaboradas planilhas por processo construtivo e dentro destes por tipo de mão de obra, se oficial ou ajudante (serventes). A divisão destas atividades nos grupos foi realizada ao consultar o procedimento operacional da empresa para os serviços pesquisados e após elaboração das planilhas foram submetidas à análise de um dos engenheiros da obra, para validação. A seguir, são apresentados os Quadros 1 e 2 que exemplificam, respectivamente, os três tipos de atividades para os profissionais oficiais e ajudantes da carpintaria.

Ao final de cada dia de coleta de dados, era contabilizado o percentual real de cada tipo de atividade.

**Quadro 1 – Classificação do tipo de atividade referente aos oficiais carpinteiros**

PRODUTIVAS	AUXILIARES	IMPRODUTIVAS
101 Colocação do gastalho	201 Transferência de eixo	301 Espera por material
102 Fixação da grade do fundo	202 Aprumar grade junto à forma	302 Espera por conferência do técnico
103 Fixação de forma da grade	203 Marcação da linha de nível	303 Necessidades fisiológicas
104 Fixação de formas laterais	204 Desforma	304 Descanso
105 Fixação de forma de fechamento	205 Reforma de forma	305 Parado devido chuva
106 Fixação de grade de fechamento	206 Nivelamento	306 Falta
107 Colocação de atracadores no pilar	207 Colocação de garfos	307 Retrabalho
108 Colocação de fundo de vigas	208 Colocação de escoras	308 Fora do posto de trabalho
109 Colocação e fixação de formas laterais	209 Receber instruções	309 Parado sem motivo
110 Montagem de assoalho	210 Confecção de gasto maluco	310 Em deslocamento
111 Fixação arame painel externo	211 Fechamento encontro de viga	311 Transporte de materiais
112 Forma rebaixamento de varanda	212 Amarras nas escoras	
	213 Travamento fundo de viga	

Fonte: Quadro elaborado pelo autor.

**Quadro 2 - Classificação do tipo de atividade referente aos serventes de carpinteiros**

PRODUTIVAS	AUXILIARES	IMPRODUTIVAS
401 Apicar concreto base de pilar	501 Receber instruções	601 Espera por material
402 Passar desmoldante nas formas	502 Limpeza do posto de trabalho	602 Necessidades fisiológicas
403 Transporte de material/ferramenta	503 Colocação de grade	603 Descanso
404 Colocação de garfos		604 Parado devido chuva
405 Colocação de escoras		605 Falta
406 Limpeza do material		606 Retrabalho
407 Segurar forma para reposicionamento		607 Fora do posto de trabalho
408 Preparação de estrutura para desforma		608 Parado sem motivo
409 Preparação de material		609 Parado
410 Auxílio gasto		610 Em deslocamento

Fonte: Quadro elaborado pelo autor.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Processo executivo de montagem de fôrma

Após análise dos dados de amostragem do trabalho e de realizar o acompanhamento dos serviços, foi feita a contabilização do número de observações, separando-as por grupo de acordo com a classificação exemplificada pelos Quadro 1 e 2. A partir daí foi possível elaborar o quadro apresentado na Tabela 1, o qual mostra um resumo dos tempos produtivos, auxiliares e improdutivos para os oficiais carpinteiros e seus ajudantes.

**Tabela 1 - Resumo das percentagens de tempos produtivos, improdutivos e auxiliares para o processo de montagem de fôrma.**

Quant. dados coletados	Tempos das atividades para Oficiais (%)			Tempos das atividades para Serventes (%)		
	Produtivos	Auxiliares	Improdutivos	Produtivos	Auxiliares	Improdutivos
4395	33,16%	27,97%	38,87%	68,85%	0,06%	31,09%

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Durante o período da pesquisa foram identificadas perdas do tipo transporte de material referente à mão de obra dos oficiais. Estas foram classificadas previamente como improdutivas sendo que poderiam ser evitadas com medidas simples. Para o primeiro

ciclo, durante os 4 dias que antecedem a concretagem dos pilares, foram contabilizadas 110 observações de oficiais “transportando material”. Neste mesmo período, cada funcionário foi observado 80 vezes.

Caso fosse substituído um carpinteiro por um servente e este último em todas as observações fizesse transporte de material diminuiriam 80 das 110 observações desse tipo para os oficiais, restando ainda 30 observações de transporte de material realizado por oficiais. Nota-se claramente que poderia substituir na equipe um oficial por um servente, o que traria uma economia para a obra. Nos dois ciclos subsequentes foram contabilizados 88 e 104 observações de transporte de material respectivamente, o que comprova o alto índice desse tipo de atividade realizada por oficiais.

Como exemplo de perda do tipo processamento, foi observado durante a pesquisa que um carpinteiro fazia amarrações com sarrafos para que as escoras pudessem ficar fixas no seu local de uso. Esta foi uma atividade classificada como auxiliar e tinha uma duração aproximada de 1 dia para a execução e outro dia para sua retirada. Essa é uma atividade que não agrupa valor e que poderia deixar de ser realizada caso a empresa adotasse práticas simples para evitá-la. Exemplos de alternativas para evitar tal perda é a substituição do equipamento de escoramento por um que utilize tripé e/ou andaimes (Torres). Fazendo um comparativo entre o custo da mão de obra para realização desse serviço e o custo da utilização dos equipamentos propostos, a obra economizaria R\$ 248,28 a cada laje concretada. Tendo em vista que o empreendimento pesquisado possui quatro torres de 11 pavimentos cada, a economia que poderia ser feita por cada laje passa a ser significativa.

Em termos dos princípios da construção enxuta que poderiam ser aplicados para minimizar as perdas na produção, observou-se que poderiam ser aplicados os princípios de redução de parcela de atividades que não agregam valor, como, por exemplo, o transporte de material feito por carpinteiros. Simplificação pela redução do número de passos e partes, onde se sugeriu a utilização de tripés e/ou torres para o escoramento. Ainda, pode-se destacar os princípios de estabelecimento de melhoria contínua ao processo e *benchmarking*, que tem por objetivo sempre buscar avanços que visem a melhoria de todo o processo, podendo inspirar-se em empresas do mesmo ramo que possuam boas práticas.

#### **4.2 Processo construtivo de montagem de armação**

Foram feitas as observações conforme descrito pela metodologia desse trabalho. As atividades executadas pelos armadores e seus ajudantes foram contabilizadas e separadas por grupos similarmente aos apresentados nos Quadros 1 e Quadro 2. Em termos gerais, o resultado da amostragem do trabalho encontra-se na (Tabela 2).

Observa-se que para os oficiais as atividades produtivas tiveram um percentual relativamente alto de 47,25%. Isto se justifica porque enquanto permanecem nas bancadas de armação o material está localizado próximo, evitando atividades de fluxo. Porém, ocorreram atividades auxiliares e improdutivas. Para estas destacaram-se as amarrações realizadas durante a armação das lajes e o descanso dos operários devido ao trabalho já estar concluído. Os serventes obtiveram resultados positivos para as atividades produtivas deles (70,14%). Isto ocorreu durante grande parte das observações.

**Tabela 2 - Resumo das percentagens de tempos produtivos, improdutivos e auxiliares para o serviço de execução de armação.**

Quant. dados coletados	Tempos das atividades para Oficiais (%)			Tempos das atividades para Serventes (%)		
	Produtivos	Auxiliares	Improdutivos	Produtivos	Auxiliares	Improdutivos
2301	47,25%	20,97%	31,78%	70,14%	0,00%	29,86%

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Verifica-se que o ciclo da armação é resumido em basicamente dois tipos de atividades: a armação das vigas e pilares nas bancadas e armação na laje (pilares, vigas, armação positiva e negativa de lajes) “in loco”. De maneira geral, os dias de armação nas bancadas são dias com alta porcentagem de atividades produtivas. Nos dias de armação da laje, a porcentagem de atividades produtivas cai acintosamente.

Essa redução é explicada, pois com o término da colocação das vigas apenas dois armadores faziam a distribuição das armações positivas e negativas, enquanto que de 6 a 7 operários faziam a amarração da armação durante aproximadamente 1,5 dias. Grande parte das perdas se deu devido à amarração das barras (processamento). Essas perdas poderiam ser evitadas com a utilização de telas já soldadas de fábrica, atendendo a todas as solicitações de projetos. Outra alternativa seria a utilização de equipamentos portáteis que fazem a amarração. Este equipamento substitui a torquês e mostra-se uma alternativa mais rápida. Vale salientar que a empresa em estudo já possui tais equipamentos, porém, não estava em utilização no canteiro pesquisado.

Por serem alternativas de rápida execução, poderia diminuir também o tempo entre a concretagem de pilar e a concretagem da laje (perda por espera). A diminuição desse tempo implicaria na redução das perdas referentes à carpintaria, pois os dois dias que a equipe de armação leva para preparar a laje são os dois dias que a equipe de carpintaria atinge os índices mais altos de tempos improdutivos, como já foi visto anteriormente. A redução do tempo de ciclo da armação de uma laje também diminuiria o tempo total de execução da estrutura, diminuindo assim gastos com mão de obra, característica dessa etapa da obra, e o prazo da obra, uma vez que esta é uma atividade do caminho crítico do empreendimento.

Em termos dos princípios da construção enxuta que poderiam ser aplicados para minimizar as perdas na execução de armação, observou-se que poderiam ser aplicados os princípios simplificação pela redução do número de passos e partes, melhoria contínua no processo e *benchmarking*, além de redução do tempo de ciclo como descrito anteriormente.

#### **4.3 Processo construtivo de marcação de alvenaria**

Em termos da amostragem do trabalho, após a análise dos dados e de realizar o acompanhamento dos serviços, foi possível elaborar o resultado apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3 - Resumo das percentagens de tempos produtivos, improdutivos e auxiliares para o serviço de execução de marcação de alvenaria.**

Quant. dados coletados	Tempos das atividades para Oficiais (%)			Tempos das atividades para Serventes (%)		
	Produtivos	Auxiliares	Improdutivos	Produtivos	Auxiliares	Improdutivos
744	45,54%	3,77%	50,69%	39,58%	1,98%	58,44%

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

De maneira geral, a relação da improdutividade, para este processo, refere-se à falta de material (argamassa) no início da manhã. A demora ou não da argamassa chegar ao pavimento é fator determinante na diminuição ou no aumento da improdutividade. Foi observado durante a pesquisa que pelo início da manhã era feito transporte de blocos pelo caminhão *munck*.

Como proposta de melhoria sugeriu-se que os blocos fossem transportados com antecedência. Assim, não se deveria esperar acabar o estoque do pavimento para que se reabasteça (perda), ou seja, deve-se trabalhar com um estoque de segurança, para garantir a continuidade do fluxo de produção. Portanto, os blocos que estariam sendo transportados pela manhã poderiam ter sido transportados no dia anterior.

Foi observado também que a quantidade de materiais transportados no fim da tarde era pequena, o que reforça o pensamento de que a distribuição dos materiais não estava organizada como deveria. Uma alternativa de melhoria quanto ao abastecimento seria a implementação da ferramenta *Kanban*, componente do sistema JIT (*Just in Time*).

Com relação aos princípios da construção enxuta poderia ser aplicado nesse processo o princípio de redução da parcela de atividades que não agregam valor, a exemplo do transporte da argamassa de maneira ineficaz e uma consequente espera pelo material.

## 5 CONCLUSÃO

Com a pesquisa desenvolvida, percebe-se que com a diminuição das perdas, ocorre o aumento da produtividade das equipes e, consequentemente, contribuiu-se para a competitividade das empresas.

O estudo em questão utilizou o método de amostragem do trabalho para identificar o percentual de tempos produtivos, auxiliares e improdutivos para os processos construtivos. Foi possível então identificar perdas por transporte e processamento para a etapa de execução de fôrmas; perdas por processamento e espera, para a montagem da armação; e perdas no estoque e no transporte no processo de marcação de alvenaria; como também foi possível propor melhorias.

Com o conhecimento dos percentuais das atividades produtivas, auxiliares e improdutivas, a pesquisa também tinha por objetivo investigar os motivos dos índices improdutivos e propor soluções com base nos princípios da construção enxuta. Pode-se dar destaque ao primeiro princípio, de redução da parcela das atividades que não agregam valor ao produto e à simplificação pela minimização do número de passos e partes.

Como melhorias foram sugeridas desde substituição de equipamentos ou mudanças no processo do produto, de forma a contribuir para um fluxo contínuo do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, Luciana O., HEINECK, Luiz Fernando M., JUNGLES, Antônio Edésio. Uma crítica à utilização da técnica de observações instantâneas para obtenção de tempos produtivos, auxiliares e improdutivos em obra: uma metodologia para obtenção das constantes orçamentárias de consumo dos serviços de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, X, 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2004.
- COSTA, George Silva; AZEVEDO, Mário José; RÔLA, Elmo Sales. Estudo sobre a existência de relação entre os princípios da construção enxuta e os critérios competitivos da produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XIII, 2010, Canela. *Anais...* Canela, 2010, 10p.
- DENARI, Caio Gustavo Pereira. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em empresas construtoras.** 2010. Trabalho acadêmico orientado. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2010.
- ISATTO, Eduardo L.; FORMOSO, Carlos T. A nova filosofia de produção e a redução de perdas na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 1998, 10p.
- KOSKELA, Lauri. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report 72**, 1992, 75p.
- KOSKELA, Lauri. Making-do: the eighth category of waste. In: ANNUAL CONFERENCE ON THE IGLC, 12th, Elsinore, Denmark. 2004. **Proceedings...** Elsinore, Denmark. 2004. 10p.
- SANTOS, Aguinaldo dos. **Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais:** um estudo de caso. 1995, 170p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.
- SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção:** do ponto de vista de engenharia de produção. Porto Alegre; Artmed, 1996, 296p.
- SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a eficiência da mão de obra:** manual de gestão da produtividade na construção civil. São Paulo: Editora Pini, 2006.