

## AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO FLUXO DE VALOR PARA CONSTRUÇÃO CIVIL SOB A PERSPECTIVA DA MENTALIDADE ENXUTA

**Heloiza Piassa Benetti (1) Tarcisio Abreu Saurin (2)**

- (1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil - e-mail: hpiassa@utfpr.ed.br  
(2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil - e-mail: saurin@ufrgs.br

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade do fluxo de valor de pré-fabricados de concreto, sob a perspectiva dos princípios e ferramentas da mentalidade enxuta partir dos quatro elementos da produção (mão-de-obra; máquinas; material, métodos). A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso, sendo realizado a pesquisa em uma empresa que produz peças de pré-fabricados de concreto destinados à construção civil. Porém, o produto escolhido para avaliar a estabilidade do fluxo de valor foi à laje alveolar, já que representa um importante produto para a empresa em termos de volume de venda. O método adotado para os indicadores da estabilidade dos 04 elementos de produção, consistiu em fórmulas matemáticas, as quais estão discorridas no item metodologia. Os indicadores selecionados foram capazes de avaliar o comportamento do processo de produção em relação à estabilidade do fluxo de valor de pré-fabricados de concreto focados nos 4M de Smalley (2008), ou seja, identificou o nível no qual a produtividade se mantém constante. Destacam-se como principais contribuições desta pesquisa: (a) uma contribuição teórica no sentido de entender um conjunto de conceitos e princípios básicos da mentalidade enxuta (b) uma contribuição prática no sentido de entender a estabilidade a partir dos quatro elementos da produção (mão-de-obra; máquinas; material, métodos). No presente estudo, de acordo com objetivo de pesquisa, a estabilidade é considerada como um elemento necessário para sustentar a aplicação dos princípios da mentalidade enxuta. E, o desafio foi investigar os meios para avaliar a estabilidade no contexto do fluxo de valor para processos de produção de pré-fabricados para a construção civil (laje alveolar), visto que a maior similaridade deste ambiente com a indústria da manufatura tende a facilitar a adaptação de conceitos.

Palavras-chave: estabilidade; construção civil; mentalidade enxuta.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Estabilidade a partir dos quatro elementos da produção (mão-de-obra; máquinas; material e métodos)

A estabilidade é definida como um estado de previsibilidade geral e assegurada pela disponibilidade constante em relação à mão-de-obra, materiais, máquinas e métodos, os 4M. As empresas devem gerenciar com eficácia os 4M, antes de implementar qualquer princípio da Mentalidade Enxuta (ME) (SMALLEY, 2008). Womack e Jones (2004) estenderam o entendimento dos conceitos da Produção Enxuta (generalização do Sistema Toyota de Produção - STP) às demais áreas da organização, ampliando seu enfoque inicial para sistemas de negócios das empresas. Esta ampliação da Produção Enxuta foi denominada de Mentalidade Enxuta.

No processo de produção, a estabilidade ocorre quando se produz de acordo com o planejado e determinando quais são os recursos necessários para se produzir com o menor desperdício possível, sem afetar a segurança e garantindo a qualidade (KAMADA, 2008). Na abordagem da ME, estes 4M estão conectados aos elementos de produção, logo a estabilidade está relacionada à redução de variabilidade do processo (LIKER e MEIER, 2007).

Smalley (2008) apresenta a estabilidade como à previsibilidade e consistente disponibilidade em termos de mão-de-obra (recursos humanos), máquinas, materiais e métodos, conhecidos como os “4M”, elementos básicos na composição do sistema de manufatura e fundamentais para a busca da estabilidade. Liker e Meier (2007) acrescentam que a estabilidade é a capacidade de produzir resultados previsíveis ao longo do tempo. Cada um dos 4M pode ser desagregado em outras dimensões (Figura 1).



**Figura 1** - Diagrama de causa e efeito dos 4M (CHENG e PODOLSKY, 1993 – Adaptado).

### 1.1.1 Estabilidade da Mão-de-obra

Para garantir estabilidade da mão-de-obra, Smalley (2008) sugere que essa deva estar disponível e bem treinada, e a disponibilidade tem início com a escolha das pessoas certas. No modelo Toyota, um processo de seleção auxilia na escolha e identifica as pessoas que mais se adaptam no modelo e às suas necessidades (LIKER e MEIER, 2007).

O processo de seleção tem como objetivo procurar certas habilidades desejáveis como: motivação adequada ao trabalho, participação e liderança em reuniões, iniciativa, habilidade para o trabalho, adaptabilidade, identificação de problemas e habilidade de solucionar problemas e habilidade de comunicação. Com estas habilidades, têm-se os indivíduos certos para treinar e capacitar para o trabalho em equipe (LIKER e MEIER, 2007). Portanto, é preciso ter a mão de obra necessária para cada um dos processos, não em termos de quantidade, mas também no que se refere à qualificação e disponibilidade (CHENG; PODOLSKY, 1993).

Segundo Liker e Meier (2007), o treinamento precisa ser baseado em padrões, que fornecem a base para que o operador saiba precisamente o que fazer, como fazer e quando fazer. Como parte do processo de treinamento o operador, inicialmente alocado no trabalho, realiza apenas uma parte do trabalho total, aumentando gradativamente com a capacitação obtida. O processo prossegue até que o operador esteja apto para trabalhar sozinho.

Para executar cada processo é necessário ter a mão-de-obra em termos de quantidade suficiente, porém com qualificação fundamentada em treinamento, baseado no programa *Training Within Industry* (TWI), ou treinamento dentro da indústria, composto por três componentes: instruções de trabalho, métodos de trabalho e relações de trabalho. Tal treinamento ajuda os supervisores a criar uma rotina básica, disciplina e senso de justiça nos grupos de trabalho (SMALLEY, 2008).

Na construção civil, no que se refere a mão de obra, a produção difere muito da manufatura, pois a construção civil apresenta processos dependentes da mão de obra, o que não ocorre na manufatura. Com isso, as equipes são consideradas como um dos principais fatores responsáveis por uma atividade ser gargalo ou não, independente da disponibilidade ou pelo ritmo de trabalho (SANTOS, 2001).

### *1.1.2 Estabilidade das Máquinas*

A disponibilidade perfeita dos equipamentos não assegura isoladamente a estabilidade, em relação à máquina. O conhecimento da demanda do cliente, a capacidade do processo e a média real de produção também são necessárias (SMALLEY, 2008). As instabilidades relacionadas a máquinas ocorrem quando não há capacidade de produção demonstrada para suprir a demanda. Caso exista capacidade teórica, assim como uma capacidade demonstrada, para suprir a demanda, não há problemas de estabilidade.

Segundo Dennis (2008), a Manutenção Produtiva Total (MPT) impõe um trabalho de manutenção básica, como inspeção, limpeza, lubrificação e ajustes, para os operadores das máquinas. Assim, os membros do setor de manutenção ficam liberados para realizar manutenções preventivas mais complexas, reduzindo as interrupções e retrabalho de qualquer natureza (DENNIS, 2008; LIKER e MEIER, 2007; SMALLEY, 2008).

Com a MPT os operadores de máquinas e equipamentos são capazes de perceber alterações no equipamento antes que este quebre, minimizando o tempo de parada de máquinas para manutenções corretivas, aumentando o tempo produtivo das mesmas (NAKAJIMA, 1989). Portanto, os operadores se tornam habilitados para operar as diversas máquinas e equipamentos, assim como as mantendo sempre em funcionamento.

### *1.1.3 Estabilidade do Material*

Para assegurar a estabilidade dos materiais, o importante é que a produção não tenha interrupção pela falta. Ou seja, os materiais precisam estar disponíveis no posto de trabalho, na qualidade e na quantidade certa (CHENG e PODOLSKY, 1993). Se houver instabilidade, será necessário um estoque maior em alguns pontos (KAMADA, 2008).

Na mentalidade enxuta, um dos objetivos é reduzir o desperdício e diminuir o tempo compreendido entre o recebimento de um pedido até sua entrega, mas normalmente, isto requer redução dos estoques no fluxo de valor. De acordo com Womack e Jones (2004), a ME é modelada como um sistema produtivo integrado, com enfoque no fluxo de produção, produzindo pequenos lotes e conduzindo a um nível reduzido de estoques. Do ponto de vista dos fluxos entre processos, no STP a redução de estoques somente pode ser alcançada depois de melhorados transporte, inspeção e as causas de instabilidade de processamento, nivelando e sincronizando a produção.

No STP, o estoque é considerado uma das principais perdas de um sistema produtivo. Os estoques são causados pelas ineficiências do processo, tais como elevados tempos de *setup*, desbalanceamento da produção entre células de trabalho e falta de sincronização entre os processos. A formação excessiva de estoque torna o processo inflexível, aumentando o tempo de atravessamento (lead-time) (SHINGO, 1996; OHNO, 1997).

Assim, a condição de estabilidade para os materiais indica que nem sempre, todo o estoque é considerado uma perda. Somente o estoque a mais, do que é indispensável para o processo fluir, é desperdício. O estoque existe, frequentemente, como um sintoma de uma possível dificuldade de processo. Quando as dificuldades forem resolvidas, pode-se reduzir o estoque.

### *1.1.4 Estabilidade do método*

A estabilidade básica, segundo Smalley (2008), é atingida quando se tem métodos padronizados para a manufatura. Segundo Campos (2004) o padrão é o instrumento que indica a meta (fim) e os

procedimentos (meios) para a execução dos trabalhos, de tal maneira que cada um tenha condições de assumir a responsabilidade pelos resultados de seu trabalho. De acordo com Dennis (2008), a definição do método deve levar em conta as características de mão-de-obra, máquina e material. A padronização é a base para realizar as futuras melhorias, com menos desperdícios, menor custo, cumprimento de prazo e segurança.

Com o trabalho padronizado, são proporcionados alguns benefícios, citados por Liker e Méier (2007):

- a) estabilidade de processos: esta estabilidade constitui possibilidade de repetição, alcançando metas de produtividade, qualidade, custo, lead time segurança e metas ambientais;
- b) conhecer o status da produção: aliado ao conhecimento do *takt-time*, permite ver com clareza a real condição de produção, ou seja, indica se a produção está atrasada ou adiantada;
- c) aprendizagem organizacional: o trabalho padronizado mantém o *know-how* (técnica, conhecimento ou uma capacidade desenvolvida por uma organização ou por uma pessoa) e a experiência.

## 2 OBJETIVO

Avaliar a estabilidade do fluxo de valor de pré-fabricados de concreto, sob a perspectiva dos princípios e ferramentas da mentalidade enxuta partir dos quatro elementos da produção (mão-de-obra; máquinas; material, métodos).

## 3 METODOLOGIA

Para avaliar a estabilidade do fluxo de valor, no presente estudo, se fez necessário testar em um ambiente real através do método de estudo de caso, visto a possibilidade de explorar com profundidade as limitações e potencialidades. O estudo de caso permite reunir múltiplas fontes de evidências, por meio de diferentes técnicas de pesquisa, com o objetivo de apreender a totalidade de uma situação (YIN, 2005). A empresa do estudo está localizada no Oeste de Santa Catarina, onde produz peças de pré-fabricados de concreto destinados à construção civil. O produto escolhido para avaliar a estabilidade do fluxo de valor foi à laje alveolar (Figura 2), já que representa uma importante peça para a empresa em termos de volume de venda.



**Figura 2 - Laje alveolar**

O estudo foi construído obedecendo às seguintes etapas: pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A identificação dos elementos de produção (4M) adotou como base as etapas contidas no mapa de fluxo de valor do estado atual, bem como fontes de recolhimentos de dados: a observação; entrevistas; questionários e documentos internos da empresa. As evidências e fontes de evidências foram identificadas para avaliar a estabilidade de cada um dos elementos de produção, resultando na utilização de indicadores.

A seguir (Tabela 1) apresentam-se os indicadores para avaliar: a Mão-de-obra; Material; Máquinas e Método:

**Tabela 1 – Cálculo dos indicadores**

Elemento de produção	Indicador	Período	Equação	Base de dados utilizada
Mão-de-obra	Absenteísmo (IA)	Mensal	$IA = \left[ \frac{\text{Horas perdidas}}{\text{Horas totais}} \right] \cdot 100$	Dados/RH;
	Rotatividade (IR)	Mensal	$IR = \left\{ \frac{\left( \frac{N^{\circ} \text{admissões} + N^{\circ} \text{demissões}}{2} \right)}{N^{\circ} \text{empregados}} \right\} \cdot 100$	Dados /RH;
	Multifuncionalidade (IM)	Mensal	$IM = \frac{\sum \text{n}^{\circ} \text{de processos} \text{atratrabalhador domínio}}{(\text{n}^{\circ} \text{total de operações} \times \text{n}^{\circ} \text{total de trabalhadores})}$	Entrevista Enc. Prod.
Material	Avaliação de fornecedores de materiais ( $I_{AFM}$ )	Mensal	$I_{MAM} = \frac{PO}{PP} \times 10$	Observação sistemática
Máquinas	Eficiência Global do Equipamento (OEE)	Diário	$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade$	Observação sistemática
Método	Taxa de aderência aos procedimentos dos processos ( $T_{APP}$ )	Diário	$T_{APP} = \frac{\text{Itens de aderência aos procedimentos}}{\text{Total dos procedimentos}}$	Observação sistemática

Com base nos valores dos indicadores, estes devem ser comparados com os valores de referência, recomendável pela literatura (Tabela 2).

**Tabela 2 – Valores de referência para os indicadores**

Indicador	O que mede	Processo/ Resultado	Valor recomendável
Absenteísmo	Atrasos, faltas e saídas antecipadas no trabalho	Processo	Entre 1,5% e 2,7% (SISIND)
Rotatividade	O movimento de entradas e saídas de pessoal	Processo	Entre 5% e 8,3% (SISIND)
Multifuncionalidade	Como as pessoas estão sendo utilizadas em um determinado setor do processo	Processo	100% (STP)
Avaliação de fornecedores de materiais	Desempenho dos fornecedores de materiais	Resultado	10 (SISIND)
OEE	Perdas no processo de produção (paradas, desempenho e qualidade dos produtos)	Resultado	85% (NAKAJIMA, 1989)
Aderência aos procedimentos dos processos	Procedimentos realizados que compõem o processo de produção	Processo	100%

Nota: SISIND-Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil (NORIE/UFRGS)

## 4 ANÁLISES DE RESULTADOS

### 4.1 Avaliação da estabilidade da mão-de-obra

Três indicadores foram selecionados para avaliar a estabilidade da mão-de-obra: a) Absenteísmo; b) Rotatividade; c) Multifuncionalidade. Os resultados de cada um estão expostos em tabelas e gráficos, apresentados a seguir.

O indicador de absenteísmo (IA) representa o número de faltas ocorridas em um determinado período. Neste estudo, estipulou-se como período base 06 (seis) meses, do ano de 2009 (Figura 3).

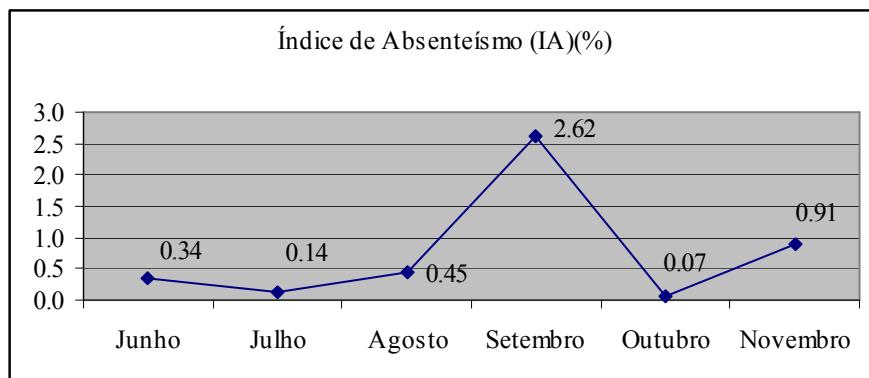


Figura 3 - Valores do índice de absenteísmo (dados de 2009)

O efeito do absenteísmo é negativo, onde a ausência dos operários diminui a produção, refletindo nos indicadores de qualidade de forma impresumível. Por isso, o nível de absenteísmo deve ser o menor possível, até quase zero, bem como, a eliminação das causas. Além do que, o absenteísmo pode ser considerado como causa de um custo que não agrega valor ao produto, gerando rotatividade interna, com as seguintes consequências: acúmulo de trabalho, e em alguns casos, o não cumprimento da meta diária estabelecida; baixa no nível de qualidade, gerando retrabalho em determinadas situações; desmotivação para os demais operários, incentivando-os a faltarem ao trabalho. Neste caso, a empresa apresenta resultados satisfatórios já que tem conseguido ficar, geralmente abaixo de 1%.

Os índices de rotatividade (IR) foram levantados através dos relatórios de admissões e demissões de funcionários (junho a novembro/2009) no setor da laje alveolar (Figura 4).

Este índice de pessoal exprime um valor percentual de operários que circulam na organização em relação ao número médio de empregados. A circulação dos operários considera os operários que entraram e saíram da empresa, sem que estivesse planejada essa situação.

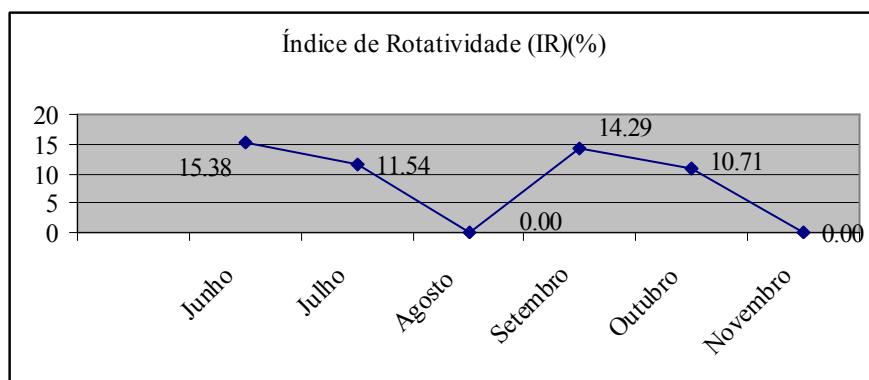
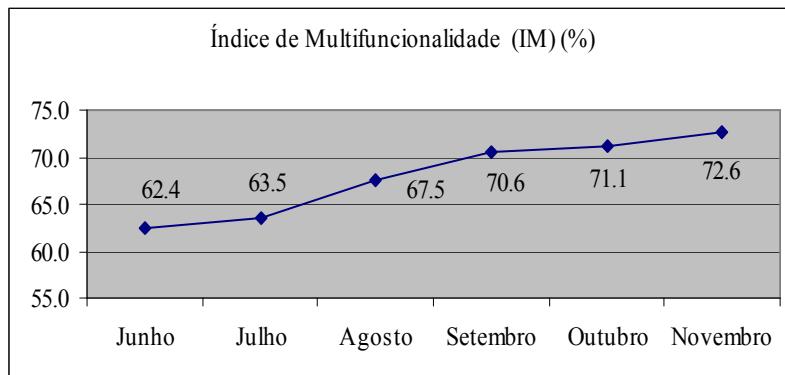


Figura 4 - Valores do índice de rotatividade (dados de 2009)

Os resultados obtidos demonstraram que a taxa de rotatividade da empresa está superior a recomendada pela literatura de 8,3%, apresentando resultados insatisfatórios, visto que a empresa não oferece garantia de emprego. Porém, demonstraram preocupação e importância de se reduzir os níveis de rotatividade, tarefa considerada importante para a implantação das práticas da ME.

A observação da multifuncionalidade (Figura 5) consistiu em identificar os operários que trabalham no

sistema de múltiplos processos, onde além de trabalhar em várias etapas, também operam diversas máquinas. A preocupação em introduzir a multifuncionalidade tem o objetivo de fazer com que todos os operários saibam todas as etapas do processo de produção da laje, na tentativa de suprir as faltas dos colegas. A responsabilidade de rodízio de operários fica a cargo do encarregado do setor com apoio dos departamentos envolvidos, produção e RH. O encarregado da produção informou os processos que cada funcionário domina, número de operários no setor e, por fim, o número de operações que foram executadas no processo.



**Figura 5 – Valores do índice de multifuncionalidade (dados de 2009)**

Observa-se que o índice de multifuncionalidade (IM) no setor de laje alveolar é de 67,9%, porém, o objetivo das empresas, e como valor de referência, é chegar ao IM bem próximo de 100%. As vantagens em utilizar a multifuncionalidade, são a redistribuições das tarefas quando um operário falta, e identificar as habilidades do operário recém empregado.

#### 4.2 Avaliação da estabilidade dos materiais

O indicador para a avaliação de fornecedores de materiais ( $I_{AFM}$ ), torna-se um indicador importante, dentro do objetivo proposto de avaliar a estabilidade nos materiais, porque afeta diretamente no ritmo da produção. Além do que, visam a estabilidade operacional da empresa, garantindo a qualidade de fornecimento, capacitando os fornecedores por meio da avaliação, selecionando e mantendo no quadro de fornecimentos somente as empresa com certo nível de avaliação. As decisões são tomadas quando se tem a noção de como anda o desempenho do fornecedor, bem como proporcioná-los melhorias.

O índice  $I_{AFM}$ , avalia o atendimento na compra, o preço, forma de pagamento, qualidade intrínseca do material, qualidade na entrega e por fim, avalia a assistência técnica (de acordo com o Manual de utilização do SISIND). Cinco foram os fornecedores de matéria-prima, no qual se chegou aos valores (Tabela 3), para a avaliação dos fornecedores:

**Tabela 3 – Índice de avaliação dos fornecedores de materiais**

<b>Fornecedor</b>	<b><math>I_{(AFM)}</math></b>
Areia (1)	8,75
Areia (2)	6,25
Brita	8,75
Cimento	9,25
Cordoalha	8,0

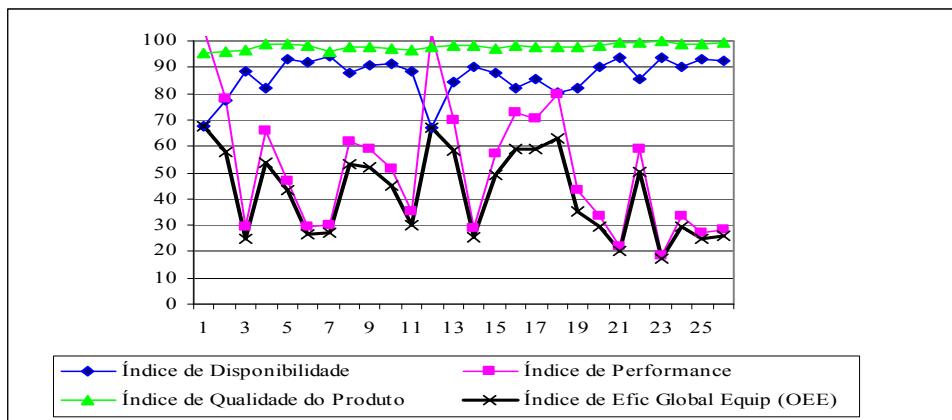
Quanto mais próximo de 10,0 for o  $I_{AFM}$ , maior o nível de satisfação da empresa (comprador) em relação ao fornecedor. O objetivo proposto para avaliação do desempenho dos fornecedores foi identificar aqueles que melhor atendem às necessidades da empresa, de modo que a qualidade de seus serviços possa ser reconhecida através do preço e a forma de pagamento, atendimento na compra, qualidade do material, qualidade na entrega e assistência técnica. A aproximação entre fornecedores e empresa produz, em muitos casos, uma dependência mútua importante em torno do interesse das organizações.

Verifica-se que os cinco fornecedores referenciados, atendem satisfatoriamente a necessidade da empresa, (qualidade do produto, entrega dos materiais no prazo estipulado) não comprometendo a estabilidade dos materiais.

#### 4.3 Avaliação da estabilidade das máquinas

Para este elemento foi proposto o indicador de Eficiência Global do Equipamento (OEE). Este índice é freqüentemente utilizado na indústria e é mensurada a partir da estratificação das seis grandes perdas e calculada através dos índices de Disponibilidade, Performance e Qualidade (NAKAJIMA, 1989). Além de ser um indicador de desempenho teve como utilidade para quatro finalidades adicionais: planejamento da capacidade; controle e melhoria do processo; e identificação das perdas de produção.

A média de OEE para as amostras foi de 42,1%, representando um valor muito abaixo do recomendável de 85% (NAKAJIMA, 1989). O melhor resultado do OEE (Figura 6), entre as amostras foi de 67,78%, cerca de 15% abaixo do valor de referência.



**Figura 6 – Índice de Eficiência Global do Equipamento**

Com o monitoramento diário foi possível identificar os valores de OEE para um plano de melhoria, com vistas à estabilidade da máquina, e assim, alcançar a produção de acordo com o planejado. A medida de OEE trouxe informação sobre o estado atual do equipamento, em relação às perdas, falhas, ajustes, pequenas paradas, velocidade e operação, refugo e retrabalho.

Percebeu-se, durante o estudo, que houve períodos de falta de produção, provocados por fatores externos, como mudança de planejamento e cronograma, e não por quebras ou ajustes. Pode-se dizer que tais oscilações demonstraram que a produção não atingiu a estabilização no tempo de produção, por conta principalmente da atividade abastecimento de concreto da máquina. A ferramenta OEE, demonstrou a funcionalidade do indicador, onde qualquer anomalia pode ser identificada rapidamente para que ações corretivas ou preventivas sejam tomadas.

#### 4.4 Avaliação da estabilidade do método

Na ME, o “M” do método refere-se à padronização do trabalho, no entanto esta etapa de avaliação foi bastante limitada. Tal limitação foi decorrência da inexistência, na empresa, de um documento que detalhasse o conteúdo, o tempo e o resultado esperado para cada elemento de trabalho. Assim, foi configurado nesta análise um *check list* para analisar a taxa de aderência aos procedimentos dos processos, permitindo confirmar a ordenação integral de atendimento a cada uma das 8 etapas (limpeza da pista; desmoldante; colocação de cordoalhas e ancoragem; protensão; moldagem; desprotensão das cordoalhas; corte das peças; e desforma e retirada da laje da pista) que compõem o processo de produção da laje alveolar.

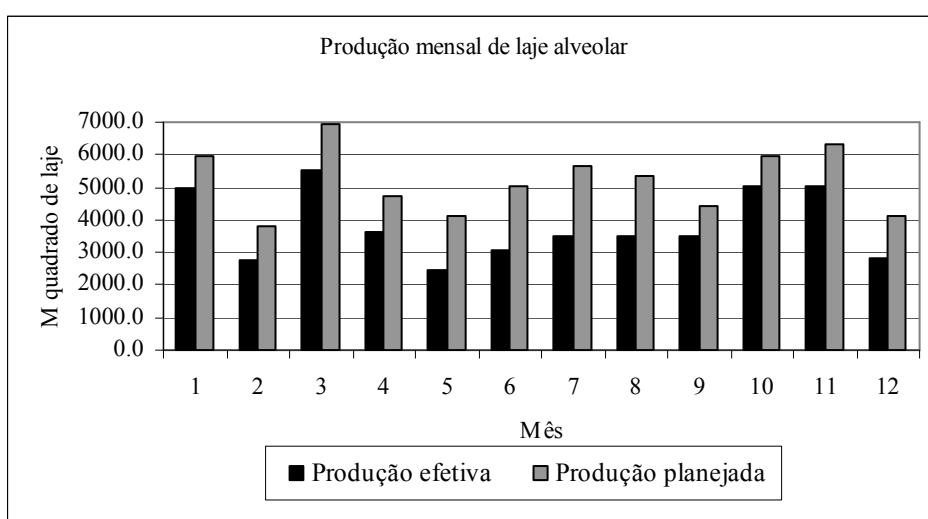
Percebeu-se que oito diferentes operários realizaram as atividades da mesma forma. Este fato se deve principalmente à natureza do processo de aprendizado de cada operário, uma vez que não há treinamento formal para o processo de fabricação de laje. Cada operador aprende a partir da convivência com os operadores mais experientes, adaptando para a forma que mais o satisfaz. Todos

os itens do *check list* foram atendidos nas quatro pistas configurando-se uma taxa de procedimento equivalente a 100%.

A recomendação quanto a aplicação da taxa de aderência aos procedimentos do processo, buscando identificar o percentual de atendimento de itens no procedimento com relação à integralidade dos mesmos, considera que em quaisquer outros processos de produção lean pode existir a probabilidade de ocorrência de falhas na estabilidade. Em se configurando tal ocorrência, a falha na estabilidade pode ser mensurada em percentual (%) e procedida revisões ou melhorias no processo.

Após a análise dos indicadores, foi realizada a avaliação da estabilidade do fluxo de produtos acabados a partir de comparações entre quantidades produzidas e quantidades planejadas, informações obtidas a partir dos dados de produção para o ano de 2009. Esta análise faz parte da avaliação da estabilidade dos materiais, pois envolvem a estabilidade de processos (fluxo de materiais).

A empresa faz uso como meta, duas pistas de laje produzida diariamente, com aproximadamente 315,00 m<sup>2</sup>. De fato, ao observar a quantidade (m<sup>2</sup>) de laje produzida por mês no ano de 2009 (Figura 7), em nenhum dos meses a meta foi atingida.



**Figura 7 –** Produção mensal real versus produção mensal planejada (dados de 2009)

Quanto às causas, elas foram consequências de fatores externos, como as condições climáticas e falhas de planejamento, além de falta de equipamento durante processo de moldagem, quebras e regulagem. Como consequência, os desvios entre o real e o planejado representam a falta de estabilidade do processo, significando a ocorrência de problemas.

## 5 PROPOSTAS DE MELHORIAS DE ACORDO COM AS PRÁTICAS DA ME

As melhorias estão fundamentadas nas práticas da ME visando contribuir para estabilizar os elementos de produção no fluxo de valor (Tabela 4).

O programa 5S auxilia no processo de implementação e suporte para mudança cultural na futura implantação da ME. A presença de operários capazes de desempenhar diferentes tarefas (flexibilização) também é sentida em função da necessidade de adaptação do sistema às flutuações na demanda, através da alteração do ritmo de produção. Esse caminho implica na redefinição dos tempos de ciclo, com a consequente redistribuição da carga de trabalho na fábrica.

A prática de integração da cadeia de fornecedores sugere que os fornecedores têm uma relação de parceria. Esta prática defende uma abordagem cooperativa com os fornecedores da cadeia, com o objetivo de não faltar material e de serem confiáveis nos prazos de entrega e qualidade.

**Tabela 4** – Práticas da ME para estabilizar os elementos de produção

Elementos	Práticas/Ferramentas ME	Melhorias
Mão-de-obra	Programa 5S Flexibilização da mão-de-obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auxilia no processo de implementação e suporte para mudança cultural na implementação lean.</li> <li>Racionaliza a utilização de mão-de-obra.</li> <li>Racionaliza o tempo do pessoal.</li> </ul>
Material	Integração da cadeia de fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduz os níveis de estoque, visando a estabilização do processo.</li> <li>Redução do tempo de espera; interligando os processos em um fluxo uniforme e ininterrupto.</li> <li>Itens processados são movidos diretamente e sem interrupção de um processo para o outro.</li> </ul>
Máquina	Manutenção produtiva total	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melhora a comunicação do indício do problema pelo operador.</li> <li>Participação na preservação das máquinas e equipamentos, garantindo um volume de produção constante e com alto índice de qualidade.</li> <li>Preveni também a produção de itens fora do padrão, evitando então a geração de refugos e retrabalho.</li> <li>Condições de limpeza básica tanto do setor como do equipamento.</li> </ul>
Método	Gerenciamento visual Trabalho padronizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os operários ficam sabendo como a empresa está se saindo, como eles estão contribuindo para alcançar esses resultados e o que é esperado deles.</li> <li>Permite tomada de decisão mais rápida.</li> <li>O trabalho padronizado é uma ferramenta que possibilita desenvolver e melhorar os métodos.</li> <li>Assegura um fluxo eficiente de material e informação.</li> </ul>

A utilização da TPM tende aumentar a disponibilidade do equipamento para minimizar a peridiocidade das paradas em função de falhas, dando mais estabilidade ao sistema produtivo. A padronização das atividades é fundamental para a estabilidade dos processos, sendo a chave para a criação de um processo repetitivo. Para aplicar o trabalho padronizado a empresa deve, além da estabilidade, apresentar máquinas confiáveis, sem muitas quebras ou com grande tempo de paralisação, devendo fazer uso da TPM e 5S (cinco sensos) que auxiliam na confiabilidade dos equipamentos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estabilidade é fundamental quando a empresa quer implantar práticas e ferramentas da ME. No entanto, sem a estabilidade dos 4M's a aplicação de tais conceitos torna-se frágil e insustentável com o passar do tempo. A identificação e o entendimento dos elementos de produção são necessários para que o sistema não tenha interrupções continuadas. As propostas para investigar os meios de avaliar a estabilidade, fundamentadas nas práticas da ME, foram eficientes para uma empresa de produtos pré-fabricados. Uma vez que identificou haver instabilidade para os elementos de produção, por considerar que a produção não aconteceu conforme o planejado.

Os indicadores propostos são entendidos como medidas iniciais, e devem atender alguns requisitos, segundo Isatto *et al.* (2000), entre os quais destaca: a representatividade e a estabilidade. Os indicadores devem ser coletados com base em procedimentos de rotinas incorporados às atividades da empresa, no qual permitam ser utilizados em comparação ou como análise de tendências.

A estabilidade não pode ser avaliada somente através de um indicador. A intenção é estimular outros questionamentos e guiar para uma ação subsequente. Além disso, como os indicadores são

desenvolvidos como medida quantitativa é importante continuar na investigação deles, com o intuito de aperfeiçoá-los e validá-los.

No entanto, no processo de produção, houve variação entre o real e o planejado, representando a falta de estabilidade, apontando problemas no processo. E, para atender as metas gerenciais é necessário identificar e eliminar os problemas (causas) que estão presentes no processo, além de, assegurar o regime de trabalho de duas pistas por dia. Se isso for feito, a média irá atender a expectativa da gerência ( $315,00 \text{ m}^2/\text{dia}$ ).

Por conta da situação analisada, constatou-se que o processo de produção da laje alveolar, é instável, sendo que as principais causas para a instabilidade na produção, foram provocadas basicamente por falhas em máquinas, materiais e falta de planejamento de produção.

## 7 REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**/ Vicente Falconi Campos. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

CHENG, T. C. E.; PODOLSKY, S. **JUST-in-TIME Manufacturing**: An introduction. U.K.: Chapman & Hall, 1993.

DENNIS, P. **Produção Lean simplificada**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; DE CESARE, C. M.; HIROTA, E. H.; ALVES, T.C.L. **Lean construction**: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre/RS: Sebrae/RS, 2000.

KAMADA, S. **Estabilidade na produção da Toyota do Brasil**. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/download/artigo\\_44.pdf](http://www.lean.org.br/download/artigo_44.pdf)>. Acesso em: maio 2008.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota**: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda, 1989.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda, 1989.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149p.

SANTOS, R. B. **Avaliação da aplicação da teoria das restrições no processo de planejamento e controle da produção de obras de edificações**. 2001, 182p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Porto Alegre.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SMALLEY, A. **Basic Stability is Basic to Lean Manufacturing Success**. Disponível em: <[http://www.lean.org/Library/Creating\\_Level\\_Pull\\_Article\\_1.pdf](http://www.lean.org/Library/Creating_Level_Pull_Article_1.pdf)> Acesso em: 09 abr. 2008.

WOMACK, J.; JONES D. **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza.  
Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

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