



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

ESTABILIZAÇÃO E PADRONIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DE TRABALHO NA FABRICAÇÃO DE TELHAS DE CONCRETO PRÉ-FABRICADAS

Carlos Antonio Samaniego Gallardo (1); Ariovaldo Denis Granja (2); Flavio Augusto Picchi (2,3); Alex Tort Folch (4)

(1) Mestrando em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, GTE – Grupo de Gestão e Tecnologia em edificações, carlosasamaniego@yahoo.com.

(2) Professor Doutor, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Avenida Albert Einstein, 951, Caixa Postal 6021, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, Brasil, CEP 13084-971, Tel.: +55 19/3788-2082, FAX: 19/3788-2411, adgranja@fec.unicamp.br

(3) Diretor, Lean Institute Brasil, Rua Topázio 911, São Paulo/SP, Brasil, CEP 04105-063, Tel.: +55 11/5571-6887, FAX: 11/5571-0804, fpicchi@lean.org.br

(4) Eng., Diretor de tecnologia e qualidade, MUNTE Construções Industrializadas Ltda. São Paulo, Brasil, atf@munte.com.br

RESUMO

A implementação de novas técnicas de gestão na construção civil com base em princípios e ferramentas procedentes da indústria da manufatura vem recebendo atenção crescente no setor da construção civil. O presente trabalho tem como objetivo apresentar melhorias obtidas no processo de fabricação de telhas pré-fabricadas após uma primeira etapa de diagnóstico e estabilização da produção, estudo este realizado numa empresa do estado de São Paulo dedicada à montagem e fabricação de elementos pré-fabricados de concreto. Este trabalho faz parte de uma pesquisa-ação em andamento, na qual já foram analisados os tempos de execução do processo de produção de telhas pré-fabricadas de concreto. Após um diagnóstico inicial do tempo de produção, utilizaram-se princípios e ferramentas *lean* para estabilizar e padronizar o processo de produção destas peças. Os resultados obtidos permitem concluir que as implementações *lean* auxiliaram a estabilização e padronização dos diferentes elementos de trabalho envolvidos na fabricação de telhas pré-fabricadas, assim como estabeleceram uma base para futuras adaptações para outros tipos de peças ou processos, e conferindo maior confiabilidade quanto aos processos de produção das peças.

Palavras-chave: *lean thinking*, pré-fabricados, estabilização da produção, padronização.

ABSTRACT

The implementation of new management techniques based on the principles and tools originated in the manufacturing industry has been challenging the construction industry. These research aims to present improvements achieved in the precast roof tiles fabrication process, after a first stage of diagnosis and stabilization. The research was carried out in the factory of a São Paulo company dedicated to the assembly and fabrication of precast concrete elements. This study is part of an ongoing action research, where the execution times of the fabrication process of precast concrete roof tiles were already analyzed. After an initial diagnosis of the production lead-times, principles and tools of lean thinking were used to stabilize and standardize the production process of these elements. The results allow us to conclude that the implementation of lean thinking helped to stabilize and standardize the sub-process involved in the fabrication process of precast concrete roof tiles, besides of creating a baseline for future adaptations for other elements or processes, that will establish a higher reliability of the production process of these elements.

Keywords: lean thinking; precast; production stabilization; standardization.

1. INTRODUÇÃO

A implementação de novas técnicas de gestão na construção civil tem sido importante no desenvolvimento deste setor, e a utilização da indústria da manufatura como ponto de referência para este objetivo tem sido incremental através dos anos (KOSKELA, 1992).

O êxito da evolução da indústria da manufatura, iniciando com a Produção em Massa até a Mentalidade Enxuta têm sua origem na habilidade da indústria em estabilizar e padronizar não só os elementos ou componentes, mas também os processos de produção e gestão dentro da linha de produção (WOMACK *et al.*, 1992).

Esta pesquisa tem como objetivo mostrar as melhorias obtidas na produção de telhas de concreto pré-fabricadas, por meio da interação dos processos envolvidos utilizando os princípios do *Lean Thinking* (valor, cadeia de valor, fluxo, produção puxada e melhoria contínua), e suas ferramentas como referência (PICCHI, 2003); onde o alto nível de industrialização dos processos permite uma fácil adaptação e exemplo de aplicação dos princípios e ferramentas *lean*. Neste caso específico estes foram utilizados para atingir uma estabilidade básica na produção de telhas de concreto pré-fabricadas, para numa segunda etapa atingir a padronização da seqüência dos elementos de trabalho¹ envolvidos assim como os tempos de produção (*lead times*).

O presente estudo detalha um dos processos envolvidos na produção de elementos pré-fabricados, sendo que suas possibilidades de utilizar e aplicar princípios e ferramentas da produção enxuta são elevadas. Adicionalmente, esta pesquisa analisa especificamente como atingir a estabilidade básica e padronização dos elementos de trabalho envolvidos na produção de telhas de concreto pré-fabricadas, por meio de uma análise da seqüência de produção e a reorganização dos elementos de trabalho envolvidos na produção destas peças. Esta estabilidade e padronização são necessárias antes de se avançar para qualquer outra etapa dentro de um processo *lean*. Estudos prévios partem da premissa de que o processo de produção é estável e tem sido padronizado, o que lhes permite analisar o processo de construção como um todo (BALLARD; MATHEWS, 2004), como por exemplo, analisando a comunicação entre a fábrica e o canteiro de obras para a coordenação de seu transporte, a gestão da montagem dos elementos, entre outras etapas, sendo a tendência de analisar a gestão dos processos como um todo.

2. ESTABILIZAÇÃO E PADRONIZAÇÃO A PARTIR DO LEAN THINKING

O êxito da produção em massa e subseqüentemente da produção enxuta, não foi a capacidade de produzir uma grande quantidade de produtos e sim a capacidade de padronizar os elementos e os processos de produção. Uma das características do Sistema Toyota de Produção é a capacidade de produzir uma alta variedade de produtos em grandes quantidades e em um tempo menor, ou seja, uma flexibilidade na produção que não interfira com a produtividade desejada (SHINGO, 1996). Baseado nisto o *Lean Thinking* apresenta uma grande quantidade de ferramentas que permite atingir esta padronização (WOMACK *et al.*, 1992). Dentro do âmbito da construção civil os critérios a serem levados em conta na hora da padronização não são consensuais, visto que não é possível padronizar todas as atividades e elementos de trabalho envolvidos e sim os mais representativos (MAIA, 1996). Por outro lado, não é possível atingir esta padronização sem antes ter uma estabilidade básica, não só na quantidade de peças a serem fabricadas, mas também na seqüência e *lead time* de produção². Em função disso a primeira coisa a fazer antes de padronizar é estabilizar o sistema de produção (WOMACK; JONES, 2004).

¹ “O menor incremento de trabalho que pode ser transferido para outra pessoa” (ROTHER; HARRIS, 2002, p, 17).

² Tempo requerido para um produto ser processado do início ao fim (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003).

Para este fim, o *Lean Thinking* apresenta uma variedade de ferramentas que podem ser de grande utilidade para atingir a estabilidade básica e a padronização dos processos, dentre as quais podemos mencionar como exemplo: MFV, DBO e *Andon*.

2.1 Mapa de fluxo de valor (MFV)

O MFV é uma ferramenta chave na análise de qualquer processo, sendo ela uma forma para visualizar o funcionamento dos processos, seja independentemente ou como um todo, além de permitir detectar diferentes tipos de desperdícios ao longo dos processos. Esta prática nos leva numa segunda etapa de desenhar um mapa do estado futuro do processo onde são alocadas ferramentas e princípios do *lean thinking* que ajudem a eliminar ou diminuir os desperdícios ao longo do processo analisado (ROTHER; SHOOK, 2002).

2.2 Diagrama de Balanceamento do Operador (DBO)

O balanceamento da produção tem como objetivo criar estabilidade entre o processo precedente e o subsequente permitindo um fluxo contínuo na produção (SHINGO, 1996). Tendo esta premissa, o DBO apresenta utilidade na distribuição dos operadores envolvidos em processos com múltiplas etapas, permitindo criar um fluxo contínuo dentro do processo, e permitindo distribuir as tarefas baseados no *takt time* (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003). O DBO consiste basicamente num gráfico de barras de Operador vs. Tempo, onde cada barra corresponde a um operador envolvido no processo e cada barra é formada pelo tempo de duração de cada uma das atividades executadas pelo operador dentro do processo analisado. A soma dos tempos de cada operador permite enxergar o tempo real de trabalho de cada operador no processo, e estas barras são analisadas em paralelo para então comparar os tempos de trabalho de cada operador com o *takt time* (ROTHER; HARRIS, 2002).

2.3 ANDON

Dentro da visão de qualidade na produção enxuta é relevante detectar e corrigir os problemas no momento em que ocorrem, de tal modo que eles não avancem na linha de produção e não voltem a ocorrer (LIKER, 2004). Para este fim, o *Lean Thinking* preconiza o *Andon*, uma ferramenta de controle visual no “posto de trabalho” que permite enxergar anomalias na produção como por exemplo: *status* de produção, anormalidades na qualidade, necessidades de trocas, paradas de máquinas, etc. Encontramos dois tipos de *Andon*: *Andon* de alerta que indica algum tipo de problema, a falha na produção, e *Andon* de *status* o qual mostra o estágio atual da produção. Este tipo de *Andon* é utilizado para descrever o *status* da produção, comparando o número de peças a serem produzidas (planejadas) com o número de peças produzidas (real) (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003). Isso permite que os encarregados da fábrica tenham conhecimento imediato dos atrasos, problemas e possíveis soluções, evitando futuros interferências na linha de produção e mantendo o fluxo contínuo (SHINGO, 1996).

3. MÉTODO DE PESQUISA: PESQUISA-AÇÃO

Tendo como foco um problema existente numa empresa, e que para sua solução são necessárias ações e mudanças a serem executadas em conjunto pelo pesquisador e os empregados da empresa (COLLIS; HUSSEY, 2005), adotou-se como estratégia a pesquisa-ação. Thiollent (2005, p.16) define pesquisa-ação como:

“(…) um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.”

Uma das características principais da pesquisa-ação é o ciclo de “análise – implementação – avaliação” que é chave para o êxito deste tipo de pesquisa.

3.1 Delineamento da pesquisa

O estudo foi iniciado em Agosto 2005 e foi dividido em três etapas, conforme apresentadas na Figura 1. A primeira etapa foi denominada de avaliação inicial. A segunda etapa foi denominada de estabilização e avaliação. Nesta etapa observou-se grande interação entre o pesquisador e os funcionários responsáveis. Na última etapa da pesquisa, foi padronizada a seqüência e horários dos elementos de trabalho, e uma avaliação final de todos os avanços na fábrica. Salienta-se que quando da redação do artigo esta última etapa encontrava-se em andamento.

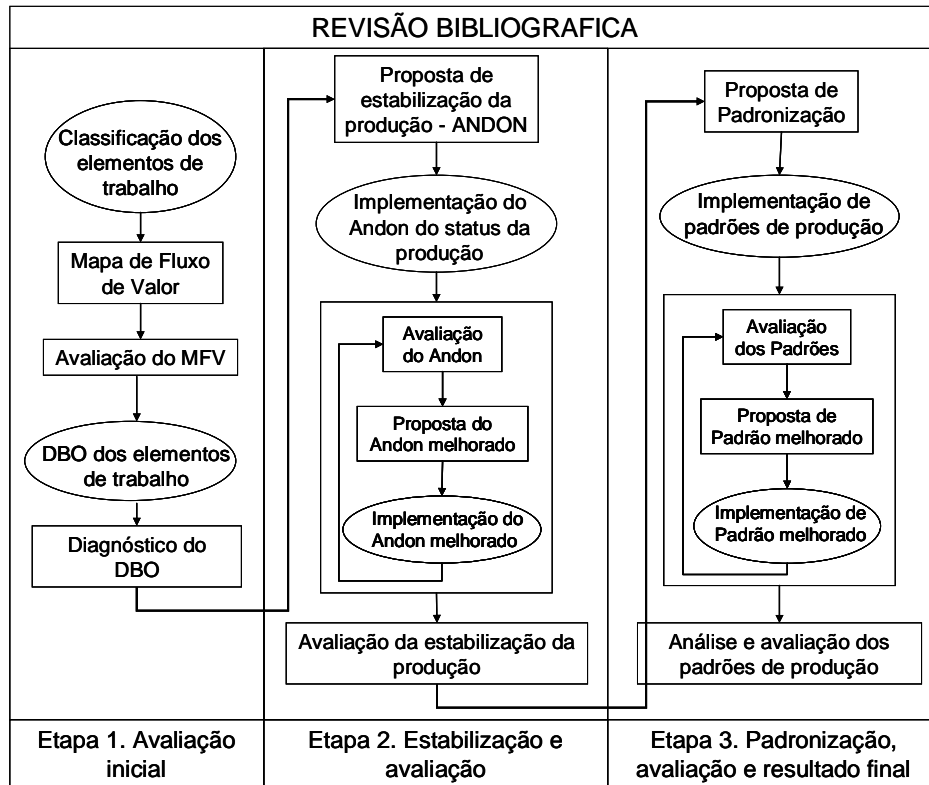


Figura 1 Delineamento da pesquisa

A empresa escolhida para esta pesquisa, Munte Construções Industrializadas Ltda., atua no ramo de construção civil desde 1975, trabalhando especificamente, na fabricação e montagem de peças de concreto pré-fabricadas, possuindo certificação ISO9002-2000 desde o ano de 2002.

O estudo foi feito na fábrica localizada no distrito de Itapevi, na cidade de São Paulo/SP. Esta fábrica dedica-se à fabricação de várias famílias de peças¹ pré-fabricadas: pilares, vigas, telhas, lajes, entre outras. O estudo em questão foi focado principalmente no processo de produção de uma família de peças, as telhas. Esta família de peças era produzida em duas pistas de produção, tendo como média de produção diária 6 peças por pista, nas quais as diferentes equipes: armação, protensão, concretagem e ajudantes, trabalhavam nas duas pistas nos diferentes elementos de trabalho envolvidos em cada uma das etapas de produção, executando um elemento de trabalho após o outro e em alguns momentos de maneira simultânea em vários elementos de trabalho ou pistas. Nota-se que no mês de dezembro foi construída mais uma pista de produção de telhas, responsável pelo aumento no número de peças produzidas por dia. No momento deste aumento na produção o número de empregados trabalhando

¹ “Família de peças se refere a um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos” (ROTHER; SHOOK, 2003).

nas pistas foi incrementado em três ajudantes. Esta família de produto já tinha recebido uma modificação prévia de *layout*, além de várias modificações baseadas na prática do 5S¹, que nos proporcionou maior possibilidade de êxito na aplicação de ferramentas e na implementação de princípios da produção enxuta para atingir a estabilidade básica e sua padronização.

4. OS RESULTADOS

4.1 Classificação dos elementos de trabalho

Inicialmente a classificação dos elementos de trabalho envolvidos na produção das telhas foi feita numa reunião com o encarregado desta família de produto, no chão da fábrica.

Nesta reunião o encarregado explicou de maneira geral a seqüência de execução dos elementos de trabalho envolvidos (elementos de trabalho) e das diferentes grandes etapas da produção das telhas: *setup* inicial, limpeza 1, alívio da protensão, transporte área de estoque, transporte área de acabamento, acabamento, limpeza 2, colocação da tela, colocação dos cabos, protensão, amarração das telhas e armação, limpeza 3, concretagem e cura.

Numa segunda fase após esta reunião, o pesquisador observou durante vários dias o processo de produção levantando dados e classificando as diferentes etapas observadas, e os elementos de trabalho envolvidos em cada uma delas. Baseados nas observações feitas após estas duas fases, foram classificadas as etapas do processo de produção assim como os elementos de trabalho correspondentes a cada uma delas.

4.2 Avaliação do MFV

A empresa já tinha desenhado um MFV estado atual e futuro após um ciclo de melhoria que vinha sendo implantado na fábrica, tendo atingido várias das metas do MFV futuro, como por exemplo, criar um fluxo contínuo entre certas etapas, eliminar alguns estoques criando pequenos “supermercados”, dentre outras melhorias.

Tendo atingido estas melhorias antes do começo desta pesquisa, permitiu uma melhor implementação dos princípios e ferramentas na próxima etapa. Pelo motivo de que no momento de desenhar o MFV de estado atual a maior parte das perdas já ter sido eliminada, fez com que o MFV desenhado nesta pesquisa não atingisse algumas de suas metas, como por exemplo, representar de maneira explícita a interposição entre certos elementos de trabalho; mas ao mesmo tempo permitiu visualizar as variações na quantidade de pessoas nas equipes. Este fato ocasionava alteração na produtividade segundo o estado do avanço em cada pista.

Além de tentar a implementação do Mapa de Fluxo de Valor de estado futuro, foi necessário o aprofundamento nas análises dos detalhes de cada elemento de trabalho assim como de sua interação com as outras atividades do processo; para isto foi proposto levantar um DBO das atividades.

4.3 Diagnóstico do DBO

Analisando os DBOs dos elementos de trabalho envolvidos foram constatadas variações nos tempos de produção dos diferentes elementos de trabalho envolvidos, bem como na seqüência deles, o que demonstrou falta de estabilidade na produção. É de se notar que os DBOs foram adaptados segundo a necessidade do estudo. No modelo de DBO apresentado por Rother e Harris (2002) as colunas representam cada operador, e cada uma das atividades executadas por ele são somadas tendo no final

¹ Cinco termos relacionados, começando com a letra S, que descrevem práticas para o ambiente de trabalho, úteis para o gerenciamento visual e para a produção *lean* (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003).

uma somatória total do trabalho executado por cada operador. Neste estudo as colunas representavam cada um dos elementos de trabalho, e cada um era colocado ao longo da linha do tempo, a qual representava os horários em que cada elemento de trabalho era executado, ou seja, a localização no tempo ao longo do dia de cada elemento de trabalho, o que permitia enxergar a seqüência dos processos, localização das equipes e o tempo de duração de cada atividade.

Esta informação extraída do DBO adaptado nos levou à necessidade da aplicação e implementação do *LeanThinking* para ajudar a estabilizar as seqüências de produção, para na próxima fase estabelecer o padrão das mesmas.

4.4 A estabilização: *ANDON* de status de produção

Para estabilizar os horários de produção dos elementos de trabalho envolvidos foi criado um *Andon* de status de produção (Figura 2), baseado no tempo de execução das diferentes etapas já estudadas e nos respectivos horários por meio de reuniões com o encarregado da produção deste produto. Esta proposta sofreu várias modificações durante sua criação e em função das sugestões do encarregado, foi aumentado o número de atividades a serem analisadas, já que, algumas atividades eram críticas para o controle geral da produção. Salienta-se que toda proposta foi discutida com o encarregado e seu assistente, pois são eles que têm contato diário com o ciclo de produção.

Após vários dias de utilização do *ANDON* observou-se que vários dados ainda não coincidiam com o planejado. Por meio do registro foi detectado que um dos problemas na seqüência das atividades era a variabilidade do número de pessoas nas equipes. Assim foi proposto acrescentar uma coluna no *ANDON*, a qual indicaria o número de pessoas em cada equipe, sendo que se o número de pessoas das equipes fosse alterado, o encarregado deveria achar a causa disto, além de uma possível solução para que isto não acontecesse mais. Este ciclo de mudanças pontuais nos horários planejados e no número de pessoas nas equipes foi mantido durante várias semanas até se atingir uma boa aproximação entre o planejado e o executado.

LOCAL: ITAPEVI		Produção diária: Pista 1				DATA: ___ / ___ / ___	
Etapas do processo	Elemento do trabalho	Numero de operarios	INICIO		FIM		Problemas
			Planejado	Real	Planejado	Real	
Alívio da protensão Pista 1	Alívio	10	6:10	/	6:50	/	
Transporte p/ área de acabamentos	Desforma e Transporte	5	7:00	/	7:20	/	
Acabamento Final	Lixado e acabamento	3	8:30	/	11:00	/	
Limpeza da Pista - colocação da tela - Preparação para protensão	Limpeza após desforma - Locação da tela - Preparação Protendido	6	7:10	/	9:15	/	
Protendido	Protensão	2	9:20	/	9:35	/	
Amarrar as telas e a armação Pista 1	Amarração da tela e armação após protensão	6	9:35	/	11:30	/	
Concretagem Pista 1	Concretagem - carrinho	14	12:30	/	13:40	/	
	Equipe de acabamento	6	12:50	/	14:00	/	
Transporte p/ área de estoque	Transportar as telhas do dia anterior	5	16:55	/	17:20	/	

Figura 2 *Andon* de status de produção.

Na Figura 2 apresenta-se o último *Andon* modificado onde pode-se verificar a classificação final dos elementos de trabalho considerados como críticos para se atingir um melhor controle dentro das seqüências de produção e também sua estabilidade. Neste *Andon* também já é considerada a terceira pista de produção de telhas, assim como os horários de início e fim planejados para cada elemento de trabalho e o número de funcionários envolvidos em cada um deles. E por último, pode-se notar a coluna de “OBSERVAÇÃO”, que foi um dois elementos mais importantes para o êxito do *Andon*, já que se visualiza os problemas em cada etapa, possíveis soluções e sugestões de melhoria, o que nos permitiu detectar as causas dos atrasos na produção diária, e manter uma melhoria contínua no processo de produção desta família de peças.

4.5 Decorrência da estabilização

Após uma série de mudanças nos horários e no agrupamento das atividades assim como sua definição dentro do processo, foi atingida uma estabilização quase total no ciclo de produção das Telhas.

Na Figura 3 apresenta-se um gráfico contendo o Percentual de Horários Cumpridos Conforme o Planejado (PHCCP), sendo ele um indicador que foi criado para detectar as variações dos horários planejados com os executados ao longo da pesquisa. Na Figura 3 apresenta-se dados provenientes da implementação de um *Andon* baseado no consenso do pesquisador e do encarregado até o momento da redação desta pesquisa. Este indicador foi decisivo para avaliar o grau de estabilidade da produção assim como as causas e soluções propostas para atingir a mesma.

No início da implementação do *ANDON* os horários reais coincidiam com cerca de 30 por cento das vezes, sendo que após todas as mudanças e melhorias feitas no *ANDON* inicial conseguiu-se cumprir cerca de 75 por cento do planejado de forma constante havendo uma tendência de aumento no PHCCP, atingindo em alguns casos 100 por cento. Salienta-se que as grandes variações na tendência observadas no gráfico correspondem na maioria dos casos aos agentes externos como a chuva e a quebra de equipamentos.

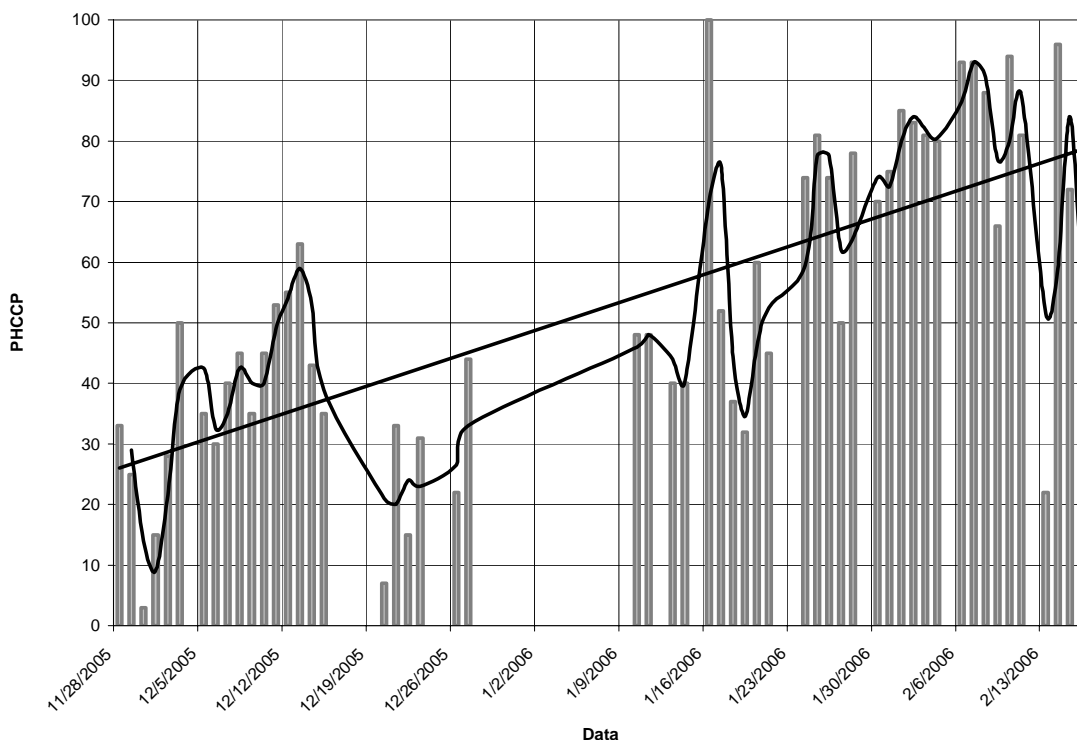


Figura 3 Porcentual de Horários Cumpridos Conforme o Planejado (PHCCP).

No decorrer das diversas etapas envolvidas neste estudo, percebeu-se que durante as implementações houve um aumento na produtividade no processo de produção, ocorrendo uma diminuição gradual do gasto de homem-hora por m³, caindo de 21 para 16, conforme apresentado na Figura 4.

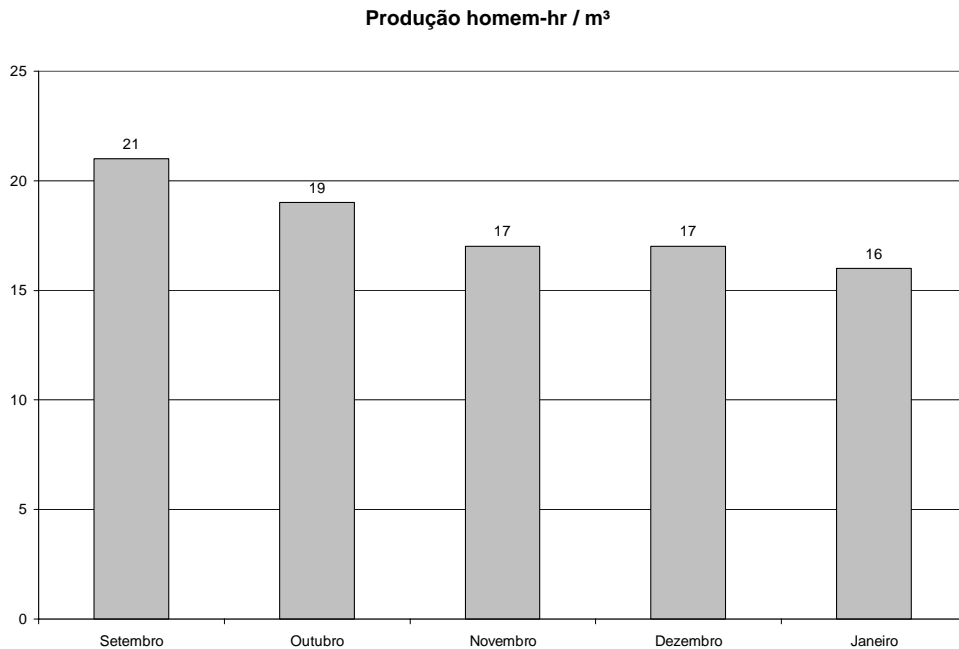


Figura 4 Aumento da produtividade de telhas.

5. PADRONIZAÇÃO

Após ter atingido a estabilização do processo a padronização ocorreu quase por si só, sendo necessário apenas a formalização do padrão de trabalho utilizado nas três pistas. Dentre elas a organização das equipes envolvidas, seus locais de trabalho no decorrer do dia e os horários das atividades.

Na Figura 5 apresenta-se parte da Tabela de Trabalho Padronizado Combinado (TTPC) do processo de produção das telhas, a qual foi modificada para este processo de produção. Ao invés de um operário por atividade, observam-se as equipes envolvidas ao longo do dia em cada um dos elementos de trabalho citados.

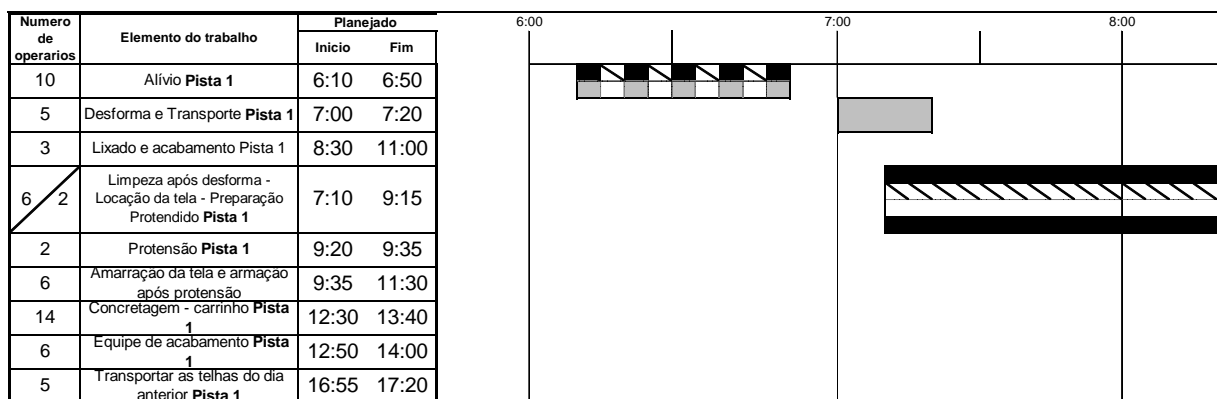


Figura 5 Tabela de Trabalho Padronizado Combinado (TTPC) dos elementos de trabalho de produção de telhas.

6. CONCLUSÃO

Apesar da ferramenta MFV não atingir completamente suas finalidades neste caso, foi possível identificar perdas e visualizar o processo como um todo. Esta constatação apontou para a utilização de outra ferramenta chave neste estudo, o DBO, que permitiu enxergar com um grau maior de detalhe as diferentes variações nos tempos de execução, bem como na seqüência das atividades envolvidas.

A análise dos elementos de trabalho utilizando estas ferramentas facilitou a implementação do *ANDON* de *Status* de Produção, que levou a atingir o objetivo de **estabilidade básica**, e em decorrência a **padronização**. Ambos são destacados como elementos básicos para uma implementação dos princípios e ferramentas da produção enxuta.

Dentre os problemas encontrados no início da pesquisa pode-se dizer que o maior de todos foi a organização do pessoal, sendo que problemas como falta de material, equipamento ou pessoal, não foram observados. Uma vez definida a organização do pessoal, suas tarefas diárias e horários, os atrasos na seqüência de produção só ocorreram por causas externas como, por exemplo, chuva e quebra de equipamento. Isto é mostrado no gráfico do PHCCP (Figura 3) onde valores do PHCCP abaixo dos 75% ocorreram devidos à chuva.

A utilização de ferramentas e princípios da produção enxuta dentro do contexto da construção civil pode proporcionar benefícios. No caso estudado, permitiu atingir um nível básico de estabilidade da produção e, em decorrência, sua padronização.

O ciclo de “análise – implementação – avaliação”, tradicional na pesquisa-ação, permitiu estruturar a pesquisa, e criar um maior envolvimento dos funcionários que atuaram no processo de estabilização da produção, ajudando a inculcar nos encarregados dos processos a importância da estabilização e da padronização dos elementos de trabalho no ciclo de produção.

Estudos para a aplicação deste ciclo de implementação em outras famílias de produtos pré-fabricados estão em andamento. Sugerem-se estudos de estabilidade básica e padronização em outras áreas de produção dentro da construção civil, sendo que eles podem ser úteis para consolidar a implementação de ferramentas e princípios de *lean* dentro da indústria da construção civil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARD, G. ; MATHEWS, O. Prefabrication & Assembly. White Paper *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 12., 2004, Elsinore, Denmark. **Proceedings....** Elsinore, Denmark, 2004. <http://cic.vtt.fi/lean/conferences.htm>.

COLLIS, J. ; HUSSEY, R. **Pesquisa em Administração. Um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação.** 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 349 p.

KOSKELA, L. **Application of The New Production Philosophy to Construction.** University of Stanford, U.S.A.: CIFE Technical Report # 72, 1992.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean.** 1 ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. 98 p.

LIKER, J. K. **The Toyota Way. 14 Management principles from the world's greatest manufacturer.** 1 ed. United States of America: McGraw-Hill, 2004. 330 p.

MAIA, M.A. M. Organização do trabalho a partir da padronização da produção de edifícios. *In: CONGRESSO TÉCNICO-CIENTIFICO DE ENGENHARIA CIVIL*, 1996, Florianópolis. Florianópolis, 1996. p. 174-179.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14 ed. São Paulo: Cortez, 2005. 132 p.

PICCHI, F. Oportunidades da aplicação do lean thinking na construção. **Revista Ambiente Construído**, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 7-23, 2003.

ROTHER, M. ; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo**. 1 ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002. 104 p.

ROTHER, M. ; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. 1 ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

WOMACK, J. P. ; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine desperdício e crie riqueza**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 408 p.

WOMACK, J. P. ; JONES, D. T. ; ROSS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 13 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347 p.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a empresa Munte Construções Industrializadas Ltda., em especial aos encarregados Lafaiete e seu assistente Reginaldo pela colaboração no decorrer da pesquisa, e a todos os funcionários da fábrica de Itapevi que colaboraram na pesquisa.