

Implementação do Pensamento Enxuto através do projeto do sistema de produção : estudo de caso na Construção Civil

Bruno Pontes Mota (1); Thaís da C. L. Alves (2)

(1) Graduando em Engenharia Civil – Universidade Federal do Ceará, Brasil – e-mail: brunopmota@yahoo.com.br

(2) Professora do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil – Universidade Federal do Ceará, Brasil – email: thaiscla@yahoo.com

1. Introdução

Este trabalho apresenta diversas iniciativas usadas em um projeto de um sistema de produção em um empreendimento residencial na área urbana de Fortaleza, Ceará e discute os benefícios alcançados com o implementação de conceitos relacionados ao Pensamento Enxuto - *Lean Thinking* (WOMACK & JONES, 1998) durante a execução do projeto. O projeto do sistema de produção representa uma das primeiras tarefas administrativas a ser executada antes do início da construção. Através do projeto do sistema de produção, engenheiros procuram reduzir a variabilidade inerente às tarefas da construção, e melhorar a previsibilidade da duração das mesmas através da melhoria do seu fluxo de trabalho e do alinhamento dos múltiplos interesses dos envolvidos na produção de forma a entregar valor a clientes internos e externos (BALLARD ET AL. 2001). A meta é projetar um sistema que é capaz de entregar valor com o mínimo de desperdício devido ao melhor alinhamento de suas metas, da adequada definição de suas tarefas e de um foco no processo de construção como um todo (e não de suas partes distintas).

De acordo com Ohno (1988), a base de um sistema de produção é a estabilidade que apóia outras atividades e iniciativas do sistema. A estabilidade está na base de um sistema enxuto e é a fundação do Sistema Toyota de Produção que provê o apoio aos dois pilares do sistema, *Just In Time* e *jidoka* (autonomação) representados na Figura 1 (LEI, 2004). Os objetivos principais de um sistema enxuto apoiados por suas fundações e pilares são: entregar a melhor qualidade, ao mais baixo custo em menor tempo para seus clientes. Por esse motivo, o sistema inteiro deve ser projetado para alcançar estas metas.

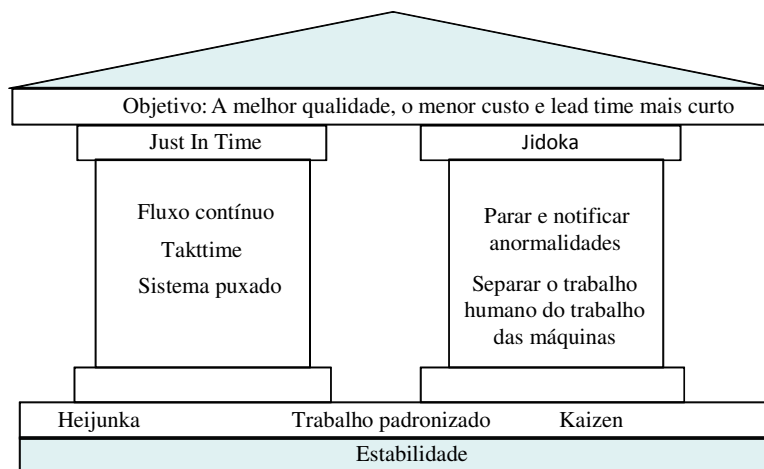


Figura 1 - sistema toyota de produção (Adaptado de The Lean Enterprise Institute, 2003)

Entre os conceitos e princípios enxutos que apóiam esses objetivos está a transparência ou gerenciamento visual que representa um dos princípios mais importantes no sistema enxuto porque permite ao sistema comunicar-se com seus trabalhadores e gerentes, aumentando a habilidade dos mesmos para descobrir problemas e corrigi-los antes de eles parem o sistema. Com isso o gerenciamento visual contribui para o fluxo contínuo do trabalho em sistemas produtivos (KOSKELA 1992). Por isso, todo esforço deve ser feito para aumentar a habilidade do sistema de se comunicar com os gerentes e trabalhadores. Santos (1999) provê vários exemplos da aplicação da transparência e gerenciamento visual na construção. Vale ressaltar que as iniciativas relacionadas ao gerenciamento visual são normalmente baratas e possibilitam uma boa base para comunicar decisões relacionadas ao projeto do sistema de produção e seus indicadores a todos os colaboradores da organização.

Na literatura da construção, Ballard & Howell (1998) indicaram que para alcançar a tão importante estabilidade (indicada na fundação da casa da Toyota) é necessário proteger a produção contra variações e efeitos indesejáveis advindos da interação da obra com fornecedores, entre as equipes, e entre os vários fluxos de recursos e informações necessários para entregar uma obra da construção civil. Uma vez que o sistema está protegido, os gerentes podem trabalhar para fazer o sistema funcionar em sua capacidade máxima e testar o quanto dessa capacidade deve ser usada para entregar o projeto.

Para que se alcance a estabilidade e um fluxo contínuo de atividades, a construção civil também precisa rever seus dogmas a passar a trabalhar mais com a realidade da obra e menos com o que esta definido na programação dos empreendimentos. Segundo Laufer & Tucker (1987), os gerentes da construção são otimistas e desconsideram a incerteza e as variações inerentes às atividades da construção. Os gerentes tendem a acreditar que o que está programado no papel deve ocorrer a qualquer custo e com isso desconsideram o que acontece em campo. Applebaum (1982) ressalta que os sistema de programação de obras feito com base na colaboração entre os trabalhadores, o mestre de obras e os engenheiros funciona muito melhor do que o sistema, que ele chama de burocrático e distanciado da obra, que define a programação da obra com base somente em índices e documentos no escritório da empresa. O que esses autores ressaltam é que a programação de obras deve respeitar o contexto do canteiro de obras e de seus funcionários e que os engenheiros devem programar atividades de acordo com a realidade do canteiro.

Muito embora Laufer & Tucker (1987) e Applebaum (1982) tenham escrito seus trabalhos anos antes das idéias da produção enxutas alcançarem a construção civil (após o trabalho de Koskela (1992)), esses autores sugerem que a programação da produção deve ser puxada conforme as necessidades da obra e não impostas com base no que pensam os gerentes. Nesse sentido, Koskela (2004) também se une a esses autores quando ressalta que uma das maiores perdas encontradas na construção civil (além das sete perdas descritas por Ohno (1989)) é a perda por realizar as atividades a qualquer custo, o autor cunhou essa oitava perda em Inglês como “*make-do*”.

Dessa forma, cabe à administração da obra trabalhar para prover às equipes de produção o que for necessário de modo que elas não sejam obrigadas a trabalhar em condições sub-ótimas (BALLARD & HOWELL, 1998). Essas condições sub-ótimas alongam o tempo de execução das tarefas, dificultam o alcance de um fluxo contínuo de trabalho e são responsáveis pela incidência de perdas no processo produtivo que aumentam o custo de produção, contribuem para a má imagem da construção civil como desperdiçadora de recursos e reduzem o valor do produto percebido pelo cliente final (ISATTO ET AL., 2000).

Com isso, o emprego de conceitos e ferramentas que auxiliem a indústria da construção a reduzir esses desperdícios é de fundamental importância para a sobrevivência de empresas do

setor e para a conservação dos inúmeros recursos materiais consumidos pela indústria da construção (CARDOSO ET AL. 2005). Outra justificativa para o desenvolvimento de trabalhos que objetivem aumentar a eficiência produtiva do setor é que atualmente o mesmo passa por um período de expansão (SINDUSCON-SP, 2008). No momento, já verifica-se a falta de mão-de-obra especializada para as atividades do setor tanto em funções gerenciais como em funções relativas à projetos e produção.

Por fim, deve ser ressaltado que além dos cuidados com o projeto do sistema de produção é preciso que se avalie as decisões relativas aos recursos humanos que põem em prática o que é definido pela programação do empreendimento. Nesse sentido, Alves et al. (2007) ressaltam que é necessário avaliar quais incentivos devem ser colocados em prática de modo a engajar os trabalhadores juntamente com a construtora na execução do empreendimento conforme projetado (*design*) e programado. Esses autores destacam uma série de iniciativas colocadas em prática por construtoras do estado do Ceará no sentido de tornar o ambiente de trabalho mais humano e o trabalho mais recompensador e com isso motivar seus funcionários para alcançar as metas definidas pelas empresas e colocadas em prática através de sistemas enxutos na construção civil.

Com base nos conceitos e justificativas brevemente descritos nesta introdução, os autores desenvolveram um estudo de caso que aponta para discussão do processo para implantação dos conceitos relacionados ao Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) para o projeto do sistema de produção na construção de um condomínio de casas. O estudo de caso seguiu alguns conceitos básicos descritos por Yin (1994). Enquanto os autores interagem com o sistema, as mudanças foram feitas e os resultados alcançados e as impressões dos participantes foram documentadas ao longo do tempo.

2. Objetivo

O principal objetivo deste trabalho é apresentar o processo de projetar um sistema de produção para uma obra residencial na área urbana de Fortaleza, Ceará e discutir os benefícios alcançados com esta tarefa. O trabalho procura contribuir para a literatura sobre a aplicação do Pensamento Enxuto na Construção ao apresentar um caso de sucesso desenvolvido por uma construtora de pequeno porte.

3. Estudo de caso

O projeto em questão consistia na construção de 18 casas financiadas por um investidor privado, no qual a construção e a administração foram responsabilidades de uma construtora de pequeno porte com sede na cidade de Fortaleza, Ceará.

Durante o estudo, os gerentes de projeto implantaram diferentes conceitos de construção enxuta, ferramentas e técnicas com o intuito de organizar o planejamento da produção e os sistemas de controle da construtora. O estudo começou depois que a obra já havia sido iniciada por alguns meses, por esse motivo os gerentes tiveram que reorganizar as definições feitas na programação original do empreendimento para acomodar as mudanças. Visto que a construção teve um fluxo financeiro estável, garantido pelo investidor privado, as mudanças implementadas no cronograma da construção foram feitas sem grandes problemas.

3.1 Desenvolvimento do primeiro estudo (*first run study*)

A construtora decidiu começar sua campanha pela implantação da *Lean* quando as equipes já estavam terminando a primeira das 18 casas da obra. A obra começou na casa número 09 na parte dianteira da obra de forma que esta casa pudesse servir como um modelo a ser apresentado a clientes em potencial. A execução da primeira casa também serviu como um primeiro estudo da execução (*first run study*) ou uma espécie de protótipo (BALLARD ET

AL. 2001) de modo que a administração pudesse avaliar a taxa real de produtividade das equipes para o projeto em questão. A duração da obra havia sido calculada para 10 meses de acordo com a experiência do diretor da construtora e com base em dados históricos de projetos da empresa. Esta duração era parte dos acordos contratuais entre a construtora e o investidor de projeto. Depois que a primeira casa foi terminada e as produtividades obtidas foram analisadas, os gerentes de projeto perceberam que toda a obra poderia ser concluída em 8 meses. As estimativas originais eram distantes da duração indicada, mostrando que a duração de contrato possuía muita “gordura”.

Ao mesmo tempo que a casa 09 foi construída outras casas tiveram suas fundações iniciadas e a execução das áreas comuns também estavam em andamento. Antes das primeiras mudanças relativas à implantação de conceitos e ferramentas enxutas que foram feitas no projeto, a administração decidiu terminar todas as atividades em andamento. Uma vez que as atividades há pouco descritas foram concluídas, novos esforços começaram a gerar mudanças, especialmente no sistema de produção.

3.2 Definição da seqüência e da estratégia de execução

Antes da implementação dos conceitos e ferramentas enxutas, a construtora não tinha nenhum procedimento padrão relativo ao planejamento e controle de seus projetos. Todas as decisões eram tomadas baseadas na experiência do diretor da construtora e de seus colaboradores. Assim, o primeiro passo no estudo foi o de definir cuidadosamente a seqüência e a estratégia de execução para as 17 casas restantes, e definir a capacidade produtiva disponível para o projeto. Neste momento, a duração do projeto foi fixada e o mesmo deveria ser concluído em 8 meses, da mesma forma os recursos foram definidos para apoiar essa mesma duração. A seqüência de execução foi então definida e as equipes deveriam começar a execução da casa 18 até casa 10, alternando os lados, como indicado na figura 2.



Figura 2 – Planta de situação e seqüência de execução

3.3 Análise do fluxo de trabalho

A administração da obra analisou diferentes opções em termos de manter equipes trabalhando em paralelo com diferentes atividades, a folga de tempo e espaço entre essas equipes, e a continuidade de trabalho para todas as equipes. Foram analisados também os fluxos de trabalho baseados nas taxas de produção definidas na fase anterior e definiu-se que unidade de repetição para todas as tarefas seria uma casa.

Porém, não havia nenhum instrumento formal para representar e comunicar o que foi

planejado aos gerentes do projeto, supervisor e equipes. Até o momento, essas decisões eram mantidas para o gerente de projeto e para a diretoria da construtora que comunicava as decisões aos demais envolvidos com a construção do empreendimento quando necessário. A linha de balanço (LB) foi a ferramenta escolhida para representar o planejamento de longo prazo do empreendimento por causa de sua facilidade de uso e habilidade em comunicar conceitos importantes como continuidade, ritmo de trabalho e folgas às equipes de produção como também informações relacionadas às durações de atividades, interferências entre equipes, e local de trabalho. A LB para o empreendimento foi desenvolvida usando-se MS Excel® (figura 3).



Figura 3 - Linha de balanço

A duração de todas as atividades de construção e os recursos necessários para a sua execução foram baseados nas produtividades coletadas no primeiro estudo feito na casa 09. Os gerentes trabalharam para nivelar a produção ao longo da duração do empreendimento de forma a não exceder sua capacidade. Também de modo a assegurar um fluxo contínuo de trabalho, os gerentes analisaram o tempo de entrega (*lead time*) dos fornecedores e definiram os tempos necessários para aquisição de materiais. Enquanto essa ação parece corriqueira em outras indústrias, na construção civil muitas empresas desconhecem os tempos necessários o processamento, fabricação e entrega de seus pedidos, bem como desconhecem como trabalham os seus fornecedores em termos de lotes e seqüências de produção e como esses fatores influenciam o tempo de entrega de um produto (ALVES & TOMMELEIN, 2007).

3.4 Comunicação dos planos, objetivos e incentivos

Uma série de ferramentas foi usada para melhorar a comunicação dos planos para as equipes de produção, bem como para o investidor e os gerentes da construtora. Além da linha de balanço, usada como ferramenta de programação e comunicação dos planos, foi desenvolvido um sistema de compras em MS Excel® que alertava o comprador sobre a necessidade de disparar o processo de compras. Através do uso de uma planilha com um sistema de células coloridas, o sistema agia como um fornecedor de *kanbans*, que puxava os materiais necessários à execução das tarefas de acordo com o que estava programado na LB. Se o comprador não iniciasse o processo de compra na data devida, o sistema mostrava a ocorrência do atraso e alterava as cores das células correspondentes aos pedidos que deveriam ser feitos de modo a alertar o comprador sobre a necessidade da compra. O uso desse sistema auxiliava na manutenção da estabilidade da obra visto que as paradas por falta de recursos foram drasticamente diminuídas com o seu uso.

Outra ferramenta empregada para melhorar a comunicação e exibir a estratégia de ataque a

obra, foi um quadro metálico (0,78m x 0,50 m) com alfinetes magnéticos que indicavam as equipes, a localização de equipamentos necessários à produção e as tarefas em execução marcados na planta da obra (figura 4). Toda vez que as equipes se moviam para um novo local o quadro era atualizado para refletir o estado real da obra (o que facilitava o acompanhamento da programação e a liberação de novas tarefas que eram puxadas conforme a necessidade real da obra). O diretor de construtora e o investidor do projeto também aprovaram a idéia porque eles podiam olhar rapidamente o quadro e visualizar todas as equipes e as tarefas que estavam em andamento a qualquer momento.

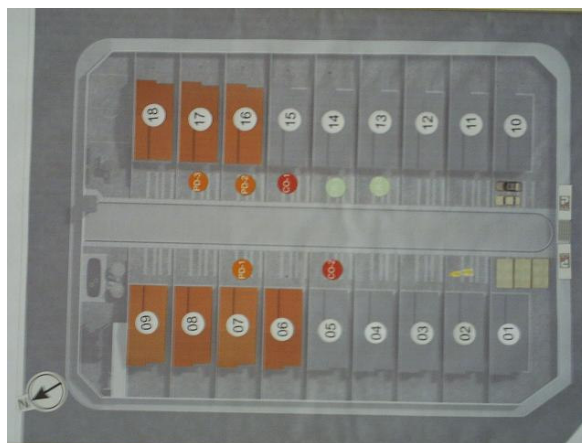


Figura 4 - Quadro magnético mostrando a posição das equipes

A LB fixou o ritmo, o caminho e a sucessão das tarefas necessárias à conclusão da obra e isso foi exibido para os trabalhadores na forma de cartões de A4 na frente de cada casa. Os cartões indicavam a tarefa que deveria ser feita em cada casa por uma equipe específica em um período de tempo, com a data de início e a data de término. Os cartões também funcionavam como *kanbans* que puxavam o trabalho necessário para completar os serviços de cada casa. Estes *kanbans* ajudaram o gerente de obras da construtora na conferência da execução das tarefas programadas a qualquer hora em qualquer casa do empreendimento. Os cartões também aumentaram a transparência do sistema de programação para os trabalhadores do empreendimento. Nesta fase, eles tiveram um entendimento mais claro das metas que eles tinham que alcançar para cumprir o prazo de entrega do empreendimento.

Deve ser ressaltado que o projeto do sistema de produção também requer um projeto de uma organização humana capaz responder às suas demandas e metas. Por esse motivo, a administração decidiu projetar um sistema de incentivos para trabalhadores que os trabalhadores se engajassem e dessem prosseguimento ao que estava definido na programação da obra representada na LB. Cabe lembrar que para se conseguir executar uma obra em tempo mais curto não depende somente de se ganhar tempo com a reprogramação das atividades através da LB, é necessário também convencer os operários a trabalharem num ritmo mais forte do que aquele ao qual eles estão acostumados. O sistema de incentivos recompensou trabalhadores que podiam terminar as tarefas mais cedo do que planejado. Durante cada meio dia economizado, o trabalhador recebia um cupom para participar em uma rifa com diferentes prêmios ao término do projeto. As equipes mais esforçadas eram recompensadas com mais chances de ganhar os prêmios.

3.5 Logística

Para alcançar um fluxo contínuo de trabalho, reduzir tempos de *set-up* e evitar paradas por falta de material, todos os materiais necessários para completar um serviço eram colocados nos postos de trabalho antes do começo de cada serviço. Em alguns casos, *kits* de materiais

foram preparados para eliminar desperdícios relacionados a procura de material e partes perdidas.

4. Discussão dos resultados

Depois que os conceitos *Lean* foram implantados o projeto alcançou um fluxo de trabalho mais estável; o número de pedidos de emergência para recursos diminuiu dramaticamente; a obra foi finalizada com um mês de antecedência e permitiu ao investidor começar a as vendas mais cedo, recuperando o investimento mais cedo do que o esperado. Finalmente, a administração decidiu usar conceitos *Lean* em outros projetos da construtora, e o investidor privado quer ter a certeza de que os conceitos *Lean* serão usados nos outros projetos dos quais ele participar como agente financiador.

Além dos dados qualitativos coletados, foram também coletados números para provar a eficiência dos novos conceitos e das novas ferramentas usadas pela construtora.

4.1 Taxas de produtividade

Durante a fase de planejamento, a duração de projeto estava definida pelo dono de construtora para 10 meses. Depois que a primeira casa foi construída a duração foi revisada e fixada em 8 meses. Depois que o dono de construtora decidiu implantar conceitos *Lean*, o time de administração do empreendimento revisou a duração de projeto mais uma vez. Quando foram implementadas mudanças em termos de análise de fluxo de trabalho, logística e da comunicação de metas e incentivos, o time de administração decidiu reduzir a duração da execução do empreendimento. Conforme comentado anteriormente para colocar essa duração em prática desenvolveu-se a programação da obra empregando-se a método da Linha de Balanço que mostrou que toda a obra seria concluída em 7 meses. A nova duração representou uma diminuição de 12,5% do tempo quando comparada à duração alcançada para a primeira casa (8 meses) e 30% quando comparada à duração original (10 meses) definida com base na experiência do dono da construtora.

A tabela 1 mostra uma comparação de produtividades diárias para as principais atividades necessárias para completar uma casa (uma unidade de repetição). As produtividades indicadas para uma duração de 8 meses (coluna C) foram coletadas na execução da primeira casa. As produtividades indicadas para uma duração de 7 meses (coluna D) foram obtidas depois do término das 17 casas de acordo com o que foi programado na linha de balanço. A melhoria das produtividades (coluna E) apresentadas na tabela 1 representa uma média de 15,7% de ganho de produtividade quando observa-se os ganhos obtidos em todas as atividades indicadas.

Atividades (A)	Unidade (B)	Produtividades		Melhoria na produtividade (E)
		8 meses (C)	7 meses (D)	
Escavações	m3 / homem / dia	13,13	15,00	14,2%
Alvenaria de pedra	m3 / homem / dia	3,85	4,50	16,9%
Alvenaria de tijolo 1 vez	m2 / homem / dia	8,47	10,00	18,1%
Laje treliçada	m2 / homem / dia	15,09	17,50	16,0%
Concreto armado (25 Mpa)	m3 / homem / dia	4,38	5,00	14,2%
Alvenaria de tijolo ½ vez	m2 / homem / dia	10,50	12,00	14,3%

Chapisco	m2 / homem / dia	71,63	82,00	14,5%
Reboco	m2 / homem / dia	13,78	16,00	16,1%
Emboço	m2 / homem / dia	12,64	15,00	18,7%
Acabamentos	m2 / homem / dia	10,56	12,00	13,6%
Pintura	m2 / homem / dia	16,33	19,00	16,4%

Tabela 1 – Produtividades obtidas para 8 meses e 7 meses e os ganhos resultantes

4.2 Outros indicadores

Foram coletados outros indicadores para comparar e contrastar essa obra com outras da construtora. A lista apresenta os seguintes indicadores:

- a) Ritmo de atividade - este indicador mostrava a divergência do ritmo real de uma atividade quando comparada ao ritmo programado indicado na linha de balanço. Aproximadamente 85% das tarefas foram iniciadas conforme planejado, os outros 15% começaram atrasadas devido a atrasos do fornecedor (portas e janelas) e pintura (devido à chuva). O aumento no ritmo de produção das atividades, provavelmente, é resultado do efeito aprendizagem pela repetição das tarefas, como também do sistema de incentivos que recompensou os trabalhadores por terminarem as atividades mais cedo do que planejado.
- b) Atividades terminadas no tempo programado - aproximadamente 15% das atividades foram terminadas como programado. Aproximadamente 80% delas foram finalizadas antes do tempo previsto. A única atividade que terminou atrasada foi a pintura devido a chuva.
- c) Paradas de trabalho - antes do sistema de compras ser implantado, os trabalhadores paravam frequentemente por falta de material. Aproximadamente 10% dos pedidos de compra estavam atrasados ou continham informação erradas que resultavam em falta de materiais na obra. A porcentagem de pedidos atrasados/errados foi reduzida para perto de zero depois que o sistema de compras foi implantado;
- d) Produtividades - as produtividades de todas as atividades foram monitoradas semanalmente. As produtividades foram usadas para fazer mudanças na linha de balanço. Depois que a linha de balanço foi ajustada, as produtividades continuaram a crescer mostrando que os trabalhadores estavam incentivados pelas metas e pelos benefícios que recebiam ao atingirem os prazos programados.

5. Conclusão

O artigo apresentou a implantação de conceitos relativos ao Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) por uma construtora de pequeno porte de Fortaleza. Os autores compartilharam a experiência para que outras construtoras, independente do tamanho, também se motivem a alcançar os ganhos proporcionados pela aplicação dos conceitos supracitados à construção.

Durante a obra, a construtora decidiu implantar diferentes iniciativas baseadas no pensamento enxuto para entender a dinâmica do empreendimento sob pontos de vista diferentes. Os gerentes do empreendimento e o investidor perceberam a importância de proteger a produção contra variações e organizar os sistemas e os fluxos físicos no local como um dos meios para reduzir as atividades que não agregam valor ao produto final e alongam o seu tempo de conclusão. As iniciativas aumentaram a produtividade (uma média de 15%) e reduziram a duração de projeto (de 8 para 7 meses). Um sistema de incentivos foi posto em prática para motivar os trabalhadores para alcançar as metas e teve sucesso visto que os trabalhadores

responderam aos desafios colocados pela administração da obra.

Atualmente, a construtora está refinando seu sistema de compras, treinando o time de administração em conceitos relacionados ao pensamento enxuto e suas ferramentas, e tentando inovar criando novos modos novos para pôr a construção enxuta em prática.

6. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao time de projeto por ser receptivo à implantação dos conceitos e ferramentas do pensamento enxuto e por participarem ativamente fazendo acontecer mudanças.

Referências

ALVES, T.C.L.; BARROS NETO, J.P.; HEINECK, L. F. M.; AZEVEDO, A.K.S. . *Sistemas de remuneração e incentivos da mão-de-obra na construção civil e a implementação de novas filosofias de produção: um estudo exploratório*. In: I Encontro de Gestão de Pessoas e Relações de Trabalho, 2007, Natal. EnGPR 2007. Rio de Janeiro : ANPAD, 2007. P. 1-15.

ALVES, T. C. L. & TOMMELEIN, I. D. . *Cadeias de suprimentos na construção civil: análise e simulação computacional*. Ambiente Construído (Online), v. 7, p. 31-44, 2007.

APPLEBAUM, H.A. *Construction Management: traditional versus bureaucratic methods*. Anthropological Quarterly, Vol. 55, No. 4., p. 224-234, Oct.1982

BALLARD, G. & HOWELL, G. *Shielding production: an essential step in production control*. ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 124(1) 11-17, Jan/Feb issue, 1998

BALLARD, G., KOSKELA, L., HOWELL, G. & ZABELLE, T. *Production system design: work structuring revisited*. Lean Construction Institute White Paper #11 2001

CARDOSO, L.R.A.; ABIKO, A.K.; HAGA, H.C.H.; INOUE, K.P.; GONÇALVES, O.M. *Prospecção de futuro e Método Delphi: uma aplicação para a cadeia produtiva da construção habitacional*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.5, n.3, p.63-78, jul/set. 2005

KOSKELA, L. (1992) *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford, CIFE, 1992. Technical Report# 72. 75p

KOSKELA, L. *Making do – the eighth category of waste*. Proc. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-12), Elsignore, Denmark. 2004. (disponível em www.iglc.net)

ISATTO, E.L. ET AL. *Lean Construction: Diretrizes e ferramentas para o controle de Perdas na Construção Civil*. Série Construção Civil. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

LAUFER, A.; TUCKER, R.L. *Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process*. Construction Management and Economics, 5, p. 243-266, 1987

OHNO, T. *Toyota Production System: beyond Large-Scale Production*. Productivity Press: Cambridge, Mass. 142p, 1988

SANTOS, A. *Application of Flow principles in the production management of construction sites*. PhD Thesis. School of Construction and Property Management, University of Salford, England. 463 p, 1999

SINDUSCON-SP XXXIV Sondagem da indústria da construção civil. Setor de Economia, FGV Projetos, 2008

THE LEAN ENTERPRISE INSTITUTE *Lean Lexicon: a Graphical Glossary for Lean Thinkers*. Version 1.0, January 2003. The Lean Enterprise Institute: Brookline, MA. 98p, 2003

WOMACK, J.P. & JONES, D.T. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine os Desperdícios e Crie Riquezas*. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 427p.

YIN, R. K. *Case Study Research: Design and Methods*. 2nd Edition. Applied Social Research Methods Series. Volume 5. Sage Publications: Thousand Oaks. 171pp, 1994