

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E GERENCIAIS EM UMA EMPRESA CONSTRUTORA DE PEQUENO PORTE SEM A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS CARAS

Thiago R. Francelino (1); José de P. Barros Neto (2); Marcelo da Costa Teixeira (3); Denilson P. de Souza (4); Luiz Fernando M. Heineck (5)

(1) Engenheiro Civil, M.Sc., Programa INOVACON – Universidade Federal do Ceará - UFC, Brasil – e-mail: thiagofrancelino@yahoo.com.br

(2) Professor Titular/UFC – Centro de Tecnologia – Universidade Federal do Ceará-UFC, Brasil – e-mail: jpbarros@ufc.br

(3) Engenheiro Civil, Mestrando em Engº Civil - UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: marcelo_cteixeira@superig.com.br

(4) Engenheiro Civil, M.Sc, Programa INOVACON – Universidade Federal do Ceará- UFC, Brasil - e-mail: denilsonsouza@click21.com.br

(5) Professor Titular/UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil - e-mail: freitas8@terra.com.br

RESUMO

Este trabalho descreve a participação de uma pequena empresa em um programa associativo de inovação tecnológica na construção civil, conhecido como INOVACON-CE, desenvolvido desde 1998 e hoje já em sua terceira edição. O trabalho ilustra as inovações tecnológicas implementadas pela empresa, como um sistema de alerta para as dificuldades em cada posto de trabalho conhecido no Sistema Toyota de Produção (STP) como Andon. No caso, este Andon, foi desenvolvido na própria obra, utilizando canos de PVC e bolas de bilhar. Em caso de dificuldade na execução de um serviço a gerência da empresa é imediatamente avisada pelo envio de uma bola de bilhar do andar, onde o serviço está sendo executado, até a sala técnica da obra conduzida pela canalização de PVC. O trabalho descreve o funcionamento do sistema e a maneira como vem sendo utilizado em obra. O trabalho apresenta ainda outros mecanismos gerenciais implementados de forma objetiva, sem a utilização de tecnologias caras, como a linha de balanço, a laje maciça com alvéolos de tijolos cerâmicos de grandes dimensões e a otimização da utilização do guincho através de estudos de tempos e movimentos. É feito um resgate histórico dos momentos e inspirações que deram origem as modificações introduzidas a partir dos vários encontros de inovação propiciados pelo INOVACON-CE.

Palavras-chaves: Construção enxuta; Andon e Racionalização de Obras

ABSTRACT

This work describes the participation of a small company in an associative program of technological innovation in the construction companies, known as INOVACON-CE, developed since 1998 and today already in its third edition. The work show the technological innovations implemented by the company, as a system of alert for the difficulties in each place of work known in the Toyota Production System as Andon. In this case, this Andon was developed in the proper construction site, using pipes of PVC and balls of billiards. In case of difficulty in the execution of a service the management of the company informed immediately by the sending of a ball of billiards from the floor where the service is being executed, until the technical room, lead for the canalization of PVC. The work describes the work of the system and the way as it comes being used in the construction site. The work still presents other

implemented management mechanisms in a objective way, without the use of expensive technologies, as the line of balance, the massive flagstone with alveolus of ceramic bricks of great dimensions, and the optimization of the use of the squeak through studies of times and movements. It is made a historical ransom of the moments and inspirations that gave origin the modifications introduced starting from the several innovation meeting propitiated by INOVACON-CE.

Keywords: Lean construction; Andon ; rationalization of the construction

1 INTRODUÇÃO

Institucionalizado a partir de 1997, o Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (INOVACON-CE), hoje já em sua terceira edição, tem como metodologia de atuação, a criação de módulos de transferência de conhecimento, com duração típica de quatro meses. Durante este período, consultores ministram palestras sobre o tema de sua especialidade e uma equipe técnica atua junto às empresas, para implantar as inovações. A duração de cada edição do INOVACON é de dois anos distribuídos em seis módulos de quatro meses cada. Já foram abordados, em módulos anteriores, diversos assuntos como: Fundações; Planejamento em obras; Investimentos Imobiliários; Impermeabilização; Revestimentos Cerâmicos, dentre outros.

O presente artigo tem como objetivo apresentar os resultados com a realização do primeiro módulo da terceira edição do INOVACON, que tratou sobre *Lean Construction* (Construção Enxuta), No referido módulo, a concepção foi ainda mais radical em busca dos resultados práticos em obra. Escolheu-se uma vertente da *Lean Construction*, no caso o Sistema Toyota de Produção (STP), como o elemento norteador das ações. Elegeu-se ainda, a eliminação de paradas em obra, como o carro chefe das melhorias gerenciais que se pretendia obter. Anteriormente, fora publicado pela Equipe Técnica do INOVACON (Souza *et al*, 2005) as melhorias proporcionadas pela filosofia da Construção Enxuta, na empresa piloto escolhida para implantar as mudanças sugeridas durante o módulo do INOVACON, no entanto este artigo trata das melhorias e ferramentas utilizadas por uma empresa, do grupo do INOVACON, sem grandes recursos para investimentos nas mudanças necessárias para a utilização da filosofia de Construção Enxuta. Mostrando desta forma, medidas simples, fáceis, mas de cunho essencial para uma mudança no pensamento gerencial: a constante melhoria do processo. Não que em termos teóricos não se tenha coberto o escopo desta nova filosofia gerencial, principalmente, insistindo-se em seus aspectos sistêmicos e na integração de ações de cunho estratégico, tático e operacional. Não que não se tenha utilizado toda a bagagem anteriormente amealhada pelas empresas, tanto nos módulos anteriores do INOVACON, como pela própria experiência individual das empresas. Assim, elementos como a programação de obras por Linha de Balanço, a existência de orçamentos de custos, a padronização da execução de serviços, a emissão de ordens de produção, o layout de canteiros e os Programas 5S, foram valorizados, mas sempre se insistindo, que a régua de medida tomava em conta as suas contribuições para a eliminação de paradas em obra, ou seja, a garantia do fluxo contínuo de produção.

Utilizou-se como bibliografia, a clássica na área, que vem sendo citada em todas as dissertações e trabalhos acadêmicos recentes. Assim Koskela (2000), Santos (1999), Isatto *et al* (2000) e os artigos do IGLC – *International Group for Lean Construction* – em seus congressos anuais, formaram a estrutura referencial para as ações desenvolvidas. Especificamente sobre o STP, foram usados os textos de Ohno (1996) e Shingo (1996). Em particular, utilizaram-se textos da Construtora Fibra/IRB publicados em congressos nacionais, que serviram de exemplo para as demais empresas na busca do registro acadêmico de sua produção em obra. O livro *Logística e Lógica na Construção Lean* (ROCHA *et al*, 2004) permitiu o requadro das iniciativas de gerenciamento do canteiro dentro de um perspectiva maior do gerenciamento do empreendimento como um todo. Os conceitos de construção enxuta foram aprofundados pelos textos recentes de Teixeira *et al* (2004), Miranda *et al* (2003) e Pantaleão *et al* (2003), tanto da área de construção civil, como da manufatura em geral. Especificamente, as ações em obra foram pautadas pela bibliografia ligada ao planejamento e controle de obras, como encontrado em Heineck *et al* (2001), Bulhões *et al* (2003) e Coelho *et al* (2003). Ainda que muitos dos artigos não adotem os conceitos do STP

no desenho e controle do processo produtivo, estes artigos fornecem uma metodologia estruturada para aquelas empresas que querem implantar ações de melhoria ainda dentro de uma visão taylorista e de gerenciamento de projetos tradicional.

2 METODOLOGIA DE TRABALHO

Buscando o repasse da teoria sobre o tema construção enxuta, bem como a aplicação prática desses conceitos nas empresas participantes do módulo, a metodologia de trabalho para realização da pesquisa consistiu nas seguintes etapas: realização de aulas teóricas (doze aulas de 3 horas cada) às empresas participantes, visando o repasse dos conceitos e das ferramentas sobre o tema construção enxuta; realização de visitas técnicas às empresas participantes do módulo e realização de estudo de caso. As visitas às obras das empresas participantes foram realizadas pela Equipe Técnica Permanente do Programa (ETPP), juntamente com os consultores e tiveram como intuito verificar a atual situação das empresas com relação aos princípios da construção enxuta. Para o estudo de caso, concentrar-se-á em uma empresa, que apesar de não possuir grandes recursos financeiros para investir nas melhorias proporcionada pelos princípios do *Lean Construction*, conseguiu implementar mudanças que geraram melhorias, ocasionando desta forma, uma maior fluidez nos fluxos de materiais e informações. Embora as atenções, durante o módulo de *Lean Construction* do INOVACON, estivessem voltadas para a obra piloto (de outra construtora), melhorias foram constatadas nas outras empresas participantes do grupo. Quando a ETPP e os consultores do programa, através de reuniões, definiram as metas a serem alcançadas e a forma de implantação dos conceitos e ferramentas da construção enxuta na obra piloto (de outra construtora), as demais empresas participantes do grupo foram atrás das possíveis mudanças, embora obtendo orientação em tempo parcial da ETPP.

Na definição das metas a serem alcançadas, levaram-se em consideração, os princípios da construção enxuta definidos pelo STP:

- ✓ Estabilizar o fluxo de material e informação (*kaizen* de fluxo);
- ✓ Melhorar os processos construtivos (*kaizen* de processo); e
- ✓ Produzir o necessário, quando necessário (*just-in-time*).

A forma de implantação passou pelas seguintes definições:

- ✓ Definição do plano de trabalho, nesta etapa a ETPP e os consultores basearam-se na metodologia preconizada pelo *Lean Institute Brasil*, através das publicações “Aprendendo a enxergar” (ROTHER *et al*, 1999) e “Criando fluxo contínuo” (ROTHER *et al*, 2002). Desta forma, em linhas gerais, chegou-se ao seguinte plano de trabalho: fazer o levantamento da situação atual da obra (mapeamento do estado atual); identificar as oportunidades de melhoria (mapeamento do estado futuro) e implantar melhorias (*kaizen* de processo e de fluxo);
- ✓ O acompanhamento seria fornecido pela ETPP que se dedicaria em tempo parcial às empresas participantes do grupo que não fosse à empresa piloto, a qual teria o apoio da equipe técnica em tempo integral. A ETPP teria a função de auxiliar e orientar a equipe técnica da obra (ETO) na implantação dos conceitos e ferramentas relacionados com os princípios da construção enxuta;

Para objetivar a implantação das melhorias no processo e no fluxo de materiais e informações ocasionadas pela filosofia *Lean Construction*, foi selecionado juntamente com ETPP e a empresa, os serviços a serem acompanhados. Na definição dos serviços, relacionados com as melhorias no processo, levou-se em consideração os serviços que apresentavam repetitividade na execução, estrutura de concreto e alvenarias. Na definição dos serviços relacionados com o fluxo de material e informação levou-se em consideração a restrição de recursos financeiros para a implantação das mudanças. O escopo detalhado do plano de trabalho ficou da seguinte forma:

- ✓ Fazer o levantamento da situação atual da obra;

- Fazer o acompanhamento dos serviços (Estrutura de Concreto e Alvenaria).
- Fazer o acompanhamento do fluxo de material e informação (Planejamento da obra; Organização do canteiro; estocagem; transporte de materiais e Comunicação dentro da obra);
- ✓ Identificar e implantar as oportunidades de melhoria

3 ESTUDO DE CASO

Na tabela 1 são apresentadas algumas características da obra em que foi realizado o estudo de caso.

Tabela 1: Características técnica da obra do estudo de caso

Equipe técnica da obra (ETO)	1 engenheiro, 1 estagiário, 1 mestre-de-obra e 1 almoxarife
Tipo da obra:	Residencial (03 aptos por andar)
Número de pavimentos:	16 pavimentos tipo + 01 subsolos + 01 mezanino
Área do pavimento tipo:	114 m ²
Prazo de Execução da Obra	36 meses

3.1 Levantamento da Situação Atual da Obra

A ETTP juntamente com a Equipe Técnica de Obra (ETO) realizou o mapeamento do estado atual da obra, fazendo o acompanhamento dos serviços de montagem de estrutura de concreto e alvenaria e o acompanhamento do fluxo de material e informação dentro da obra. A finalidade desse acompanhamento era de coletar informações que pudessem dar a ETTP, uma noção do estágio em que se encontrava a empresa, antes da implantação dos conceitos e ferramentas da construção enxuta.

3.1.2. Acompanhamento dos Serviços em Obra

No acompanhamento dos serviços de montagem de estrutura de concreto e alvenaria foi realizada uma visita pela ETTP para se ter conhecimento do processo prévio as mudanças a serem implementadas. Nestas visitas eram coletadas informações sobre os seguintes itens: os recursos envolvidos (equipamento, material e mão-de-obra); a seqüência de execução e os motivos das paradas. Para coleta dessas informações, a ETTP utilizou os seguintes meios: máquina fotográfica digital; formulários; além de entrevistas, reuniões e conversas com os operários. Com as informações coletas através dos meios apresentados acima; foram elaborados mapas de fluxo dos serviços; diagramas de seqüência e indicadores de parada que auxiliaram no diagnóstico da situação atual da obra.

3.1.3. Acompanhamento do Fluxo de Material e Informação em Obra

No acompanhamento dos fluxos de materiais e informações para realização do diagnóstico da situação atual da obra, a ETTP focou os seguintes serviços: planejamento e acompanhamento da obra; organização do canteiro; estocagem; transporte de material e comunicação dentro do canteiro. Para o acompanhamento desses serviços, a ETTP utilizou os seguintes meios: reuniões com a ETO; registro fotográfico do canteiro de obras e reuniões, entrevistas e conversas com os operários. Com os registros fotográficos do canteiro de obras, reuniões, entrevistas e conversas com os operários, a ETTP coletou informações sobre a organização no canteiro, a estocagem e transporte dos materiais e a comunicação interna entre a ETO e os demais operários.

3.2. Identificar e implantar as oportunidades de melhoria

3.2.1. Pacotes de serviços

Uma das oportunidades de melhoria no processo construtivo, identificadas e implantadas, seguindo a filosofia da Construção Enxuta, foi a utilização de pacotes de serviços. A pacotização de serviços, para uso na construção civil, tem paralelo na indústria quando adota uma família de produtos constituída pelos

produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos. Nas obras de edifícios residenciais, esta família de produtos passa a ser composta de serviços que podem ser executados dentro de um período determinado, tendo uma terminalidade dentro de uma unidade que recebe a denominação de pacotes de serviços. Por exemplo, no pacote de estrutura podem ser envolvidos os serviços de forma, armadura, concreto, tubulações e outros que dentro de um período estabelecido, e concluído dentro da unidade considerada, no caso, o pavimento, e tem a terminalidade por que, ao concluir, a equipe se deslocará para outro pavimento repetindo aquelas mesmas atividades. A adoção de pacotes permite a programação macro das atividades da obra e vantagens de ordem operacional. A obra adotou alguns pacotes de serviços visando obter algumas vantagens de ordem operacional. Devido ao estágio da obra, tomou-se por base implantar o sistema de pacote de serviços na execução da estrutura, na marcação de alvenaria e na execução das alvenarias (ver figura 1)



Figura 1 – Pacote de marcação de alvenarias

Com o sistema dos pacotes de serviços observou-se uma maior organização da obra o que provocou, quase que instantaneamente, um ar de satisfação por parte da mão de obra executora dos serviços e da gerência da obra.

Mas apesar da satisfação gerada pela pacotização dos serviços, a gerência da obra sentia a dificuldade de controlar e gerenciar as atividades no nível macro, preocupando-se com os prazos finais e a não superposição de serviços que poderiam acarretar em uma parada na produção de alguns serviços. Procurou-se então, uma ferramenta que pudesse auxiliar na melhor visualização da programação da obra. No item a seguir, estão descritas as melhorias ocorridas no planejamento e controle da obra.

3.2.2. Linha de Balanço

Verificou-se então que a empresa, que estava sediando o projeto piloto para a implantação da filosofia de Construção Enxuta, estava adotando o planejamento de obra através da linha de balanço, utilizando-se de um *software* para facilitar o controle e a manipulação dos dados (SOUSA *et al*, 2005). As técnicas de programação para atividades repetitivas ou seqüenciais baseadas na linha de balanço usam o conceito de curvas de produção. A inclinação de cada curva de produção fornece o ritmo de produção para cada um dos processos repetitivos (SCHIMITT *et HEINECK*, 2000). A linha de balanço, adotada como forma de programação, apropriada para uso em construções com tarefas repetitivas, já era de conhecimento da construtora desde o módulo do INOVACON de Planejamento e Controle da Produção em 2000. Mas com a adoção dos pacotes dos serviços, a dinâmica da utilização da linha de balanço por parte da construtora se colocou em evidência. Levando-se em conta a repetitividade da construção, a linha de balanço foi elaborada e exposta de forma visível, permitindo ao gerente do empreendimento a visão da organização do projeto, a seqüência das atividades e a maior possibilidade de controle. No nível operacional, permitiu ao

engenheiro, ao técnico de nível médio e ao mestre a visão ampla do processo e o detalhamento dos passos necessários para completar as atividades programadas para cada unidade. Com a idéia de reduzir os custos de implantação das melhorias trazidas pela filosofia *Lean Construction*, a linha de balanço foi executada com base nas seqüências de atividades repetitivas e materializadas em papel milimetrado, traçada a lápis para permitir pequenas alterações e correções, se encontrando exposta na sala do engenheiro (ver figura 2.a). Isto em detrimento ao elevado custo de aquisição do *software* de planejamento através da linha de balanço.



(a)

TIJOLOS PARA A LAJE

LAJES	DATA DE CHEGADA	
1º PAV TIPO	1/11/04	SEG
2º PAV TIPO	16/11/04	TER
3º PAV TIPO	30/11/04	TER
4º PAV TIPO	14/12/04	TER
5º PAV TIPO	29/12/04	QUA
6º PAV TIPO	14/1/05	SEX
7º PAV TIPO	27/1/05	QUI
8º PAV TIPO	15/2/05	TER
9º PAV TIPO	1/3/05	TER
10º PAV TIPO	15/3/05	TER

(b)

Figura 2 - Linha de balanço exposta na sala do engenheiro (a) Programação de tijolos para laje nervurada (b)

A linha de balanço, pela visibilidade que ela proporciona, facilita a programação de atividades meio, para atingir as finalidades, como por exemplo, a compra de materiais, pois, as atividades listadas dependerão do estoque de material adequado quando da sua execução. A programação por unidade permite a entrega do material na quantidade necessária para a execução da mesma no período que antecede a execução, beneficiando a organização do canteiro, a programação dos fornecedores e outros. Na figura 2.b, pode-se verificar parte da programação do fornecimento de tijolo para uso em lajes nervuradas, elaborada a partir da linha de balanço.

3.2.3. Ritmo

Os ritmos de produção para a conclusão das atividades, R , em dias por unidade, é calculado pela equação a seguir:

$$R = \frac{D_t - D_u}{(N - 1)}$$

Onde:

D_t é a duração total, isto é, o prazo para a execução das atividades repetitivas nas unidades;

D_u é a duração unitária, isto é, a duração das atividades em uma unidade; e

N é o número de unidades.

O ritmo da produção fica evidenciado pela inclinação da linha de balanço. Considerando a obra como o produto final e a unidade de produção, o apartamento, pode-se dizer que o ritmo da produção de um bloco de apartamentos, composto de 36 unidades e com prazo de execução de 36 meses, o ritmo deverá ser de um apartamento por mês. Entretanto, as obras não são executadas desta maneira. Os apartamentos são concluídos por etapas que podem ser compostas por grupo de serviços, formando pacotes. Estes pacotes podem finalizar uma etapa da obra, como por exemplo, a estrutura. Considerando a execução da estrutura

Figura 3 – Diagrama de seqüência para o pacote de marcação de alvenarias.

3.2.5. Kanban e Sinalização

A organização do canteiro de obras é de fundamental importância no fluxo interno e neste aspecto, existem alguns fluxos que têm conseqüências danosas ao desenvolvimento da obra. O primeiro é a indefinição das áreas de circulação que interfere sensivelmente pois, na ausência desta, podem ser usadas várias rotas para se chegar a um mesmo ponto, podendo provocar uma desorganização interna de fluxos. A outra seria a possibilidade de obstrução destas vias, forçando as alterações de rotas nos deslocamentos. A definição juntamente com demarcação desta vias permite um fluxo ordenado e favorece a visualização das obstruções nas mesmas, ensejando a rápida solução do problema. Percebendo a vantagem da sinalização das vias a obra resolveu adotá-la pintando faixas de delimitação das mesmas (ver figura 4.a). O *Kanban*, sinal, na língua japonesa, é um dispositivo sinalizador que autoriza e dá instruções para a produção ou para a retirada de itens em um sistema “puxado”. A obra está implantando *kanbans* para o controle de estoque dos tijolos com sinalizações nas cores verde, vermelha e amarela (ver figura 4.b).



(a)



(b)

Figura 4 - Demarcação das vias internas da obra (a) Kanban de controle de estoques de tijolos para laje (b)

3.2.6. Andon

O *andon*, lâmpada, na língua japonesa, é uma ferramenta de gerenciamento visual que mostra o estado das operações em uma área e avisa quando ocorrer algo de anormal. Incentivada pelas orientações do módulo do INOVACON e com a visão de minimizar custos na implantação de melhorias a empresa, deste estudo de caso, idealizou um *andon* inovador que é apresentado a seguir. A administração da obra considerou que a inovação que poderia trazer benefícios imediatos seria a implantação de um *andon* para que pudesse reduzir a interrupção do trabalho das equipes por falta de material ou pronta assistência quando algum problema surgisse. Para tanto, exercitou a criatividade e executou um modelo experimental de *andon* bastante simplificado, feito com materiais menos requintados que os *andons* eletrônicos. Para isso, instalou um tubo de PVC para esgoto vertical passando por todos os pavimentos. A cada pavimento o tubo recebe uma derivação com abertura que permite o lançamento de bolas coloridas de amarelo ou vermelhas (a instalação no pavimento pode ser vista na figura 5.a), enumeradas conforme o pavimento que, ao acessar o pavimento pilotis (ver figura 5.b), aciona uma lâmpada e uma campainha (ver figuras 6.a e 6.b, respectivamente). O almoxarife recolhe a mesma e entra em contato com o pavimento solicitante e toma as devidas providências. O modelo atinge o objetivo de alertar para a ocorrência de anormalidade, entretanto tem a desvantagem de não emitir relatórios para posterior avaliação do desempenho do fluxo visando à melhoria contínua.



(a)



(b)

Figura 5 - Acionamento do Andon no Pavimento (a) Andon no Pavimento Pilotis (b)



(a)



(b)

Figura 6 - Lâmpada e campainha do andon (a) Abertura para a retirada da bola do andon no Pilotis (b)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas constatações após a implantação das melhorias foram percebidas, pode-se citar: (1) a demarcação das vias de tráfego facilitou a desobstrução dos caminhos de acesso; (2) a pacotização dos serviços de estrutura de concreto e alvenaria; (3) A utilização da técnica de linha de balanço e (4) O *andon* implantado na obra facilitou o fluxo de informações entre as equipes de trabalho e a administração da obra, reduzindo desta forma o tempo de paradas por falta de materiais.

A implantação e operacionalização das melhorias na obra ainda estão muito incipientes. Com certeza, outras dificuldades e facilidades apareceram no decorrer dessa implementação. O mais importante, no entanto, é estar “conectado” com a filosofia da Construção Enxuta, e no caso particular da empresa, tentar implementar soluções de baixo custo de implantação e que possa trazer algum retorno para a empresa através de: uma maior racionalização; um aumento de produtividade e qualidade para seus empreendimentos. Vale salientar que, não apenas a empresa aqui apresentada obteve melhorias, mas cerca de setenta por cento das empresa participantes tiveram melhorias com a implantação da filosofia da Construção Enxuta em suas obras. É possível afirmar que o módulo do INOVACON, de *Lean Construction*, modificou a maneira de pensar dos construtores, mas vale salientar que, apesar das mudanças geradas sem grandes investimentos financeiros, no caso particular da empresa pesquisada neste artigo, se torna necessário, em alguns casos, investir para melhor controlar e planejar, podendo desta forma abrir novos horizontes para as melhorias.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BULHÕES, I.R.; FORMOSO, C.T.; AVELLAN, T.V. **Gestão dos fluxos físicos e sua integração com o planejamento e controle da produção**: caso de uma empresa de Salvador-BA. III SIMBRAGEC, São Carlos, 2003.
- COELHO, H.O.; FORMOSO, C.T. **Planejamento e controle da produção em nível de médio prazo: funções básicas e diretrizes de implementação**. III SIMBRAGEC, São Carlos, 2003.
- HEINECK, L.F.M.; MACHADO, R.L. **A geração de cartões de produção na programação enxuta de curto prazo em obra**. II SIMBRAGEQ, Fortaleza, 2001.
- ISATTO, E.L. *et al.* **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. 1ª edição. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000, 175P.
- KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 296p, 2000, Theses, Doctor of Philosophy, VTT Building Technology, Espoo.
- MIRANDA, C.M.G.; ALENCAR, L.H.; CAMPOS, C.A.O.; PONTES, L.A.C.; GHINATO, P. **Um modelo para o sistema de construção enxuta a partir do sistema toyota de produção**. XXIII ENEGEP, Ouro Preto, 2003.
- ONHO, T. **Sistema toyota de produção**. Porto Alegre, SC, Brasil, Bookman, 1996.
- PANTALEÃO, L.H.; ANTUNES Jr., J.A.V. **Avaliação da aprendizagem organizacional a respeito do sistema toyota de produção/lean production system: uma proposição metodológica**. XXIII ENEGEP, Ouro Preto, 2003.
- ROCHA, F.E.M.; HEINECK, L.F.M.; RODRIGUES, I.T.P.; PEREIRA, P.E. **Logística e lógica na construção lean**. Fortaleza, Ce, Brasil, Fibra, 2004.
- ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo, SP, Brasil, Lean Institute Brasil, 2002.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo, SP, Brasil, Lean Institute Brasil, 1999.
- SANTOS, A. **Application of flow principles in the production management os construction sites**. 463p, 1999, Theses, Doctor of Philosophy, The University of Salford, Salford, UK.
- SCHIMITT, C.M.; HEINECK, L.F.M. **Módulo 1/6 – Planejamento e Controle da Produção – Linha de Balanço**, INOVACON, 2000.
- SHINGO, S. **O sistema toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre, SC, Brasil, Bookman, 1996.
- SOUZA, D. P.; BASTOS, M. R.; BARROS, J. P. N.; MOURA, R. S. M.; Pereira, P. E.; HEINECK, L. F. M. **Uma metodologia de implantação do Sistema Toyota de Produção em uma empresa de construção de edifícios a partir do suporte tecnológico do Programa de Inovação da construção civil do ceará (INOVACON-CE)**. IV SIBRAGEC, Porto Alegre, 2005.
- TAVARES, C.B.P.; HEINECK, L.F.M.; LEITE, M.O.; PEREIRA, P.E.; ROCHA, F.E.M. **A constituição de células de trabalho na programação de obras em edifícios**. X ENTAC, São Paulo, 2004.
- TEIXEIRA, M.C.; KEMMER, S.L.; SILVA, M.F.S.; HEINECK, L.F.M. **Melhorias gerenciais e tecnológicas: princípios da construção enxuta contemplados**. XXIV ENEGEP, Florianópolis, 2004.

6 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro através de duas bolsas de pesquisa ao Programa INOVACON.

Ao NUTEC, UFC, UNIFOR, SENAI e CEFET pelo apoio técnico através de seus professores e funcionários.