

Melhorias de Processos com a aplicação da Filosofia Lean

Thiago Ribeiro Francelino (UFC/CE) thiagofrancelino@yahoo.com.br
José de Paula Barros Neto (UFC/CE) jpbarros@ufc.br
Luiz Fernando M. Heineck (UFSC/SC) freitas8@terra.com.br
Marcelo da Costa Teixeira (UFSC/SC) marcelo_cteixeira@superig.com.br
Sérgio Luis Kemmer (UFSC/SC) kemmer@ecv.ufsc.br

Resumo

Este trabalho mostra o resultado de diversas melhorias realizadas em obras verticais na utilização de novas técnicas de organização da produção tomando-se por base a aplicação da filosofia Lean-Construction. Esta aplicação foi inserida em algumas construtoras participantes de um projeto de inovação tecnológica para a construção civil conhecido como INOVACON-CE, existente desde 1998, hoje em sua terceira edição. Foi realizado um inventário das melhorias tecnológicas e gerenciais introduzidas nas empresas destacado-se pela aplicação de técnicas que buscam aperfeiçoar o processo de trabalho e introduzir as ferramentas da filosofia Lean. São apresentadas as seqüências de trabalho desenvolvidas para vários serviços e suas melhorias. Como também, os resultados da implantação de ferramentas como: Kanbans, Andon, 5S, demarcação de fluxos, linhas de balanço, dentre outras. O trabalho é fartamente ilustrado com gráficos e diagramas simples de serem implantados em obras, o que vem a preencher uma lacuna em termos de material didático no país.

Palavras-chave: produtividade, racionalização, Lean Construction.

1.0. Introdução

O Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (INOVACON-CE), institucionalizado a partir de 1998, hoje em sua terceira edição, tem como metodologia de atuação, a criação de módulos de transferência de conhecimento, com duração padrão 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.

O presente artigo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos com as diversas melhorias realizadas em obras verticais na utilização de novas técnicas de organização da produção tomando-se por base a aplicação da filosofia Lean. O embasamento teórico sobre esta filosofia foi repassado as construtoras participantes do INOVACON-CE por meio do primeiro módulo que tratou sobre Lean Construction (Construção Enxuta). Escolheu-se uma vertente da Lean, no caso o Sistema Toyota de Produção (STP), como o elemento norteador das ações a serem realizadas nas obras do grupo do INOVACON-CE.

Trabalhos anteriores foram publicados pela Equipe Técnica do INOVACON (SOUZA et al., 2005 e BARROS NETO, 2005) exaltando a aplicação da filosofia da Construção Enxuta realizada pelo grupo de empresas do INOVACON, tomando por base uma obra piloto a qual foi escolhida durante o módulo de Construção Enxuta. O presente artigo mostrará as diversas ferramentas aplicadas e as melhorias aportadas para o processo de racionalização da construção de edifícios após a implantação da filosofia Lean nas empresas do grupo do INOVACON-CE. As técnicas baseadas na filosofia de Construção Enxuta que foram

observadas nas obras verticais do grupo INOVACON-CE e que serão mostradas a seguir são: técnicas de otimização do processo de trabalho, através do estudo de seqüências de trabalho desenvolvidas para vários serviços; melhorias implementadas na gestão organizacional (padronização da execução de serviços; layout de canteiro, Kanbans, programa 5S, pallets e transpallets); no planejamento e controle da obra (Linha de Balanço, pacotização dos serviços e diagramas de seqüências). Desta forma, procurar-se-á repassar 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 padronização da execução de serviços, o layout de canteiros e os Programas 5S, foram valorizados, mas sempre com o objetivo de otimizar o processo de trabalho, para se obter melhores índices de aproveitamentos de mão de obra.

Utilizou-se como bibliografia, a clássica na área, que vem sendo citada em todas as dissertações e trabalhos acadêmicos recentes. Assim Koskela (1992 e 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. Segundo Rocha et al (2004), as pesquisas realizadas em obras, permitiu o requadro das iniciativas de gerenciamento do canteiro dentro de uma 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.

2.0. Metodologia de Trabalho

Durante o módulo de Construção Enxuta foram realizadas as 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. Nosso objetivo maior, neste presente artigo, não é mostrar como foram executadas as atividades durante o módulo de Construção Enxuta, mas sim, de constatar as mudanças e melhorias reais ocorridas nas empresas em que a filosofia do Lean foi trabalhada, após o término do módulo.

A metodologia de trabalho consistiu em realizar visitas de cunho técnico com o objetivo de observar as mudanças implantadas com a incorporação da nova filosofia. Foram observados os seguintes princípios da construção enxuta definidos pelo STP:

- a) Estabilizar o fluxo de material e informação (kaizen de fluxo);
- b) Melhorar os processos construtivos (kaizen de processo);
- c) Produzir o necessário, quando necessário (just-in-time); e
- d) Otimização da Mão de Obra, reduzindo os tempos de ociosidade.

3.0. Resultado de tabelas e figuras



As ações aqui apresentadas foram observadas nas construtoras participantes do INOVACON-CE, as quais totalizam 13 empresas. Neste item, serão mostradas as melhorias baseadas na filosofia Lean, mas a identidade das empresas em que as melhorias foram observadas serão guardadas em sigilo.

3.1. Ações implementadas na gestão organizacional das obras verticais

Os trabalhos repetitivos, característicos das obras de edifícios residenciais, propiciam a implantação de sinalização, de atividades produtivas, de planejamento e de controle de produção particulares a este tipo de obra.

Podemos citar algumas das melhorias implantadas (ver tabela 01):

- a) Pacotização dos Serviços de alvenaria;
- b) Racionalização dos fluxos de transportes no canteiro;
- c) Projeto do carro prateleira (em desenvolvimento);
- d) Programa visual do canteiro;
- e) Projeto de Paginação de Alvenaria;
- f) Melhorias no serviço de alvenaria;
- g) Formulário de acompanhamento detalhado da execução de serviços;
- h) Formulários de acompanhamento da seqüência de execução do serviço e motivo de paradas; e
- i) Exemplo do Kanban de sinalização, Cartões Kanbans instalados no almoxarifado, heijunka box e detalhe do cartão Kanban.

Fotos	Descrição das melhorias implantadas na gestão organizacional em obras de edifícios verticais
 <p>Foto 01: Pacote de alvenaria</p>	<p>A pacotização dos serviços de alvenaria aportou melhorias e produtividade para as obras verticais. A utilização de blocos especiais, de diferentes espessuras, de blocos calhas, de blocos caixa, trouxe uma redução na perda de materiais e uma melhoria na padronização dos serviços. Na foto 05 mostrar-se-á o projeto específico de alvenaria, o qual auxilia na execução dos serviços a partir da pacotização dos mesmos.</p>
 <p>Foto 02: Racionalização dos fluxos de transportes no canteiro</p>	<p>Foram demarcados pelas empresas os caminhos por onde devem passar os materiais. Desta forma, pode-se otimizar os fluxos de materiais, reduzindo a distância média de transporte, e facilitando a desobstrução do trajeto a ser percorrido pelos materiais.</p>

 <p>Foto 03: Carro Prateleira</p>	<p>Um Projeto em desenvolvimento é o do carro prateleira para transporte de argamassa dentro das unidades habitacionais (ver foto 03), para substituir as jericas, melhorando o fluxo dos materiais no canteiro. O carro prateleira será composto por várias caixas plásticas para transporte de argamassa, com volume superior ao da jericca, para abastecimento dos carros de argamassa com dimensões que permita o livre transito dentro dos apartamentos.</p>
 <p>Foto 04: Placas indicativas de quantidade de materiais por pavimento</p>	<p>As placas indicativas (ver foto 04) foram criadas com o intuito de indicar a quantidade necessária de material por pavimento tipo, obtendo desta forma uma melhor visualização dos materiais necessários a serem empregados em determinados serviços. Permite também uma maior difusão das informações por todos os níveis hierárquicos da empresa.</p>
 <p>Fotos 05: Projeto de Paginação de Alvenaria</p>	<p>O projeto de paginação das alvenarias (ver foto 05), com utilização de blocos cerâmicos especiais de diferentes espessuras, blocos calhas e bloco caixa para racionalização dos trabalhos auxiliam os pedreiros na marcação e na elevação das alvenarias. Também auxilia no levantamento exato do material (tijolo) a ser utilizado nesta etapa da obra.</p>
 <p>Fotos 06 e 07. Confecção de tijolo Mestre e Baías de estoque de tijolos especiais, respectivamente.</p>	<p>Com a criação do tijolo emestrado, as diversas espessuras de mestra dos tijolos emestrados confeccionados, na central de emestramento, são produzidos (Foto 06) utilizando-se de gabaritos e posteriormente armazenados nas baias do supermercado de produtos (Foto 07). Com a criação do supermercado de produtos. Os materiais estão sendo dispostos em baias, devidamente identificadas, para agilizar o transporte para os locais de aplicação.</p>
 <p>Fotos 8 e 9: Exemplo do Kanban de sinalização</p>	<p>Foram feitos e instalados <i>kanbans</i> de sinalização para os principais materiais em grande parte das obras participantes do INOVACON, com o intuito de controlar visualmente a quantidade mínima, determinada para cada um deles, evitando assim, o desabastecimento. A determinação dessas quantidades mínimas ficou a cargo da equipe técnica de cada obra, que se baseou para isso, nas necessidades diárias da obra. Por exemplo, para o cimento foi determinada a quantidade mínima de 50 sacos. Desta forma conseguiu-se reduzir o estoque de materiais e melhor controlar a faltas destes na obra. (Ver foto 8 e 9).</p> <p>Com intuito de se evitar o desabastecimento de materiais importantes na obra, foram feitos e instalados kanbans de sinalização para o controle do estoque mínimo dentro do almoxarifado dos principais materiais e suas quantidades mínimas.</p>

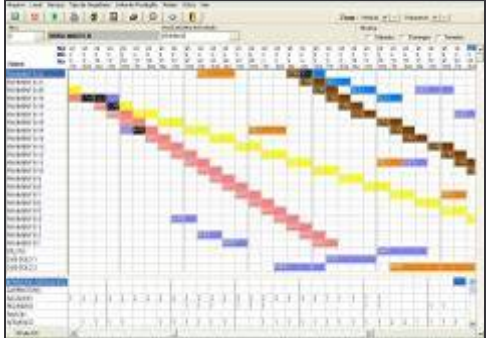
	Os <i>transpallets</i> foram adquiridos por algumas construtoras juntamente com <i>pallets</i> com dimensões especiais para facilitar a livre circulação do fluxo de materiais (tijolos; cimento; argamassa pronta; etc). Otimizando desta forma o fluxo físicos dentro da obra.
Foto 10: <i>Transpallets</i> e <i>pallets</i> adquiridos por uma das obras	

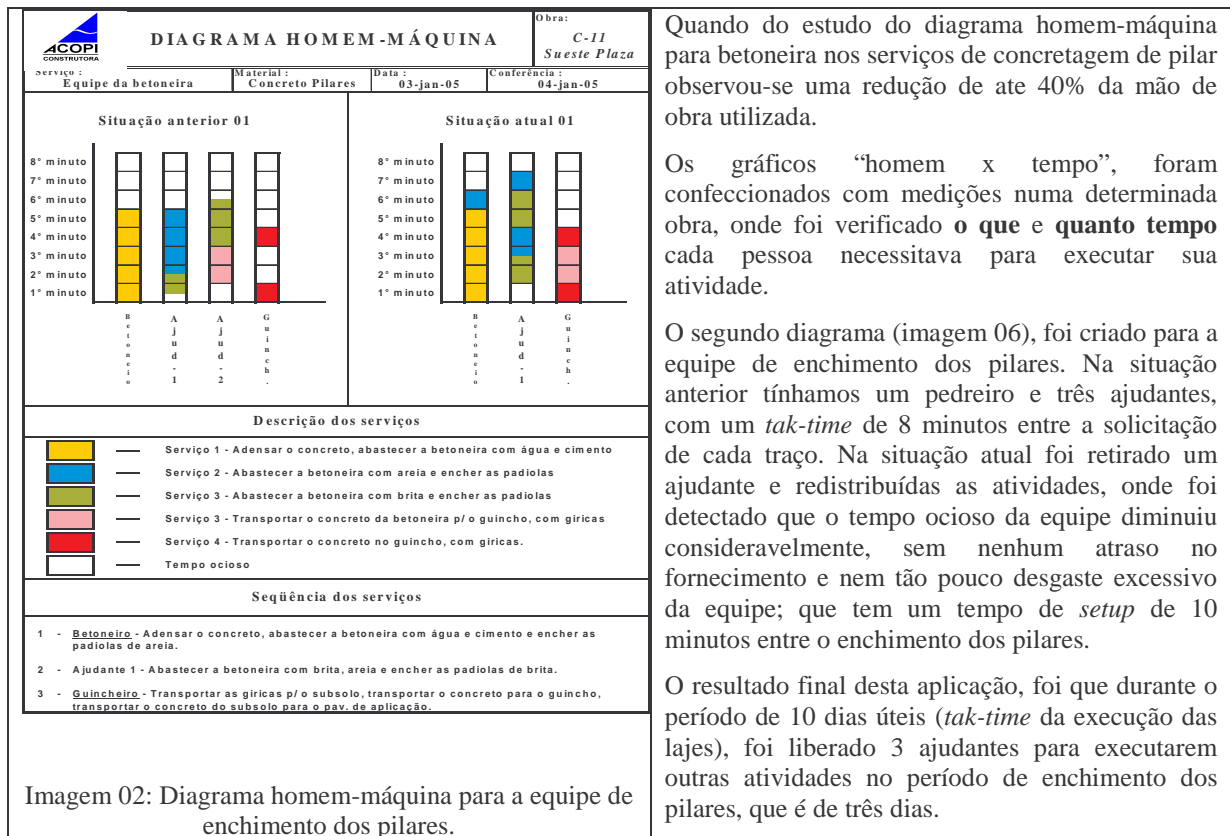
Tabela 01: Resenha fotográfica e melhorias implantadas na gestão organizacional das obras

3.2. Ações implementadas no planejamento e controle das obras

Dentre as ações de planejamento e controle implementadas nas obras destacam-se as seguintes (ver tabela 02):

- a) Linha de balanço parcial das atividades de produção;
- b) Programação diária de serviços “Execução da Estrutura de Concreto”;
- c) Construção do diagrama homem-máquina para a betoneira e para a equipe de enchimento dos pilares, respectivamente;
- d) Elaboração do diagrama de seqüência utilizado na atividade de revestimento cerâmico; e
- e) Implantação de indicadores de parada de atividades.

Imagens	Descrição das melhorias implantadas no planejamento e controle das obras
	Nesta imagem pode-se observar uma Linha de Balanço gerada por um software de gerenciamento de obras. A empresa criadora do software, frente à necessidade de seus clientes e por intermédio de solicitações das empresas participantes do INOVACON-CE, lançou um módulo que gera a linha de balanço a partir dos dados de controle da obra. Facilitando desta forma a obtenção de uma visão global da obra e um melhor controle das atividades.
Imagem 01: Linha de balanço implantada em <i>software</i>	



Quando do estudo do diagrama homem-máquina para betoneira nos serviços de concretagem de pilar observou-se uma redução de até 40% da mão de obra utilizada.

Os gráficos “homem x tempo”, foram confeccionados com medições numa determinada obra, onde foi verificado **o que e quanto tempo** cada pessoa necessitava para executar sua atividade.

O segundo diagrama (imagem 06), foi criado para a equipe de enchimento dos pilares. Na situação anterior tínhamos um pedreiro e três ajudantes, com um *tak-time* de 8 minutos entre a solicitação de cada traço. Na situação atual foi retirado um ajudante e redistribuídas as atividades, onde foi detectado que o tempo ocioso da equipe diminuiu consideravelmente, sem nenhum atraso no fornecimento e nem tão pouco desgaste excessivo da equipe; que tem um tempo de *setup* de 10 minutos entre o enchimento dos pilares.

O resultado final desta aplicação, foi que durante o período de 10 dias úteis (*tak-time* da execução das lajes), foi liberado 3 ajudantes para executarem outras atividades no período de enchimento dos pilares, que é de três dias.

Imagem 02: Diagrama homem-máquina para a equipe de enchimento dos pilares.

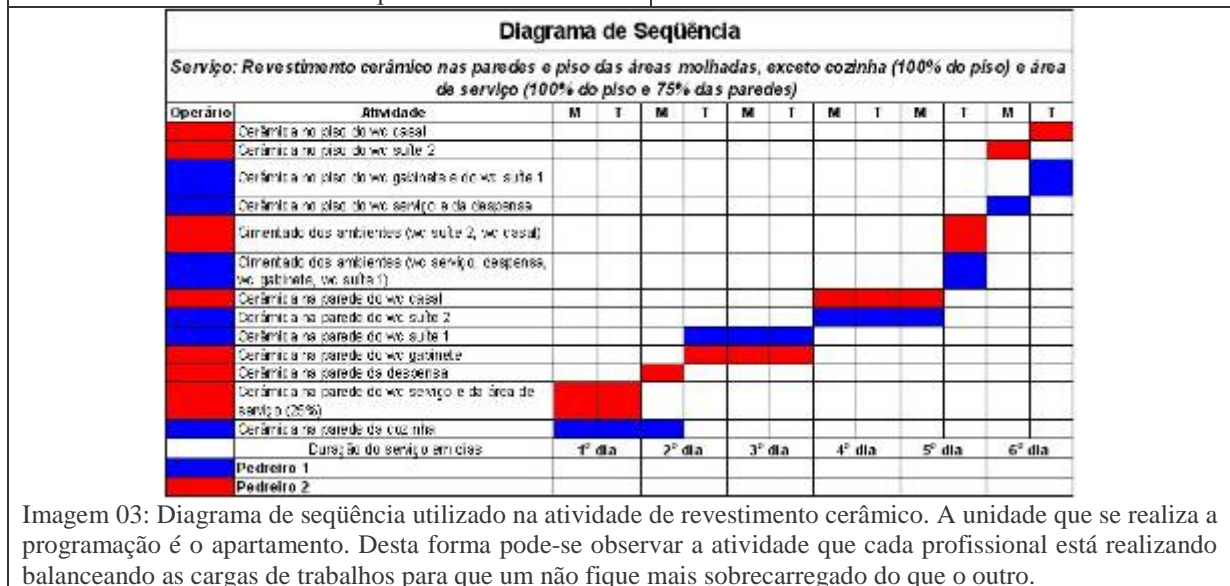


Imagem 03: Diagrama de seqüência utilizado na atividade de revestimento cerâmico. A unidade que se realiza a programação é o apartamento. Desta forma pode-se observar a atividade que cada profissional está realizando balanceando as cargas de trabalhos para que um não fique mais sobrecarregado do que o outro.

Tabela 02: Resenha fotográfica e melhorias implantadas no planejamento e controle das obras

4.0. Considerações finais

Apresentou-se neste trabalho diversas melhorias de processos, nas empresas construtoras de edifícios participantes do INOVAÇON-CE, no que diz respeito à implantação da filosofia Lean Construction. Inúmeras foram as melhorias realizadas, as quais trouxeram para as empresas um maior controle dos fluxos, sejam eles físicos, de informação ou financeiros. O planejamento da obra também teve uma maior abertura quanto à visualização do mesmo, tanto em curto quanto em longo prazo. O estudo de fluxos do serviço verificando os possíveis

pontos de não agregação de valor, para a eliminação destes, foi importante durante a implantação desta nova filosofia. Embora a implantação destas melhorias tenha trazido mudanças significativas para a rotina da obra, deve-se ressaltar que o princípio da melhoria contínua deve estar sempre na mentalidade dos gestores.

Vale ressaltar que apesar das melhorias alcançadas, inúmeras foram as dificuldades encontradas na implantação desta nova filosofia, pode-se citar a maior de todas as dificuldades a resistência dos funcionários as mudanças provenientes da implantação da nova filosofia.

A intenção do grupo do INOVAÇON-CE será de não tardar em realizar outro módulo que trate das questões de planejamento e controle da produção dentro dos canteiros de obra, para que se possa sempre estar alimentando o pensamento gerencial das empresas construtoras na cidade de Fortaleza. E desta forma se chegar a atingir melhorias significativas, no que se refere ao planejamento nos seus diversos níveis, antes não visualizadas pelas empresas de construção civil de nossa região.

5.0. Referências bibliográficas

BARROS NETO, J. P., HEINECK, L. F. M. & SOUZA, D. P. *A Aplicação dos Princípios da Mentalidade Enxuta na Construção Civil: os exemplos de Fortaleza/CE*, ENAMPAD, Brasília, 2005.

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. *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*, INOVAÇON, 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 NETO, J. P.; 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 (INOVAÇON-CE).* IV SIBRAGEC, POA, 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.