



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)

Denilson P. de Souza (1); Márcia R. Bastos (2); José de Paula Barros Neto (3); Roney Sérgio. M. de Moura (4); Pedro Eduardo Pereira (5); Luiz Fernando M. Heineck (6)

(1) Engenheiro Civil, M. Sc, Programa INOVACON, R. Tomas Lopes 200/603, CEP:60.060-260, (85)3228-2352, (85)3284-3526, e-mail: denilsonsouza@click21.com.br

(2) Engenheira Civil, Programa INOVACON, R. Manuel de Queiroz 280/601, CEP: 60.176-150, e-mail: mrbastos2003@hotmail.com

(3) Professor Adjunto/UFC, R. Coronel Jucá 1612/401, Torre II, CEP: 60.170-320, (85)4008-9600, (85)4008-9601, e-mail: jpbarros@ufc.br

(4) Engenheiro Civil/NUTEC, e-mail: rsergio@nutec.ce.gov.br

(5) Engenheiro Civil, Av. Dom Manuel 548, CEP: 60.060-090, e-mail: pedro@informatica.com.br

(6) Professor Titular/UFSC, R. 8 de Setembro 1130/1604, (48)334-4342, (48)331-7045, e-mail: freitas8@terra.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar o processo de implantação da filosofia do pensamento enxuto em uma empresa de construção habitacional, a partir de um programa de desenvolvimento tecnológico: INOVACON-CE. O referido processo iniciou-se com uma exposição teórica sobre o pensamento enxuto, com a posterior implantação do mesmo, em uma empresa de construção habitacional sob a supervisão dos instrutores e o apoio técnico de uma equipe de engenheiros, financiada pelo CNPq e pelas empresas participantes. Desenvolveram-se linhas de balanço, mapas de fluxo de valor, o uso de *kanbans* e de *andons*. Finalmente, avaliou-se o processo de implantação junto aos membros da empresa.

Palavras-chave: Inovação tecnológica, Sistema Toyota de Produção, Construção enxuta.

ABSTRACT

This paper presents the implementation process of lean thinking philosophy in a building company through a technological development program: INOVACON-CE. This process began with a background phase about lean thinking exposed by experts. After this, there was an implementation phase in a building company with an expert's coordination and a technical support of a civil engineer's team financed by CNPq and building companies. It was developed lines of balance, value flow map, *kanban* and *andon's* principles. Finally, it was analysed this implementation process with the opinion of company's members.

Key words: Technological innovation, Toyota Production System, Lean 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 4 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. Em particular, algumas empresas colocam-se como voluntárias, para investir recursos na aplicação das novas metodologias. De certa forma, o INOVACON tem uma característica complementar (ou antagônica), em relação aos programas da qualidade. Visa transformações no canteiro de obras, na racionalização dos procedimentos, na agilidade das obras, no aumento da produtividade, no desenvolvimento de novas técnicas de construção em confronto com o aspecto burocrático, no dirigismo a partir do escritório central, no aumento dos custos indiretos que podem estar associados aos programas da qualidade. A possibilidade de verificar este dualismo, se apresenta nesta edição do INOVACON, já que dentre as 14 empresas participantes, algumas já têm sólidos programas de qualidade implementados.

O presente artigo tem como objetivo apresentar os desenvolvimentos havidos com a realização do primeiro módulo do INOVACON, que trata 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. Escolheu-se ainda, a eliminação de paradas em obra, como o carro chefe das melhorias gerenciais que se pretendia obter. Com isto, foram implantadas uma série de procedimentos, descritos neste artigo, com este fito exclusivo. 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 (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. 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 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 aulas, em um total de doze, foram ministradas por renomados consultores, que repassaram os

conceitos e ferramentas da construção enxuta. Também foram aplicados jogos educativos e exercícios, com o intuito de facilitar a compreensão e fixar as informações teóricas a respeito do assunto.

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, os consultores e a ETPP, de acordo com as visitas técnicas realizadas, fizeram uma pré-seleção das empresas mais adequadas para implantação da pesquisa. A partir dessa pré-seleção, foi escolhida uma empresa para o estudo de caso, através de uma reunião onde se contou com a participação de todas as empresas envolvidas no programa. A empresa selecionada, por sua vez, indicou a obra onde seria realizada a pesquisa. Após a escolha da empresa, 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 selecionada.

Na definição das metas a serem alcançadas, levaram-se em consideração, os princípios da construção enxuta definidos pelo STP. As metas foram as seguintes: estabilizar o fluxo de material e informação (kaizen de fluxo); melhorar os processos construtivos (kaizen de processo); buscar a autoregulação do fluxo (autonomiação); e produzir o necessário, quando necessário (just-in-time). Já a forma de implantação, passou pelas seguintes definições: definição da forma de acompanhamento da ETPP e dos consultores e definição do plano de trabalho. Para o acompanhamento, foi definido que a ETPP ficaria em tempo integral dentro da obra, auxiliando e orientando a equipe técnica da obra (ETO) na implantação dos conceitos e ferramentas relacionados com os princípios da construção enxuta. Já os consultores, fariam o acompanhamento através de reuniões semanais com a ETPP e a ETO, na própria obra, para ajustar ou dar novo direcionamento ao processo de implantação.

Na definição do plano de trabalho, 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).

Foi proposta pela ETPP e pelos consultores, uma reunião com o dono da empresa e a ETO, onde seria elaborado o escopo detalhado do plano de trabalho. Para isto, foi necessária a definição dos serviços a serem acompanhados para a implantação de melhorias no processo e no fluxo de material e informação. Na definição dos serviços, relacionados com as melhorias no processo, levou-se em consideração os seguintes critérios: serviços que estavam iniciando no período de implantação da pesquisa e serviços que apresentavam repetitividade na execução. Como a obra já estava na fase de acabamento, foram selecionados os seguintes serviços: revestimento cerâmico/granito e fiação. Já na definição dos serviços relacionados com o fluxo de material e informação, foram selecionados: planejamento e acompanhamento da obra; organização do canteiro; estocagem e transporte de materiais; e comunicação dentro da obra. Após estas definições, o escopo detalhado do plano de trabalho ficou da seguinte forma:

- Fazer o levantamento da situação atual da obra;
 - Fazer o acompanhamento dos serviços:
 - Revestimento cerâmico e granito;
 - Fiação.
 - Fazer o acompanhamento do fluxo de material e informação:
 - Planejamento da obra;
 - Organização do canteiro, estocagem e transporte de materiais;
 - Comunicação dentro da obra.
- Identificar as oportunidades de melhoria;
- Implantar melhorias.

3. ESTUDO DE CASO

No Quadro 1 são apresentadas algumas características da obra disponibilizada pela empresa para o estudo de caso.

Quadro 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 (01 apto por andar)
Número de pavimentos:	22 pavimentos tipo + 02 subsolos + 01 pilotis
Área do pavimento tipo:	201 m ²
Área total da obra:	8.500 m ²
Ambientes da área comum:	Quadra de esportes, sala para ginástica e salão de festas integrado a praça de conveniência
Número de aptos padrão:	10 (45%)
Número de aptos modificados:	12 (55%)

É importante salientar, o grande número de apartamentos modificados (personalizados) na obra, já que esta característica dificultou, ainda mais, a estabilidade de fluxo e de processos dentro do canteiro.

3.1. Levantamento da Situação Atual da Obra

A ETTP realizou o mapeamento do estado atual da obra, fazendo o acompanhamento dos serviços de revestimento cerâmico/granito e fiação 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 atual estágio em que se encontrava a empresa, em relação aos conceitos e ferramentas da construção enxuta.

3.1.1. Acompanhamento dos Serviços

No acompanhamento dos serviços de revestimento cerâmico/granito e fiação, a ETTP visitou os postos de trabalho, pelos menos, duas vezes ao dia. Uma visita na parte da manhã e outra na parte da tarde. 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 elaborados para este fim, além de entrevistas, reuniões e conversas com os operários. Com as informações coletadas 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.

3.1.2. Acompanhamento do Fluxo de Material e Informação em Obra

No acompanhamento do fluxo de material e informação para realização do diagnóstico da situação atual da obra, a ETTP focou os seguintes serviços: planejamento e acompanhamento da obra; organização do canteiro, estocagem e transporte de material; e comunicação dentro do canteiro. Para o acompanhamento desses serviços, a ETTP utilizou os seguintes meios: reuniões semanais com a ETO, registro fotográfico do canteiro de obras, além de reuniões, entrevistas e conversas com os operários. Nas reuniões semanais com a ETO, a ETTP coletou informações a respeito do planejamento e acompanhamento da obra. Foram coletadas informações de como eram feitas as ordens de serviço e de como eram feitos os controles de produção. 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. Identificação das Oportunidades de Melhoria

Através das informações obtidas no acompanhamento realizado pela ETTP, foram feitas algumas constatações, que serão apresentadas a seguir.

3.2.1. Constatações do Acompanhamento dos Serviços de Revestimento Cerâmico/Granito e Fiação

Através da análise do mapa de fluxo, do diagrama de seqüência e dos indicadores de parada, juntamente com as informações obtidas nas reuniões e entrevistas com as equipes, a ETTP fez as seguintes constatações a respeito da situação atual dos serviços de revestimento cerâmico/granito e fiação: A seqüência de execução atual dos serviços impedia que os mesmos fosse realizado de uma única vez; A falta de detalhamento nos projetos modificados acarretava dúvidas no momento da

execução; Existia retrabalho devido às mudanças de projeto solicitadas pelos clientes, como também, devido a serviços antecessores mal executados; Existiam problemas de estocagem de material no local de trabalho; Existiam problemas de comunicação com a administração da obra; Não existia um caderno de execução dos serviços, no posto de trabalho.

3.2.2. Constatações do Acompanhamento do Fluxo de Material e Informação Dentro da Obra

De posse das informações obtidas através das reuniões realizadas com a ETO, dos registros fotográficos do canteiro de obras e das reuniões, entrevistas e conversas com os operários, a ETPP fez algumas constatações a respeito do planejamento e acompanhamento da obra, da organização no canteiro, da estocagem e transporte de materiais e da comunicação dentro da obra, que serão apresentadas a seguir.

3.2.2.1. Planejamento da Obra

A ETO utilizava o cronograma físico-financeiro como parâmetro para o planejamento. O engenheiro fazia uma programação com duração aproximada de quatro meses, à frente. A visão do todo não era levada em consideração durante a elaboração dessa programação, portanto, não se tinham datas específicas, como por exemplo, o prazo para aceitação de reforma nos apartamentos ou o prazo para desmontagem do elevador de passageiros. A ordem de serviço elaborada pela ETO e utilizada na obra, era na verdade, uma relação discriminada dos serviços a serem realizados no dia seguinte. Não havia local específico para informação do prazo e do local de execução do serviço. Além disso, deveria ser checada diariamente através de reunião, fato que não estava acontecendo. O check-list ou verificação dos serviços era feito de modo superficial pelo mestre de obras e pelo estagiário. Não existia formulário para tal finalidade. Além disso, constatou-se que a verificação só era realizada durante a execução do serviço. Não era rotina padronizada da obra a verificação dos serviços, antes e depois da execução dos mesmos.

3.2.2.2. Organização do Canteiro, Estocagem e Transporte de Materiais

Constatarem-se os seguintes problemas: ausência de demarcação de vias de tráfego no canteiro; ausência de controle visual das quantidades de materiais; ausência de controle visual do estoque mínimo; deficiência no controle de material; e não utilizavam pallets e transpallets para guarda e transporte de material.

3.2.2.3. Comunicação dentro da Obra

Apesar de existirem rádios de comunicação, num total de cinco, distribuídos para a ETO (01 para o engenheiro, 01 para o estagiário, 01 para o mestre de obra, 01 para o almoxarife e 01 ficava de reserva), foi constatado pela ETPP, que a comunicação entre as equipes de trabalho e a administração da obra estava deficiente. Ainda não havia uma forma rápida e eficaz da administração ser informada sobre algum problema que ocorresse na obra.

3.3. Implantação de Melhorias

Após o levantamento da situação atual da obra e identificação das oportunidades de melhorias, foram feitas algumas propostas relacionadas com as deficiências constatadas. Vale ressaltar, que nem todas as melhorias propostas foram implantadas na obra do estudo de caso, até o final da pesquisa.

3.3.1. Melhorias nos serviços

Foram propostas as seguintes melhorias para os serviços de revestimento cerâmico/granito e fiação:

3.3.1.1. Criar Pacotes de Serviços a fim de Melhorar a Seqüência de Execução do Serviço

A empresa tinha como padrão de qualidade assentar todas as caixas de passagem nos cantos das cerâmicas. Para isso, as caixas só poderiam ser assentadas após o revestimento cerâmico ser colocado, com exceção das peças onde as mesmas ficariam. Ou seja, a equipe de pedreiros assentava parte da cerâmica, depois vinha o electricista assentar as caixas e, finalmente, os pedreiros retornavam para assentar o restante das peças. A ETPP propôs a inclusão (pacotização) do serviço de colocação das caixas de passagem, no serviço de revestimento cerâmico, ou seja, ao invés do electricista assentar as caixas de passagem, os próprios pedreiros é que fariam essa tarefa. Infelizmente, esta proposta apresentou resistências por parte da equipe de pedreiros, e para não causar impacto negativo na

implantação do módulo, resolveu-se não insistir na mudança.

3.3.1.2. Padronizar os Projetos de Apartamentos Modificados

A ETPP propôs a elaboração de critérios de aceitação, a serem seguidos pelos clientes, na entrega dos projetos de alteração de lay out. Seria realizada uma reunião com os projetistas que prestam serviço à empresa, onde seriam definidos e padronizados os critérios de aceitação de projetos e as datas limites para aceitação de modificações no lay out do apartamento. Até o final da pesquisa, essa melhoria ainda não havia sido implantada.

3.3.1.3. Elaborar o Caderno de Execução

Foi proposta a elaboração do caderno de execução para os principais serviços da obra. Essa necessidade ficou evidente após a constatação de paradas ocorridas nos serviços, em decorrência da ETO não deter todas as informações necessárias para a execução dos mesmos. Até o final da pesquisa, essa melhoria ainda não havia sido implantada.

3.3.1.4. Adquirir Equipamentos

A ETPP sugeriu a aquisição de cavaletes e masseiras reguláveis que tinham como objetivo melhorar o bem estar e a produtividade das equipes de trabalho. As masseiras seriam para os pedreiros do serviço de revestimento cerâmico e os cavaletes, para a equipe da fiação. Apesar do apoio dado pela ETO na aquisição dos equipamentos, apenas os cavaletes foram adquiridos, já que os pedreiros acharam desnecessária a aquisição das masseiras reguláveis.

3.3.2. Melhorias no Fluxo da Obra

3.3.2.1. Melhorias para o Planejamento e Acompanhamento da Obra

a) Linha de balanço

A ETPP e os consultores sugeriram a utilização da ferramenta conhecida como linha de balanço para auxiliar no planejamento e acompanhamento da obra. A ferramenta permitiu uma visualização da obra como um todo, o que provocou um dinamismo na programação. Essa característica da ferramenta foi valorizada pela ETO, a ponto do próprio engenheiro declarar como era possível se fazer um planejamento sem a linha de balanço. Outro fato importante, foi a realização da reprogramação do planejamento da obra, com a participação do dono da empresa, que não teve dificuldade em acompanhar as decisões tomadas, devido a utilização da ferramenta na sua forma gráfica.

b) Ordem de serviço

Com o intuito de diminuir as alterações na programação, a ETPP resolveu melhorar o processo de elaboração da ordem de serviço, como também, incrementar o formato de seu formulário. Além disso, a reunião diária para ajustes na produção, começou a ocorrer religiosamente e o engenheiro afirmou que tal reunião, seria uma atividade prioritária na obra.

c) Check-list dos serviços

A ETPP propôs a implantação de uma rotina padronizada de verificação dos serviços em andamento. Neste sentido, foi elaborado um modelo de formulário onde seriam anotadas as informações pertinentes a cada serviço. Até o final da pesquisa, a empresa ainda não havia posto em prática tal formulário.

3.3.2.2. Melhorias para Organização do Canteiro, Estocagem e Transporte de Materiais

a) Criação de vias de tráfego

Foram feitas demarcações no canteiro de obras informando as vias de tráfego para o pessoal e transporte de materiais e equipamentos. O objetivo principal dessa melhoria, era facilitar o deslocamento dos operários, equipamentos e material dentro da obra, além de diminuir a possibilidade de acidentes.

b) Controle visual do estoque mínimo de materiais no canteiro

Foram feitos e instalados *kanbans* de sinalização para os principais materiais da obra, com o intuito de controlar visualmente a quantidade mínima determinada para cada um deles, evitando assim, o desabastecimento (ver Figura 2).



Figura 2: Detalhe do *kanban* de sinalização dos materiais

c) Implantação de controle visual para o estoque mínimo do almoxarifado

Foram feitos e instalados *kanbans* de sinalização para o controle do estoque mínimo dentro do almoxarifado. Existem três sinalizações do *kanban*: verde, amarela e vermelha. A verde é quando a quantidade de material está acima da quantidade mínima determinada para aquele material; a amarela é quando a quantidade de material está igual ou inferior a quantidade mínima; e a vermelha é quando o material está em falta (ver Figura 3).



Figura 3: Detalhe dos *kanbans* de sinalização instalados no almoxarifado

d) Controle do consumo de materiais e do ritmo de produção na obra (chapeira e cartões de *kanban*)

A ETTP, juntamente com os consultores, proporam a instalação de um *heijunka-box* ou chapeira de cartões de *kanbans*, com o intuito de controlar o consumo de materiais e o ritmo de produção dentro da obra. Na chapeira são indicadas as seguintes informações: pedidos em execução; pedidos executados; e horários dos pedidos. Já nos cartões, estão contidas as informações sobre o tipo de material solicitado, a unidade, a quantidade e o local onde será aplicado (ver Figura 4). O funcionamento da chapeira de cartões de *kanban* ocorre da seguinte forma: (a) A equipe de produção recebe todos os cartões de *kanban* previstos para a execução do serviço; (b) Antes de se deslocar para o local do serviço, a equipe coloca os cartões de *kanban* que serão necessários para aquele período (manhã ou tarde) na chapeira, na posição de pedido a executar e no horário em que precisará do material; (c) Havendo necessidade de se nivelar a produção, naquele período, o betoneiro, com o auxílio do mestre de obra, realoca os cartões de *kanban* para os horários que permitam esse nivelamento; (d) No horário determinado, a administração da obra envia o material que foi solicitado pela equipe de produção, para seu local de trabalho; (e) Após o envio, os cartões são recolocados na chapeira, na posição de pedido executado, no mesmo horário em que foram solicitados.

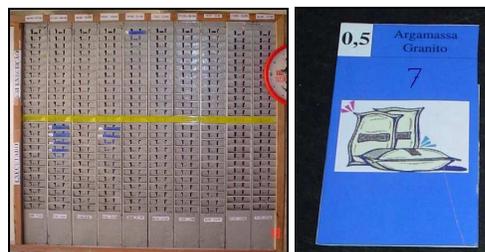


Figura 4: Detalhe da chapeira e do cartão de *kanban*

e) Aquisição de pallet e transpallet

Foram adquiridos pela empresa pallets e transpallets para facilitar a estocagem e o transporte de materiais.

3.3.2.3. Melhorias para Comunicação dentro da Obra

a) Instalação de um *andon*

A ETPP, juntamente com os consultores, propôs a instalação de um *andon*, com o intuito de facilitar a comunicação entre as equipes de produção e a administração da obra. O *andon* proposto foi idealizado por um dos consultores, através de um software conhecido com “GeObra Light”, o mesmo utilizado para elaboração da linha de balanço. Além do software, o sistema é composto por um computador e um monitor de TV, interligados por um cabo de rede aos pavimentos, onde estão instaladas caixas de passagem, com interruptores, que são acionados pelos operários em caso de algum problema. Os interruptores são de três seções e estão diferenciadas por uma bolinha colorida. Cada cor, corresponde a uma determinada situação, quais sejam: (a) Bolinha verde: é acionada toda vez que a equipe de produção chega em seu posto de trabalho; permanece acionada enquanto a equipe estiver trabalhando e é desligada quando a equipe sai do posto de trabalho; (b) Bolinha amarela: é acionada para alertar a administração da obra, que a equipe de trabalho pode parar por algum motivo; permanece acionada enquanto o motivo não for sanado e é desligada assim que o problema é solucionado; (c) Bolinha vermelha: é acionada quando a equipe de trabalho parar a produção, devido algum problema; permanece ligada enquanto a equipe de trabalho estiver parada e é desligada somente quando o problema é resolvido e a equipe volta a produzir novamente.

No almoxarifado da obra, fica o computador onde está instalado o software “GeObra Light” e possibilita à administração da obra, verificar rapidamente, em quais pavimentos têm equipes trabalhando e se existe algum problema ocorrendo naquele momento (ver Figura 5).



Figura 5: Detalhe do interruptor, do computador e da TV utilizados no *andon*

b) Aquisição de rádios de comunicação

Foram adquiridos mais três rádios de comunicação para facilitar e difundir as informações dentro do canteiro de obra. O fato gerador, no entanto, para a aquisição desses rádios, foi a implantação de um sistema de fluxo de informações dentro da obra. O sistema seria composto por oito participantes e como na obra já existiam cinco rádios, tiveram a necessidade de adquirir mais três.

c) Implantação de um sistema de fluxo de informações (supervisores de fluxo)

Para o funcionamento eficaz do *heijunka-box* e do *andon*, fez-se necessária a implantação de um sistema de fluxo de informações que auxiliaria no atendimento das necessidades das equipes de trabalho. Esse sistema era composto por oito pessoas: engenheiro, estagiário, mestre de obra, almoxarife, supervisor de fluxo do canteiro, supervisor de fluxo da torre, betoneiro e o guincheiro. Os supervisores de fluxo eram responsáveis pela organização do canteiro, o estoque mínimo dos materiais, a limpeza da obra, a segurança da obra, além de participarem efetivamente nos sistemas do *heijunka-box* e do *andon*. Vale ressaltar, que os supervisores de fluxo são funcionários da obra, selecionados para este fim.

A ferramenta que acionava o sistema de fluxo de informações era o *andon* e o fato gerador para esse acionamento, era algum problema ocorrido no posto de trabalho. Ocorrendo o problema, os passos seguidos pela equipe de fluxo eram os seguintes: (a) A equipe de trabalho acionava o botão (amarelo ou vermelho) localizado no seu local de trabalho, o qual fazia aparecer um sinal luminoso no monitor do computador e da televisão e um alerta sonoro nas caixas de som do computador; (b) O almoxarife e/ou o supervisor de fluxo do canteiro identificava o local do problema e passava um rádio para o supervisor de fluxo da torre, solicitando sua ida até o local; (c) O supervisor de fluxo da torre ia até o local, verificava o motivo do acionamento do botão e passava um rádio para a pessoa que resolveria o problema (a pessoa que resolveria o problema estaria necessariamente, dentre as pessoas que compunham o sistema de fluxo); (d) O almoxarife registrava no sistema, o motivo do acionamento do botão; (e) Depois que o problema era solucionado, a equipe de trabalho desligava o botão acionado.

Vale ressaltar, que o engenheiro e o estagiário atuavam como supervisores do sistema de fluxo de informações, auxiliando e fazendo ajustes quando necessário.

3.4. Dificuldades e Facilidades Encontradas na Implantação e Operacionalização

No desenvolvimento da pesquisa, a ETPP deparou-se com alguns fatores que dificultaram ou facilitaram a implantação e operacionalização das melhorias dentro da obra do estudo de caso.

Como fatores que dificultaram a implantação e operacionalização da pesquisa podemos citar: (a) A cultura tradicional da ETO que aceitava o fato de que o desperdício, o retrabalho, o “apagar incêndio”, a falta de planejamento eram inevitáveis dentro de um canteiro de obra; (b) A cultura tradicional da ETO de priorizar o custo, dando menor importância ao planejamento da obra; (c) A falta de um sistema de planejamento na obra; (d) A falta de rotinas padronizadas para maioria das atividades relacionadas com a produção; (e) A figura tradicional do mestre de obra, que centralizava todas as informações relacionadas com a produção; (f) A resistência inicial da ETO, em não acreditar que tais melhorias poderiam realmente fazer algum diferencial no andamento da obra; (g) A resistência inicial das equipes de produção, que achavam que as melhorias a serem implantadas trariam benefícios apenas para o dono da empresa; (h) A recusa dos pedreiros do revestimento cerâmico, em assentar as caixas de passagem, por acharem que estariam tirando o emprego do electricista; (i) A dificuldade apresentada pela ETO, notadamente, almoxarife e mestre de obra, na utilização de sistemas computacionais.

Como fatores que facilitaram a implantação e operacionalização da pesquisa podemos citar: (a) O apoio incondicional do dono da empresa, que incentivou e participou do processo de implantação das melhorias (sem dúvida alguma, o principal fator que facilitou a implantação e operacionalização das melhorias); (b) A presença diária da ETPP, auxiliando a ETO na implantação das melhorias; (c) A realização de visitas pela ETO, em empresas onde as melhorias que desejávamos implantar, já estavam sendo operacionalizadas com sucesso (as visitas foram importantes para quebrar as resistências apresentadas pela ETO); (d) A apresentação de dados comprovando os problemas que estavam ocorrendo na obra, com o intuito de despertar a ETO para os fatos (neste sentido, os indicadores de parada foram bem eficientes); (e) A implantação da linha de balanço, que motivou a ETO, notadamente, o engenheiro e o estagiário, que perceberam a importância da utilização da ferramenta no planejamento da obra; (f) A implantação da chapeira e dos cartões de *kanban* motivou as equipes de produção, pois o sucesso de sua operacionalização, diminuiu a desconfiança inicial apresentada pelos operários, de achar que os benefícios seriam somente para o dono da empresa; (g) O envolvimento dos supervisores de fluxo na implantação das melhorias, visto que se esforçaram bastante para cumprir com as funções estabelecidas pela ETPP.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas constatações após a implantação das melhorias foram percebidas, dentre elas: (a) A partir da demarcação das vias de tráfego, os próprios operários ficaram preocupados em deixá-las totalmente desobstruídas, evitando a colocação de material ou equipamento; (b) A implantação da chapeira e dos cartões de *kanban* teve boa receptividade por parte das equipes de produção. Sem dúvida alguma, foi a que surtiu o melhor efeito, com relação ao envolvimento dos operários da obra. Além disso, foi constatado a eficácia do sistema, que está conseguindo alcançar os objetivos esperados: controle de materiais; autogestão da produção (ritmo) pela equipe de trabalho; e nivelamento da produção, principalmente, dos materiais que passam pela betoneira e pelo guincho de carga. É importante salientar que o *heijunka-box* não atua diretamente na produtividade das equipes, e sim, em fatores que podem influenciá-la. No caso da obra em estudo, por exemplo, houve um ganho no tempo do servente, que não precisava mais descer para solicitar massa ao betoneiro, permanecendo mais tempo com a equipe de pedreiros; (c) O *andon* implantado na obra facilitou o fluxo de informações entre as equipes de trabalho e a administração da obra. Além disso, o *andon* teve uma receptividade muito boa, por parte dos operários. Num primeiro momento, eles não acreditavam que ao acionar um botão, viria alguém para solucionar seu problema. A partir do momento em que perceberam que essa possibilidade era real, eles passaram a acreditar no sistema e a utilizá-lo. Em conversa com uma equipe de pedreiros, a ETPP pôde perceber a satisfação deles em poder contar, mais rapidamente, com o auxílio da administração da obra.

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 sempre ajustando o processo e adequando-o às peculiaridades existentes na obra e na empresa. Além disso, ainda é muito cedo para afirmarmos se ocorrerão ganhos significativos de

produção na obra. Todavia, podemos afirmar, que a operacionalização efetiva das ferramentas implantadas na obra, permitirá à ETO uma melhora no quadro atual apresentado pela empresa, proporcionando uma maior racionalização, um aumento de produtividade e qualidade para seus empreendimentos. É certo afirmamos também, que a experiência vivida pela ETO na realização da pesquisa, mudou a forma de se enxergar os processos dentro da obra.

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.

Shingo, S. **O sistema toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre, SC, Brasil, Bookman, 1996.

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.