

A Aplicação dos Princípios da Mentalidade Enxuta na Construção Civil: os exemplos de Fortaleza/CE

Autoria: José de Paula Barros Neto, Luiz Fernando Mahlmann Heineck, Denilson Pereira de Souza

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar exemplos de implantação dos princípios da mentalidade enxuta (Sistema Toyota de Produção – TPS) em obras de construção habitacional, a partir de um trabalho junto a empresas que participam de um programa de inovação na construção civil (INOVAÇON), que acontece em Fortaleza/CE. O trabalho ocorreu a partir de um processo de implantação coordenado por uma equipe de pesquisadores que apresentaram os conceitos e adaptações do TPS para os participantes e depois acompanharam o processo de implantação junto a empresas. Durante a implantação, indicadores de custo e motivação foram acompanhados pela equipe de pesquisa, através de observações in loco e entrevistas. Os resultados podem ser medidos pela motivação de gerentes e empregados, pela redução dos desperdícios e pelo aumento da produtividade. Dificuldades no processo de implantação e o processo de eliminação das mesmas também serão apresentadas.

1. Introdução

Avanços no gerenciamento da construção civil podem ter ocorrido historicamente diante da grandiosidade das obras do passado. A existência de enormes contingentes de mão-de-obra não devem ter arrefecido o entusiasmo com que transformações da natureza eram criadas pelo homem. Da mesma forma, obras militares agregavam um componente de velocidade a execução de edificações que o racionalismo do gerenciamento poderia ter tornado exequível. É somente com o advento do Taylorismo que as ferramentas para a organização do trabalho se tornam disponíveis, assim como os cronogramas de Gantt, primeira evidência de enxergar o todo da obra sendo edificado ao longo do tempo. O advento das técnicas de programação baseadas em redes (PERT/CPM) surge após o esforço de reconstrução da Europa, do Japão e a consolidação da estrutura física da nova potência mundial, eventos estes lastreados na abundância de capitais. As perspectivas teóricas, a simplicidade das técnicas e a disponibilidade dos primeiros computadores “main frame” trouxeram esperanças para o poder de transformação gerencial que estas técnicas trariam para os projetos de construção civil, esperança esta que jamais se materializou.

O cenário nacional acompanha os acontecimentos internacionais, guardadas as proporções. Após o rápido crescimento da infraestrutura brasileira da década de 50 é possível assistir o surgimento de empresas de construção civil organizadas, tanto no campo das grandes obras como das edificações urbanas. É possível apontar, em várias capitais brasileiras, para a existência de empresas que se tornaram símbolos da arte de bem construir e gerencial. Destas empresas pouco sobrou em termos de registros ou legados históricos, a não ser a capacidade de seus engenheiros. É por outro lado frustrante presenciar que o grande esforço desenvolvido pelo BNH na edificação de parcela considerável do ambiente construído brasileiro foi feito à margem de conhecimentos sobre racionalização da mão-de-obra, até porque o objetivo social e econômico era exatamente o inverso, ou seja, garantir o emprego do maior contingente de recursos humanos possível. No final da década de 70 e início da década de 80, assiste-se a dois fenômenos paralelos. Por um lado, a estruturação dos primeiros programas de pós-graduação em construção no país. Por outro lado, o esforço pioneiro de empresas de construção, ligadas a racionalização de seus canteiros. Estas eram as empresas-escola do momento, que já para a metade da década de 80 uniram seus esforços com a

academia, então em processo de consolidação. O fato de que uma das empresas líderes nesta área de racionalização veio a enfrentar dificuldades econômicas severas em meados da década de 90 funcionou como válvula de escape para os setores mais conservadores da construção civil, avessos à mudança em suas práticas. De certa maneira, este incidente também ilustrou a precariedade de basear as ações de melhoria em iniciativas individuais, sem um escopo social e institucional.

O controverso governo Collor trouxe os Programas de Qualidade e Produtividade para o cenário econômico brasileiro. Em particular, o PBQPh – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat ganhou um novo impulso a partir de 1997, firmando-se como o mais visível programa de melhoria gerencial da realidade brasileira, pelas suas dimensões, abrangência regional e capacidade de atingir todos os tipos de empresas notadamente as de menor porte.

Data desta mesma época a institucionalização do Programa de Inovação Tecnológica na Construção Civil do Ceará, INOVACON, hoje já em sua terceira edição, e em relação ao qual este artigo apresenta os desenvolvimentos havidos com o seu primeiro módulo – Lean Construction (Construção Enxuta). A motivação para realização deste programa surgiu a partir da constatação de que existe um número expressivo de empresas do setor engajadas em programas de melhoria da qualidade e produtividade, muitas das quais se ressentem da falta de métodos adequados às peculiaridades da atividade de construção e sobretudo a realidade local. Tem como objetivos, questionar a tecnologia utilizada atualmente; conhecer novas tecnologias através de consultores; implementar as novas tecnologias em obras voluntárias; e documentar a experiência da implementação. A estrutura organizacional do programa tem a seguinte formação: conselho diretor, coordenação geral, coordenação técnica; equipe técnica permanente e empresas participantes (atualmente, 14 empresas). O programa conta também com a participação do CNPq, que financia dois bolsistas de nível superior. 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, de dirigismo a partir do escritório central, de 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 tem sólidos programas de qualidade implementados.

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 (TPS), como o elemento norteador das ações. Escolheu-se ainda a eliminação de paradas em obra como o carro chefe das melhorias gerenciais que se pretende obter. Com isto, foram implantados 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 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.

O presente artigo tem as seguintes pretensões: apresentar a metodologia de trabalho adotada pelo programa e apresentar o estudo de caso realizado (implantação e operacionalização das melhorias; custos, dificuldades e facilidades encontradas).

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 e Shingo. Em particular, escolheu-se uma bibliografia de apoio descrita de forma rápida abaixo. Os textos da Construtora Fibra/IRB publicados em congressos nacionais 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 – um processo transparente de gestão na construção de edifícios permitiu o requadro das iniciativas de gerenciamento do canteiro dentro de uma perspectiva maior do gerenciamento do empreendimento como um todo, desde seu projeto inicial até o acompanhamento do seu uso pelo cliente. Os conceitos de construção enxuta foram aprofundados pelos textos recentes de Teixeira *et al.*, 2004; Miranda *et al.*, 2003; 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; 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 do trabalho

Buscando o repasse da teoria sobre o tema construção enxuta aos participantes do módulo, bem como a aplicação prática desses conceitos nas empresas interessadas em utilizar tais ferramentas, a metodologia de trabalho utilizada para realização do módulo 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. O delineamento da pesquisa está apresentado na Figura 1.

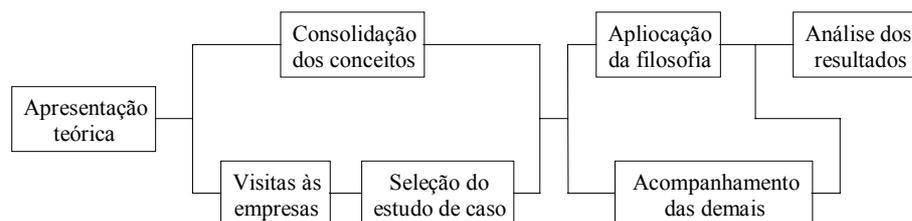


Figura 1: Delineamento da pesquisa

As aulas foram ministradas por renomados consultores, no período de dez/2004 a mar/2005. Ao todo, foram ministradas doze aulas aos participantes do programa, onde foram repassados todos 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) e pelos consultores, no começo do mês de dez/2004, e tiveram como intuito, verificar a atual situação das empresas com relação aos princípios da construção enxuta.

No início do mês de janeiro de 2005, foram realizadas novas visitas técnicas pela ETPP, com o intuito de verificar se as empresas estavam aplicando dentro de suas obras, algum dos conceitos e ferramentas da construção enxuta repassados pelos consultores nas aulas teóricas. A ETPP também se colocou à disposição para esclarecer alguma dúvida por parte das empresas com relação à aplicação desses conceitos e ferramentas.

No início de março, foram realizadas visitas pela ETPP, somente nas empresas que haviam aplicado, de forma mais efetiva, algum conceito e/ou ferramenta relacionados com a construção enxuta. Das quatorze empresas participantes do programa, além da empresa do estudo de caso, outras seis empresas, implantaram melhorias em suas obras, perfazendo um total de sete (50% dos participantes). Vale ressaltar, que dentre as seis, duas empresas já haviam implantado melhorias, antes mesmo do início do módulo, e serviram de referência para as outras construtoras.

Para o estudo de caso, os consultores e a ETPP, de acordo com as visitas técnicas realizadas no início de dezembro de 2004, fizeram uma pré-seleção das empresas¹ mais adequadas para implantação dos conceitos da construção enxuta, naquele momento. A partir dessa pré-seleção, foi selecionada uma empresa para o estudo de caso, através de uma reunião onde se contou com a participação de todas as empresas participantes. A empresa selecionada, por sua vez, indicou a obra a ser 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 de alguns conceitos e ferramentas da construção enxuta na obra selecionada.

Na definição das metas a serem alcançadas, levou-se em consideração, os princípios da construção enxuta definidos pelo STP. As metas foram as seguintes: estabilizar o fluxo de material e informação (kaizen fluxo); melhorar os processos construtivos (kaizen de processo); buscar a autoregulação do fluxo (autonomia); e produzir o necessário, quando necessário (just-in-time).

A forma de implantação dos conceitos e ferramentas da construção enxuta para se alcançar as metas propostas acima, 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 para implantação dos conceitos e ferramentas da construção enxuta na obra selecionada: 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 dos itens a serem acompanhados para implantação de melhorias no fluxo.

Na definição dos serviços a serem acompanhados levaram-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.

Na definição dos itens a serem acompanhados, relacionados com o fluxo de material e informação, foram selecionados os seguintes itens: 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.

Para definição das metas e do plano de trabalho foram gastos 3 (três) dias (última semana do mês de dez/2004). O cronograma para execução do plano de trabalho apresentado acima, segue abaixo, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Cronograma de execução do plano de trabalho para implantação da pesquisa

Atividade	Período		
	Janeiro	Fevereiro	Março
Fazer levantamento da situação atual da obra			
Identificar as oportunidades de melhoria			
Implantar melhorias			

3. Estudo de caso

No Quadro 2 são apresentadas algumas características da obra disponibilizada pela empresa para o estudo de caso.

Quadro 2: 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 dificultava mais ainda a estabilidade de fluxo e de processos dentro do canteiro. De fato, isso foi verificado quando da implantação da pesquisa, visto que as melhorias alcançadas com relação aos processos foram aquém do esperado.

3.1. Levantamento da situação atual da obra

A ETPP 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 ETPP 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 ETPP 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 das informações acima, a ETPP utilizou os seguintes meios: máquina fotográfica digital; formulários elaborados para este fim; e entrevistas, reuniões e conversas com os operários.

As informações coletas através dos meios apresentados acima serviram de base para elaboração de ferramentas, que auxiliaram no diagnóstico da situação atual da obra. As ferramentas elaboradas com as informações coletadas foram: o mapa de fluxo dos serviços, o diagrama de seqüência e os indicadores de parada.

3.1.1.1. Mapa de fluxo

O objetivo na utilização dessa ferramenta foi a de obter uma melhor visualização da seqüência de execução do serviço e do fluxo de material e informação envolvidos na execução dos serviços estudados. A base teórica para elaboração do mapa de fluxo está descrita em Rother *et al*, 1999.

3.1.1.2. Diagrama de seqüência

Essa ferramenta mostra a seqüência de execução de como o operário ou a equipe realiza o serviço em cada período do dia e quantos dias são necessários para a realização do mesmo. A base teórica para elaboração do diagrama de seqüência está descrita em Rother *et al*, 2002.

3.1.1.3. Indicadores de parada

Indicam a quantidade de ocorrência dos fatores que ocasionaram alguma parada na execução dos serviços acompanhados pela ETPP. Esses indicadores foram de grande valia para a identificação de oportunidades de melhoria, pois denunciavam com bastante clareza, onde a empresa deveria atuar para melhorar o andamento da obra.

3.1.2. Acompanhamento do fluxo de material e informação em obra

No acompanhamento do fluxo de material e informação para realizar o diagnóstico da situação atual da obra, a ETPP focou os seguintes itens: planejamento e acompanhamento da obra; organização do canteiro, estocagem e transporte de material; e comunicação dentro do canteiro.

Para o acompanhamento dos itens acima, a ETPP utilizou os seguintes meios: reuniões semanais com a ETO; registro fotográfico do canteiro de obras; e reuniões, entrevistas e conversas com os operários.

Nas reuniões semanais com a ETO, a ETPP 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 ETPP 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 ETPP, 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 ETPP fez as seguintes constatações a respeito da situação atual dos serviços de revestimento cerâmico/granito e fiação:

- A seqüência atual do serviço impede que o mesmo seja realizado de uma única vez;
- A falta de detalhamento nos projetos modificados acarreta dúvidas no momento da execução;
- Existe retrabalho devido às mudanças de projeto solicitadas pelos clientes, como também, devido a serviços antecessores mal executados;
- Existem problemas de estocagem de material no local de trabalho;
- Existem problemas de comunicação com a administração da obra;
- Não existe um caderno de execução do serviço, no posto de trabalho, detalhando todos os pontos de possíveis dúvidas do operário.

3.2.2. Constatações do acompanhamento do fluxo de material e informação dentro da obra

Através das reuniões realizadas com a ETO, os registros fotográficos do canteiro de obras e as 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 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. A ordem de serviço era elaborada pela ETO e checada diariamente através de reunião, que deveria ocorrer diariamente. Isso, no entanto, 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

Constataram-se os seguintes problemas: ausência de demarcação das 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

Foi constatado pela ETPP que a comunicação entre as equipes de trabalho e a administração da obra estava deficiente. Quando ocorria algum problema no posto de trabalho, principalmente na torre da obra, o operário ficava aguardando a gaiola passar no seu andar ou então descia pela escada, para poder se comunicar com a administração da obra. Somente no pilotis, de onde saía a gaiola, é que existia uma botoeira e uma campainha que permitia ao operário, chamar o gaioleiro. Existiam rádios de comunicação, num total de cinco, distribuídos somente para ETO, da seguinte forma: 01 para o engenheiro, 01 para o estagiário, 01 para o mestre de obra, 01 para o almoxarife e 01 ficava de reserva.

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.

3.3.1. Melhorias nos serviços

Foram propostas as seguintes melhorias para os serviços de revestimento cerâmico/granito e fiação: melhorar a seqüência de execução do serviço; criar pacotes de serviços; padronizar os projetos para apartamentos modificados; elaborar o caderno de execução; e adquirir equipamentos que melhorem o bem estar e a produtividade das equipes.

3.3.1.1. Melhorar a seqüência de execução do serviço

A ETPP propôs a antecipação da entrada do eletricitista no assentamento das caixas de passagem para evitar que os pedreiros saíssem do pavimento sem o serviço concluído. O intuito era evitar que a equipe de pedreiro tivesse que regressar ao pavimento somente para assentar as peças cerâmicas onde existiam caixas de passagem, como estava ocorrendo anteriormente. Esta melhoria foi implantada, mas não resolveu totalmente o problema.

3.3.1.2. Criar pacotes de serviços

Apesar da melhoria alcançada acima, a proposta inicial da ETPP era de incluir o serviço de colocação das caixas de passagem no serviço de revestimento cerâmico, ou seja, ao invés do eletricitista assentar as caixas de passagem, os próprios pedreiros é que fariam essa tarefa. Para esse processo, damos o nome de pacotização de serviços. 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.

3.3.1.3. Padronizar os projetos para apartamentos modificados

Como estava ocorrendo muito retrabalho devido a dúvidas nos projetos fornecidos por alguns clientes, que desejavam alterar o lay out de seu apartamento, foi proposto à empresa que elaborasse critérios de aceitação a serem seguidos pelos clientes na entrega de tais alterações. A proposta da ETPP é a realização de uma reunião com os projetistas que prestam serviço para a empresa, onde serão 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.

3.3.1.4. 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 acompanhados, 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.

3.3.1.5. 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 seriam 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, ao contrário da equipe de fiação, que ficou muito satisfeita com a aquisição dos cavaletes, em substituição aos antigos cavaletes de madeira.

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 ETO e a ETPP, baseadas no cronograma físico-financeiro existente e utilizando o software GeObra Light, elaboraram a linha de balanço 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 ocorrido com a implantação da linha de balanço, 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. Além das vantagens mencionadas acima, a utilização da linha de balanço no acompanhamento do planejamento, permitiu uma visualização geral do progresso das atividades (ritmo) e do impacto na produção, quando da alteração de precedências e/ou recursos.

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. Neste sentido foram propostas as seguintes melhorias: elaborar a ordem de serviço de acordo com a programação descrita na linha de balanço; fazer religiosamente a verificação diária dos serviços em andamento para se ter uma noção exata do andamento da obra; colocar na relação dos serviços previstos para nova frente, somente aqueles que tiverem condições de serem realmente executados, ou seja, somente aqueles em que o material, as ferramentas, os equipamentos e a equipe executora estiverem disponíveis na obra; fazer religiosamente a reunião diária entre a ETO para revisão, ajustes e acréscimo de serviços na ordem de serviço; e colocar no formulário colunas para as datas de início e término dos serviços. De fato, com as implantações das melhorias mencionadas acima, verificou-se uma diminuição nas alterações da programação da obra. Todavia, ainda existem muitas melhorias que podem ser implantadas, dentre elas, a implantação de uma ordem de serviço mais detalhada para cada serviço, ou pelo menos, para os mais significativos. A reunião diária está acontecendo religiosamente e o engenheiro afirmou que é uma tarefa prioritária. O objetivo principal é fazer com que a ETO siga realmente a programação da obra ou invés de ficar somente “apagando fogo”.

c) Check-list dos serviços

A ETPP propôs a implantação de uma rotina padronizada de verificação dos serviços em andamento. Anteriormente, esta verificação era meramente visual, sem anotação, onde ocorria a perda de informação por mero esquecimento. 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. Objetivo principal dessa melhoria é facilitar o deslocamento dos operários, equipamentos e material dentro da obra, além de diminuir a possibilidade de acidentes. De fato, percebeu-se que os próprios operários ficavam preocupados em deixar as vias totalmente desobstruídas, evitando colocar material ou equipamento no espaço destinado a elas.

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 de materiais na obra (chapeira e cartões de kanban)

A ETPP 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 dentro

da obra. A chapeira de cartões de kanban foi confeccionada com a utilização de 10 chapeiras de cartão de ponto dispostas sobre um painel de madeira. Na chapeira são indicadas as seguintes informações: pedidos em execução; pedidos executados; e horários dos pedidos. Os cartões de kanban foram confeccionados em papel e plastificados para garantir mais durabilidade. O tamanho dos cartões de kanban coincide com o tamanho do cartão de ponto. Nestes 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 equipe de produção recebe todos os cartões de kanban previstos para a execução do serviço. Os cartões são entregues pelo supervisor de fluxoⁱⁱ que anota os pedidos em formulário próprio para este fim. É também neste momento, que o supervisor de fluxo anota no cartão de kanban, o local onde será utilizado aquele material;
- 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;
- Havendo necessidade de se nivelar a produção naquele período, o betoneiro, com o auxílio do mestre de obra, se for o caso, realoca os cartões de kanban para os horários que permitam esse nivelamento. Feito isso, informa-se o novo horário de envio de material às equipes de trabalho afetadas;
- No horário determinado, a administração da obra envia o material que foi solicitado pela equipe de produção para seu local de trabalho;
- Após o envio, os cartões são recolocados na chapeira, na posição de pedido executado, no mesmo horário em que foram solicitados;
- No final do dia, o supervisor de fluxo recolhe os cartões da chapeira, dá baixa em formulário próprio para este fim e disponibiliza-os para outros serviços.

A implantação da chapeira e dos cartões de kanban teve boa receptividade por parte das equipes de produção. Dentre as melhorias propostas pela ETPP e implantadas na obra, sem dúvida alguma, a que surtiu o melhor efeito, com relação ao envolvimento dos operários da obra, foi o heijunka box. Através do acompanhamento da utilização da chapeira e dos cartões de kanban, a ETPP pôde constatar a eficácia do sistema, que está conseguindo alcançar os objetivos esperados, quais sejam: 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.

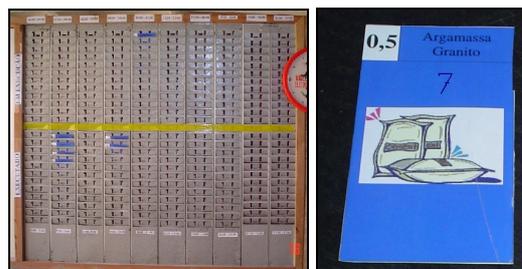


Figura 4: Detalhe da chapeira e do cartão de kanban

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, também proporam a instalação de um andon, com o intuito de facilitar a comunicação dentro da obra entre as equipes de produção e a administração da obra.

O andon proposto foi idealizado por um dos consultores, através do software GeObra Light, também 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, que estão diferenciadas por uma bolinha colorida. Cada cor corresponde a uma determinada situação, quais sejam:

- 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;
- 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 seja solucionado;
- 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 for resolvido e a equipe voltar a produzir novamente.

No almoxarifado da obra fica o computador onde está instalado o software GeObra Light. Existe uma tela no programa que possibilita a visualização da situação de cada posto de trabalho por pavimento. Através dessa tela, a administração da obra verifica rapidamente em quais pavimentos têm equipes trabalhando e se existe algum problema ocorrendo naquele momento. Essa mesma tela que aparece no monitor do computador, também aparece em um monitor de televisão que está localizado em uma área que fica próxima da betoneira, do elevador de carga e do refeitório. Outro detalhe importante, é que o acionamento dos botões de cor amarela e vermelha, faz soar um alarme nas caixas de som do computador, alertando que existe algum problema naquele momento (ver Figura 5). A sistemática completa do funcionamento do andon, ou seja, quem aciona os interruptores, quem verifica os alertas, quem soluciona os problema, será explicado no item “Implantação de um sistema de fluxo de informação”.

O andon implantado na obra está alcançando o objetivo desejado, ou seja, o fluxo de informações entre as equipes de trabalho e a administração da obra está melhorando. 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.

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 é composto por um grupo de pessoas, totalizando oito, onde a figura principal é o supervisor de fluxo. O supervisor de fluxo, como o próprio nome já diz, é responsável pelo controle de fluxo de material e informação dentro da obra. É dele a responsabilidade de supervisionar a organização do canteiro, o estoque mínimo dos materiais, a limpeza da obra, a segurança da obra e participar de forma efetiva nos sistemas do heijunka box e do andon. O grupo de pessoas que compõem o sistema de fluxo de informações da obra é composto da seguinte forma: engenheiro, estagiário, mestre de obra, almoxarife, supervisor de fluxo do canteiro, supervisor de fluxo da torre, betoneiro e o guincheiro. Vale ressaltar que os supervisores de fluxo são funcionários da obra selecionados para este fim. O supervisor de fluxo do canteiro é o auxiliar de almoxarife e o supervisor de fluxo da torre é o gaioleiro. A ferramenta que aciona o sistema de fluxo de informações é o andon e o fato gerador para esse acionamento é algum problema ocorrido no posto de trabalho. Ocorrendo o problema, os passos a serem seguidos pela equipe de fluxo são os seguintes:

- A equipe de trabalho aciona o botão (amarelo ou vermelho) localizado no seu local de trabalho. Neste momento, aparecerá um sinal luminoso no monitor do computador e da televisão e um alerta sonoro nas caixas de som do computador;
- O almoxarife e/ou o supervisor de fluxo do canteiro identifica o local do problema e passa um rádio para o supervisor de fluxo da torre, solicitando sua ida até o local;
- O supervisor de fluxo da torre vai até o local, verifica o motivo do acionamento do botão e passa um rádio, para a pessoa que resolverá o problema. A pessoa que resolverá o problema estará necessariamente, dentre as pessoas que compõe o sistema de fluxo. Neste momento, todas as pessoas que compõe o sistema, e estão com os rádios ligados, saberão o motivo do acionamento do botão;
- O almoxarife registra no sistema, através do software GeObra Light, o motivo do acionamento do botão;
- Depois que o problema é solucionado, a equipe de trabalho desliga o botão acionado.

Vale ressaltar, que o engenheiro e o estagiário atuam mais como supervisores do sistema de fluxo de informações, auxiliando e fazendo ajustes quando necessário. Além disso, o envolvimento por parte dos dois supervisores de fluxo, preocupando-se em fazer com que a implantação desse certo, foi fundamental para o sucesso do sistema.



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

3.4. Custos de implantação da pesquisa

Dividiremos a apresentação dos custos da seguinte forma: custos diretos e indiretos realizados pela empresa.

3.4.1. Custos diretos

Como custo direto temos todos os equipamentos adquiridos como parte integrante das melhorias implantadas. O Quadro 3 apresenta a relação desses equipamentos, juntamente com suas quantidades e preços unitário e total.

É importante salientar, que todos os equipamentos adquiridos pela empresa serão reaproveitados nos próximos empreendimentos, diluindo assim, o valor total gasto de R\$7.410,00 (sete mil quatrocentos e dez reais).

Quadro 3: Relação dos equipamentos adquiridos pela empresa na implantação das melhorias

Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	V. unitário	Valor total
1	Rádios de comunicação	un	3	R\$333,33	R\$1.000,00
2	Andon	un	1	R\$3.000,00	R\$3.000,00
3	Transpallet	un	4	R\$380,00	R\$1.520,00
4	Pallet	un	50	R\$3,80	R\$190,00
5	Cavalete com regulagem de altura	un	1	R\$300,00	R\$300,00
6	Kanbans de sinalização	vb	1	R\$400,00	R\$400,00
7	Heijunka box (chapeira + cartões de kanban)	vb	1	R\$1.000,00	R\$1.000,00
Total geral					R\$7.410,00

3.4.2. Custos indiretos

Como custos indiretos, consideramos o tempo gasto pela ETO na implantação das melhorias propostas pela ETPP. No Quadro 4 é apresentada uma estimativa da quantidade de horas gasta pela ETO na implantação das melhorias. Nesta estimativa, considerou-se que cada integrante da ETO dedicou uma hora e meia, por dia, durante os três meses, na implantação da pesquisa, perfazendo um total de noventa e nove horas para cada um (1,5 hora x 22 dias x 3 meses). Os valores unitários para cada homem-hora foram baseados nos valores do sindicato da indústria da construção civil de Fortaleza, com exceção do engenheiro, que teve como referência o piso salarial da categoria de 8,5 salários mínimos.

Assim como nos custos diretos, podemos estar diluindo o valor total gasto de R\$1.631,70 (hum mil, seiscentos e trinta e um reais e setenta centavos), visto que o conhecimento adquirido pela ETO será empregado nos próximos empreendimentos.

Quadro 4: Estimativa de custo indireto da ETO

Item	Função	Unidade	Quantidade	V. unitário	Valor total
1	Engenheiro	hh	99	R\$9,21	R\$911,63
2	Estagiário	hh	99	R\$1,23	R\$122,05
3	Mestre de obra	hh	99	R\$3,94	R\$390,55
4	Almoxarife	hh	99	R\$2,10	R\$207,48
Total geral					R\$1.631,70

3.5. 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. É importante salientar, que a constatação desses fatores se deu através da convivência diária da ETPP com a ETO e as equipes de produção, além é claro, do acompanhamento dos serviços e itens relacionados ao fluxo da obra, através de formulários, reuniões e entrevistas.

Como fatores que dificultaram a implantação e operacionalização da pesquisa podemos citar:

- Cultura tradicional da ETO que aceitava o fato de que as coisas na construção civil são assim mesmo, ou seja, o desperdício, o retrabalho, o “apagar fogo”, a falta de planejamento são inevitáveis dentro de um canteiro de obra;
- Cultura tradicional da ETO de priorizar o custo, dando menor importância ao planejamento da obra;
- A falta de um sistema de planejamento na obra;
- A falta de rotinas padronizadas para maioria das atividades relacionadas com a produção;
- A figura tradicional do mestre de obra que centralizava todas as informações relacionadas com a produção;
- A resistência inicial da ETO em não acreditar que tais melhorias poderiam realmente fazer algum diferencial no andamento da obra;
- A resistência inicial das equipes de produção que achavam que as melhorias a serem implantadas trariam benefícios apenas para o dono da empresa;
- Os pedreiros do revestimento cerâmico recusaram-se em sentar as caixas de passagem, por acharem que estariam tirando o emprego do electricista;
- 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:

- O apoio incondicional do dono da empresa que incentivou e participou do processo de implantação das melhorias dentro da empresa. Sem dúvida alguma, o principal fator que facilitou a implantação e operacionalização das melhorias;
- A presença diária da ETPP auxiliando a ETO na implantação das melhorias;
- 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;
- 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;
- A implantação da linha de balanço motivou a ETO, notadamente, o engenheiro e o estagiário que perceberam a importância da utilização da ferramenta no planejamento da obra;
- 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 obra;
- O envolvimento dos supervisores na implantação das melhorias, visto que se esforçaram bastante para cumprir com as funções estabelecidas pela ETPP.

4. Considerações finais

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 ocorreram ganhos significativos de produção na obra, com a implantação das melhorias. Todavia, podemos afirmar, que a operacionalização efetiva das ferramentas implantadas na obra, permitirá à ETO uma melhora no quadro atual apresentado pela empresa, proporcionando mais racionalização, produtividade e qualidade para seus empreendimentos. É certo afirmamos também, que a experiência vivida

pela ETO na realização da pesquisa, mudou a forma dela 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, Fibrá, 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.

ⁱ Os critérios utilizados nesta pré-seleção foram: estágio da obra, nível gerencial e tecnológico e interesse da empresa em participar do estudo de caso.

ⁱⁱ A figura do supervisor de fluxo será mais detalhadamente comentada no item: “Implantação de um sistema de fluxo de informações (supervisores de fluxo)”.