



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
NÚCLEO ORIENTADO PARA A INOVAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

LEAN CONSTRUCTION: PRINCÍPIOS BÁSICOS E EXEMPLOS

Carlos T. Formoso, Eng. Civil, Ph.D., Professor do NORIE/UFRGS

1 INTRODUÇÃO

Desde meados dos anos 80 tem se observado no país um forte movimento no setor no sentido de aplicar os princípios e ferramentas da Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management* – TQM). Mais recentemente, muitas empresas do setor voltaram-se ao desenvolvimento de sistemas de gestão da qualidade, tanto como meio para alcançar um maior nível de controle sobre seus processos produtivos, como também com o objetivo final de obter certificação segundo as normas da série ISO9000.

Apesar de ter trazido importantes benefícios para o setor, a filosofia do TQM atende apenas de forma parcial as necessidades das empresas, na medida que os seus conceitos, princípios e ferramentas não contemplam, com a devida profundidade, questões relacionadas à eficiência e eficácia do sistema de produção. Em função destas limitações e também pelo fato de que erroneamente tentou-se disseminar o TQM na indústria como uma solução global para toda a organização, esta filosofia vem sofrendo um relativo desgaste entre as empresas nos últimos anos.

Ao longo dos anos 90, um novo referencial teórico vem sendo construído para a gestão de processos na construção civil, envolvendo o esforço de um grande número de acadêmicos tanto no país como no exterior, com o objetivo de adaptar alguns conceitos e princípios gerais da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor. Este esforço tem sido denominado de Lean Construction, por estar fortemente baseado no paradigma da *Lean Production* (Produção Enxuta), que se contrapõe ao paradigma da produção em massa (*Mass Production*), cujas raízes estão no Taylorismo e Fordismo.

As idéias deste novo paradigma, em realidade, surgiram no Japão nos anos 50, a partir de duas filosofias básicas, o próprio TQM e também o *Just in Time* (JIT), sendo o Sistema de Produção da Toyota no Japão a sua aplicação mais proeminente (Shingo, 1986). Assim, seus conceitos e princípios básicos surgiram na própria indústria, principalmente a automotiva. Apenas recentemente passou a existir um movimento entre acadêmicos no sentido de entender este novo paradigma, com o objetivo de disseminá-lo nos mais diversos setores de atividade econômica.

No que tange à Indústria da Construção Civil, este esforço foi marcado pela publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* por Lauri Koskela (1992) do Technical Research Center (VTT) da Finlândia, a partir do qual foi criado o IGLC - International Group for *Lean Construction*, engajado na adaptação disseminação do novo paradigma no setor da construção civil em diversos países. Recentemente foi realizado em Gramado – RS a 10ª Conferência Anual do IGLC (ver site <http://www.cpgcec.ufrgs.br/norie/iglc10>).

No presente artigo¹ são apresentados alguns conceitos e princípios básicos de gestão da produção cujo conhecimento é necessário para entender a produção enxuta. De forma facilitar a compreensão dos mesmos, são apresentados alguns exemplos de aplicação na construção civil.

¹ Este texto é um extrato da publicação "*Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil*" (ISATTO et al., 2000).

2 BASE CONCEITUAL

A diferença básica entre a filosofia gerencial tradicional e a *Lean Production* é principalmente conceitual. A mudança mais importante para a implantação do novo paradigma é a introdução de uma nova forma de entender os processos.

O modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação), conforme ilustra a Figura 1. Por esta razão, o mesmo é também denominado de modelo de conversão.

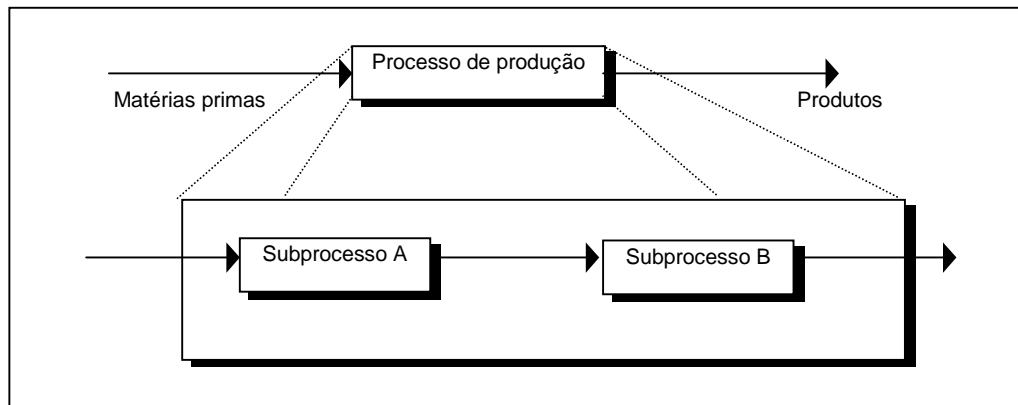


Figura 1. Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional

Este modelo apresenta, implicitamente, as seguintes características:

- O processo de conversão pode ser subdividido em sub-processos, que também são processos de conversão. Por exemplo, a execução da estrutura pode ser subdividida em execução de formas, corte, dobragem e montagem de armaduras e lançamento do concreto;
- O esforço de minimização do custo total de um processo em geral é focado no esforço de minimização do custo de cada sub-processo separadamente; e
- O valor do produto (*output*) de um sub-processo é associado somente ao custo (ou valor) dos seus insumos.

Este é o modelo adotado, por exemplo, nos orçamentos convencionais, que são tipicamente segmentados por produtos intermediários (por exemplo, vigas, paredes, portas, etc.), e também nos planos de obra, nos quais são normalmente representadas apenas as atividades de conversão. Assim, tanto os orçamentos quanto os planos de obra em geral representam explicitamente a seqüência de atividades que agregam valor ao produto, também denominada de fluxo de montagem de uma edificação.

As principais deficiências do modelo de conversão são as seguintes:

- Existe uma parcela de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e de mão de obra), as quais não são explicitamente consideradas. Ao contrário das atividades de conversão, estas atividades não agregam valor. Em processos complexos, como é o caso da construção de edificações, a maior parte dos custos é originada nestes fluxos físicos.

Por exemplo: estima-se que cerca de dois terços (67%) do tempo gasto pelos trabalhadores em um canteiro de obras estão nas operações que não agregam valor: transporte, espera por material, retrabalhos, etc;

- b) O controle da produção e esforço de melhorias tende a ser focado nos sub-processos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias nas atividades de conversão, principalmente através de inovações tecnológicas, pode deteriorar a eficiência dos fluxos e de outras atividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global. **Por exemplo:** a introdução de um novo sistema de vedações verticais em uma obra no lugar da alvenaria convencional pode aumentar a produtividade da atividade execução de paredes, mas pode ter um impacto relativamente pequeno na melhoria da eficiência do processo como um todo, se não houver uma redução significativa no tempo gasto em atividades que não agregam valor, tais como transporte de materiais, esperas por parte de equipes subseqüentes, etc.
- c) A não consideração dos requisitos dos clientes pode resultar na produção, com grande eficiência, de produtos que são inadequados. Neste sentido, deve-se considerar os requisitos tanto dos clientes finais como internos. **Por exemplo:** pode-se produzir um edifício de apartamentos com grande eficiência, mas que não tem valor de mercado por não atender aos requisitos de potenciais compradores (clientes finais). Da mesma forma, uma equipe de estrutura pode executar com eficácia o desempenamento perfeito da superfície de concreto das lajes, o que, ao invés de facilitar o trabalho das equipes subseqüentes (clientes internos), vai dificultá-lo, pois existe a necessidade de aderência entre as lajes e a argamassa de assentamento do piso a ser colocado.

O modelo de processo da Construção Enxuta, por sua vez, assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção (Figura 2). As atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, sendo por esta razão denominadas atividades de fluxo.

Nem toda a atividade de processamento agrega valor ao produto. Por exemplo, quando as especificações de um produto não foram atendidas após a execução de um processo e existe a necessidade de retrabalho, significa que atividades de processamento foram executadas sem agregar valor.

É evidente que os itens definidos nos orçamentos convencionais e nos planos de obra implicitamente contêm as referidas atividades de fluxo. Entretanto, o fato de que as mesmas não são explicitadas dificulta a sua percepção e prejudica a gestão da produção.

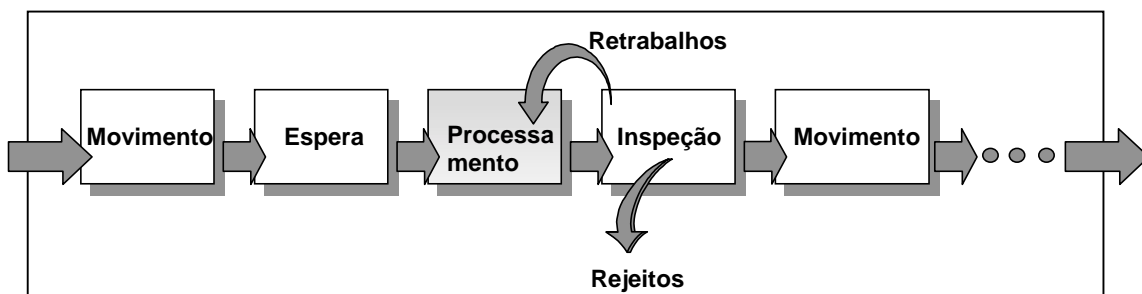


Figura 2. Modelo de processo da Construção Enxuta (Koskela, 1992)

A geração de valor é outro aspecto que caracteriza os processos na Construção Enxuta. O conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo inerente à execução de um processo. Assim, um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos.

O modelo de processo da Figura 2 é aplicável não só a processos de produção, que têm um caráter físico, mas também a processos de natureza gerencial, tais como planejamento e controle, suprimentos, projeto, etc. No caso de processos gerenciais, ao invés de materiais, ocorre o transporte, espera, processamento e inspeção de informações (fluxo de informações).

Por exemplo: no processo de projeto os principais dados de entrada são as informações relativas às necessidades dos clientes e as características do terreno, que, após sucessivas atividades, são transformadas no produto projeto (arquitetônico, estrutural, instalações, etc.).

PRODUÇÃO COMO REDE DE PROCESSOS E

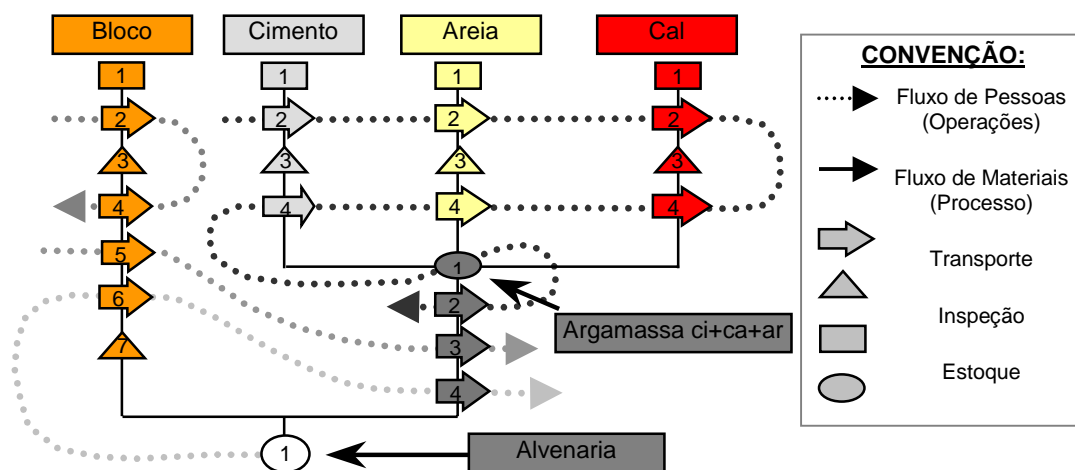


Figura 3. Relação entre fluxo de materiais e fluxo de trabalho

Além do fluxo de montagem e dos fluxos de materiais e de informações, existe um outro tipo de fluxo na produção que necessita ser devidamente gerenciado, denominado fluxo de trabalho. Este fluxo refere-se ao conjunto de operações realizadas por cada equipe no canteiro de obras. A operação, neste contexto, refere-se ao trabalho realizado por equipes ou máquinas. A Figura 3 ilustra a diferença entre o fluxo de materiais (processo) e o fluxo de pessoas (operações) num sistema de produção. É interessante salientar que algumas operações podem estar fora do fluxo de materiais, como, por exemplo, manutenção de equipamentos, limpeza, etc. Por outro lado, algumas atividades do processo não envolvem operações, como é o caso de espera (estocagem) de materiais.

Além dos conceitos básicos, a Construção Enxuta apresenta um conjunto de princípios para a gestão de processos, alguns dos quais estão apresentados a seguir, com base no trabalho de Koskela (1992).

3 PRINCÍPIOS PARA A GESTÃO DE PROCESSOS

3.1 REDUZIR A PARCELA DE ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR

3.1.1 DEFINIÇÃO:

Este é um dos princípios fundamentais da Construção Enxuta, segundo o qual a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas das atividades de fluxo. Por exemplo, pode-se melhorar a

eficiência de um determinado processo não só através da melhoria da eficiência das atividades de transporte de materiais, mas principalmente através da eliminação de algumas destas atividades.

Cabe salientar que o princípio da eliminação de atividades de fluxo não deve ser levado ao extremo. Existem diversas atividades as quais não agregam valor ao cliente final de forma direta, mas que são essenciais à eficiência global dos processos, como, por exemplo, controle dimensional, treinamento da mão de obra, instalação de dispositivos de segurança.

3.1.2 COMO APLICAR:

A maioria dos princípios seguintes está, de alguma forma, relacionada à meta de reduzir a parcela das atividades que não agregam valor. Em geral o primeiro passo para atingir este objetivo é explicitar as atividades de fluxo, por exemplo através da representação do fluxo do processo. Uma vez explicitadas, estas atividades podem ser controladas e, se possível, eliminadas.

3.1.3 EXEMPLO:

O emprego de um simples dispositivo de suporte do mangote utilizado no bombeamento de argamassa (Figura 4) permite que o servente realize uma atividade que agrega valor (espalhar a argamassa), ao invés de simplesmente segurar o mangote, ou fazer outras atividades auxiliares a pedido do pedreiro.



Figura 4. Exemplo de situação na qual se eliminou uma atividade que não agrega valor

3.2 AUMENTAR O VALOR DO PRODUTO ATRAVÉS DA CONSIDERAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES

3.2.1 DEFINIÇÃO:

Este é um outro princípio básico da Construção Enxuta, uma vez que está relacionado ao conceito de processo como gerador de valor. Este princípio estabelece que devem ser identificadas claramente as necessidades dos clientes internos e externos e esta informação deve ser considerada no projeto do produto e na gestão da produção.

3.2.2 COMO APLICAR:

A aplicação deste princípio envolve o mapeamento do processo, identificando sistematicamente os clientes e seus requisitos para cada estágio do mesmo.

3.2.3 EXEMPLO:

Ao longo do processo de projeto, deve-se ter disponível de forma sistematizada, dados relativos aos requisitos e preferências dos clientes finais, obtidos, por exemplo, através de pesquisas de mercado com compradores potenciais ou avaliações pós-ocupação de edificações já entregues. Tais informações devem ser claramente comunicadas aos projetistas através de planilhas e reuniões ao longo das várias etapas do processo de projeto, desde a concepção do empreendimento até o detalhamento do projeto.

No processo de produção, este princípio pode também ser aplicado, se as equipes de trabalho subsequentes de um processo forem consideradas como clientes internos do mesmo. Por exemplo, a equipe que executa a estrutura de concreto armado deve levar em conta no seu trabalho as tolerâncias dimensionais necessárias para que os processos de execução de alvenaria e revestimentos não sejam dificultados. Neste sentido, é importante que os requisitos das equipes de alvenaria e revestimento sejam explicitamente identificados e comunicados à equipe de estrutura.

3.3 REDUZIR A VARIABILIDADE

3.3.1 DEFINIÇÃO:

Existem diversos tipos de variabilidade envolvidos num processo de produção:

- a) Variabilidade nos processos anteriores: está relacionada aos fornecedores do processo. **Exemplo:** blocos cerâmicos com grandes variações dimensionais.
- b) Variabilidade no próprio processo: relacionada à execução de um processo. **Exemplo:** variabilidade na duração da execução de uma determinada atividade, ao longo de vários ciclos.
- c) Variabilidade na demanda: relacionada aos desejos e necessidades dos clientes de um processo. **Exemplo:** determinados clientes de uma incorporadora solicitam mudanças de projeto da edificação.

Do ponto de vista da gestão de processos, existem duas razões para a redução da variabilidade. Primeiramente, do ponto de vista do cliente, um produto uniforme em geral traz mais satisfação, pois a qualidade do produto efetivamente corresponde às especificações previamente estabelecidas. É o caso, por exemplo, da equipe que executa alvenaria, cujo serviço é facilitado caso os blocos tenham poucas variações dimensionais.

Em segundo lugar, a variabilidade tende a aumentar a parcela de atividades que não agregam valor e o tempo necessário para executar um produto, principalmente pelas seguintes razões:

- a) **Interrupção de fluxos de trabalho**, causada pela interferência entre as equipes. Isto ocorre, quando uma equipe fica parada ou precisa ser deslocada para outra frente de trabalho, em função de atrasos da equipe antecedente. Por exemplo, a equipe de alvenaria foi deslocada para a execução de chapisco em outra frente de trabalho, pois houve atraso na execução da estrutura.
- b) **Não aceitação de produtos fora de especificação pelo cliente**, resultando em retrabalhos ou rejeitos.

3.3.2 COMO APLICAR:

No contexto da construção civil, a variabilidade e incerteza tendem a ser elevadas, em função do caráter único do produto e das condições locais que caracterizam uma obra, da natureza dos seus processos de produção, cujo ritmo é controlado pelo homem, e da própria falta de domínio das empresas sobre seus processos. Apenas parte desta variabilidade pode ser eliminada, principalmente através da padronização de processos. Existe uma parcela desta variabilidade que não pode ser removida, cabendo à gerência de produção minimizar os efeitos nocivos da mesma.

3.3.3 EXEMPLO PRÁTICO:

Através da utilização de um procedimento padronizado de execução de instalações hidrossanitárias, pode-se reduzir o surgimento de vazamentos posteriores, eliminando-se assim a incidência de retrabalhos. A padronização de processos envolve também o treinamento dos envolvidos com base nos padrões definidos pela empresa, e o planejamento e controle adequado da execução, no qual é definido o seqüenciamento das tarefas e são disponibilizados os recursos necessários.

3.4 REDUZIR O TEMPO DE CICLO

3.4.1 DEFINIÇÃO:

A redução do tempo de ciclo é um princípio que tem origem na filosofia *Just in Time*. O tempo de ciclo pode ser definido como a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto. A aplicação deste princípio está fortemente relacionada à necessidade de comprimir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo. Além disto, a redução do tempo de ciclo traz outras vantagens:

- a) **Entrega mais rápida ao cliente:** ao invés de se espalhar por todo o canteiro de obras, as equipes devem se focar na conclusão de um pequeno conjunto de unidades, caracterizando lotes de produção menores. Se possível, as unidades são entregues aos clientes mais cedo, o que tende a reduzir o custo financeiro do empreendimento. Além disto, em alguns segmentos de mercado, a velocidade de entrega é uma dimensão competitiva importante, pois os clientes necessitam dos produtos num prazo relativamente curto (por exemplo, construção de *shopping centers* e fábricas).
- b) **A gestão dos processos torna-se mais fácil:** o volume de produtos inacabados em estoque (denominado de trabalho em progresso) é menor, o que tende a diminuir o número de frentes de trabalho, facilitando o controle da produção e do uso do espaço físico disponível.
- c) **O efeito aprendizagem tende a aumentar:** como os lotes são menores, existe menos sobreposição na execução de diferentes unidades. Assim, os erros apareçam mais rapidamente, podendo ser identificadas e corrigidas as causas dos problemas. O aprendizado obtido nas unidades iniciais pode então ser aproveitado para melhoria do processo na execução das unidades posteriores.
- d) **A estimativa de futuras demandas são mais precisas:** como os lotes de produção são menores e concluídos em prazos mais reduzidos, a empresa trabalha com uma estimativa mais precisa da demanda. Isto torna o sistema de produção mais estável.
- e) **O sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de demanda:** pode-se obter um certo grau de flexibilidade para atendimento da demanda, sem

elevar substancialmente os custos, pois algumas alterações de produto solicitadas podem ser implementadas com facilidade nos lotes de produção subseqüentes.

3.4.2 COMO APLICAR:

A redução do tempo de ciclo envolve um amplo conjunto de ações, tais como:

- Eliminação de atividades de fluxo que fazem parte do ciclo de produção;
- Concentração do esforço de produção em um menor número de unidades (lotes menores), através do planejamento e controle da produção;
- Mudanças nas relações de precedência entre atividades, eliminando interdependências entre as mesmas de forma que possam ser executadas em paralelo.

3.4.3 EXEMPLO PRÁTICO:

Duas possíveis estratégias são apresentadas na Figura 5, para a execução de um empreendimento hipotético. A primeira tem um tempo de ciclo bem maior que a segunda. Pode-se observar que no segundo caso, os primeiros lotes a serem produzidos podem ser entregues mais cedo, existe menos trabalho em progresso, o potencial para a aplicação do efeito aprendizagem é maior e uma maior flexibilidade pode ser oferecida nos lotes finais. Além disso, os erros, que porventura venham a ocorrer nos lotes iniciais aparecerão mais rapidamente no segundo caso, e poderão ser corrigidos nos lotes subseqüentes.

ALTERNATIVA 1 (LONGO TEMPO DE CICLO)

Etapa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8
A									
B									
C									
D									

ALTERNATIVA 2 (PEQUENO TEMPO DE CICLO)

Etapa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8
A									
B									
C									
D									

Figura 5. Duas formas de planejar uma mesma obra (hipotética)

3.5 SIMPLIFICAR ATRAVÉS DA REDUÇÃO DO NÚMERO DE PASSOS OU PARTES

3.5.1 DEFINIÇÃO:

Este princípio é freqüentemente utilizado no desenvolvimento de sistemas construtivos racionalizados. Quanto maior o número de componentes ou de passos num processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor. Isto ocorre em função das tarefas auxiliares de preparação e conclusão necessárias para cada passo no processo (por exemplo, montagem de andaimes, limpeza, inspeção final, etc.), e também pelo fato de que, em presença de variabilidade, tende a aumentar a possibilidade de interferências entre as equipes.

3.5.2 COMO APLICAR:

Existem várias formas de atingir a simplificação, como, por exemplo:

- a) Utilização de elementos pré-fabricados, reduzindo o número de etapas para a execução de um elemento da edificação;
- b) Uso de equipes polivalentes, ao invés de um maior número de equipes especializadas;
- c) Planejamento eficaz do processo de produção, buscando eliminar interdependências e agregar pequenas tarefas em atividades maiores. Além disso, a disponibilização de materiais, equipamentos, ferramentas e informações em locais adequados tende a eliminar ou reduzir a ocorrência de movimentações e deslocamentos desnecessários provocadas por interrupções na tarefa.

3.5.3 EXEMPLO:

A Figura 6 apresenta duas alternativas para a execução de vergas. No caso da verga pré-moldada, existe uma redução significativa no número de passos pois o próprio pedreiro pode posicioná-la, ao longo da execução de alvenaria. No caso da verga moldada no local, o processo de execução de alvenaria precisa ser interrompido, resultando em atividades que não agregam valor.



Figura 6. Minimização no número de passos na execução de alvenaria

3.6 AUMENTAR A FLEXIBILIDADE DE SAÍDA

3.6.1 DEFINIÇÃO:

O aumento de flexibilidade de saída está também vinculado ao conceito de processo como gerador de valor. Refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos. Embora este princípio pareça contraditório com o aumento da eficiência, muitas indústrias tem alcançado flexibilidade mantendo níveis elevados de produtividade.

3.6.2 COMO APLICAR:

Isto pode ser obtido através de várias abordagens, como:

- a) Redução do tempo de ciclo, através da redução do tamanho dos lotes;

- b) Uso de mão de obra polivalente, capaz de se adaptar facilmente a mudanças na demanda;
- c) Customização do produto no tempo mais tarde possível.
- d) Utilização de processos construtivos que permitam a flexibilidade do produto sem grandes ônus para a produção.

3.6.3 EXEMPLO:

Algumas empresas que atuam no mercado imobiliário adiam a definição do projeto e, em alguns casos, também da execução das divisórias internas de gesso acartonado de algumas unidades. Esta estratégia permite aumentar a flexibilidade do produto, dentro de determinados limites, sem comprometer substancialmente a eficiência do sistema de produção.

3.7 AUMENTAR A TRANSPARÊNCIA DO PROCESSO

3.7.1 DEFINIÇÃO:

O aumento da transparência de processos tende a tornar os erros mais fáceis de serem identificados no sistema de produção, ao mesmo tempo que aumenta a disponibilidade de informações, necessárias para a execução das tarefas, facilitando o trabalho. Este princípio pode também ser utilizado como um mecanismo para aumentar o envolvimento da mão de obra no desenvolvimento de melhorias.

3.7.2 COMO APLICAR:

Existem inúmeras formas de aumentar a transparência de processos, incluindo:

- a) Remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes;
- b) Utilização de dispositivos visuais, tais como cartazes, sinalização luminosa, e demarcação de áreas, que disponibilizam informações relevantes para a gestão da produção;
- c) Emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo, tais como nível de produtividade, número de peças rejeitadas, etc.;
- d) Programas de melhoria da organização e limpeza, tais como o Programa 5S.

3.7.3 EXEMPLO PRÁTICO:

A Figura 7 apresenta um dispositivo de controle de utilização do espaço que mantém o ambiente de trabalho transparente, suscetível à observação.



Figura 7. Exemplo aplicação do princípio da transparência de processos

4 BIBLIOGRAFIA

ISATTO, Eduardo L.; FORMOSO, Carlos T.; DE CESARE, Cláudia M.; HIROTA, Ercília H. & ALVES, Thaís C.L. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, EUA, CIFE, agosto 1992. Technical Report N° 72.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**; trad. Eduardo Schaan, 2ª edição - Porto Alegre, Artes Médicas, 1996.

5 SITES DE INTERESSE

- *International Group for Lean Construction*: <http://cic.vtt.fi/lean>
- *Lean Construction Institute* (EUA): <http://www.leanconstruction.org>
- X Conferência do IGLC: <http://www.cpgec.ufrgs.br/norie/iglc10>
- Infohab (artigos em português sobre *Lean Construction*): <http://www.infohab.org.br>