

# ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, SEGUNDO OS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

**Otacílio Leôncio da Silva Junior**

UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro [otacilio@silvajr.com](mailto:otacilio@silvajr.com)

**Cyro Alves Borges Junior**

UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro [cyroborges@globocom](mailto:cyroborges@globocom)

## RESUMO

*O objetivo deste artigo é a apresentação de um roteiro para a elaboração de planejamento da produção de empreendimentos da indústria da construção civil, segundo os princípios estabelecidos pela “lean construction” para gestão de processos. A partir dos principais conceitos de planejamento e da construção enxuta, é proposta uma forma de realizar o planejamento operacional da obra, visando à redução das perdas e desperdício, tão comuns nos canteiros de obra.*

Palavras-Chave: Construção civil; *Lean construction* – Construção Enxuta; Planejamento.

---

## 1 INTRODUÇÃO

O crescente grau de competição entre as empresas da indústria da construção civil no País, nos últimos anos, vem exigindo das mesmas empresas mudanças substanciais na gestão de seus empreendimentos. Em parte, isso tem sido motivado pelo aumento do nível de exigência do mercado consumidor, pelo fenômeno da globalização e pela reduzida disponibilidade de recursos financeiros para atender a tais necessidades. Com isso, a necessidade de investimentos em gestão e tecnologia da produção tem estimulado as construtoras a buscar melhores níveis de desempenho (FORMOSO et al, 1999.).

Para o alcance desse objetivo, o processo de planejamento e controle da produção vem se destacando como importante conjunto de ferramentas que contribui para a melhoria do desempenho da função produção.

Segundo Laufer (1990, apud BERNARDES, 2003), o planejamento é necessário por vários motivos:

- a) facilita a compreensão dos objetivos do empreendimento;
- b) define todos os trabalhos exigidos;
- c) desenvolve uma referência básica para processos de orçamento e programação;

- d) disponibiliza uma coordenação e integração vertical e horizontal (multifuncional), além de produzir informações para tomada de decisão;
- e) com base em decisões atuais, contribui para evitar tomada de decisões erradas em projetos futuros;
- f) melhora o desempenho da produção através da consideração e análise de processos alternativos;
- g) aumenta a velocidade de resposta para mudanças futuras;
- h) fornece padrões para o monitoramento, revisão e controle de execução do empreendimento;
- i) explora a experiência acumulada da gerência.

Porém, o que observa é que o termo planejamento tem sido utilizado na indústria da construção civil, de modo geral, como sinônimo da geração de orçamentos, planos, programações, cronogramas e outros documentos referentes às etapas de execução do empreendimento (BALLARD; HOWELL, 1997). Essa interpretação conduz a deficiências no próprio planejamento.

Lira (1996) menciona que as deficiências no planejamento têm sido apontadas como causa do baixo desempenho de empreendimentos de construção. Diversos autores citados por Bernardes (2003) identificaram tais deficiências:

- a) *“O planejamento da produção não é encarado como processo gerencial, mas como o resultado de uma aplicação de uma ou mais técnicas de preparação de planos e que, em geral, utilizam informações pouco consistentes ou baseadas somente na experiência e intuição dos gerentes”* (LAUFER; TRUCKER, 1987);
- b) *“O controle não é realizado de maneira proativa e, geralmente, é baseado na troca de informações verbais do engenheiro com o mestre de obras, visando a um curto prazo de execução e sem vínculos com o plano de longo prazo, resultando, muitas vezes, na utilização ineficiente de recursos”* (FORMOSO, 1991);
- c) *“O planejamento e o controle da produção em outras indústrias são focados, em geral, em unidades de produção, diferentemente da indústria de construção, na qual eles estão dirigidos ao controle do empreendimento”* (BALLARD; HOWELL, 1997);
- d) *“A incerteza, inerente ao processo de construção, é frequentemente negligenciada, não sendo realizadas ações no sentido de reduzi-la ou de eliminar seus efeitos nocivos”* (COHENCA et al, 1989);
- e) *“Com frequência, existem falhas na implementação de sistemas computacionais para planejamento, por vezes adquiridos e inseridos em um ambiente organizacional, sem antes haver a identificação das necessidades de informações dos seus usuários”* (LAUFER; TUCKER, 1987);
- f) *“Existem dificuldades de se mudar as práticas profissionais dos funcionários envolvidos com o planejamento, principalmente devido à formação que eles obtêm nos cursos de graduação”* (LAUFER; TUCKER, 1987 e OGLESBY et al, 1989).

Resumindo, é perceptível que, para a indústria da construção civil, o planejamento e o controle da produção são importantes, não só para a execução das obras, como para o próprio desempenho das empresas do setor. O fato de não se dar a devida importância a isso, conduz ao não atendimento dos objetivos previamente estabelecidos na fase tática do negócio.

A partir da década de 1990, o setor da construção civil passa a experimentar a aplicação de um novo modelo de gestão da produção, com base em conceitos, práticas e princípios oriundos da indústria automobilística, conhecido por “construção enxuta” (*lean construction*). Trata-se do resultado de pesquisas realizados por Koskela (1992), baseado na discussão dos trabalhos de diversos pesquisadores da área de gerenciamento da produção e da construção civil.

Tal filosofia de produção para construção civil baseia-se nos princípios da *lean production*, apresentados por Womack e Jones, na obra “*A Mentalidade Enxuta nas Empresas Lean Thinking*”, de 2003, que aborda a aplicação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção ao setor industrial.

Nesse sentido, a proposta deste trabalho é a da apresentação de um roteiro para elaboração do planejamento da produção na indústria da construção civil, no nível operacional, segundo os princípios da construção enxuta.

## 2 PLANEJAMENTO

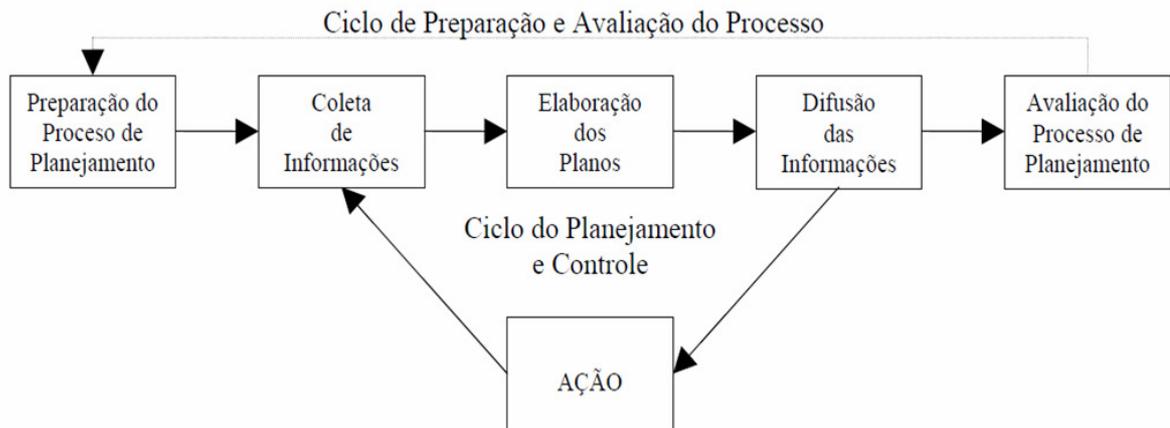
Apesar de existirem várias definições de planejamento, este trabalho admite o formulado por Formoso et al (1999), segundo o qual, planejamento “*é um processo gerencial, que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo somente eficaz quando realizado em conjunto com o controle*”.

### 2.1 PLANEJAMENTO – ETAPAS

Laufer; Tucker (1987), para compreensão do processo de planejamento, propõem um modelo, representado pela Figura 1, segundo o qual o planejamento é subdividido em cinco etapas principais:

- a) preparação do processo de planejamento: tem por objetivo a definição de procedimentos e padrões a serem adotados na execução do processo de planejamento, inclusive com análise das condições que influenciam as atividades do próprio processo. Dentre as decisões a serem tomadas neste estágio pode-se destacar:
  - definição dos principais envolvidos no planejamento e controle, bem como de suas responsabilidades;
  - níveis hierárquicos a serem adotados e periodicidade dos planos a serem gerados;
  - nível de detalhe em cada fase do planejamento e critérios para subdivisão do plano em itens;
  - técnicas e ferramentas de planejamento a serem empregadas.
- b) coleta de informações: segundo Formoso et al (1999), a qualidade do processo de planejamento e controle depende da disponibilidade de informações para os tomadores de decisão, sendo as mesmas produzidas em formatos e periodicidade variadas por diversos setores da empresa e também por outros intervenientes do processo, tais como: clientes, projetistas, subempreiteiros, poder público e consultores, além de literatura especializada.
- c) elaboração dos planos: é o momento quando é elaborado o produto do processo de planejamento – o plano de obra.

- d) difusão das informações: todas as informações geradas pelo plano de obra precisam ser difundidas entre os seus usuários.
- e) avaliação do processo de planejamento: o processo de planejamento necessita ser avaliado com frequência e realimentado com novas informações geradas pela obra, de modo a manter-se atualizado e servir de fonte de informações para empreendimentos futuros.



**Figura 1:** Ciclo de Planejamento (LAUFER, TRUCKER apud FORMOSO, 1999)

## 2.2 NÍVEIS HIERÁRQUICOS DO PLANEJAMENTO:

Devido as características dos empreendimentos de construção civil, é a sua complexidade e a variabilidade de seus processos que exigem a necessidade da divisão do planejamento em diferentes níveis hierárquicos. Formoso (1991) propõe essa divisão em três níveis:

- a) estratégico: aborda a definição dos objetivos do empreendimento, a partir do perfil do cliente, ou do mercado alvo;
- b) tático: compreende a seleção e a aquisição dos recursos necessários para atingir os objetivos do empreendimento, bem como a elaboração de um plano geral para utilização desses recursos;
- c) operacional: trata do detalhamento das atividades a serem realizadas, dos recursos e momentos de execução.

Se necessário, e de acordo com a natureza do empreendimento, dentro de cada nível hierárquico, pode ocorrer a subdivisão em outros níveis.

## 3 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Os onze princípios da construção enxuta foram formulados por Koskela, em 1992, e referem-se à maneira pela qual o processo e as operações são definidos. Na visão tradicional, processo de produção consiste em atividades de conversão de matérias primas (*inputs*) em produtos (*outputs*), constituindo o modelo de conversão.

De acordo com esse modelo tradicional, o processo de conversão pode ser dividido em subprocessos, que são considerados também atividades de conversão (KOSKELA, 1992, apud BERNARDES, 2003). Por sua vez, a menor unidade de divisão hierárquica de um processo, ainda nessa visão, é denominada operação (SHINGO, 1996, apud BERNARDES, 2003).

O modelo de conversão é adotado em processo de elaboração de orçamentos convencionais e nos planos de obra, já que representam apenas atividades que agregam valor ao produto (KOSKELA, 1992). Segundo esse autor, o modelo convencional apresenta algumas deficiências:

- a) não são considerados os fluxos físicos entre as atividades, sendo a maior parte dos custos oriunda desses fluxos;
- b) há concentração do controle da produção nos subprocessos individuais em detrimento do processo global;
- c) são apresentados ao mercado produtos inadequados por não se levar em conta os requisitos dos clientes.

Já, na *lean construction*, o ambiente produtivo é composto por atividades de conversão e de fluxo (KOSKELA, 1992). Muito embora somente as primeiras agreguem valor ao processo, o gerenciamento das atividades de fluxo torna-se etapa essencial na busca do aumento dos índices de desempenho dos processos produtivos.

São considerados no fluxo: o transporte, a movimentação e as esperas entre a execução de atividades, além daquelas que agregam valor.

Sem a compreensão dos efeitos de tais atividades de fluxo na produção, torna-se difícil a tomada de decisão com vista a eliminação ou minimização das causas de desvios nos planos (BALLARD; HOWELL, 1996, apud BERNARDES, 2003).

Assim, os onze princípios propostos por Koskela (1992), são os seguintes:

1. Redução das parcelas que não agregam valor: constitui o princípio mais geral do novo modelo de gestão da produção, e compreende a redução ou eliminação das atividades que consomem tempo, recursos ou espaço sem, no entanto, contribuírem para atender aos requisitos do cliente;
2. Aumento do valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente: para o autor, a agregação de valor ao produto ocorre quando são atendidos os requisitos dos clientes, sejam eles internos ou externos, parciais ou finais. Isso exige a identificação dos principais interessados;
3. Redução da variabilidade: a variabilidade é significativa tanto com relação à qualidade do produto final, quanto ao que diz respeito aos prazos de execução das atividades. O cliente aceita bem um produto uniforme. Já a irregularidade nos prazos provoca aumento do tempo de produção e das parcelas que não agregam valor;
4. Redução do tempo de ciclo: o tempo de ciclo compreende o somatório dos prazos necessários para processamento, inspeção, espera e movimentação. A sua redução pode ser alcançada a partir da redução da parcela de atividades que não agregam valor;
5. Simplificação pela minimização do número de passos e partes: a simplificação pode ser entendida como a redução de componentes do produto ou do número de passos existentes em um fluxo de material (BERNARDES, 2003);

6. Aumento da flexibilidade na execução do produto: segundo Koskela (1992), para se aumentar a flexibilidade, deve-se procurar minimizar o tamanho dos lotes, aproximando-os da sua demanda; reduzir o tempo de preparação e troca de ferramentas e equipamentos; desenvolver o processo de forma a possibilitar a adequação do produto aos requisitos do cliente e utilizar equipes de produção polivalentes;
7. Aumento da transparência: visa a diminuir a possibilidade de ocorrência de erros na produção, atribuindo-se maior transparência ao processo de produção;
8. Foco no controle de todo o processo: trata-se de buscar a melhoria do processo como um todo e não apenas de etapas ou partes do mesmo;
9. Estabelecimento de melhoria contínua ao processo: todos os esforços para redução do desperdício devem ser implementados de maneira contínua nas organizações;
10. Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões: melhores fluxos necessitam de menor capacidade de conversão e requerem menor investimento em equipamentos;
11. *Benchmarking*: segundo Isato et al (2000, apud Bernardes, 2003), “*benchmarking consiste em um processo de aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas, tipicamente consideradas líderes num determinado segmento ou aspecto específico de produção*”. Isso significa analisar e levar em conta as melhores práticas existentes no mercado.

## 4 ROTEIRO

A partir dos planejamentos estratégico e tático, normalmente elaborados pela equipe de contratos, pode-se elaborar o plano de obra, quando todas as atividades e recursos necessários a realização dos trabalhos serão detalhados, bem como serão atribuídos os respectivos tempos e instantes de execução.

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES

Tudo se inicia com o detalhamento do escopo da obra. A elaboração de um escopo detalhado, claro e conciso é importante para se garantir a satisfação do cliente e a eficácia do trabalho realizado. Também evita que o projeto se desvie do seu curso. Um escopo bem definido e bem controlado aumenta significativamente as chances de sucesso nos projetos (VARGAS, 2009).

A identificação e o detalhamento de todas as atividades da obra têm por objetivo final separar as que agregam valor das que não o fazem. Trata-se de um processo de subdivisão das entregas e do trabalho da obra em componentes menores e de gerenciamento mais fácil. Essa decomposição deve atingir o nível de pacotes de trabalho, que é o ponto onde o custo e a duração das atividades para o trabalho podem ser estimados e gerenciados com confiança. O nível de detalhamento dos pacotes de trabalho variará com o tamanho e complexidade do projeto. Uma ferramenta bastante útil é a Estrutura Analítica do Projeto – EAP, também conhecida por *Work Breakdown Structure – WBS*.

A Figura 2 ilustra a identificação e detalhamento das atividades para fornecimento e instalação de armação de uma laje de um edifício. Percebe-se que essa técnica permite descrever as atividades desde a recepção dos materiais no canteiro de obras até a liberação do pavimento para a etapa de concretagem.

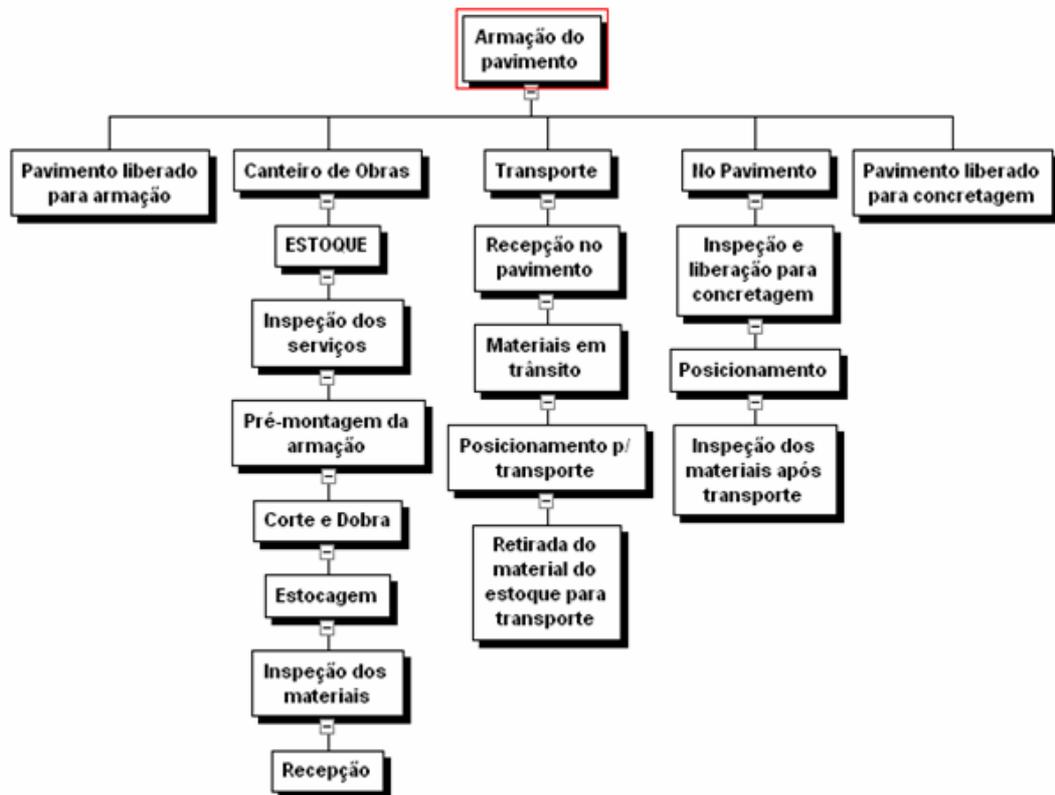


Figura 2: Estrutura analítica para armação de um pavimento

Conhecidas as atividades, é possível classificá-las segundo a agregação ou não de valor.

Atividades que não agregam valor não devem ser imediatamente eliminadas, pois existem as que, apesar de não trazerem contribuição aparente, podem ser importantes para a manutenção do fluxo. Somente aquelas que nada agregam e que não contribuem para o fluxo é que devem ser eliminadas do processo de construção.

A partir desse ponto é possível determinar os recursos materiais, humanos e equipamentos necessários à execução do empreendimento.

Os dados para o dimensionamento dos recursos materiais, humanos e equipamentos, bem como os índices de produtividade adotados podem ser encontrados em tabelas de composição de preços unitários para orçamentos, especificação e catálogos de fornecedores, nos ativos de processos organizacionais da empresa, na experiência do corpo técnico, etc. Esse conjunto de informações forma o arquivo de dados que as empresas devem organizar e disponibilizar a seus funcionários sobre obras e projetos semelhantes.

A Tabela 1 apresenta a planilha de uma composição de preços unitários referente ao fornecimento e instalação de telas soldadas. Por transcrever a última etapa do processo de armação, é considerada como a que agrega valor ao processo de dotar com armação um pavimento.

**Tabela 1:** Composição de custo da armadura de tela soldada (Fonte: PINI – TCPO 13)

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Un.</b>	<b>Clas.</b>	<b>Qtd/Coef.</b>
<b>03220.8.1.1</b>	<b>ARMADURA de tela de aço CA-60 B</b>			<b>1,00</b>
01270.0.1.10	Ajudante de armador	h	M.O.	0,04
01270.0.25.1	Armador	h	M.O.	0,02
03220.3.1.1	Tela de aço CA-60 soldada tipo Q138 (diâmetro do fio: 4,20 mm / dimensões da trama: 100 x 100 mm / tipo da malha: quadrangular )	kg	MAT.	1,03
05060.3.3.1	Arame recozido (diâmetro do fio: 1,25 mm / bitola: 18 BWG)	kg	MAT.	0,01

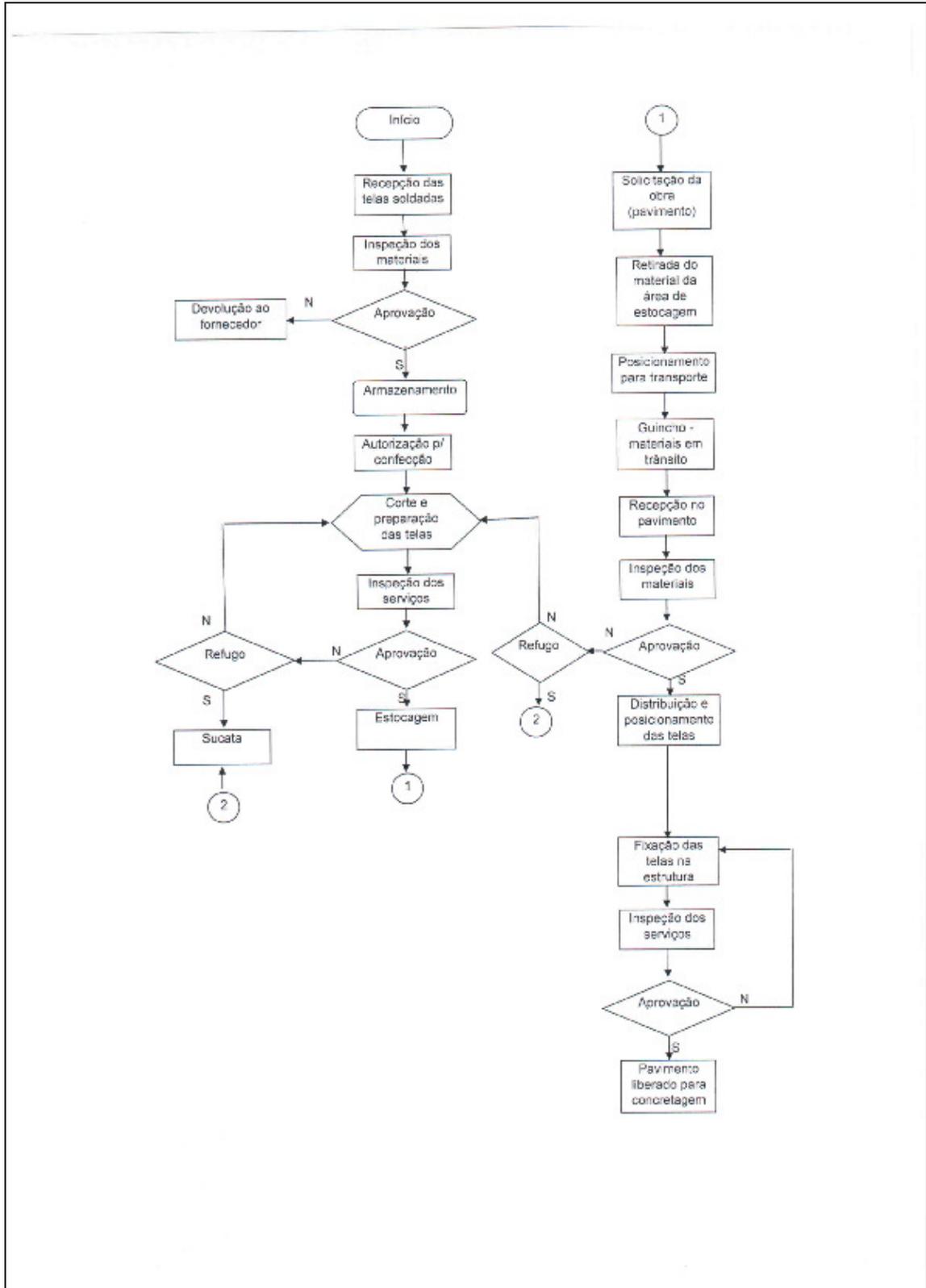
Porém, verifica-se que uma única tabela não é suficiente para se obter todas as informações necessárias para execução completa da atividade de armar a laje de um pavimento. Há outras atividades necessárias à execução dessa etapa de obra e para as quais, na maioria das vezes, não se possuem planilhas ou tabelas com índices de produção. Como exemplo, tome-se o “caminho” percorrido pelo aço da entrega na obra até o pavimento. Seguindo a EAP de armação, Figura 2, percebe-se que há atividades que envolvem a descarga dos materiais no canteiro, o transporte para o estoque, a retirada do estoque para preparo, a preparação com cortes e dobras das armações, o armazenamento como produto pronto para ser utilizado, a retirada do armazenamento de produtos acabados e transporte até o pavimento onde será aplicada a ferragem. Todas exemplificam atividades que não agregam valor diretamente ao produto laje, mas são necessárias para que a etapa de armação do pavimento esteja concluída. São, portanto, atividades que o cliente não “vê” e por isso não as mensura, sendo, portanto, consideradas também atividades de fluxo.

O próximo passo diz respeito à sequência das atividades, ou a forma como elas se relacionam no processo de construção.

#### 4.2 IDENTIFICAÇÃO DO FLUXO QUE UNE AS ATIVIDADES

Segundo Koskela (1992), o gerenciamento das atividades de fluxo constitui uma etapa essencial na busca do aumento dos índices de desempenho dos processos produtivos. Daí ser necessário identificar de que maneira as atividades se relacionam dentro do processo. Sem a compreensão dos efeitos das atividades de fluxo na produção, torna-se difícil tomar decisões que venham minimizar ou eliminar causas de desvios nos planos (BALLARD; HOWELL, 1996).

Uma das ferramentas empregada para entendimento de fluxos de atividades é o fluxograma. A Figura 3 mostra o fluxograma para armação da laje de um pavimento mencionada na Figura 2.



**Figura 3:** Fluxograma para armação da laje de um pavimento.

#### 4.3 PLANEJAMENTO DO FLUXO OPERACIONAL

A partir das informações obtidas por meio da identificação das atividades e do fluxo que as une, é possível planejar o fluxo operacional ou de produção. Para isso poderão ser

utilizados os princípios propostos por Koskela (1992), já apresentados no item 3 deste trabalho, em especial quanto a:

1. Redução da parcela de atividades que não agregam valor;
2. Aumento do valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente;
3. Redução da variabilidade;
4. Redução do tempo de ciclo;
5. Simplificação pela minimização do número de passos e partes;
6. Aumento da flexibilidade na execução do produto;
7. Aumento da transparência.

Os demais princípios dizem respeito ao controle e ao processo de melhoria contínua, e formam com os anteriores o conjunto de esforços para redução do desperdício e do aumento do valor do produto. Tais medidas devem ocorrer de maneira contínua na empresa.

## 5 SIMULAÇÃO

Segundo Mattos (2010), planejar é um contínuo exercício de pensar, aplicar, controlar e corrigir a tempo. Isso porque o planejamento é exercido como forma de controle de algo que ainda está por ocorrer ou que precisa ser mudado. Trata-se de um conjunto de medidas preventivas. Por isso, estudiosos têm se debruçado sobre a aplicação de simulações que testem as hipóteses oriundas no plano de obra.

Azevedo (2010) desenvolveu um modelo estatístico que, utilizando planilhas eletrônicas do programa Excel, auxilia o responsável pelo planejamento no teste do plano de obra elaborado a partir dos conceitos de Koskela (1992). A escolha do programa da empresa *Microsoft* deve-se ao fato de ser conhecido e utilizado pela maioria dos engenheiros da obra, possibilitando um retorno das informações (*feedback*) que realimentarão o processo de planejamento da produção.

## 6 CONCLUSÃO

O sistema de gestão denominado construção enxuta – *lean construction*, constitui-se numa poderosa ferramenta a auxiliar a redução dos desperdícios e perdas diversas, tão comuns nos canteiros de obras.

A proposta deste artigo é a formulação de um roteiro que possibilite o planejamento da produção a partir das orientações estratégicas e táticas formuladas pela empresa.

Apesar de o objetivo deste trabalho ser o planejamento, cabe lembrar que sem o controle, ou acompanhamento, o planejamento constitui-se num conjunto de propostas que não serão avaliadas. Assim, a construção enxuta pode colaborar ainda mais para o processo produtivo na construção civil, por meio das ferramentas de controle e aperfeiçoamento do fluxo de atividades operacionais de uma obra.

## 7 REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, V. **Planejamento de atividades da construção predial visando à redução de perdas de processo a ótica da construção enxuta**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: An Essential Step in Production Control**. Technical Report nº 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environment Engineering, University of California, 1997.
- BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- COHENCA, D.; LAUFER, A.; LEDBETTER, F. Factors Affecting Construction Planning Efforts. **Journal of construction engineering and management**, 1989;
- FORMOSO, C. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. Salford: University of Salford – Department of Quantity and Building Surveying, 1991.
- FORMOSO, C. et al. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Núcleo orientado para inovação da edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.
- ISATO, E. et al. **Lean Construction: Diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report. Finlândia. CIFE, 1992.
- LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is Construction Planning Really Doing Its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process. **Construction Management and Economics**, London, 1987.
- LIRA, J. **Evaluación y Mejoramiento de Procesos de Planificación de Proyectos em la Construcción**. Dissertação de Mestrado Santiago do Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile – Escuela de Ingeniería, 1996.
- MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo, PINI, 2010.
- OGLESBY, C.; PARKER, H.; HOWELL, G. **Productivity Improvement in Construction**. United States. McGraw-Hill Inc. 1989.
- VARGAS, R. V., **Gerenciamento de projetos**, 7. ed., Rio de Janeiro: Brasport, 2009.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas Lean Thinking**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- PINI, **Tabelas de composição de preços para orçamento**, 13. ed. São Paulo, 2006.