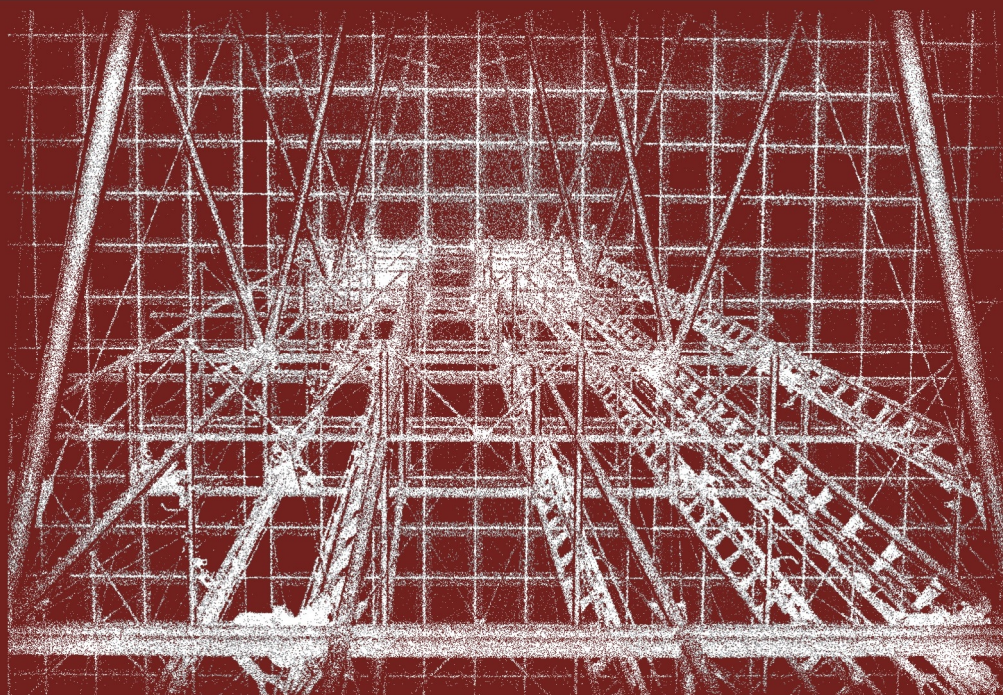


**COLETÂNEA HABITARE**

**Inovação,  
Gestão da Qualidade & Produtividade e  
Disseminação do Conhecimento  
na Construção Habitacional**



Editores

**Carlos Torres Formoso**

**Akemi Ino**

Volume **2**

Programa de Tecnologia de Habitação

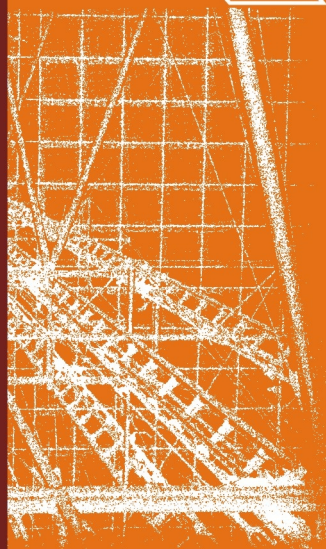


Difundir em diferentes frentes, com diferentes linguagens, para diferentes públicos. Com esse objetivo - e na seqüência de um projeto de divulgação que já conta com o Portal HABITARE (<http://habitare.infohab.org.br/>, apresentando pesquisadores e projetos ligados à área da habitação em instituições de todo o País) e a Revista HABITARE (com reportagens sobre os principais resultados desses projetos), além da Série Coleção HABITARE (com publicação de cd-rom e livros na área do ambiente construído) - o Programa de Tecnologia para Habitação lança um novo produto: a Coletânea HABITARE.

A meta é a mesma: difundir resultados do programa que desde 1994, com financiamento e coordenação da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP/MCT), e ainda com recursos da Caixa Econômica Federal e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq, vem permitindo o desenvolvimento de estudos e a busca de soluções para o problema habitacional brasileiro. Mais uma vez, assim como na série Coleção HABITARE, a difusão do conhecimento se dá pela palavra do pesquisador, e de seus colaboradores, responsáveis pela produção dos artigos publicados nessa Coletânea.

Em quatro volumes são abordados os temas políticas públicas, avaliação da pós-ocupação, inovação/gestão da qualidade e utilização de resíduos na construção. Cada uma das edições temáticas reúne uma série de trabalhos voltados à mesma área, porém desenvolvidos sob diferentes enfoques e estimulados por desafios diversos. O formato de artigo permite a apresentação de forma condensada dos retornos que o investimento na pesquisa, no campo do ambiente construído, vem trazendo - assim como revela dificuldades e desafios. Trata-se de uma síntese que, acreditamos, pode propiciar tanto ao meio acadêmico como ao setor produtivo a atualização de informações, dados e produtos. É mais um esforço de difusão do conhecimento científico e tecnológico gerado no âmbito do Programa de Tecnologia para Habitação - HABITARE.

Os editores



# Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional

Coletânea HABITARE  
Volume **2**

Editores  
Carlos Torres Formoso  
Akemi Ino

2003  
Porto Alegre



© 2003, Coleção HABITARE  
**Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC**  
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar - Centro  
90035-190 - Porto Alegre - RS  
Telefone (51) 3316-4084  
Fax (51) 3316-4054  
<http://www.antac.org.br/>

**Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP**  
Diretor: **Fernando de Nielander Ribeiro**

Área de Instituições de Pesquisa/AIPE  
Superintendente: **Maria Lúcia Horta de Almeida**

**Grupo Coordenador Programa HABITARE**  
Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP  
Caixa Econômica Federal - CEF  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq  
Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT  
Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC  
Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República - SEDU  
Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE  
Comitê Brasileiro da Construção Civil/Associação Brasileira de Normas Técnicas - COBRACON/ABNT  
Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC

Apoio Financeiro  
**Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP**  
**Caixa Econômica Federal - CEF**

Apoio Institucional  
**Universidade federal do Rio Grande do Sul - UFRGS**  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Núcleo Orientado pela Inovação da Edificação - NORIE

**Fundação para a Pesquisa Ambiental - FUPAM**

Editores da Coletânea HABITARE  
**Roberto Lamberts – UFSC**  
**Maria Lúcia Horta de Almeida – FINEP**

Equipe do Programa HABITARE  
**Ana Maria de Souza**  
**Cristiane M. M. Lopes**

Editores do Volume 2  
**Carlos Torres Formoso**  
**Akemi Ino**

Projeto gráfico  
**Regina Álvares**

Textos de apresentação da capa  
**Arley Reis**

Revisão gramatical e bibliografia  
**Giovanni Secco**  
**Roseli Alves Madeira Westphal (INFOHAB)**

Editoração eletrônica  
**Amanda Vivan**

Fotolitos e impressão  
**Coan**

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)** **(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

---

158 Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional / Editores Carlos Torres Formoso [e] Akemi Ino. -- Porto Alegre: ANTAC, 2003.-- (Coletânea Habitare, v.2)  
480p.

ISBN 85-89478-02-5

1. Gestão da Qualidade e Produtividade 2. Inovação 3. Disseminação do Conhecimento 4. Construção Civil I. Carlos Torres Formoso II. Akemi Ino III. Série.

# 11.5

## Implementação de um modelo de planejamento e controle da produção em empresas de construção

Maurício Moreira e Silva Bernardes e Carlos Torres Formoso

### Resumo

O presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção, assim como a proposição de diretrizes para a sua implementação.

Esse modelo constitui-se no principal produto do subprojeto 5 do projeto intitulado Gestão da Qualidade na Construção Civil: Estratégias e Melhorias de Processos em Pequenas Empresas, denominado Intervenção no Sistema de Planejamento e Controle da Produção de Empresas de Construção.

A construção do modelo foi baseada numa série de estudos empíricos envolvendo dez empresas de construção do Rio Grande do Sul, nos quais foram envolvidos cinco mestrandos e um doutorando do NORIE/UFRGS.

### Introdução

O planejamento e controle da produção cumpre um papel fundamental para que seja alcançado êxito na coordenação entre as várias entidades participantes de



um empreendimento (LAUFER; TUCKER 1987; SINK; TUTTLE, 1993). Mesmo diante dessa importância, observa-se que o planejamento vem sendo desenvolvido de maneira deficiente na maioria das empresas de construção. As principais razões para tal fato são as seguintes:

- a) o planejamento da produção normalmente não é encarado como processo gerencial, mas como o resultado da aplicação de uma ou mais técnicas de preparação de planos, que, em geral, utilizam informações pouco consistentes ou baseadas somente na experiência e intuição de gerentes de produção (LAUFER; TUCKER, 1987);
- b) o controle não é realizado de maneira proativa e, geralmente, é baseado na troca de informações verbais entre o engenheiro e o mestre-de-obras, visando a um curto prazo de execução, e sem vínculo com o plano de longo prazo, resultando, muitas vezes, na utilização ineficiente de recursos (FORMOSO, 1991);
- c) o planejamento e controle da produção (PCP) em outras indústrias é focado, em geral, em unidades de produção, diferentemente do que ocorre na indústria de construção, na qual está dirigido principalmente ao controle do empreendimento, que busca apenas acompanhar o desempenho global e o cumprimento de contratos (BALLARD; HOWELL, 1997);
- d) a incerteza inerente ao processo de construção é freqüentemente negligenciada, não sendo realizadas ações no sentido de reduzi-la ou de eliminar seus efeitos nocivos (COHENCA et al., 1989);
- e) com freqüência, 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 de seus usuários (LAUFER; TUCKER, 1987). Em geral, sem essa identificação, os sistemas produzem um grande número de dados irrelevantes ou desnecessários (LAUFER; TUCKER, 1987), que, normalmente, indicam, apenas, desvios das metas planejadas com as executadas e não as causas que provocaram tal desvio (SANVIDO; PAULSON, 1992); e
- f) existem dificuldades de mudar as práticas profissionais dos funcionários envolvidos com o planejamento, principalmente devido à formação obtida por eles em cursos de graduação (LAUFER; TUCKER, 1987; OGLESBY et al., 1989). Em geral, esses cursos focalizam, apenas, técnicas de preparação de planos, negligenciando as demais etapas do processo, como a coleta de informações e a difusão dos planos, por exemplo (LAUFER; TUCKER, 1987).

Em suma, percebe-se que o processo de planejamento e controle da produção é extremamente importante para o desempenho da empresa de construção e que, normalmente, não é conduzido de forma a explorar todas as suas potencialidades.

## Processo de planejamento e controle da produção

Planejamento pode ser definido como o processo de tomada de decisão que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para atingi-las, sendo efetivo quando seguido de um controle (FORMOSO, 1991). Esse processo pode ser representado por duas dimensões básicas (LAUFER; TUCKER, 1987): horizontal e vertical. A primeira refere-se às etapas pelas quais o processo de planejamento e controle é realizado, e a segunda a como essas etapas são vinculadas entre os diferentes níveis gerenciais de uma organização.

A dimensão horizontal do processo de planejamento, representada esquematicamente na Figura 1, envolve cinco etapas (LAUFER; TUCKER, 1987):

- a) planejamento do processo de planejamento;
- b) coleta de informações;
- c) preparação de planos;
- d) difusão da informação; e
- e) avaliação do processo de planejamento.

A primeira e última fases do ciclo têm um caráter intermitente, isto é, ocorrem em períodos específicos na empresa construtora, seja por ocasião do lançamento de novos empreendimentos, término da construção ou de alguma etapa importante da obra. Já as fases intermediárias formam um ciclo que ocorre continuamente durante toda a etapa de produção. Esse ciclo de replanejamento inicia-se com a coleta de informações sobre o sistema que está sendo controlado. Essas informações são processadas na etapa de preparação dos planos e difundidas para as entidades que delas necessitam. A partir dessas informações são desencadeadas ações (etapa AÇÃO do processo) visando ao cumprimento das metas fixadas. São, então, coletadas novamente informações sobre o sistema controlado, objetivando a identificação de possíveis desvios nas metas dos planos e suas causas. Mais uma vez, as informações são processadas, e os planos são reformulados e difundidos.



Figura 1 – As cinco fases do ciclo de planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987)

Segundo Laufer e Tucker (1987), nas empresas construtoras, das etapas do processo de planejamento apresentadas na Figura 1, a primeira e a última são praticamente inexistentes, e as restantes, em geral, realizadas de forma deficiente. Esses autores complementam que é muito comum encontrar planos formais, preparados pelo pessoal do escritório central, decorando as paredes do escritório do canteiro. Isso ocorre devido aos seguintes motivos:

- a) a execução da obra no canteiro é coordenada segundo um planejamento de curto prazo informal, realizado pelo gerente de produção, sem ciclos de controle definidos e de forma desvinculada dos planos formais;
- b) as entidades responsáveis pelo planejamento encontram dificuldades na atualização dos planos, visto que elas não dispõem de informações do canteiro de obra para a retroalimentação do planejamento, como também pelo excesso de trabalho que é exigido para atualizar planos muito detalhados; e
- c) os diferentes níveis de decisão do planejamento não são adequadamente integrados.

Com relação à dimensão vertical, constata-se que o planejamento deve ser realizado em todos os níveis gerenciais da organização e integrado de maneira a mantê-los sintonizados uns com os outros (GHINATO, 1996). Devido à incerteza presente no processo construtivo, é importante que os planos sejam preparados em cada nível com um grau de detalhe apropriado (LAUFER; TUCKER, 1988; FORMOSO, 1991).



Lauffer e Tucker (1988) salientam que o grau de detalhe deve variar com o horizonte de planejamento, crescendo com a proximidade da implementação. Planos que contêm muitos detalhes podem se mostrar ineficazes diante de uma situação de alta incerteza, devido ao excessivo esforço para remanejá-los (LAUFER; TUCKER, 1988).

Nesse caso, à medida que os efeitos da incerteza se manifestam, o planejamento deve ser ajustado de forma a garantir que o trabalho continue sendo executado de maneira eficiente (TOMMELEIN, 1998).

Cada nível de planejamento requer diferentes graus de detalhes, e os planos devem ser elaborados com ferramentas consistentes entre os diferentes níveis hierárquicos da empresa (HOPP; SPEARMAN, 1996). A manutenção da consistência entre esses níveis deve ser considerada, principalmente, durante a preparação dos planos (FORMOSO, 1991; ALVES, 2000).

Convencionalmente, segundo a dimensão vertical, são três os níveis hierárquicos do planejamento: estratégico, tático e operacional. No nível estratégico, são definidos o escopo e as metas do empreendimento a serem alcançadas em determinado intervalo de tempo (SHAPIRA; LAUFER, 1993). Nesse nível, as decisões tomadas para a preparação dos planos estão relacionadas a questões de longo prazo (HOPP; SPEARMAN, 1996). No nível tático, enumeram-se os meios e suas limitações para que essas metas sejam alcançadas. Segundo Davis e Olson (1987), o planejamento tático refere-se à identificação de recursos, estruturação do trabalho, além de o recrutamento e treinamento de pessoal. Finalmente, o nível operacional refere-se à seleção do curso das ações por meio das quais as metas são alcançadas (EILON<sup>1</sup>, 1971 apud LAUFER; TUCKER, 1987). Lauffer e Tucker (1987) relacionam, nesse contexto, o planejamento operacional com as decisões a serem tomadas no curto prazo. Ainda segundo estes autores, as decisões supracitadas são referentes às operações de produção da empresa.

Os níveis de planejamento utilizados neste trabalho são o tático e o operacional, visto que o estratégico está muito mais vinculado às etapas iniciais do processo de

<sup>1</sup>EILON, S. **Management Control**. London: Macmillan, 1971.

projeto (FORMOSO et al., 1999). Em geral, pode-se ter um plano tático destinado a um horizonte de longo ou de médio prazo, por exemplo. Contudo, isso vai depender do tipo de obra a ser executada, do horizonte de tempo necessário à execução, bem como da maneira pela qual o processo de planejamento e controle da produção será desenvolvido. De forma a evitar confusões quanto a essas terminologias, optou-se por apresentar os níveis de planejamento segundo os horizontes pelos quais eles são válidos. Isso pode ser explicado por a apresentação através dos horizontes de planejamento estar mais relacionada à discussão realizada sobre a incerteza existente no ambiente produtivo e sua influência no grau de detalhe dos planos.

## Planejamento de longo prazo

Conforme comentado no item anterior, devido à incerteza existente no ambiente produtivo, o plano destinado a um longo prazo de execução deve apresentar um baixo grau de detalhes. Laufer (1997) denomina o plano gerado nesse nível de plano-mestre e salienta que este deve ser utilizado para facilitar a identificação dos objetivos principais do empreendimento.

Tommelein e Ballard (1997) salientam que esse plano descreve todo o trabalho que deve ser executado através de metas gerais. O plano gerado nesse nível destina-se à alta gerência, de forma a mantê-la informada sobre as atividades que estão sendo realizadas (TOMMELEIN; BALLARD, 1997).

O plano de longo prazo serve, também, de base para o estabelecimento de contratos, fornecendo um padrão de comparação no qual o desempenho do empreendimento pode ser monitorado (LAUFER, 1997; TOMMELEIN; BALLARD, 1997). De acordo com Oglesby et al. (1989), poucos construtores aventuram-se a iniciar a obra sem preparar esse plano, mesmo que a preparação ocorra de maneira informal.

## Planejamento de médio prazo

O planejamento de médio prazo é considerado um segundo nível de planejamento tático, que busca vincular as metas fixadas no plano-mestre àquelas designadas no curto prazo (FORMOSO et al., 1999). Ainda segundo esses autores, o planejamento nesse nível tende a ser móvel, e, por isso, é denominado *Lookahead Planning* (BALLARD, 1997).

Esse plano é considerado um elemento essencial para a melhoria da eficácia do plano de curto prazo e, conseqüentemente, para a redução de custos e durações das atividades (BALLARD, 1997). Isso pode ser explicado porque é com base nesse plano que os fluxos de trabalho são analisados, visando a um seqüenciamento que reduza a parcela de atividades que não agregam valor ao processo produtivo.

A Figura 2 mostra um exemplo de representação de um plano *Lookahead* típico. De acordo com a figura, há quatro semanas para planejamento, contadas a partir da segunda, pois a primeira corresponde ao horizonte compreendido pelo plano de curto prazo.

A execução do *Lookahead* é fundamentada na análise do plano de longo prazo preparado. Desse modo, o responsável por sua elaboração identifica, por meio de um processo de triagem<sup>2</sup> (*screening*), as atividades que devem ser incluídas no plano de médio prazo, bem como as que serão postergadas nesse horizonte de planejamento (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Uma forma de auxiliar esse processo é utilizar os requisitos de qualidade do plano de curto prazo (TOMMELEIN; BALLARD, 1997), os quais são apresentados no item seguinte.

À medida que as atividades são programadas no *Lookahead*, é estabelecido um conjunto de ações em prol da disponibilização dos recursos necessários à sua execução (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Em geral, não é necessário que todos os recursos estejam disponíveis no canteiro, para que uma atividade seja programada nesse nível (BALLARD, 1997).

Contudo, uma vez que existe a necessidade de que as atividades desse nível sejam executadas para não comprometer o fluxo de trabalho existente, deve-se recorrer à realização de ações que permitam disponibilizar tais recursos (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). A realização dessas ações é definida como mecanismo pull, que está relacionado à reprogramação de tarefas conforme a necessidade e as condições de desenvolvimento do projeto (ALVES, 2000). Na implementação desse mecanismo, os recursos que ainda não foram disponibilizados devem ser identificados antes da data prevista para a execução da atividade, evitando-se, assim, possíveis atrasos na programação (TOMMELEIN; BALLARD, 1997).

<sup>2</sup>A denominação "processo de triagem" é apresentada como significado de screening no trabalho de ALVES (2000).

Obra: Porto Príncipe		Engenheiro: José					Mestre: João					Data: 01/01/1999					Folha: 01					
Atividades	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Necessidades	
Equipe: Hélio e Miguel																						
Piso cerâmico apt. 201 e 202	X	X	X	-	X	X															Mat. no canteiro até 30/08	
Azulejo apt. 301						X	X	X	-	X	X											Preparar azulejo até 08/09
Azulejo apt. 401											X	X	X	-	X	X						Contratar + 1 azulej. até 12/09
Azulejo apt. 403																X	X	X	-	X	X	Necessidade.....
Equipe: Pintores																						
1ª demão apts. 203 e 204						X	X	X	-	X	X											Necessidade.....
Massa corrida Apt. 304											X	X	X									Necessidade.....
2ª demão apt. 404														X	X	X	-	X	X			Necessidade.....
1ª demão apt. 202 e 203	X	X	X	-	X	X																Necessidade.....
Massa corrida portaria													X	X								Necessidade.....

Figura 2 – Exemplo de plano de médio prazo *Lookahead* (adaptado de BALLARD, 1997)

Para utilização do mecanismo *pull*, além da identificação dos recursos necessários à execução das atividades, deve-se buscar identificar e remover as restrições que impedem o fluxo contínuo de trabalho (TOMMELEIN, 1998). Essa forma de atuação é um primeiro passo para proteger a produção contra os efeitos da incerteza no nível do curto prazo (BALLARD; HOWELL, 1997; TOMMELEIN, 1998; CHOO et al., 1999).

### Planejamento de curto prazo

No nível de curto prazo, Ballard e Howell (1997) propõem que o planejamento seja desenvolvido com a realização de ações direcionadas a proteger a produção contra os efeitos da incerteza. De acordo com o trabalho desses autores, pode-se proteger a produção utilizando-se planos passíveis de serem atingidos, planos submetidos a uma análise do cumprimento de seus requisitos (detalhados posteriormente) e a uma análise das razões pelas quais as tarefas planejadas não foram cumpridas.

A Figura 3 representa esquematicamente a lista de tarefas semanais de um plano de curto prazo. Na primeira coluna, são descritos os pacotes de trabalho (ou tarefas) executáveis para a semana seguinte à da elaboração do plano. Nas demais

colunas, registra-se o número de funcionários envolvidos com o pacote, em seus respectivos dias de trabalho, bem como a finalização da tarefa (coluna OK) e a identificação da causa real do problema, devido ao qual o pacote não foi cumprido 100% (coluna PROBLEMAS).

Existe, também, um espaço na planilha destinado para tarefas reservas, que são aquelas consideradas um estoque de tarefas executáveis, identificadas durante a elaboração do *Lookahead* como atividades que atendem aos requisitos de qualidade do plano de curto prazo, mas que não são identificadas como prioritárias pelo plano de longo prazo (BALLARD; HOWELL, 1997). Seu principal objetivo é garantir continuidade de trabalho para as equipes de produção, caso venha a ocorrer algum problema que impeça a execução das atividades designadas a essas equipes (CHOO et al., 1999), conferindo, desse modo, um caráter contingencial ao plano de curto prazo.

No final do ciclo de curto prazo adotado (diário, semanal ou quinzenal), procede-se ao monitoramento das metas executadas e registro das causas pelas quais não se cumpriu o planejado. Existe um indicador associado ao plano denominado Percentagem do Planejamento Concluído (PPC), resultado da razão dos pacotes de trabalhos completados 100% pelos totais planejados. No exemplo da Figura 3, ao final da semana, durante a análise dos pacotes completados, percebe-se que dois dos três pacotes designados haviam sido completados. Assim, o PPC da semana é 66,67%.

372

Lista de tarefas semanais								
Semana: 21/07 a 25/07				Mestre: Alberi		Engenheiro: Carlos		
Tarefa	S	T	Q	Q	S	S	OK	Problemas
Colocação das fôrmas do 4º pavimento	6	6	6	6			X	OK!
Desformar 2º pavimento		4	4	4	4		X	OK!
Alvenaria área 1 do 1º pavimento			3	3	3			Faltou Material

PPC = 2/3 = 66.67 %

**Tarefas Reservas:**  
 Preparação das armaduras das vigas do 4º pavimento  
 Colocação da armadura das vigas no 4º pavimento

Figura 3 – Exemplo de planilha utilizada na preparação do plano de curto prazo (adaptado de Ballard e Howell, 1997)

Alguns requisitos, entretanto, necessitam ser cumpridos para que se possa elaborar esse tipo de plano. Essas exigências são realizadas de forma a criar condições de elaboração de planos passíveis de serem atingidos. Esses requisitos estão listados a seguir (BALLARD; HOWELL, 1997):

- a) Definição: os pacotes de trabalho devem estar suficientemente especificados para definição do tipo e quantidade de material a ser utilizado, sendo possível identificar claramente, ao término da semana, aqueles que foram completados;
- b) Disponibilidade: os recursos necessários devem estar disponíveis quando forem solicitados;
- c) Seqüenciamento: os pacotes de trabalho devem ser selecionados, observando um seqüenciamento necessário para garantir a continuidade dos serviços desenvolvidos por outras equipes de produção;
- d) Tamanho: o tamanho dos pacotes designados para a semana deve corresponder à capacidade produtiva de cada equipe de produção; e
- e) Aprendizagem: os pacotes que não foram completados nas semanas anteriores e as reais causas do atraso devem ser analisados, de forma a se definirem as ações corretivas necessárias, assim como identificar os pacotes passíveis de serem atingidos.

A designação de pacotes com qualidade protege a produção de um fluxo de trabalho incerto, contribuindo para a melhoria da produtividade das equipes de produção (BALLARD; HOWELL, 1997).

Para BALLARD (2000), a aplicação conjunta do plano de curto prazo com o Lookahead faz parte de um conjunto de ferramentas que facilitam a implementação de um sistema de controle da produção denominado *Last Planner*. Esse autor afirma que tal sistema busca melhorar o desempenho do processo de PCP com medidas que protejam a produção dos efeitos da incerteza.

## Programação de recursos

A gestão de recursos deve ocorrer nos três níveis de planejamento apresentados. Nesse caso, os recursos podem ser programados em momentos específicos durante a execução do empreendimento, podendo ser classificados em três classes distintas (FORMOSO et al., 1999):

- a) recursos classe 1: são aqueles cuja programação de compra, aluguel ou contratação deve ser realizada a partir do planejamento de longo prazo, caracterizando-se, geralmente, por longo ciclo de aquisição e baixa repetitividade deste ciclo. Nesse caso, o lote de compra corresponde, geralmente, ao total da quantidade de recursos a serem utilizados;
- b) recursos classe 2: são aqueles cuja programação de compra, aluguel ou contratação deverá ser realizada a partir do planejamento tático de médio prazo e que se caracterizam, geralmente, por um ciclo de aquisição inferior a 30 dias e por uma média frequência de repetição deste ciclo. Os lotes de compra são, geralmente, frações da quantidade total do recurso; e
- c) recursos classe 3: são aqueles cuja programação pode ser realizada em ciclos relativamente curtos (similares ao horizonte do plano de curto prazo). Em geral, a compra desses recursos é realizada a partir do controle de estoque da obra e do almoxarifado central (se houver). Caracterizam-se, geralmente, por um pequeno ciclo de aquisição e pela alta repetitividade deste ciclo.

A não-disponibilização de recursos em tempo hábil à execução traz como consequência direta a paralisação da obra por falta de recursos e, indiretamente, dificulta um desenvolvimento adequado das funções de recrutamento, seleção, contratação e treinamento (CARVALHO, 1998). Nesse sentido, o processo de aquisição de recursos pode ser considerado o maior potencial individual de melhoria de qualidade em empresas de construção (PICCHI, 1993).

## Responsabilidade pelo desenvolvimento do planejamento

O tempo dispensado à elaboração do planejamento deve ser livre de pressões, facilitando, assim, os processos de deliberação e ponderação, indispensáveis à tomada de decisão (LAUFER; TUCKER, 1988). Normalmente, o ambiente no qual a gerência<sup>3</sup> está envolvida não possui essas características. Estudos realizados por Mintzberg (1973) mostram que as atividades da gerência são caracterizadas pelo curto espaço de tempo utilizado para desenvolvê-las, além de serem consideradas variadas e fragmentadas. Esses estudos revelaram que cerca de dois terços a quatro quintos do tempo de profissionais que assumem cargos de gerência são gastos emitindo ou recebendo informações (MINTZBERG, 1973; KOTTER, 1982).

<sup>3</sup>O gerente citado corresponde à figura do responsável pela tomada de decisão na empresa. Pode ser o proprietário da empresa como algum funcionário responsável pela direção da mesma.



Dessa forma, é difícil para a gerência da obra alocar tempo para a execução do planejamento, principalmente durante a construção do empreendimento, quando ocorre um fluxo maior de trabalho (LAUFER; TUCKER, 1988). Isso explica por que o gerente de produção dificilmente consegue desenvolver sozinho o processo de planejamento. Dessa forma, Laufer e Tucker (1988) recomendam que esse profissional deve ser assistido por um funcionário ou especialista que tenha tempo livre para dedicação a essa atividade.

Embora a gerência possa delegar essa atividade a especialistas, ela cumpre um papel fundamental nesse processo, visto que é responsável pelas decisões inerentes à sua unidade organizacional (MINTZBERG, 1973). Nesse contexto, o estabelecimento de uma cooperação entre o responsável pelo planejamento e a gerência tende a contribuir para a melhoria de todo o processo.

Segundo Laufer e Tucker (1988), tanto o gerente de produção como o funcionário envolvido com o processo de planejamento e controle da produção possuem apenas parte das informações necessárias para a tomada de decisões. Sendo assim, nenhum deles pode executar o processo de planejamento sem a ajuda do outro (LAUFER; TUCKER, 1988).

Como o processo de planejamento e controle da produção deve se basear na cooperação entre a gerência e o profissional responsável pelo planejamento, Laufer e Tucker (1988) recomendam que esse profissional não seja chamado de planejador, mas de coordenador do planejamento ou facilitador do planejamento. Isso expressa a separação entre decisões relacionadas a problemas que são de responsabilidade do gerente e aquelas relativas ao processo de planejamento e controle da produção (LAUFER; TUCKER, 1988).

## Desenvolvimento do modelo

O desenvolvimento do modelo contou com a participação de um grupo de dez empresas de construção do Rio Grande do Sul. O principal critério para a escolha dessas foi o seu envolvimento prévio em programas de melhoria gerencial, além do interesse demonstrado para a realização da parceria com a universidade. As empresas participantes são descritas no Quadro 1.

O trabalho envolveu uma primeira etapa, na qual, mediante de estudos de caso, o sistema de planejamento e controle de cada uma das empresas foi avaliado. A partir desse diagnóstico foi proposta uma versão inicial do modelo. Na segunda

etapa da pesquisa, a versão inicial desse modelo foi implementada num conjunto de empresas, adotando-se a pesquisa-ação como estratégia de pesquisa. Uma descrição detalhada da estratégia e do método de pesquisa utilizados para o desenvolvimento do modelo é apresentada no trabalho de Bernardes (2001). No início dos trabalhos, houve a preocupação de se estabelecer uma seqüência de estudos de caso, na qual o aprendizado obtido em uma empresa pudesse ser aproveitado nas demais. Assim, optou-se por defasar a realização dos estudos de caso. Inicialmente, desenvolveu-se a pesquisa em duas empresas de Porto Alegre. Foi realizado, então, de forma defasada, o trabalho com o grupo de empresas em Santa Maria. Optou-se por iniciar o estudo com as empresas de Porto Alegre devido à sua proximidade física com a equipe de trabalho.

O modelo de planejamento e controle da produção é apresentado na Figura 4. Conforme se pode perceber nessa figura, o modelo é composto de três etapas básicas: preparação do processo, planejamento e controle da produção propriamente ditos, e avaliação do processo. As etapas referentes a coleta de informações, preparação dos planos e difusão das informações estão inseridas na segunda etapa, que, por sua vez, está dividida hierarquicamente nos níveis de planejamentos de longo, médio e curto prazos.

## Preparação do processo de planejamento e controle da produção

A preparação do processo de planejamento e controle da produção é a primeira etapa do modelo proposto. Nessa etapa, são fixados procedimentos e padrões de planejamento que irão nortear as próximas etapas do modelo, bem como permitir a análise, durante a execução da obra, dos efeitos das decisões tomadas nos estágios preliminares do empreendimento.

De acordo com a Figura 4, a etapa de preparação do processo de PCP inicia-se com a tomada das decisões preliminares, para a qual são necessárias as informações a seguir.

**a) Planejamento estratégico do empreendimento:** esta informação não é gerada dentro do processo de planejamento e controle da produção, pois faz parte dos estágios iniciais do processo de desenvolvimento do produto. Engloba os objetivos do empreendimento quanto a prazo, custo e qualidade, a partir dos

Empresa	Cidade	Funcionários registrados (média)	Área de Atuação	Obras em andamento* (média)	Obras/Eng.* (média)
A	Porto Alegre	60	Construção e incorporação de imóveis residenciais e comerciais	6	3
B	Porto Alegre	10	Construção e incorporação de imóveis residenciais e comerciais	3	3
C	Santa Maria	70	Construção e incorporação de imóveis residenciais e comerciais, administração de imóveis para terceiros, elaboração de projetos, construção por empreitada e comercialização de pré-moldados	3	3
D	Santa Maria	65	Construção e incorporação de imóveis residenciais e comerciais	2	1
E	Santa Maria	27	Construção e incorporação de imóveis residenciais e comerciais, obras públicas, construção por empreitada e comercialização de materiais	4	1
F	Santa Maria	260	Construção e reforma de obras públicas e particulares	44	5
G	Santa Maria	60	Construção e incorporação de imóveis residenciais e comerciais	3	3
H	Santa Maria	35	Construção e incorporação de imóveis residenciais e comerciais	2	2
I	Canoas	30	Construção e incorporação de imóveis residenciais e comerciais	4	2
J	Porto Alegre	140	Construção e reforma de obras industriais	10	2

\*Os dados referentes às empresas I e J são de agosto de 1998 e fevereiro de 1999, respectivamente, e os dados das demais empresas foram obtidos no segundo semestre de 1996.

Quadro 1 – Características das empresas estudadas

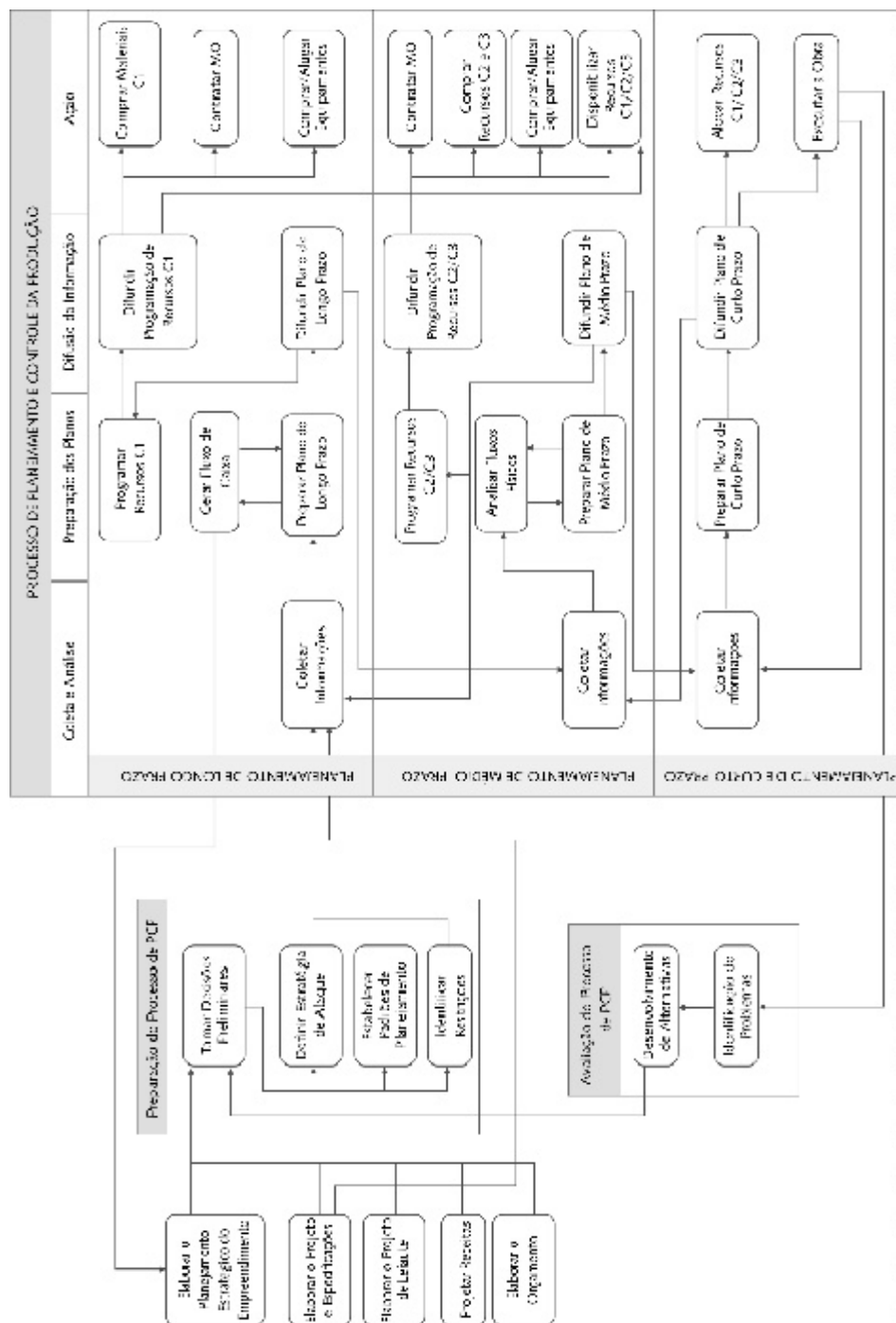


Figura 4 – Modelo de planejamento e controle da produção

requisitos de seus clientes finais. Aliado a esses objetivos, o planejamento estratégico deve conter as datas-marco principais para a execução do empreendimento, como, por exemplo, data de início da obra, conclusão de macroserviços, entrega das unidades, entre outras. Contudo, ao ser preparado o plano de longo prazo, a previsão de fluxo de caixa pode influenciar alguns dos objetivos fixados para o empreendimento, fazendo com que algumas datas sejam alteradas.

**b) Projetos e especificações:** em geral, os projetos e especificações utilizados para preparar o processo de PCP são os que estão disponíveis na empresa no momento da tomada das decisões preliminares. Essa forma de atuação pressupõe limitações nas informações disponíveis, visto que, durante a execução do empreendimento, normalmente, são necessárias modificações ou detalhes adicionais de projeto, previstos ou não.

**c) Projeto de leiaute:** este projeto apresenta a disposição física inicial do escritório do canteiro, locais de armazenagem de recursos, posição de equipamentos, vestiário, banheiros, almoxarifado e demais peças necessárias ao suporte da obra. O projeto de leiaute deve considerar também requisitos de segurança no canteiro, como, por exemplo, a colocação do guincho distante de redes de alta tensão. À medida que a obra se desenvolve, existe a necessidade de se alterar e detalhar este projeto.

**d) Projeção de receitas:** tal informação é muito importante para o desenvolvimento do processo de PCP, visto que essa é necessária para gerar o fluxo de caixa do empreendimento, que pode estabelecer restrições ao andamento da obra.

**e) Orçamento discriminado:** normalmente, essa informação é gerada antes de o processo de PCP ser iniciado, sendo importante que ela esteja formatada adequadamente, de forma a possibilitar agilidade no acesso a informações. Nesse sentido, a configuração de um formato mais operacional pode facilitar o controle integrado e o uso compartilhado de informações.

**f) Informações sobre o planejamento e controle da produção de obras anteriores:** essa informação advém, em geral, de obras similares executadas pela empresa, cujos relatórios de controle do processo de PCP foram armazenados. Dessa forma, o aprendizado obtido a partir da análise desses relatórios pode influenciar as decisões preliminares supracitadas.

De posse das informações apresentadas, a preparação do processo pode ser realizada. Esta etapa é composta das seguintes atividades:

**a) tomar decisões preliminares:** estas decisões são tomadas tendo por base informações advindas de outros processos da empresa, anteriores ao desenvolvimento do processo de PCP. Normalmente, tais informações são inerentes ao processo de PCP, tais como a quantidade de níveis hierárquicos, a frequência de replanejamento em cada nível, o formato dos planos, indicadores a serem coletados, papel dos diferentes intervenientes, bem como ajustes no fluxo de informações que respaldará o processo;

**b) estabelecer padrões de planejamento:** esta etapa envolve a definição de padrões a serem utilizados na realização do planejamento e controle. Nesse caso, a estrutura analítica do empreendimento (WBS – *Work Breakdown Structure*) e o zoneamento da obra são considerados os principais padrões empregados no processo de planejamento;

**c) detalhar restrições:** as restrições envolvidas nesta etapa estão relacionadas à dificuldade de acesso à obra e arranjo físico, localização geográfica, bem como a limitações de recursos físicos e financeiros; e

**d) definir a estratégia de ataque:** esta atividade deve ser realizada em paralelo com a identificação de restrições existentes no ambiente produtivo e consiste na definição dos principais fluxos de trabalho da produção. Em geral, esse fluxo pode ser representado diretamente no projeto de layout do canteiro. Esta etapa procura definir também os fluxos de trabalho principais, que indicam o seqüenciamento dos serviços a serem executados.

## Planejamento de longo prazo

380

O planejamento de longo prazo consiste no primeiro planejamento de caráter tático (FORMOSO et al., 1999a). Os principais resultados desse nível de planejamento são o plano de longo prazo da obra e a programação de recursos classe 1. A partir desses documentos, pode-se realizar as ações necessárias à aquisição de recursos classe 1, tais como materiais com longo prazo de entrega, mão-de-obra própria ou terceirizada, bem como equipamentos (comprados ou alugados). Este plano também norteia a preparação do plano de médio prazo.

Conforme a Figura 4, o planejamento de longo prazo pode ser dividido nas seguintes etapas:

**a) coletar informações:** esta etapa se inicia com a coleta de informações provenientes da preparação do processo de planejamento, bem como do planejamento de médio prazo para o caso da obra já ter sido iniciada;

**b) preparar plano de longo prazo:** durante a preparação dos planos, são definidos ritmos de trabalho para as equipes de produção, de acordo com a disponibilidade financeira prevista. Esse plano pode ser utilizado como informação básica na geração do fluxo de caixa do empreendimento. Para a sua preparação, pode-se utilizar diversas técnicas, sendo as mais conhecidas o diagrama de Gantt, de setas (ADM – *Arrow Diagram Method*) e de precedência (PDM – *Precedence Diagram Method*), e a linha de balanço;

**c) gerar fluxo de caixa:** o fluxo de caixa elaborado nesta etapa constitui um refinamento daquele elaborado nos estágios iniciais do empreendimento. Assim, caso haja incongruência na previsão de receitas e despesas preparada no início do empreendimento, pode-se modificar as metas presentes no plano de longo prazo. A decisão de modificação das metas do plano de longo prazo pode estar baseada na utilização de indicadores econômico-financeiros que possibilitem a análise de viabilidade do empreendimento (taxa interna de retorno, margem de lucro, entre outros);

**d) difundir plano de longo prazo:** preparado o plano de longo prazo, este deve ser difundido de acordo com as necessidades de seus usuários. Nesse caso, a transmissão do plano pode ocorrer tanto por meio escrito como verbal, durante a realização de reuniões no escritório da empresa ou canteiro de obra;

**e) programar recursos classe 1:** estes recursos devem ser programados no nível de longo prazo, visto que requerem longos prazos de aquisição;

**f) difundir programação de recursos classe 1:** esta etapa corresponde à difusão da programação de recursos classe 1 aos setores de recursos humanos, para a contratação de mão-de-obra e de suprimentos para a disponibilização de materiais e equipamentos;

**g) comprar materiais classe 1:** de posse da programação de recursos classe 1, que apresenta as datas-marco para a sua entrega, inicia-se o processo de negociação com fornecedores em busca dos menores preços praticados. Depois da compra, a empresa deve solicitar, periodicamente, dos fornecedores informações sobre o andamento dos insumos adquiridos;



**h) contratar mão-de-obra:** nesta etapa, é iniciado o processo de divulgação da necessidade de mão-de-obra, bem como a contratação em si; e

**i) comprar ou alugar equipamentos:** em geral, o setor de suprimentos realiza esta etapa de posse da programação de recursos recebida. Contudo, a decisão para o aluguel ou compra de determinado equipamento neste nível de planejamento, normalmente, parte da diretoria da empresa.

## Planejamento de médio prazo

O planejamento de médio prazo cumpre o importante papel de vinculação do planejamento de longo com o de curto prazo. Entre seus objetivos principais, está a identificação de restrições existentes no ambiente produtivo de forma a possibilitar o desencadeamento de ações para removê-las, aumentando, assim, a confiabilidade do planejamento de curto prazo.

Para o desenvolvimento do planejamento de médio prazo, as metas fixadas no planejamento de longo prazo são detalhadas e segmentadas em pacotes de trabalho, em função do zoneamento estabelecido na etapa de preparação do processo de planejamento.

Dependendo do procedimento adotado pelas empresas no desenvolvimento de seus processos de planejamento, este nível pode ocorrer em horizontes que variam de duas semanas a três meses. Nesse caso, pode ocorrer também uma subdivisão deste nível em dois: um menos detalhado, abrangendo um horizonte maior, como, por exemplo, de dois a três meses, e um envolvendo a definição de pacotes de trabalho em termos operacionais, com um horizonte de duas a cinco semanas.

As principais etapas envolvidas no desenvolvimento do planejamento de médio prazo são:

**a) coletar informações:** as informações que servem de base à elaboração do plano de médio prazo são provenientes do planejamento de longo e de curto prazo, sendo esse último correspondente ao plano controlado após a execução dos serviços;

**b) analisar fluxos físicos:** as metas que são planejadas nesta etapa devem buscar reduzir conflitos de equipes trabalhando no mesmo local e ao mesmo tempo,

bem como deve identificar um seqüenciamento adequado dos pacotes, reduzindo, assim, o excesso de movimentação de pessoas e transporte de materiais (ALVES, 2000);

**c) preparar plano de médio prazo:** este plano pode ser elaborado por meio de um diagrama de Gantt ou de uma rede de atividades apresentada em um grau de detalhes superior ao plano de longo prazo, para o horizonte de médio prazo correspondente;

**d) difundir plano de médio prazo:** o plano de médio prazo deve ser difundido para o responsável pela elaboração do plano de curto prazo, bem como para os funcionários encarregados pelo setor de suprimentos da empresa e para outros setores encarregados da remoção de restrições. Nesse sentido, é importante que as datas de disponibilização dos recursos classes 1, 2 e 3 estejam presentes neste plano de forma clara. Isso ocorre para se evitar problemas de interrupções do fluxo de trabalho por problemas de abastecimento de recursos;

**e) programar recursos classes 2 e 3:** a programação de recursos classe 1, realizada no planejamento de longo prazo, explicita a identificação de datas nas quais os recursos classe 1 devem ser adquiridos. Já a programação de recursos realizada para o médio prazo tem por objetivo principal a disponibilização dos recursos classe 1, 2 e 3. Assim, nesta programação, devem ser identificadas datas-limite para disponibilização no canteiro desses recursos para o horizonte planejado, como forma de evitar descontinuidade no planejamento de curto prazo pela falta de um dado recurso. Essa forma de atuação evita que pacotes de trabalho cujos recursos ainda não estejam disponíveis sejam programados no plano de curto prazo e designados para as equipes de produção;

**f) difundir programação de recursos classes 2 e 3:** da mesma maneira que no planejamento de longo prazo, esta programação de recursos deve ser difundida, em um formato apropriado, para os setores de recursos humanos e suprimentos. Esses setores devem identificar as datas limites de disponibilização desses recursos fixadas nesta programação. A utilização dessas datas-limite serve como um lembrete ao responsável pelo setor de suprimentos, do período no qual deve ocorrer o rastreamento do recurso adquirido junto ao fornecedor, visando a confirmar sua entrega no local e no período previamente combinados;

**g) contratar mão-de-obra:** nesta etapa, o setor de recursos humanos, tendo por base a solicitação de contratação de novos funcionários e a autorização da diretoria, inicia o processo de divulgação, seleção e contratação. Nesse caso, a disponibilização da mão-de-obra deve ocorrer dentro do prazo estipulado na programação, para que não haja problemas na preparação do plano de curto prazo;

**h) comprar recursos classes 2 e 3:** de posse da programação de recursos e das atividades fixadas no plano de médio prazo, pode-se comprar os demais recursos necessários à execução das atividades. Nesse caso, os recursos classe 3 foram incluídos nesta etapa para evitar a sua compra e disponibilização durante a semana de trabalho na qual serão necessários. Essa atitude visa a minimizar os efeitos da incerteza envolvida na entrega dos recursos no canteiro de obras;

**i) comprar ou alugar equipamentos:** esta etapa está relacionada ao processo de compra ou aluguel de equipamentos necessários à execução de atividades fixadas para o planejamento de médio e curto prazo. Em geral, deve-se procurar identificar, nesse caso, os prazos mínimos de disponibilização desses equipamentos, para que eles sejam entregues no período em que são necessários; e

**j) disponibilizar recursos classes 1, 2 e 3:** esta etapa refere-se ao processo constituído pelas atividades de rastreamento dos recursos adquiridos, bem como por sua entrega, conferência e notificação ao setor de suprimentos, caso haja algum problema de especificação percebido pelo mestre ou almoxarife no recebimento.

## Planejamento de curto prazo

O planejamento de curto prazo tem por objetivo orientar diretamente a execução da obra, através de designações de pacotes de trabalho fixados no plano de médio prazo às equipes de produção. Nesse nível de planejamento, podem ser fornecidos às equipes de trabalho equipamentos e ferramentas para a execução de suas atividades.

Normalmente, esse plano é realizado em ciclos semanais. Porém, em obras muito rápidas ou nas quais existe muita incerteza associada ao processo de produção, o ciclo de planejamento pode ser diário.

As principais etapas a serem desenvolvidas no plano de curto prazo são as seguintes:

**a) coletar informações:** as informações que respaldam o planejamento de curto prazo são o plano de médio prazo e o plano de curto prazo controlado no ciclo anterior. Nesse caso, os planos de curto prazo dos ciclos anteriores podem servir também como fonte de informações sobre os fluxos de trabalho das equipes de produção e dos fluxos de materiais na obra;

**b) preparar plano de curto prazo:** este plano é elaborado de acordo com os requisitos necessários para a proteção da produção, propostos por Ballard e Howell (1997). Dessa forma, depois de coletadas as informações pertinentes ao desenvolvimento deste plano, parte-se para a elaboração de uma primeira proposta de plano de curto prazo a ser apresentada e discutida em uma reunião, normalmente semanal, com o engenheiro e o mestre-de-obras, subempreiteiros e encarregados das equipes de produção. Na reunião, inicialmente é apresentado o plano de curto prazo controlado do ciclo anterior, de forma a possibilitar que todos os presentes identifiquem as razões pelas quais algumas metas não foram cumpridas conforme planejado;

**c) difundir plano de curto prazo:** a difusão do plano de curto prazo ocorre em dois estágios. O primeiro refere-se às informações trocadas entre o engenheiro e o mestre-de-obras, bem como entre eles e os subempreiteiros e encarregados das equipes de produção, durante a reunião de negociação das metas. O segundo estágio ocorre através do contato verbal entre os encarregados e os demais funcionários participantes da equipe de produção. Por isso, deve-se procurar ser o mais claro possível durante a reunião de discussão das metas, utilizando esboços e detalhes dos postos de trabalho, de forma a esclarecer melhor as tarefas que estão sendo designadas, para evitar falhas de compreensão e, devido a esse fato, possíveis retrabalhos;

**d) alocar recursos classes 1, 2 e 3:** de posse do plano de curto prazo, pode-se alocar os recursos classes 1, 2 e 3 nos postos de trabalhos nos quais eles serão utilizados. A alocação desses recursos deve, em princípio, obedecer ao itinerário identificado durante a análise dos fluxos físicos realizada durante o planejamento de médio prazo; e

**e) executar a obra:** esta etapa ocorre durante o dia-a-dia de execução da obra, a partir de diretrizes fixadas na preparação do processo de planejamento. Devem

ser identificadas as razões pelas quais as metas planejadas não estão sendo cumpridas, se esse for o caso, de forma a serem identificadas medidas corretivas necessárias.

## Avaliação do processo de planejamento e controle da produção

A avaliação do processo de planejamento e controle da produção ocorre ao final da obra, como forma de se propor melhorias a empreendimentos futuros ou, ainda, durante a sua execução, em períodos especificados na preparação do processo de planejamento. Nesse sentido, a avaliação pode ser desenvolvida tendo por base os relatórios de controle gerados ao longo da construção e a percepção de seus principais agentes intervenientes.

As seguintes etapas compõem a avaliação do processo de planejamento e controle da produção:

**(a) identificação de problemas:** nesta etapa, os problemas que ocorreram durante o período de avaliação são identificados. Nesse caso, pode-se realizar uma reunião com a participação do diretor técnico, do engenheiro e do mestre-de-obras, bem como dos subempreiteiros, encarregados dos serviços e de alguns fornecedores de materiais. A preparação de um relatório geral que detalhe as principais razões dos desvios da obra, a ser entregue aos participantes, pode auxiliar também no estabelecimento de ações de melhorias; e

**(b) desenvolvimento de alternativas:** identificados os problemas, parte-se para o desenvolvimento de alternativas. Nesse sentido, mediante *brainstormings*, pode-se identificar algumas alternativas a serem realizadas nos próximos empreendimentos da empresa ou nas próximas etapas da obra, caso esta última não tenha sido ainda finalizada no momento de realização da reunião de avaliação.

## Avaliação dos sistemas de planejamento e controle da produção durante a implementação

Para a discussão dos dados coletados nas empresas, buscou-se padronizar a maneira pela qual eles são apresentados. Dessa forma, procurou-se empregar indicadores similares nas empresas do grupo de modo a facilitar o processo avaliação do modelo.

Embora se tenha trabalhado em algumas empresas com o sistema de indicadores proposto por Oliveira (1999), apenas o PPC foi efetivamente inserido na rotina da maioria das empresas. Isso pode ser explicado pelo fato de que os demais indicadores normalmente demandavam tarefas adicionais para seu cálculo, encontrando, portanto, resistência por parte de alguns engenheiros e mestres para a sua utilização.

A partir dos dados coletados, pode-se verificar se houve uma correlação entre o PPC médio observado nas etapas de implementação e avaliação do modelo e os seus respectivos coeficientes de variação. Foram descartadas as obras em que foram realizadas apenas duas semanas de coleta e aquelas que não incorporaram as medidas necessárias para proteger a produção contra os efeitos da incerteza (requisitos de qualidade do plano de curto prazo). A Figura 5 apresenta um gráfico de regressão linear construído a partir dos dados coletados nas empresas supracitadas.

De acordo com essa figura, existe uma correlação negativa entre as variáveis PPC médio e o coeficiente de variação de 0,69. Isso indica que há uma tendência de

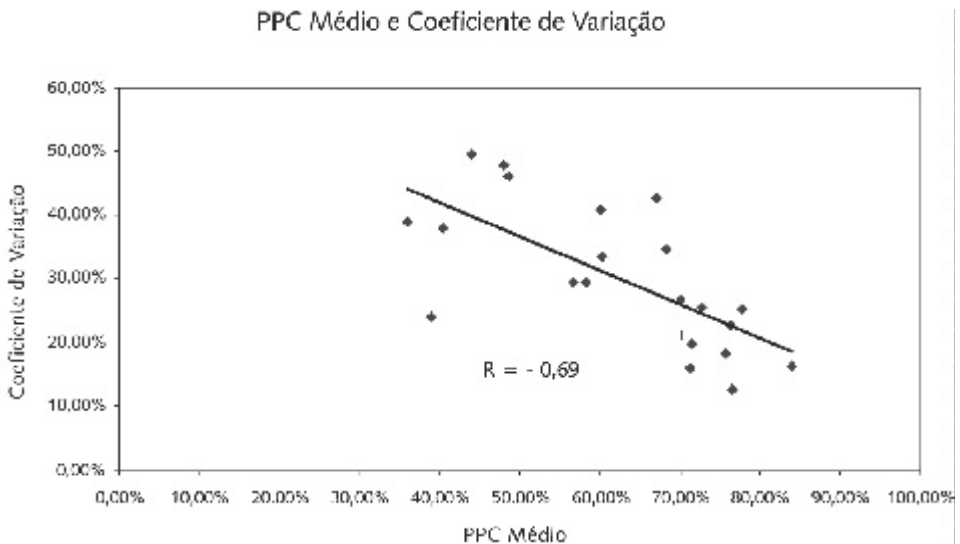


Figura 5 – Correlação linear entre o PPC médio e seus coeficientes de variação

diminuição do coeficiente de variação à medida que aumenta do PPC médio. Nesse caso, as evidências apresentadas nos estudos de caso permitiram verificar que, quando o processo de planejamento começava a ser desenvolvido com base nos requisitos de qualidade do plano de curto prazo, ocorria uma tendência de estabilização do ambiente produtivo, já que o PPC tendia a aumentar e o coeficiente de variação a diminuir.

Analisando comparativamente os resultados obtidos nas empresas estudadas, pode-se fazer as seguintes considerações:

(a) as empresas que apresentaram os menores coeficientes de variação, em geral, cumpriram parte dos requisitos de qualidade do plano de curto prazo, bem como buscaram integrar os níveis hierárquicos de planejamento. De acordo com observações realizadas durante a elaboração dos planos de curto prazo e análise dos planos preenchidos, os requisitos que os engenheiros e mestres tiveram mais dificuldade de cumprir foram os relativos à definição, tamanho e disponibilidade. O cumprimento desses requisitos repercutiu diretamente nos dados coletados, tornando o PPC menos variável;

(b) as empresas, na sua maioria, registraram que as principais causas de interferências nos planos de curto prazo foram advindas de problemas externos, como, por exemplo, chuva ou interferência por parte do cliente. Embora o registro dos problemas tenha sido acompanhado pelos pesquisadores responsáveis pelo trabalho, nas empresas de Santa Maria não se conseguiu verificar se os problemas registrados nas semanas em que a equipe de pesquisa não estava presente condiziam com a realidade. Isso pode ter acontecido porque as reuniões da equipe da pesquisa e as empresas participantes ocorriam quinzenalmente. O excesso de problemas externos pode denotar receio na identificação da real causa do problema e comprometer os resultados do trabalho. Esse receio pode ser provocado pela incompreensão das melhorias advindas com a utilização do novo sistema. Nesse caso, os funcionários envolvidos têm a percepção que o sistema serve para arquivar suas falhas (SZAJNA; SCAMELL, 1993);

(c) os principais problemas registrados e as observações realizadas na etapa de preparação dos planos de curto prazo permitiram concluir que os efeitos da in-



certeza são frequentemente negligenciados. Isso pode ser evidenciado nas obras das empresas que alcançaram altos percentuais de determinados problemas, como, por exemplo, falta de mão-de-obra empreitada (72% na obra 2 da empresa A), superestimação da produtividade (60% na obra 1 da empresa B) e condições adversas do tempo (60% na obra 1 da empresa D). A alta incidência desses problemas evidencia que as ações necessárias para a sua minoração não estavam sendo realizadas a contento e que suas sucessivas ocorrências não estavam sendo consideradas na definição dos pacotes de trabalho;

(d) coincidentemente, um problema detectado apenas nas empresas de Santa Maria foi a transferência de recursos de uma obra para outra. Embora não se possa caracterizar essas empresas pela ocorrência desse tipo de problema, essa evidência denota uma prática comum nas empresas participantes. Segundo os engenheiros dessas empresas, a transferência de funcionários ou equipes de produção foi utilizada como auxílio a uma obra na qual a disponibilização do recurso se fez necessária. Contudo, a transferência pode repercutir negativamente na produção de equipes cujas atividades estejam dentro do prazo planejado, devido à ausência de alguns de seus participantes. Desse modo, a ausência de um planejamento de transferências de recursos pode ser considerada principal causa de ocorrência desse problema;

(e) um outro problema evidenciado nas empresas participantes foi a inércia na tomada de decisão diante dos dados coletados. Nesse caso, pode-se salientar que algumas reuniões com essa finalidade ocorreram porque foram previamente agendadas pelos pesquisadores envolvidos no trabalho. Embora se tenha ressaltado a importância dessas reuniões, percebeu-se, com o prosseguimento do trabalho, que alguns gerentes não deram continuidade à sua realização.

Mesmo com os problemas apresentados e os baixos percentuais de eficácia da implementação e adequação do modelo, de maneira geral, constatou-se que o presente trabalho contribuiu para a melhoria do desempenho dos sistemas de PCP das empresas estudadas. Isso pode ser percebido a partir da análise da Figura 6.

A Figura 6 apresenta um gráfico que correlaciona o PPC médio e o coeficiente de variação das obras estudadas em duas fases da pesquisa. A primeira fase

corresponde ao período no qual os sistemas de PCP das empresas estavam sendo desenvolvidos e implementados. A segunda refere-se ao período posterior à implementação, cuja avaliação foi realizada após um período de um ano a um ano e meio, sem a presença do pesquisador nas empresas estudadas. As obras são identificadas por duas letras. A primeira representa a empresa à qual a obra pertence, e a segunda, o número da obra que foi analisada.

Conforme se pode perceber na Figura 6, existe uma maior concentração de obras da fase 2 na região direita inferior do gráfico do que de obras da fase 1. Isso significa que a maioria das obras da fase 2 apresentou melhores desempenhos no PCP, no que tange à redução da variabilidade (menores coeficientes de variação) e à eficácia do plano de curto prazo (PPC médio mais elevado), quando comparadas àquelas estudadas na primeira fase.

A Figura 6 indica que todas as obras das empresas A, C, D e J analisadas, na segunda fase, apresentaram melhores desempenhos no PCP do que as obras estudadas na primeira fase. Isso pode ser explicado porque o PPC médio das obras estudadas aumentou e seus respectivos coeficientes de variação diminuíram. A eficácia da implementação do modelo pode ser considerada uma das causas principais dessa melhoria.

No que tange à empresa I, verifica-se que o PPC médio da obra estudada na segunda fase (obra 3) foi inferior àqueles obtidos nas obras analisadas na primeira fase do trabalho (obras 1 e 2). Entretanto, percebe-se que o coeficiente de variação do PPC da obra 3 foi inferior àqueles obtidos nas obras da primeira fase. O mau desempenho da obra 3 ocorreu porque, naquela empresa, a maioria dos elementos do modelo foi descartada.

Com relação à empresa J, verifica-se que embora o PPC médio da obra 2 (segunda fase) tenha sido ligeiramente inferior ao da obra 1 (primeira fase), essa empresa conseguiu reduzir substancialmente o coeficiente de variação do PPC.

A empresa E foi a que apresentou os piores resultados entre as empresas estudadas. Nesse caso, embora a obra 2, estudada na primeira fase, tenha apresentado um PPC médio menor e um coeficiente de variação superior àqueles obtidos na

obra 3 (segunda fase), verifica-se que os resultados da obra 2 foram obtidos com o PPC coletado em apenas duas semanas de trabalho. Dessa forma, optou-se por excluir a obra 2 da análise.

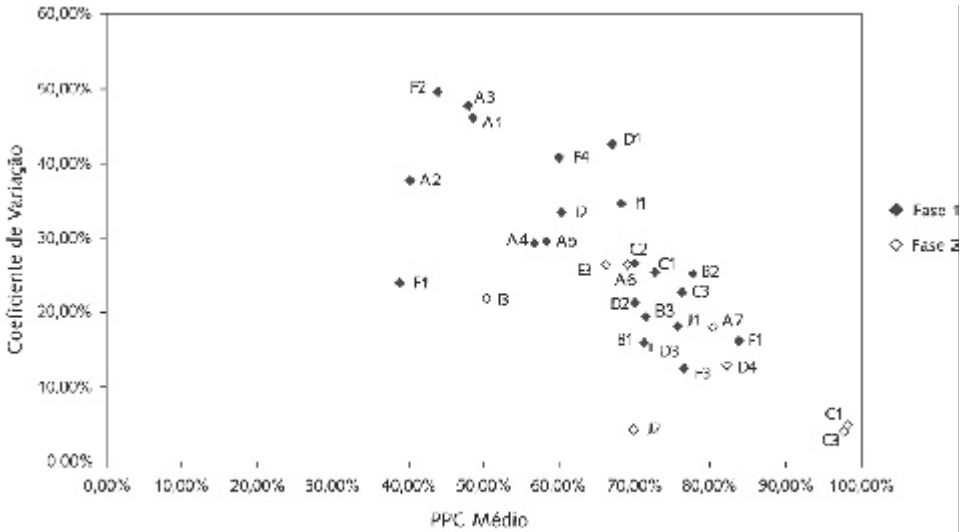


Figura 6 – Comparação entre o PPC Médio e o Coeficiente de Variação das obras analisadas na fase 1 (durante a implementação) e na fase 2 (após a implementação)

## Considerações finais

Para o desenvolvimento e implementação de sistemas de PCP, a aprendizagem obtida permitiu concluir que, em empresas cujas obras ainda não tenham sido iniciadas, o processo pode seguir a hierarquização proposta pelo modelo, iniciando-se a partir da preparação do processo de PCP. Contudo, em obras que já estejam em andamento, o processo de planejamento e controle da produção deve ser iniciado com o planejamento de curto prazo, como forma de permitir, a princípio, a estabilização do processo produtivo. Para o desenvolvimento desse nível de planejamento, é necessário, porém, que as datas de início e término dos serviços tenham sido definidas em um plano de longo prazo.

O plano de curto prazo é mais fácil de ser inserido na rotina da empresa, por ter uma frequência maior de preparação, análise e avaliação que os demais. Além disso, esse plano orienta diretamente as ações no canteiro de obra, que, em geral, são coordenadas pelo mestre-de-obras. Dessa forma, o envolvimento desse último profissional é imprescindível para a minimização de resistências à implementação.

Ainda no nível de curto prazo, deve ocorrer a análise dos problemas por causa dos quais as metas do plano não estão sendo cumpridas. Nesse caso, devem ser tomadas decisões que possibilitem a eliminação ou minimização desses problemas. Porém, sem o desenvolvimento do planejamento de médio prazo, é difícil atuar sobre restrições que causam interferência nos pacotes de trabalhos fixados no curto prazo.

Assim, após a implementação do planejamento de curto prazo, pode-se trabalhar no nível de médio prazo. Nesse caso, verifica-se que o desenvolvimento desse segundo nível deve contemplar a análise de fluxos físicos e de restrições de forma a possibilitar a designação de pacotes que podem ser executados sem interrupções.

À medida que a obra é executada, a análise das informações contidas nos planos de médio e de curto prazo pode facilitar a identificação dos ritmos de produção das diferentes equipes de trabalho. Isso permite uma tomada de decisões direcionada ao cumprimento dos prazos estabelecidos no plano de longo prazo.

## Referências bibliográficas

ALVES, T. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras:** Proposta Baseada em Estudo de Caso. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

BALLARD, G. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5., 1997, Australia. **Proceedings... IGLC**, 1997.

\_\_\_\_\_. **The Last Planner System of Production Control.** 2000. Tese (Doutorado) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, 2000.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: An Essential Step in Production Control. **Technical Report**, n. 97-1, 1997. Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California.

BERNARDES, M. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de produção.** 2001. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CARVALHO, M. **Método de intervenção no processo de programação de recursos de empresas construtoras de pequeno porte através do seu sistema de informação:** proposta baseada em estudo de caso. 1998. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

CHOO, H.; TOMMELEIN, I.; BALLARD, G. WorkPlan: Constraint-Based Database for Work Package Scheduling. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 3, p. 151-160, May-Jun. 1999.

COHENCA, D.; LAUFER, A.; LEDBETTER, F. Factors affecting construction planning efforts. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 115, n. 1, p. 70-89, Mar. 1989.

DAVIS, G.; OLSON, M. **Sistemas de Informacion Gerencial**. Colômbia: McGraw-Hill Latinoamericana, 1987.

FORMOSO, C. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. 1991. Tese (Doutorado) - University of Salford, Department of Quantity and Building Surveying, Salford, 1991.

FORMOSO, C.; BERNARDES, M.; OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, K. **Termo de referência para o planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999a.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção, mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

HOPP, W.; SPEARMAN, M. **Factory Physics. Foundations of Manufacturing Management**. United States: Irwin McGraw-Hill, 1996.

KOTTER, J. What effective general managers really do. **Harvard Business Review**, v. 60, n. 6, p. 156-167, 1982.

LAUFER, A. **Simultaneous Management**. United States: AMACOM, 1997.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Competence and timing dilemma in construction planning. **Construction Management and Economics**, London, n. 6, p. 339-355, 1988.

394

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, United States, n. 5, p. 243-266, 1987.

MINTZBERG, H. **The Nature of Managerial Work**. New York: Harper & Row, 1973.

OGLESBY, C.; PARKER, H.; HOWELL, G. **Productivity Improvement in Construction**. United States: McGraw-Hill Inc, 1989.

OLIVEIRA, K. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle da produção:** Proposta baseada em estudo de caso. 1999. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

PICCHI, F. **Sistemas de Qualidade:** uso em empresas de construção. 1993. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1993.

SANVIDO, V.; PAULSON, B. Site-Level Construction Information System. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 118, n. 4, p. 701-715, Dec. 1992.

SHAPIRA, A.; LAUFER, A. Evolution of involvement and effort in construction planning throughout project life. **International Journal of Project Management**, New York, ASCE, v. 11, n. 3, Aug. 1993.

SINK, S.; TUTTLE, T. **Planejamento e medição para a performance.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.

SZAJNA, B.; SCAMELL, R. The Effects of Information System User Expectations on Their Performance and Perceptions. **MIS Quarterly**, p. 493-516, Dec. 1993.

TOMMELEIN, I. D. Construction site layout using blackboard reasoning with layered knowledge. In: ALLEN, Robert H. (Ed.). **Expert systems for civil engineers: knowledge representation.** New York: ASCE, 1992, p. 214-258. cap. 10. 287 p.

TOMMELEIN, I. Pull-Driven Scheduling for Pipe-Spool Installation: Simulation of Lean Construction Technique. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 4, p. 279-288, Jul./Aug. 1998.

TOMMELEIN, I.; BALLARD, G. Look-Ahead Planning: Screening and Pulling. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE LEAN CONSTRUCTION, 2., 1997. São Paulo. **Anais...** 20-21 out. 1997.