



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

**TERMO DE REFERÊNCIA PARA O PROCESSO DE  
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM  
EMPRESAS CONSTRUTORAS**

**Porto Alegre, abril de 1999**

## **EQUIPE TÉCNICA**

**Carlos Torres Formoso**, Eng. Civil, M.Sc., Ph.D. (coordenador)  
Professor e pesquisador do NORIE/UFRGS

**Maurício Moreira e Silva Bernardes**, Eng. Civil, M.Sc.  
Professor da UFRGS e pesquisador do NORIE/UFRGS

**Luiz Fernando Menescal de Oliveira**, Eng. Civil  
Mestrando pelo NORIE/UFRGS

**Keller Augustus de Oliveira**, Eng. Civil  
Mestrando pelo NORIE/UFRGS

## **COLABORADORES**

**Márcio Santana de Carvalho**, Eng. Civil, M.Sc.

**André Portich Reichmann**, Eng. Civil

**Mateus Bastiani Pasa**, Graduando em Engenharia Civil pela UFRGS

**Sheila Cristina Wendt**, Graduando em Engenharia Civil pela UFRGS

## **ENDEREÇO**

NORIE/UFRGS

Av. Osvaldo Aranha 99, 3º andar

CEP 90035-190 Porto Alegre – RS

Tel. 051 3163518 Fax 051 3163999

email: [noriegec@vortex.ufrgs.br](mailto:noriegec@vortex.ufrgs.br)

## **APRESENTAÇÃO**

Este documento apresenta um conjunto de conceitos, diretrizes e propostas de ações para o planejamento da produção em empresas construtoras, com o objetivo de orientar o SINDUSCON/SP no estabelecimento de um programa de qualificação de seus associados no Processo de Planejamento e Controle da Produção.

Como resultado principal do trabalho é apresentado um protocolo para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras, que pode ser utilizado como ponto de partida para a implantação de sistemas de planejamento em empresas de construção de edificações. Este protocolo constitui-se num modelo do processo de planejamento e controle, que pode ser adaptado a um espectro relativamente amplo de empresas do setor, em função do seu segmento de mercado, estrutura e cultura organizacional, estratégia de produção, etc.

Em linhas gerais, o protocolo contém um plano geral das atividades de planejamento e controle, um modelo genérico do fluxo de informações, uma descrição das principais atividades e suas principais relações de precedência, as principais interfaces com outros processos, e o papel e as responsabilidades dos diferentes intervenientes. São também apresentados alguns exemplos de documentos e ferramentas desenvolvidos por empresas específicas.

O desenvolvimento do conteúdo deste documento tem por base a bibliografia internacional sobre o tema, os resultados de trabalhos de pesquisa do NORIE/UFRGS nesta área do conhecimento, assim como a percepção de um conjunto de especialistas e de construtores, incluindo empresas do próprio SINDUSCON/SP.

# 1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção tem sofrido nos últimos anos mudanças substanciais, provocadas principalmente pelo crescente grau de competição existente entre as empresas do setor no país. A globalização dos mercados, o crescente nível de exigência por parte dos consumidores e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros para a realização de empreendimentos, entre outros fatores, têm estimulado as empresas a buscar melhores níveis de desempenho através de investimentos em gestão e tecnologia da produção. Assim, a exemplo do que vem acontecendo em outros setores industriais, a função produção vem assumindo um papel cada vez mais estratégico na determinação do grau de competitividade das empresas de construção, assim como o setor como um todo.

Neste quadro, o processo de planejamento e controle da produção passa a cumprir um papel fundamental nas empresas, na medida que o mesmo tem um forte impacto no desempenho da função produção. Inúmeros estudos realizados no Brasil e no exterior comprovam este fato, indicando que deficiências no planejamento e controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor, das suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos. Em que pese o custo relativamente baixo do processo de planejamento e controle da produção e o fato de que muitos profissionais têm consciência da sua importância, poucas são as empresas nas quais este processo é bem estruturado.

O Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) vem desenvolvendo pesquisas sobre este tema desde 1994, exatamente a partir da realização de alguns diagnósticos em empresas de construção (Fruet & Formoso, 1993; Soibelman, 1993), nos quais a falta de planejamento foi apontada como um dos principais problemas do setor. Desde então, diversos estudos vêm sendo realizados, a partir de parcerias estabelecidas com algumas empresas construtoras do Estado do Rio Grande do Sul e de financiamentos à pesquisa obtidos junto à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), através do Programa de Tecnologia da Habitação (HABITARE), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O objetivo principal desta linha de pesquisa é desenvolver um modelo para o planejamento e controle da produção em empresas construtoras, assim como um método para sua implementação.

Em 1998, o NORIE/UFRGS foi contratado pelo SINDUSCON/SP, por iniciativa do seu Comitê de Tecnologia, para elaborar um Termo de Referência para o Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras. Este documento está dividido em quatro partes. Na primeira (Seção 2), aponta-se os principais problemas encontrados no processo de planejamento e controle da produção das empresas do setor de acordo com a bibliografia da área e também a partir de entrevistas realizadas com diretores e gerentes de obra de quatro empresas associadas do SINDUSCON/SP. A segunda parte (Seção 3) apresenta o conceito de planejamento adotado neste trabalho. Na terceira parte (Seção 4), é apresentado um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento deste processo, a partir das modernas filosofias gerenciais. O protocolo do processo de planejamento e controle da produção é descrito na Seção 5. Nessa seção são também apresentados alguns exemplos de documentos e ferramentas desenvolvidos por empresas específicas. Finalmente, na Seção 6 são apresentadas algumas considerações finais e proposto um conjunto de ações a serem desenvolvidas pelo setor.

O protocolo consiste num plano das atividades de planejamento e controle, composto de um modelo do fluxo de informações, as principais relações de precedência entre as atividades, as interfaces críticas com outros processos, o papel e as responsabilidades dos intervenientes típicos, um conjunto de ferramentas de planejamento e um sistema de indicadores de desempenho. O protocolo proposto não tem a pretensão de se constituir em um sistema de planejamento e controle completo, adaptável a qualquer empresa de construção. O objetivo do presente documento é servir como ponto partida para as empresas do setor desenvolverem seus sistemas de planejamento específicos, assim como contribuir

para que o SINDUSCON/SP possa desenvolver um programa de qualificação de seus associados neste tema.

O conteúdo deste documento foi desenvolvido a partir das seguintes fontes de informações:

- (a) Bibliografia nacional e internacional sobre o tema, destacando-se os trabalhos de Alexander Laufer do Technion (Building Research Station) de Israel (Laufer & Tucker, 1987; Laufer & Tucker, 1988) e de Greg Howell e Glenn Ballard do Lean Construction Institute, dos Estados Unidos (Ballard & Howell, 1997);
- (b) Resultados de onze estudos de casos realizados em empresas de construção do Estado do Rio Grande do Sul por pesquisadores do NORIE/UFRGS, relativos ao diagnóstico do processo de planejamento e ao desenvolvimento de modelos de planejamento e controle da produção;
- (c) Entrevistas com especialistas e consultores em planejamento e controle da produção;
- (d) Visitas a quatro empresas de construção de São Paulo e entrevistas com alguns de seus diretores e gerentes;
- (e) Apresentações e discussões realizadas no *Workshop* Planejamento e Controle da Produção de Empresas Construtoras, organizado pelo SINDUSCON/SP, no dia 7 de outubro de 1998, que contou com a participação do Prof. Ghassan Aouad da Universidade de Salford da Grã Bretanha.
- (f) Discussões realizadas com alguns representantes do Comitê de Tecnologia do SINDUSCON/SP.

## 2. DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

O diagnóstico do processo de planejamento foi dividido em duas partes. A primeira, de caráter mais geral, discorre sobre os principais problemas enfrentados pela indústria da construção segundo a perspectiva da bibliografia internacional sobre o assunto. A segunda parte apresenta os principais resultados de entrevistas realizadas com diretores e gerentes de produção de um conjunto de quatro empresas associadas ao SINDUSCON/SP, com o objetivo de contextualizar a questão do planejamento e controle no ambiente empresarial brasileiro do momento.

### 2.1. PROBLEMAS APONTADOS NA BIBLIOGRAFIA

Segundo a bibliografia disponível, várias são as causas da falta de planejamento na indústria da construção, sendo as principais apresentadas a seguir:

**(a) O planejamento e controle da produção normalmente não é encarado como um processo gerencial**, sendo confundido, com frequência, com o trabalho isolado de um setor da empresa ou com a simples aplicação de técnicas para a geração de planos. Os planos gerados sob esta sistemática, por sua vez, carecem tanto de uma base de informações consistentes, quanto de procedimentos que garantam a disseminação das informações geradas aos seus usuários, num formato adequado e no tempo certo.

Várias são as atividades envolvidas no processo de planejamento e controle da produção, incluindo a coleta e o processamento de dados, o envio de informações, a realização de reuniões, a elaboração de planos e a tomada de decisão. Sendo um processo gerencial, o planejamento deve ser adequadamente modelado, planejado e controlado.

**(b) A incerteza, inerente ao processo de construção, é freqüentemente negligenciada**, sendo que muitas pessoas têm a errônea expectativa de eliminá-la através de um estudo detalhado das atividades e operações já nas etapas iniciais do empreendimento. A incerteza é inerente ao processo de construção em função da variabilidade do produto e das condições locais, da natureza dos seus processos de produção, cujo ritmo é controlado pelo homem, e da própria falta de domínio das empresas sobre seus processos.

É comum, por exemplo, a elaboração antecipada de planos de obra excessivamente detalhados, cuja atualização demanda grande esforço. Em geral, quanto maior o prazo entre a elaboração de um plano e sua execução, maior tende a ser o nível de incerteza existente. Logo, os planos que apresentam a combinação horizonte de longo-prazo com alto grau de detalhamento tendem a ser pouco eficazes. Por outro lado, o esforço despendido para a elaboração de tal tipo de plano, por vezes, é realizado em detrimento do esforço que poderia estar sendo empregado na coleta e difusão de informações pertinentes aos horizontes de médio e curto-prazo, para os quais o nível de incerteza tende a ser menor. Isto não significa que se deve negligenciar o planejamento da produção nas fases iniciais do empreendimento. Ao contrário, nestas fases são tomadas decisões que proporcionam um impacto global no empreendimento, tais como definições de tecnologias a serem empregadas, ritmos dos serviços previstos e seqüência da execução das atividades.

**(c) A execução da obra com frequência é guiada por um planejamento excessivamente informal**, realizado de forma improvisada pelo mestre de obras ou pelo engenheiro responsável, que tem pouca relação com o planejamento formal realizado a nível tático. Quando muito detalhados, os planos táticos tendem a se tornar rapidamente desatualizados, conforme foi discutido acima, sendo por esta razão ignorados pela gerência operacional.

A falta de um planejamento operacional formal e da vinculação deste aos demais níveis de planejamento determina a falta de planos alocação de materiais, equipamentos e mão-de-obra de médio

e longo prazo, acarretando, via de regra, a utilização ineficiente desses recursos. De uma forma geral, a excessiva informalidade dificulta o estabelecimento de consistência entre diferentes níveis de planejamento, dificultando a comunicação entre os vários setores da empresa.

Este fato reflete a ênfase excessiva que é dada ao planejamento do empreendimento, em detrimento do planejamento e controle da produção. Os planos táticos, geralmente, estabelecem algumas metas e limitam os momentos de execução das atividades, muitas vezes sem levar em conta alguns aspectos essenciais para a consecução dos objetivos, tais como a definição dos meios, o comprometimento das equipes, o cumprimento dos pré-requisitos e o gerenciamento dos fluxos de trabalho e de materiais.

**(d) O uso de computadores tem tido um impacto relativamente limitado na eficiência do processo de planejamento e controle**, tanto no Brasil quanto em países desenvolvidos. Em algumas situações o uso de sofisticados pacotes computacionais tende apenas a aumentar a quantidade de dados gerados, dificultando a identificação das informações que são efetivamente importantes, e dão a falsa impressão de que tais informações são precisas.

Esta distorção está relacionada ao fato de que sistemas computacionais são utilizados para informatizar processos ineficientes, sem levar em conta as necessidades dos clientes internos dos mesmos. Assim, cabe à empresa inicialmente definir o seu processo de planejamento, adequado às suas necessidades, para, após, definir os meios informatizados através dos quais o mesmo será implementado.

Outro problema bastante comum, associado à informatização, é o fato de que a implantação de programas computacionais não é realizada de forma integrada. Algumas operações, tais como a elaboração de um orçamento ou de um plano de obra são automatizadas de forma isolada, sem no entanto permitirem a troca de informações eletronicamente, causando retrabalhos e dificultando o controle em tempo real.

**(e) A melhoria do processo de planejamento e controle da produção envolve não só aspectos técnicos, mas também mudanças de caráter comportamental.** Tais mudanças são necessárias para que haja um efetivo envolvimento dos agentes do processo de produção no processo de planejamento.

Podem ser destacadas duas principais barreiras para este envolvimento. A primeira delas refere-se à falta de percepção por parte de gerentes de produção quanto aos benefícios do planejamento. É comum encontrar nestes profissionais uma cultura de “tocador de obras”, ou seja, uma postura de tomar decisões rapidamente, apenas com base na sua experiência e intuição, sem o devido planejamento, uma vez que esta tarefa é considerada perda de tempo. Pela falta de planejamento, forma-se então um círculo vicioso, já que passa a existir a necessidade de um profissional com o perfil de “tocador de obras”.

A outra barreira refere-se à necessidade de trabalho em equipe. Em geral, a execução do planejamento necessita da participação de várias pessoas, incluindo um profissional com tempo disponível para processar os dados coletados e gerar planos de obra, o gerente de produção, que é o principal tomador de decisões, mestre de obras, sub-empregados, equipe de suprimentos, entre outros. Se este trabalho em equipe não for devidamente gerenciado, dificilmente o processo de planejamento e controle alcançará um estágio de consolidação.

## **2.2. ENTREVISTAS REALIZADAS COM DIRETORES E GERENTES DE EMPRESAS**

Foram realizadas visitas técnicas a quatro empresas vinculadas ao SINDUSCON/SP. Tais empresas foram escolhidas em função do seu interesse pela área de planejamento e controle, demonstrada através de investimentos em melhorias neste processo e da participação de seus diretores no Comitê de

Tecnologia do SINDUSCON/SP. Procurou-se também incluir no grupo tanto empresas de grande porte como também de pequeno para médio porte, e pelo menos uma empresa que atuasse fora do mercado de incorporações.

Em todas as quatro empresas foram entrevistados diretores ou supervisores de produção. Em algumas delas foram realizadas visitas a canteiros de obra, nas quais se entrevistou também o gerente da obra.

### **2.2.1. Empresa A**

Esta empresa é de porte médio e trabalha principalmente no mercado de obras residenciais, construídas por incorporação a preço fechado. Até há alguns anos atrás trabalhava com obras a preço de custo, sendo que um de seus diretores atribui à proliferação, no passado, deste tipo de obra a falta de uma cultura de planejamento na construção civil brasileira.

A empresa teve experiência prévia com um consultor, responsável pelo desenvolvimento de um sistema de planejamento para a empresa, que foi implementado, mas sem eficácia. Este sistema gerava uma grande quantidade de informações, mas estava desvinculado do trabalho dos gerentes de obra. Era encarado por esses como uma função externa à obra, algumas vezes com o papel de fiscalização. Entretanto, na prática, as obras continuavam a ser gerenciadas com base no planejamento informal. Do ponto de vista da diretoria da empresa, o excesso de informações era prejudicial, pois ficava difícil identificar quais informações eram realmente necessárias.

Após esta experiência, a empresa passou a trabalhar com o seu próprio engenheiro de planejamento, mas os problemas continuaram a ser mais ou menos os mesmos. Desde a saída do engenheiro de planejamento da empresa, adotou-se a estratégia de simplificar o processo de planejamento, transferindo a responsabilidade de planejar e controlar para os próprios engenheiros de obra. A empresa procura integrar o planejamento de várias obras, através da realização de reuniões periódicas entre os vários gerentes de obras.

A empresa exerce um forte controle dos custos da produção, através de um orçamento bastante detalhado, elaborado através da utilização de um pacote computacional comercial. Em cada obra, cabe ao técnico administrativo residente fazer o controle de pedidos por centro de custos.

### **2.2.2. Empresa B**

Diferentemente das outras estudadas, esta empresa trabalha fortemente no segmento de obras industriais. Neste tipo de mercado, as obras tendem a ser muito diferentes uma das outras, assim como o tipo de demanda exercida pelos clientes. Por exemplo, alguns contratantes de obra não possuem um projeto detalhado para a elaboração do planejamento no início da obra. A contratação é feita com base em um ante-projeto relativamente simples, cabendo à empresa construtora participar do detalhamento do próprio projeto.

A empresa produz um documento inicial, denominado Planejamento Inicial da Obra (PIO), que contém os dados básicos da obra, tais como dados do cliente, relação de projetistas, conteúdo básico do contrato, definição de responsabilidades, relação de documentos que a obra deve gerar e o orçamento em diferentes níveis de detalhe.

O planejamento é realizado de forma manual, tanto a nível tático como operacional, embora a empresa tenha planos de informatizar este processo através da utilização de um pacote comercial. Dentre as principais dificuldades para a utilização da tecnologia da informação, a empresa destaca a falta de cultura por parte dos engenheiros com relação à utilização do computador e a necessidade de realizar investimentos na instalação de uma rede interna.



A empresa trabalha com a lógica de hierarquização do planejamento, existindo períodos pré-determinados para a atualização dos planos de obra nos níveis tático (plano mestre) e operacional. A nível operacional, existe um forte envolvimento do engenheiro de obras no processo de planejamento e controle, em geral com a participação do mestre de obras.

O orçamento tende a ser bastante detalhado, sendo utilizado um *software* comercial para esta finalidade, que permite a geração de planilhas de custo em diferentes formatos, tais como orçamento resumido, sintético, e analítico, em reais ou em CUBs, e custeio ABC. O pacote disponível não apresenta diretamente algumas informações necessárias ao engenheiro de obras, tais como a estimativa de custos de serviços a serem sub-empregados.

Utilizando dados do orçamento e do planejamento global a empresa gera uma projeção de fluxo de caixa da obra, utilizado principalmente pela diretoria para controlar o andamento da obra. Este fluxo de caixa é gerado em uma planilha eletrônica.

Entre as principais expectativas da empresa podem ser destacadas a necessidade de um modelo de planejamento que contemple os diferentes tipos de obras e de métodos de custo que permitam aferir os ganhos decorrentes da introdução de novas tecnologias.

### **2.2.3. Empresa C**

Esta empresa atua fundamentalmente em obras de incorporação, sendo a mesma de grande porte. Distingue-se no mercado por possuir já há muitos anos um complexo sistema de apropriação de custos e controle de obras. Em função disto, a empresa possui suas próprias composições de custo, consolidadas ao longo de vários empreendimentos.

Existe uma parceria com uma empresa de consultoria, prestadora de serviços na área de planejamento, que trabalha juntamente com a gerência de obras na elaboração do planejamento de obra a nível tático e operacional. O planejamento inicial é realizado em um nível de detalhe bastante grande, em alguns casos podendo ser constituído por alguns milhares de atividades.

Existe uma clara preocupação em gerenciar os fluxos de trabalho no canteiro, utilizando algumas técnicas de planejamento tais como linha de balanço e produção protegida (ver Seção 5). Através do sistema de planejamento existente, é possível simular estratégias de ataque à obra alternativas. Através desta parceria, são também desenvolvidos dispositivos visuais para a disseminação das informações de planejamento no canteiro de obras.

Da mesma forma que nas demais empresas, um orçamento bastante detalhado é produzido. O método de elaboração do orçamento destaca-se por ter uma visão operacional. Com base em dados disponíveis na empresa, os custos são estimados a partir de uma alocação preliminar de equipes e de preços praticados por projetistas e sub-empregados. Além da maior precisão obtida em relação aos métodos baseados em composições de custo tradicionais, este procedimento permite que a empresa faça orçamentos relativamente precisos ainda na fase de estudo preliminar. Desta forma, é possível fazer alguns questionamentos sobre decisões iniciais de projeto, em geral aquelas que mais influenciam o custo final da obra.

O orçamento preliminar é atualizado à medida que o projeto avança, sendo o mesmo utilizado no controle de custos da obra. A partir dos orçamentos das obras, é gerado um fluxo de caixa da empresa.

Entre as expectativas de melhorias manifestadas pela empresa, pode-se destacar a necessidade de integrar os sistemas de planejamento e custos uma vez que os mesmos são realizados através de sistemas diferentes. Na visão da empresa, existe também a necessidade de maior envolvimento dos sub-empregados no processo de planejamento, uma vez que esta é a forma mais viável de se chegar a custos mais competitivos no mercado. Ou seja, não adianta pressionar mais as empresas contratadas na

redução de custos se elas não melhorarem a eficiência dos seus processos através da introdução de uma cultura de planejamento.

#### 2.2.4. Empresa D

Esta empresa é também de grande porte e atua principalmente no mercado de edificações comerciais e residenciais (incluindo a construção de *flats*). Dada à natureza do mercado onde atua, a empresa tem como estratégia a forte padronização de componentes e de processos de produção. Ao mesmo tempo, a empresa tem investido fortemente em novas tecnologias, buscando, entre outras vantagens, a simplificação do processo construtivo (eliminação da interdependência entre atividades) e, conseqüentemente, do planejamento da produção.

Em função dos elevados juros praticados no mercado, a empresa tem grande preocupação a adiar ao máximo a execução dos serviços, principalmente os de acabamentos, de forma a tornar o fluxo de caixa mais favorável. Esta estratégia pode ser viabilizada através da utilização de novas tecnologias, existindo a necessidade também de existir um planejamento adequado que permita a sua efetiva implementação.

O sistema de planejamento vem sendo desenvolvido com o apoio de um consultor, prestador de serviços na área de planejamento. Através do trabalho deste consultor, a empresa passou a utilizar um *software* comercial para planejamento da produção. Dada a natureza repetitiva das obras, o plano de obras é elaborado a partir de redes de atividades padronizadas, as quais são geradas automaticamente a partir de um reduzido número de variáveis da obra (por exemplo, número de pavimentos, área de pavimento tipo, etc.). Uma vez gerada a rede inicial, pode-se fazer as devidas adaptações necessárias devido às peculiaridades de cada empreendimento.

Um dos aspectos positivos do planejamento gerado é a sua apresentação, que procura enfatizar a comunicação fácil aos usuários do planejamento através de uma linguagem predominantemente gráfica e com o forte uso de cores.

Assim como nas três empresas anteriores, existe um forte engajamento dos engenheiros de obra no processo de planejamento. Eles participam intensamente deste processo, sentindo-se como co-autores do mesmo. Na visão da empresa, o consultor de planejamento deve gradualmente ter o seu papel diminuído, à medida que o sistema de planejamento consolidar-se, cabendo à equipe interna da empresa assumir as tarefas previstas.

Dentre as principais expectativas da empresa quando à melhoria do processo de planejamento, destaca-se a necessidade de indicadores de planejamento que permitam avaliar o empreendimento e também o próprio processo de planejamento. Tais indicadores, se comuns ao setor, poderiam ser empregados para fazer *benchmarking* entre as empresas do setor.

Outra preocupação da empresa quanto à melhoria do planejamento e controle é o fato de que a mesma está começando a atuar no mercado de obras muito rápidas, nas quais este processo cumpre um papel fundamental para o sucesso do empreendimento.

#### 2.2.5. Conclusões gerais

Com base na análise conjunta das entrevistas realizadas nas quatro empresas, podem ser salientadas as seguintes conclusões gerais:

- (a) **Planejamento operacional:** em algumas empresas observou-se bons exemplos na forma de disseminação de informações relativas ao planejamento, tais como planos operacionais disseminados pela obra e bem apresentados. Notou-se, entretanto, à exceção de uma das empresas, uma certa falta de coleta sistemática de informações que retro-alimentem o processo, tais como

causas do não cumprimento das metas propostas e índices de produtividade. Tais dados poderiam ser obtidos através de ferramentas relativamente simples, tais como *last planner* (ver Seção 5.1.4) e cartão de produção (Santos et al., 1997).

- (b) **Controle de custos:** todas as empresas mantêm um controle de custos bastante rigoroso, o qual parte de um orçamento bastante detalhado. Em algumas das empresas observou-se que existe a necessidade de melhorar o formato das informações do orçamento – muitas informações geradas são desnecessárias e existe a carência de outras informações que não são produzidas (principalmente relacionadas à subcontratação de mão de obra). Em parte, estas deficiências parecem ser provocadas pelo fato de que os *softwares* existentes não são suficientemente flexíveis, ou não se adaptaram a algumas práticas atuais do setor. Com relação à elaboração do orçamento propriamente dito, uma das empresas apresentou como importante inovação a antecipação do mesmo para a etapa de estudo preliminar. Isto só é possível através da adoção de uma abordagem fortemente operacional do planejamento e do envolvimento da gerência da produção no estudo de viabilidade econômica do empreendimento.
- (c) **Participação da obra no planejamento:** algumas empresas relataram que a separação entre o ato de planejar e a tomada de decisão a nível operacional (gerência da obra) é uma das principais causas de insucesso de sistemas de planejamento. Embora o planejamento e controle da produção seja um processo compartilhado por vários setores da empresa, em diferentes níveis gerenciais, é importante o engajamento da obra, principalmente do gerente da mesma, no planejamento e controle a nível operacional. Esta tendência foi observada nas quatro empresas visitadas. Assim, diversas atividades de planejamento (reuniões, planejamento detalhado, etc.) são realizadas na própria obra, com a intensa participação do gerente da mesma. Mudanças desta natureza implicam a necessidade de maior autonomia para o gerente da obra, principalmente com relação ao relacionamento com os sub-empregados.
- (d) **Integração entre controle de custos e planejamento e controle físico da obra:** observou-se uma falta de integração entre os processos de “orçamento e controle de custos” e “planejamento e controle da produção” em praticamente todas as empresas. Existem dois sistemas paralelos, os quais não se comunicam, diminuindo a eficiência do processo de planejamento e controle, pois a informação gerada por um sistema não pode ser utilizada por outro. Assim, existe a necessidade de sistemas computacionais que integrem ambas as funções.
- (e) **Grau de padronização variável:** dependendo do segmento de mercado no qual a empresa atua, é possível estabelecer alguns padrões para o processo de produção que facilitam bastante algumas etapas do processo de planejamento e controle. Por exemplo, para algumas empresas é possível definir redes de precedência padronizadas pois as edificações são muito semelhantes e existe forte padronização de processos. Em outras empresas isto não é possível – por exemplo, empresas que trabalham nos mercados de edificações industriais ou obras públicas. Neste caso, a empresa deve enfatizar outros aspectos do planejamento, tais como comunicação, decisões compartilhadas, hierarquização do planejamento, sendo necessário nestes casos a aplicação de conceitos de engenharia simultânea.
- (f) **Participação de consultores:** existem casos de sucesso e de insucesso com relação ao trabalho de consultores da área de planejamento. O conteúdo do trabalho realizado por eles varia bastante, assim como o grau de envolvimento dos mesmos nas empresas. Em algumas, o consultor é mais um prestador de serviços, que realiza tarefas rotineiras, sendo contratado de forma quase que permanente pela empresa. Em outras, o consultor é convidado apenas para a implantação de um sistema, tendo a empresa o objetivo de assumir a maior parte das atividades de planejamento.

**(g) Indicadores de desempenho:** as empresas manifestaram interesse em desenvolver um sistema de indicadores que seja comum a um grupo de empresas, de forma que as mesmas possam avaliar o seu desempenho em relação aos seus competidores. Neste sentido, existe a necessidade de um processamento e análise independente, que garanta a confiabilidade e confidencialidade dos indicadores de referência gerados.

Em suma, todas as empresas esperam que o planejamento propicie maior transparência à direção da empresa quanto ao andamento da obra, produza informações num formato mais adequado à tomada de decisões por parte da gerência de obra (sem retrabalhos na geração de novas informações), assim como viabilize um maior envolvimento e comprometimento dos sub-empregados no processo de melhoria contínua.

### 3. CONCEITO DE PLANEJAMENTO

#### 3.1. ETAPAS DO PLANEJAMENTO

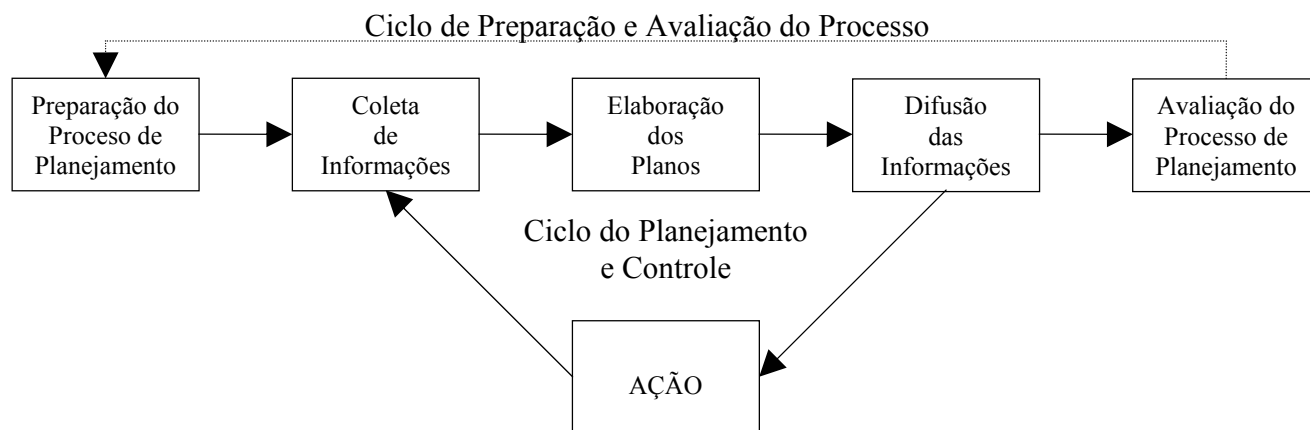
Existem muitos conceitos de planejamento na literatura. Neste trabalho planejamento é definido como um processo gerencial, que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo somente eficaz quando realizado em conjunto com o controle. Assim, pode-se afirmar que não existe a função controle sem planejamento e que o planejamento é praticamente inócuo se não existe controle.

O conceito de planejamento como processo pode ser compreendido através do modelo proposto por Laufer & Tucker (1987), apresentado na Figura 3.1, segundo o qual o planejamento é subdividido em cinco etapas principais:

**(a) Preparação do processo de planejamento:** nesta etapa, são definidos procedimentos e padrões a serem adotados na execução do processo de planejamento. Das inúmeras definições feitas nesta etapa do processo advém a necessidade de uma análise profunda das condições que influenciam as atividades do processo. Estas condições podem ser identificadas no ambiente em que a empresa se insere e na sua forma de atuação neste meio. Entre as decisões tomadas neste estágio destacam-se:

- Definição dos principais envolvidos no planejamento e controle e das responsabilidades de cada um.
- Níveis hierárquicos a serem adotados e periodicidade dos planos a serem gerados.
- Nível de detalhe em cada nível de planejamento e critérios para subdivisão do plano em itens.
- Técnicas e ferramentas de planejamento a serem empregadas.

Nesta etapa, são também tomadas algumas decisões iniciais relativas à produção, as quais condicionam a realização do planejamento nos seus vários níveis. São elas: estudar estratégias de ataque e identificar restrições.



**Figura 3.1** – Ciclo de Planejamento (Laufer & Tucker, 1987)

**(b) Coleta de informações:** a qualidade do processo de planejamento e controle depende fortemente da disponibilização de informações para os tomadores de decisão. Tais informações são produzidas em formatos e periodicidade variadas por diversos setores da empresa e também por outros intervenientes do processo, tais como clientes, projetistas, sub-empregados, poder público e consultores. Assim,

existe a necessidade de constituir um sistema de informações relativamente complexo, no qual os papéis dos diferentes responsáveis devem ser claramente definidos.

**(c) Elaboração dos planos:** esta etapa é a que, geralmente, recebe maior atenção dos responsáveis pelo planejamento. Esta atenção está ligada ao fato de que neste momento é forjado o produto do processo de planejamento, ou seja, o plano de obra. Durante muito tempo ouviu-se intermináveis discussões acerca de qual a melhor técnica a ser utilizada na elaboração de um plano de produção. Entretanto, ao se conhecer a natureza do processo de planejamento e controle, conclui-se que diversas técnicas podem ser utilizadas simultaneamente. Cada uma delas revela-se mais ou menos eficiente em função do tipo de obra, do nível de plano a ser elaborado, da habilidade dos responsáveis em utilizar determinada técnica e outros fatores que vão além da simples natureza da técnica.

**(d) Difusão das informações:** as informações geradas a partir da elaboração dos planos precisam ser difundidas entre os seus usuários, tais como diferentes setores da empresa, projetistas, sub-empreiteiros e fornecedores de materiais. Cada um dos clientes internos do processo de planejamento e controle demandam uma parcela de informação específica, muitas vezes sob um formato único. Portanto, é importante que sejam bem definidos, para cada um deles, a natureza da informação demandada, sua periodicidade, o formato a ser apresentado e o ciclo de retroalimentação.

**(e) Avaliação do processo de planejamento:** O processo de planejamento precisa ser avaliado de forma a possibilitar a melhoria do processo para empreendimentos futuros, ou para um mesmo empreendimento quando for relativamente longo o seu período de execução. Para tornar possível tal avaliação, é necessária a utilização de indicadores de desempenho, não só da produção propriamente dita, mas também do processo de planejamento. É necessário definir a periodicidade dos ciclos de avaliação, de forma a detectar falhas nas diversas etapas, criando-se assim possibilidades de melhorias. Ciclos muito curtos podem definir tomadas de decisão pouco amadurecidas, enquanto ciclos muito longos podem resultar numa inércia que tende a gerar desmotivação nos envolvidos. As características próprias da empresa, da obra e dos intervenientes precisam ser avaliadas para o dimensionamento destes ciclos.

Em conjunto com a etapa de implementação dos planos elaborados (na Figura 1 denominada de ação), estas etapas formam dois ciclos, o ciclo de planejamento e controle e o ciclo de preparação e avaliação do processo. O ciclo de preparação e avaliação do processo tem um caráter intermitente e refere-se às definições do processo de planejamento e controle, que são realizadas no início do empreendimento, e às avaliações deste processo, parciais ou ao final de cada empreendimento. Este ciclo acontece de forma muito deficiente nas empresas de construção, na medida em que a grande maioria dedica pouca atenção à sua realização.

O ciclo do planejamento e controle, por sua vez, repete-se várias vezes durante a realização de um empreendimento, em diferentes níveis hierárquicos, baseado nas definições formuladas a partir do ciclo anterior. Assim, com base nos parâmetros e procedimentos já estabelecidos, realiza-se atividades mais operacionais, tais como a coleta de dados, a elaboração de planos e a difusão de informações. Conforme já comentado, existe uma confusão bastante comum do processo de planejamento e controle da produção com a preparação de um plano, que se constitui somente em um de seus subprocessos. Os subprocessos de coleta de dados e difusão de informação são extremamente deficientes em grande parte das empresas, o que torna inócuo os esforços despendidos em qualquer outro aspecto do processo.

### 3.2. NÍVEIS HIERÁRQUICOS DO PLANEJAMENTO

Em função da complexidade típica de empreendimentos de construção e da variabilidade de seus processos (ver seção 2), em geral existe a necessidade de dividir o planejamento e controle da produção em diferentes níveis hierárquicos. Em linhas gerais, pode-se definir três grande níveis hierárquicos na gestão de processos (Neale & Neale, 1986):

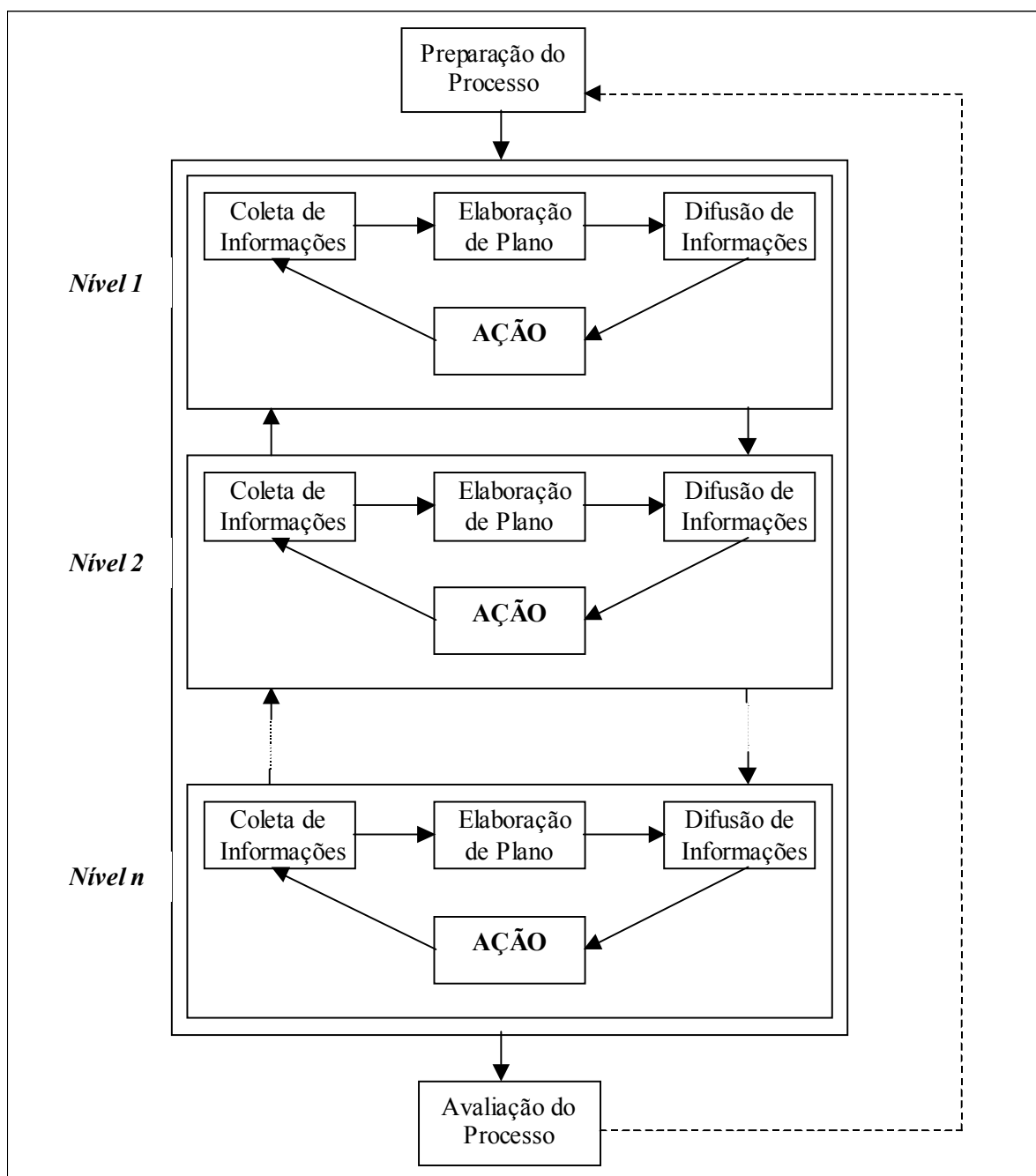
- (a) **Estratégico:** refere-se à definição dos objetivos do empreendimento, a partir do perfil do cliente. Envolve o estabelecimento de algumas estratégias para atingir os objetivos do empreendimento, tais como a definição do prazo da obra, fontes de financiamento, parcerias, etc.
- (b) **Tático:** envolve principalmente a seleção e aquisição dos recursos (por exemplo, tecnologia, materiais, mão de obra, etc.) necessários para atingir os objetivos do empreendimento, e a elaboração de um plano geral para a utilização destes recursos.
- (c) **Operacional:** relacionado principalmente à definição detalhada das atividades a serem realizadas, seus recursos e momento de execução.

Dentro de cada nível hierárquico, pode haver a necessidade de sub-dividir em outros níveis, dependendo da natureza do empreendimento. Cada um destes níveis requer informações em um nível de detalhe adequado. Se as informações são excessivamente detalhadas, o tomador de decisão tem dificuldade em compreendê-las e gasta-se muito tempo disseminando e atualizando as mesmas. Se o plano é gerado sem o nível de detalhe necessário, não consegue utilizá-lo para cumprir a sua função básica que é orientar a execução.

O nível de detalhe mais adequado depende também do grau de incerteza envolvido. Em empreendimentos nos quais a incerteza é elevada não convém fazer antecipadamente um planejamento muito detalhado. Neste caso, a programação das atividades deve ser realizado num momento mais próximo da execução, de forma a evitar o excesso de retrabalhos no processo de planejamento. A hierarquização do planejamento pode também ser utilizada para proteger a produção dos efeitos nocivos da incerteza (este aspecto será discutido na Seção 5).

Quando o grau de incerteza é menor (por exemplo, empresas que realizam obras muito semelhantes), existe a possibilidade de elaborar o plano inicial da obra em um maior nível de detalhe. Em alguns casos, é possível utilizar padrões de processo na geração dos planos de obra, tais como seqüências de atividades pré-estabelecidas. Esta é a estratégia adotada pela empresa D, apresentada na Seção 2.2.

A Figura 3.2 apresenta o modelo de processo de planejamento proposto na Seção 3.1 adaptado à necessidade de hierarquização. As etapas de preparação e avaliação do processo em geral são comuns a todos os níveis gerenciais. Elas ocorrem tipicamente no início e ao final do empreendimento, mas também podem ser realizadas ao longo do mesmo, em função de avaliações intermediárias do processo de planejamento e controle. As etapas de coleta de informações, preparação do plano e difusão de informações, por sua vez, ocorrem em diferentes níveis gerenciais, possuindo características próprias quanto à periodicidade, participação dos intervenientes, técnicas utilizadas, etc. Para cada nível, deve-se definir os principais intervenientes, as entradas e as saídas de dados, o nível de detalhe e as ferramentas utilizadas para a geração de planos.



**Figura 3.2** – Processo de planejamento e controle da produção hierarquizado



### **3.3. RESPONSABILIDADE PELO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE**

É comum associar o planejamento e controle à atividade desenvolvida por um funcionário ou departamento. Esta forma de organização tradicional tem demonstrado ser ineficaz, pelo fato de que a pessoa ou setor responsável pelo planejamento não tem poder de decisão para fazer seus planos serem implementados. A gerência, por sua vez, possui poder para implementar as decisões, mas não o tempo disponível necessário para desenvolver atividades relacionadas ao planejamento, tais como coletar dados, gerar planos de obra ou disseminar informações.

Este aparente paradoxo gera a necessidade de trabalho em equipe, incluindo a diretoria da empresa, gerentes de obra, engenheiro de planejamento (se houver), mestres de obra, sub-empregueiros, estagiários e líderes de equipe. Desta forma, viabiliza-se a integração do processo de tomada de decisões com as demais atividades envolvidas no planejamento e controle. A partir da definição do planejamento e controle como um processo, constituído por várias atividades, pode-se definir o papel de cada interveniente neste processo. Por exemplo, a alta gerência da empresa em geral têm um papel importante na preparação e avaliação deste processo, assim como no estabelecimento de diretrizes para a elaboração de planos de obra. A gerência da obra, por sua vez, deve envolver-se fortemente no planejamento operacional e também estimular o comprometimento dos agentes de produção (mestre de obras, sub-empregueiros e operários) com as metas da produção. Neste quadro, o engenheiro de planejamento passa a cumprir um papel de coordenação do processo e não mais de responsável único pela realização do mesmo.

## **4. DIRETRIZES PARA A MELHORIA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO.**

De forma a facilitar a organização do texto, as diretrizes propostas no presente trabalho para a melhoria do processo foram reunidas em nove grandes tópicos, os quais estão apresentados a seguir. Tais diretrizes são baseadas em várias fontes de informação (revisão bibliográfica, estudos de caso, entrevistas) e norteiam o desenvolvimento do protocolo proposto na Seção 5 do presente trabalho.

### **4.1 VÍNCULO COM A ESTRATÉGIA COMPETITIVA**

Como qualquer outro processo gerencial de uma organização, o planejamento e controle da produção deve ser coerente com a sua estratégia competitiva. Assim, as decisões de planejamento não podem ser analisadas de forma isolada, mas devem ser discutidas à luz das prioridades competitivas da empresa (por exemplo, custo, qualidade do produto, flexibilidade de saída, velocidade de entrega, confiabilidade de entrega, etc.), as quais dependem do mercado no qual a mesma se insere. A definição destas prioridades é de fundamental importância, já que em geral uma empresa não pode ter um bom desempenho em todas as dimensões competitivas.

Do ponto de vista do planejamento e controle da produção, um dos principais desdobramentos da estratégia competitiva da empresa é a sua estratégia de produção. Neste nível, são tomadas decisões estratégicas relativas à função produção para a empresa como um todo, tais como a seleção de tecnologia, o tipo de relacionamento com fornecedores, a forma de contratação da mão-de-obra, etc.

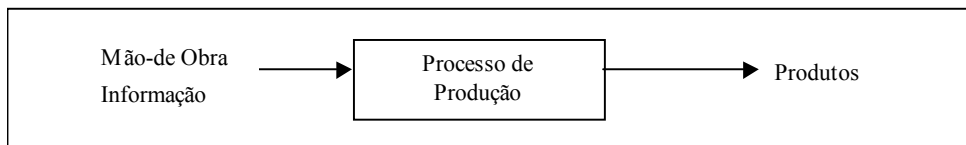
Tanto a estratégia competitiva como a estratégia de produção podem ser definidas através de um processo de planejamento estratégico ou emergir espontaneamente dentro da organização. Em ambos os casos é importante que as principais decisões estratégicas sejam devidamente explicitadas e disseminadas de forma a serem consideradas no processo de planejamento e controle da produção.

Ainda dentro do escopo das decisões estratégicas na indústria da construção, existe o planejamento estratégico do empreendimento. Neste nível decisório, são definidos os objetivos do empreendimento em termos de custo, prazo e qualidade. Tal como é praticado na indústria da construção, o planejamento estratégico do empreendimento pode ser situado mais adequadamente como uma etapa inicial do processo de projeto, embora seja uma atividade inerentemente de planejamento.

### **4.2. CONSIDERAÇÃO DA NATUREZA DOS PROCESSO DE PRODUÇÃO**

O aumento da eficácia do planejamento e controle passa necessariamente pela adequada consideração da natureza do processo de produção na construção civil. Neste sentido, é importante que os custos da produção sejam avaliados sob um enfoque operacional, levando em conta a necessidade de reduzir a parcela de atividades que não agregam valor ao produto.

O modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação), conforme ilustra a Figura 4.1. Este é o modelo adotado nos orçamentos paramétricos, que são tipicamente segmentados por produtos intermediários, e também nos planos de obra, nos quais são normalmente representadas apenas as atividades que agregam valor, ou seja o **fluxo de montagem** do produto. No caso dos orçamentos paramétricos existe o agravante de que os produtos intermediários definidos pelos serviços guardam uma pequena relação com o processo de produção no canteiro.



**Figura 4.1** – Modelo conceitual de processo dominante na construção

Nos últimos anos, o modelo de processo tradicional tem sido bastante criticado e esforços têm sido realizados no sentido de obter um modelo que represente mais adequadamente a natureza do processo de produção. A Figura 4.2 apresenta o modelo de processo da Nova Filosofia de Produção (*lean construction*), segundo o qual um processo pode ser entendido como um **fluxo de materiais** desde a matéria prima até o produto final. Nesta lógica, cada processo de produção passa a ser entendido como um conjunto de atividades de transporte, espera, processamento e inspeção.

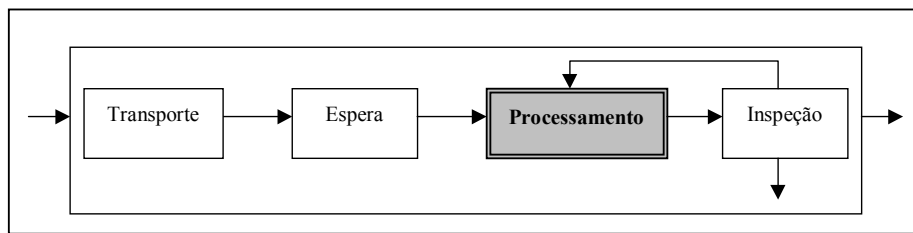
Este modelo é aplicável não só a processos de produção, que têm um caráter físico, mas também a processos de natureza gerencial, tais como planejamento e controle, suprimentos, projeto. Neste caso, ao invés de materiais ocorre o transporte, espera, processamento e inspeção de informações. Por exemplo, no processo de projeto os principais dados de entrada são as informações relativas às necessidades dos clientes e as características do terreno, que, após sucessivas atividades, são transformadas no produto projeto (arquitetônico, estrutural, instalações, etc.).

São as atividades de processamento que normalmente agregam valor ao produto, ou seja, transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos. Entretanto, nem toda a atividade de conversão agrega valor ao produto. Por exemplo, a necessidade de retrabalho indica que uma atividade de processamento foi executada sem agregar valor.

Na construção civil, as atividades que não agregam valor correspondem a um elevado percentual do tempo gasto pela mão de obra (em média, cerca de dois terços do total). Além disto, são nas atividades de fluxo que muitas das perdas do setor ocorrem, tais como quebras de materiais no transporte e na estocagem, esperas por falta de sincronia entre processos, custos financeiros dos estoques, etc.

Segundo a Nova Filosofia de Produção, a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas das atividades de fluxo. Este objetivo pode ser atingido no processo de planejamento e controle da produção através do estudo cuidadoso dos fluxos físicos de materiais no canteiro de obras.

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



**Figura 4.2** – Modelo de processo da Nova Filosofia de Produção (Koskela, 1992)

Além do fluxo de montagem e dos fluxos físicos de materiais, existe um outro tipo de fluxo na produção que necessita ser devidamente gerenciado no processo de planejamento e controle da produção, denominado **fluxo de trabalho**. Este fluxo refere-se ao conjunto de operações realizadas por cada equipes no canteiro de obras. Existe uma série de diretrizes para o gerenciamento do fluxo de operações, que deve ser considerado no processo de planejamento e controle da produção, entre os quais se destaca a necessidade de sincronizar as equipes, tanto quanto possível, de forma a manter um fluxo de trabalho contínuo, evitando-se a ocorrência de picos ou depressões na demanda de trabalho.

Em suma o processo de planejamento e controle da produção deve considerar a necessidade de gerenciar os fluxos de montagem, materiais e/ou informações e trabalho, focando na eliminação das atividades que não agregam valor. Alguns exemplos de ferramentas que podem ser utilizadas para gerenciar os três tipos de fluxo são apresentadas ao longo da Seção 5.

#### 4.3. PADRONIZAÇÃO E FORMALIZAÇÃO

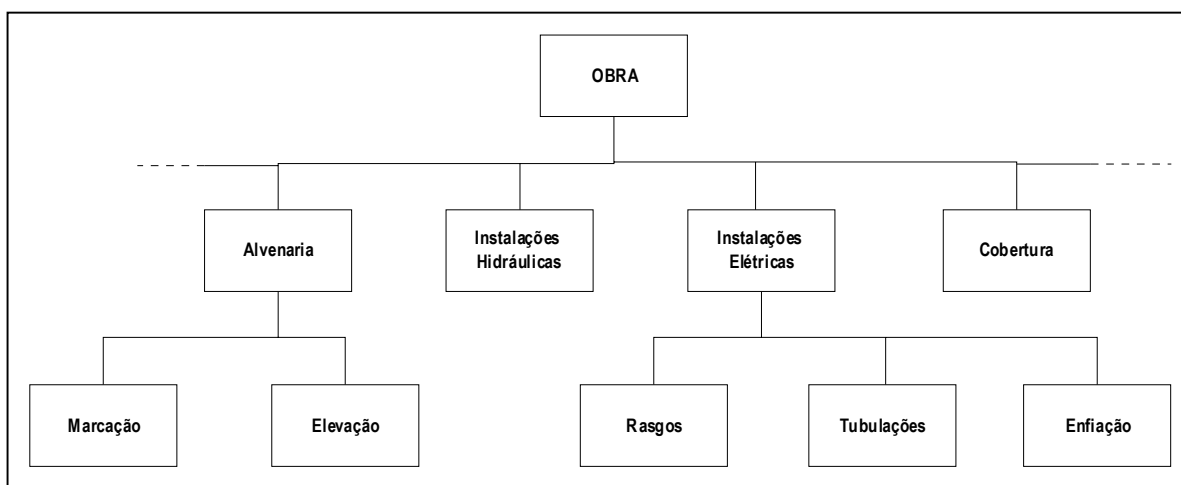
O processo de planejamento, pela imaturidade e inconsistência usualmente verificadas, pode assumir diferentes formatos e procedimentos dentro de uma mesma organização, introduzindo variabilidade no processo. A padronização de alguns elementos do processo facilita do entendimento externo acerca de tal processo, bem como tende a diminuir a ocorrência de desvios ocasionados pela introdução de intervenientes não familiarizados com aquele processo. Assim, devem ser definidos alguns padrões técnicos para o processo de planejamento, tais como a estrutura de segmentação em atividades, critérios para zoneamento da obra (ver seção 4.4) e algumas relações de precedências entre atividades, principalmente aquelas diretamente vinculadas ao plano de ataque à obra.

O planejamento deve ter um certo grau de formalização (sem torná-lo excessivamente burocrático). Esta medida contribui para garantir a consistência entre os vários níveis gerenciais e viabiliza a coleta de dados para a retroalimentação. O grau de formalização deve ser identificado em função do delineamento organizacional existente. Empresas com hierarquias mais acentuadas e com maior especialização tendem a necessitar processos mais burocratizados e privilegiar a padronização como principal instrumento de coordenação. Já aquelas empresas de estrutura hierárquica mais orgânica apresentam preferência pelo uso da supervisão direta como principal instrumento de coordenação, criando uma estrutura de interligação caracterizada pelo contato entre os diversos intervenientes, o que favorece um processo de planejamento com menor grau de burocratização. Destaca-se, assim, a necessidade de perceber características organizacionais intrínsecas que influenciam marcadamente o processo de planejamento.

#### 4.4. SEGMENTAÇÃO DA OBRA EM ATIVIDADES E ÁREAS DE TRABALHO

A elaboração do planejamento em geral envolve a segmentação do trabalho em atividades e a divisão do espaço em áreas de trabalho. Isto pode ser realizado para cada obra individualmente ou padronizado para todas as obras da empresa, caso as mesmas sejam semelhantes. Conforme foi apontado na seção 4.4, a utilização de padrões técnicos traz uma série vantagens em termos de eficiência.

Um exemplo de segmentação do trabalho em atividades, usualmente denominada WBS (*work breakdown structure*) é apresentado na Figura 4.3. A definição de como será realizada a partição da obra em serviços e atividades deve partir do tipo de obra a ser executada, da natureza do trabalho das equipes envolvidas, bem como do grau de controle que a empresa pretende imprimir na produção. Assim, o WBS tende a variar bastante em função da tipologia da obra (por exemplo, incorporações, obras industriais, reformas).



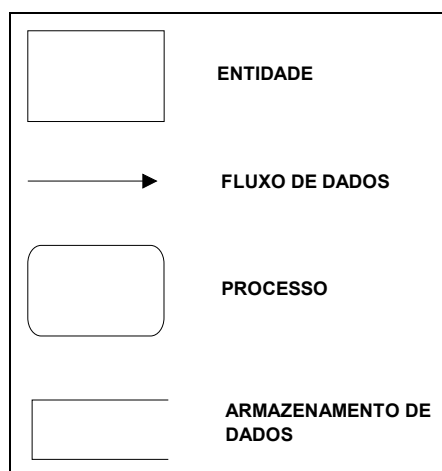
**Figura 4.3** - Exemplo de um WBS

O zoneamento busca identificar áreas de trabalho para as diferentes equipes, de forma a facilitar a designação dos pacotes de trabalho. Cada área de trabalho representa uma unidade de controle da produção. Por exemplo, a unidade de controle do serviço “Alvenaria” pode ser definida como “parede” e, dessa forma, tanto o acompanhamento da “marcação” e da “elevação” será efetuado seguindo essa diretriz básica. Assim, no momento da designação da tarefa, a equipe irá receber uma ordem de serviço que relaciona, por exemplo, a marcação de um determinado número de paredes previamente numeradas. O Anexo 1 apresenta um exemplo de WBS e critérios de zoneamento adotado por uma empresa participante de pesquisas do NORIE/UFRGS.

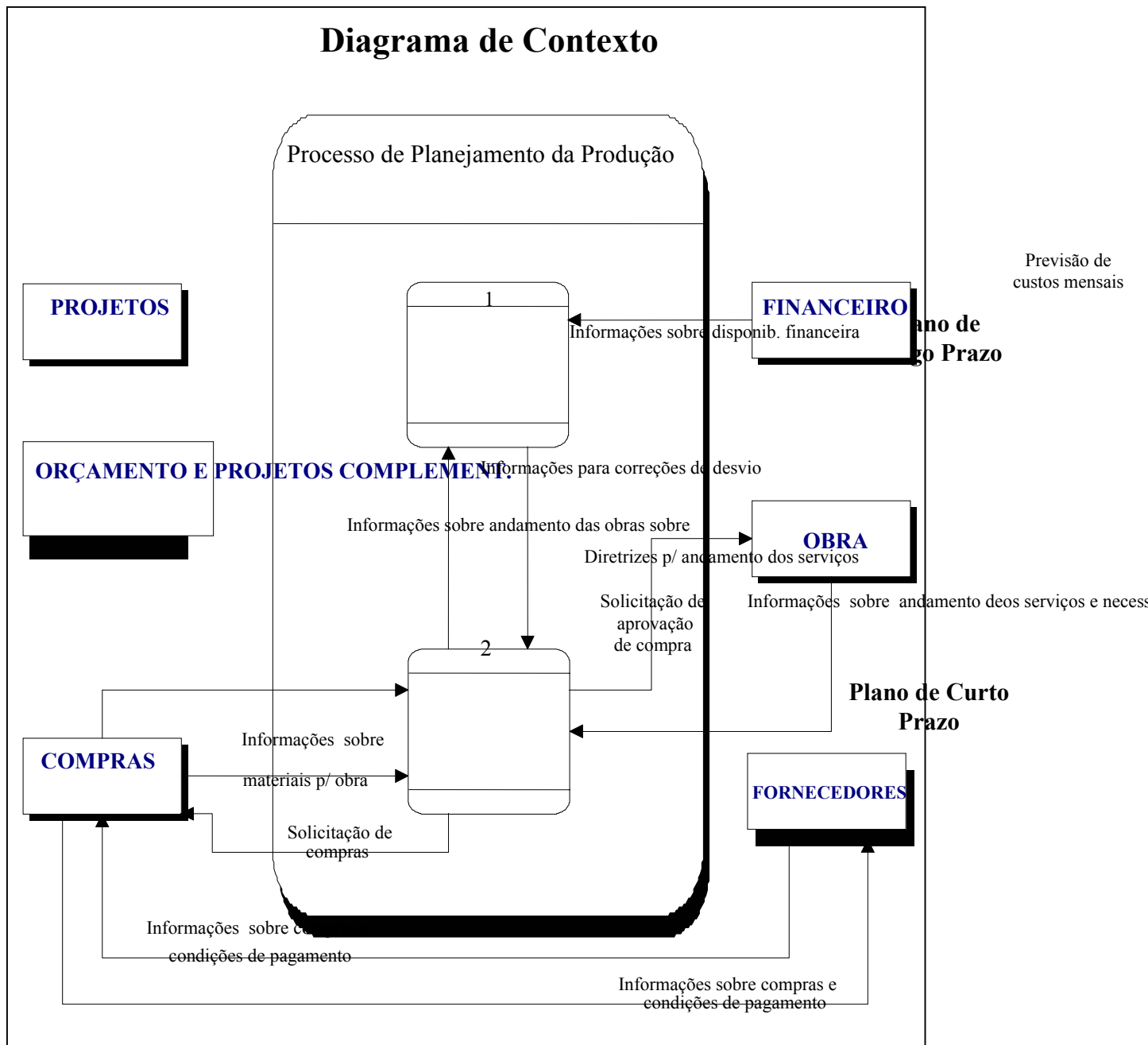
#### 4.5. MODELAGEM DO FLUXO DE INFORMAÇÕES:

A etapa de preparação do processo de planejamento e controle deve necessariamente envolver o desenho do seu fluxo de informações, a partir da identificação das demandas dos diferentes participantes deste processo em termos de informações necessárias. Conforme foi salientado na seção 2, a definição dos sistemas computacionais deve partir do desenho deste fluxo, e não o oposto.

Dada a complexidade deste processo, é importante que este fluxo de informações seja descrito formalmente, através de uma representação gráfica. A sua adequada documentação permite o estabelecimento de um padrão de processo, facilitando a sua disseminação e aprimoramento. Existem algumas ferramentas da área de análise de sistemas que podem ser empregadas para esta finalidade. A ferramenta mais utilizada é o diagrama de fluxo de dados (DFD), cuja simbologia está apresentada na Figura 4.4. Ao DFD devem estar associados outros documentos (por exemplo, *check lists*) que definem o conteúdo das informações em mais detalhe e o procedimento e/ou a ferramenta para a troca das mesmas. A Figura 4.5 apresenta um exemplo de DFD utilizado para representar o “diagrama de contexto” do processo de planejamento e controle de uma empresa. Esse DFD foi hierarquizado, de forma a facilitar o manuseio da documentação, sendo o primeiro nível de representação (o que apresenta uma visão geral do processo) denominado de “diagrama de contexto”.

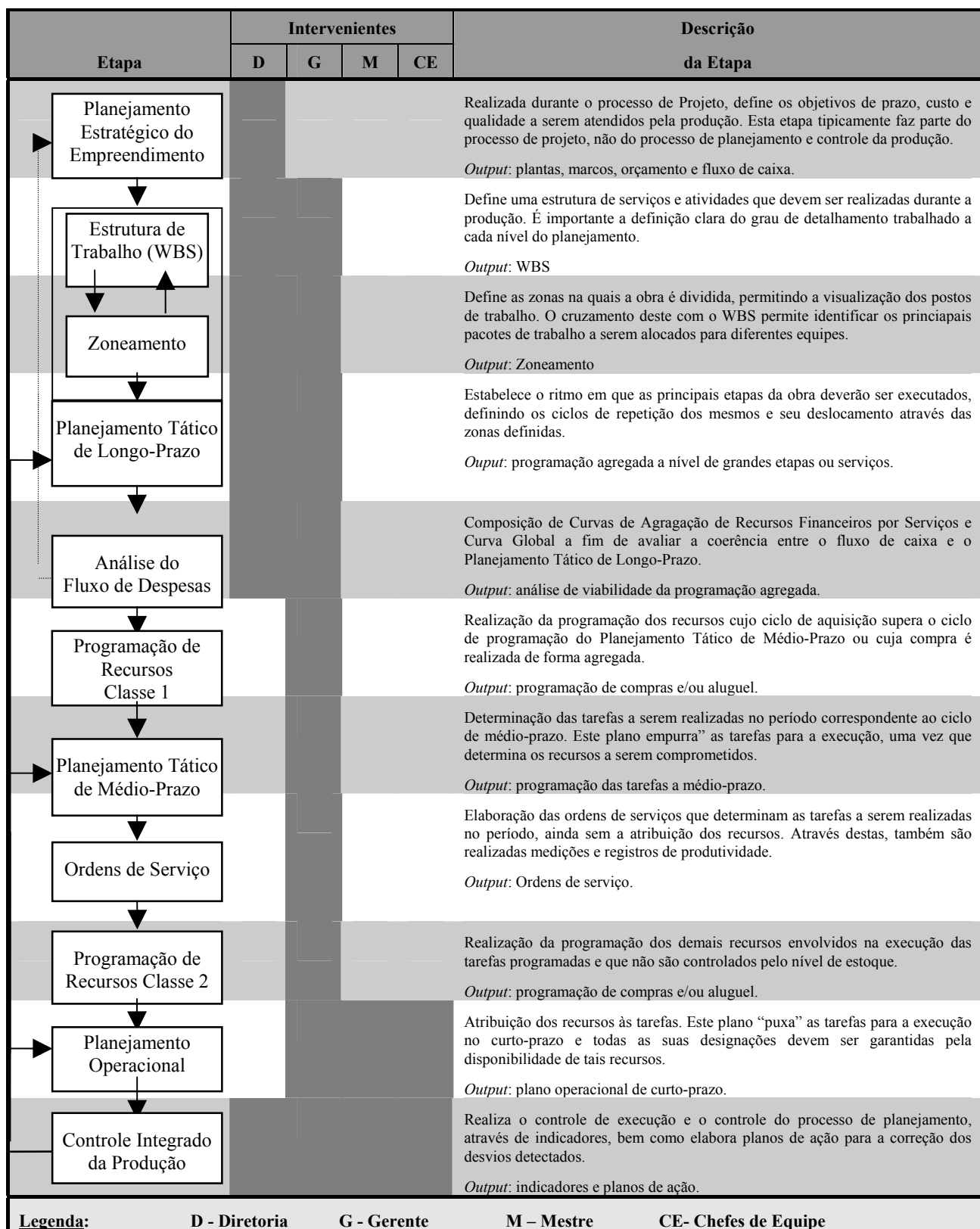


**Figura 4.4** – Símbolos utilizados para o traçado do DFD (Kendall & Kendall, 1991)



**Figura 4.5** – Exemplo de DFD representando o sistema de planejamento real de uma empresa.

Pode-se também representar de forma mais simplificada o processo de planejamento e controle através de um fluxograma convencional. Esta alternativa tem a vantagem de ser de mais simples compreensão por parte dos envolvidos. A sua grande desvantagem está no fato de que são representadas apenas as atividades a serem realizadas e sua seqüência, e não a natureza das informações trocadas. A Figura 4.6 apresenta um exemplo de fluxograma, que descreve em termos gerais o processo de planejamento de uma empresa específica.



**Figura 4.6 – Exemplo de fluxograma do processo de planejamento e controle**



#### **4.6. FUNÇÃO CONTROLE**

A função controle deve ser efetuada em tempo real, ou seja, seu papel é orientar a realização de ações corretivas durante a realização dos processos. Assim, muda-se o papel do controle de uma postura reativa para uma postura pró-ativa, na qual o conceito de controle expande-se para além da idéia de inspeção ou verificação, para efetivamente assumir o papel de correção das causas estruturais dos problemas. Para que isto ocorra é necessário que o ciclo de retro-alimentação seja rápido e que as informações cheguem num formato adequado aos tomadores de decisão.

Outra necessidade de avanço para a função controle é a utilização de indicadores, de forma a evitar que as decisões sejam tomadas com base apenas na intuição e experiência. Devem ser utilizados tanto indicadores referentes ao processo de planejamento quanto ao desempenho da produção, visando à identificação precisa da origem do problema encontrado. É importante também que existam indicadores relacionados a diferentes níveis gerenciais, sendo alguns expressos em metas físicas, mais voltados ao controle a nível operacional, enquanto outros em termos de custo. A diversidade da natureza destes indicadores é fundamental para a motivação e envolvimento dos vários níveis gerenciais no processo de planejamento.

#### **4.7. MINIMIZAÇÃO DOS EFEITOS NOCIVOS DA INCERTEZA E VARIABILIDADE**

Uma dos objetivos do planejamento é minimizar os efeitos nocivos da incerteza e variabilidade que são inerentes à atividade de construção. A falta de planejamento tende a tornar o processo de produção muito vulnerável à incerteza e variabilidade, resultando na ocorrência de interrupções na execução dos serviços, mudanças bruscas de ritmo e outros problemas que tendem a afetar a sua eficiência e a eficácia.

Existe duas formas de proteger a produção da incerteza e variabilidade. A primeira é através da hierarquização do processo de planejamento, já discutida na Seção 3.2, na qual algumas decisões são adiadas até que se tenha mais informações sobre a disponibilidade ou não de determinados recursos. Neste caso, programa-se a utilização de recursos, sejam eles, financeiros, físicos (materiais, equipamentos, mão de obra) ou de espaço somente quando eles já estão devidamente comprometidos.

A outra forma de evitar problemas desta natureza é alocar recursos redundantemente. Ou seja, se necessário, pode haver a alocação de recursos acima do mínimo necessário (por exemplo, equipamentos cuja quebra tem um impacto muito negativo na produção). Perde-se em eficiência, mas ganha-se em confiabilidade, o que pode tornar a operação envolvida probabilisticamente mais econômica.

#### 4.8. ENTRAVES COMPORTAMENTAIS

Para que o planejamento e controle da produção seja devidamente implementado, deve haver o comprometimento da alta e média gerência, incluindo a alocação efetiva de tempo por parte destas ao processo. Esta questão é bastante crítica à medida que os gerentes possuem um trabalho de natureza muito fragmentada, estando freqüentemente envolvidos com a tomada de decisões. Assim, o envolvimento mais intenso do gerente de obra, conforme sugerido na Seção 2.2, requer uma mudança de percepção na qual algumas atividades de planejamento e controle passem a ser consideradas como inerentes à sua função. Considerando que os resultados da mudança muitas vezes não são percebidos no curto prazo, é necessário que exista constância de propósitos.

Em geral, as empresas interessadas em modificar seus métodos de planejamento e controle necessitam passar por um processo de treinamento, que inclui a aprendizagem de novos conceitos e técnicas, assim como um trabalho de mudança comportamental. Nos estudos de caso desenvolvidos pelo NORIE/UFRGS nos quais foi implantado um sistema de planejamento existe o envolvimento de um profissional da área de psicologia organizacional, que desenvolve jogos de empresas visando facilitar a mudança comportamental.

O processo de planejamento e controle, particularmente no seu nível operacional, deve ter mecanismos que estimulem o comprometimento dos vários intervenientes. Um importante princípio norteador deve ser o envolvimento dos agentes de produção (mestre-de-obras, sub-empregueiros, operários, etc.) na tomada de decisão. Isto pode ser obtido através da criação de mecanismos de participação desses intervenientes no planejamento operacional através de reuniões periódicas na obra. A tomada de decisão compartilhada aumenta a motivação e garante maior envolvimento, na medida que proporciona uma divisão de responsabilidades.

#### 4.10. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A definição dos sistemas computacionais a serem utilizados numa organização é um processo bastante complexo, em função da elevada velocidade de introdução de inovações na indústria da informática. Assim, a introdução de novas tecnologias de informação (*software* e *hardware*) deve ser planejada a médio prazo pela empresa, prevendo estágios de implantação, de forma a considerar a sua capacidade de investimento. É importante salientar que o sucesso da implementação de novas tecnologias depende necessariamente de investimentos em treinamento do pessoal envolvido.

Embora o presente documento preconize o foco inicial da melhoria no processo gerencial e em mudanças comportamentais, é importante o planejamento do novo sistema de planejamento e controle leve em conta as tendências de desenvolvimento da tecnologia da informação. Tais tendências são difíceis de prever a longo prazo, mas devem ser consideradas, de forma a evitar que o desenho do processo não utilize todo o potencial da tecnologia disponível à empresa ou que as mudanças em sistemas computacionais a serem implementadas a médio e longo prazo representem reformulações radicais excessivamente caras e demoradas.

Algumas tendências importantes podem ser apontadas quanto à utilização da tecnologia da informação no processo de planejamento e controle:

- (a) A maioria das empresas têm optado por utilizar pacotes comerciais disponíveis no mercado para planejamento, orçamento, projeto, etc., ao invés de sistemas desenvolvidos por encomenda (*in house*). Os pacotes comerciais têm custos bastante mais reduzidos e normalmente sofrem uma atualização mais rápida, em função da intensa retroalimentação

obtida de um grande número de usuários. Alguns destes pacotes possuem muitas interfaces com outros *softwares* e têm evoluído no sentido de se tornarem mais flexíveis.

- (b) A grande dificuldade decorrente da compra de pacotes computacionais comerciais é o emprego isolado dos mesmos, formando ilhas de automação dentro da organização (ver Seção 2.1). A inexistência de interfaces adequadas entre os pacotes provoca a perda de parte das informações transmitidas de um usuário para o outro (por exemplo, entre projetistas) ou mesmo a necessidade de gerar a mesma informação mais de uma vez (este fato foi observado nas empresas descritas na seção 2.2, com relação ao orçamento e planejamento). Tais interfaces não se restringem a rotinas computacionais, mas envolvem também mecanismos de tradução da informação de um formato para outro. Por exemplo, a medição automática de quantitativos para o orçamento a partir de um desenho em CAD requer a tradução de uma linguagem gráfica (linhas, planos, etc.) em quantidades de serviços.
- (c) O desenvolvimento destas interfaces é bastante caro, quando realizado individualmente por uma organização. Assim, o desenvolvimento de sistemas integrados a partir de pacotes comerciais requer um esforço setorial, no qual sejam desenvolvidos modelos padronizados do processo e do produto de construção, que traduzam as informações em diferentes formatos em função das demandas de diferentes intervenientes. Vários esforços tem sido desenvolvidos no sentido de desenvolver tais modelos. Entre estes, pode-se destacar algumas iniciativas estatais por parte da União Européia e, no âmbito privado, a *International Alliance for Interoperability (IAI)*, liderada por alguns institutos de pesquisa e fabricantes de pacotes CAD.
- (d) A implementação de tais modelos depende de uma arquitetura de sistemas adequada para a sua representação. Neste sentido, a tendência atual é a utilização de uma linguagem orientada a objeto, na qual os vários elementos do produto (por exemplo, porta, estrutura, viga, etc.) e seus atributos (dimensões, composição, etc.) são representados através de objetos. O protótipo de sistema de informação integrada para empreendimentos de construção, denominado OSCON, apresentado no *Workshop* Planejamento e Controle da Produção de Empresas Construtoras pelo Prof. Ghassan Aouad, representa uma arquitetura de sistema que propõe a integração de vários pacotes comerciais (CAD, orçamento, planejamento, realidade virtual) através de uma base de dados orientada à objeto. Este tipo de sistema tem como principal vantagem a eficiência com que manipula as informações sobre o produto edificação e traduz para o formato adequado a cada um dos diferentes intervenientes do processo de construção (projetistas, orçamentistas, gerentes de produção, etc.).