

PÓS

ENG

UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



**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

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 freqüência, 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 freqüência 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 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 na 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.

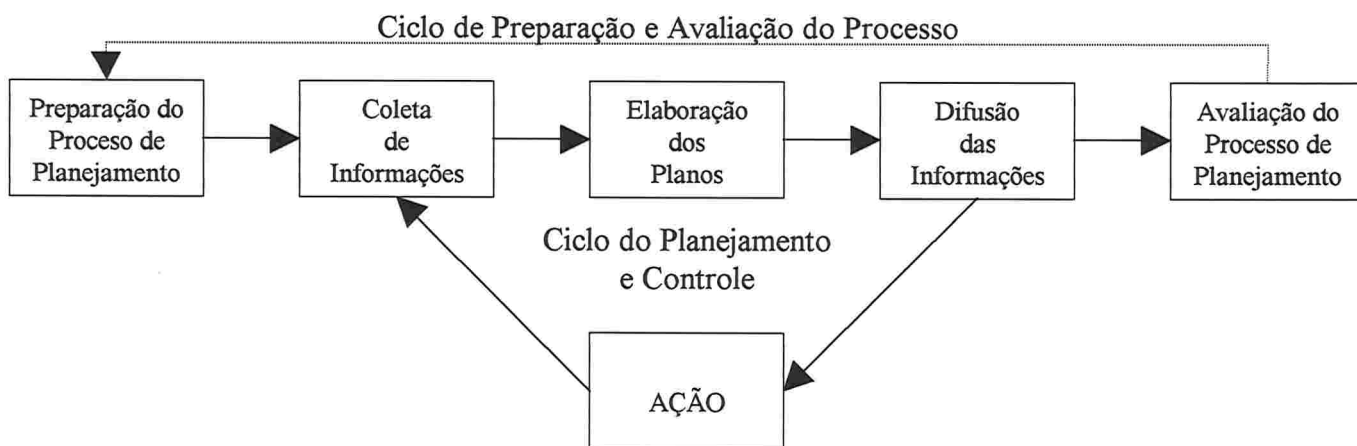


Figura 3.1 – Ciclo de Planejamento (Laufer & Tucker, 1987)

(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-empregados 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 inócua 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.

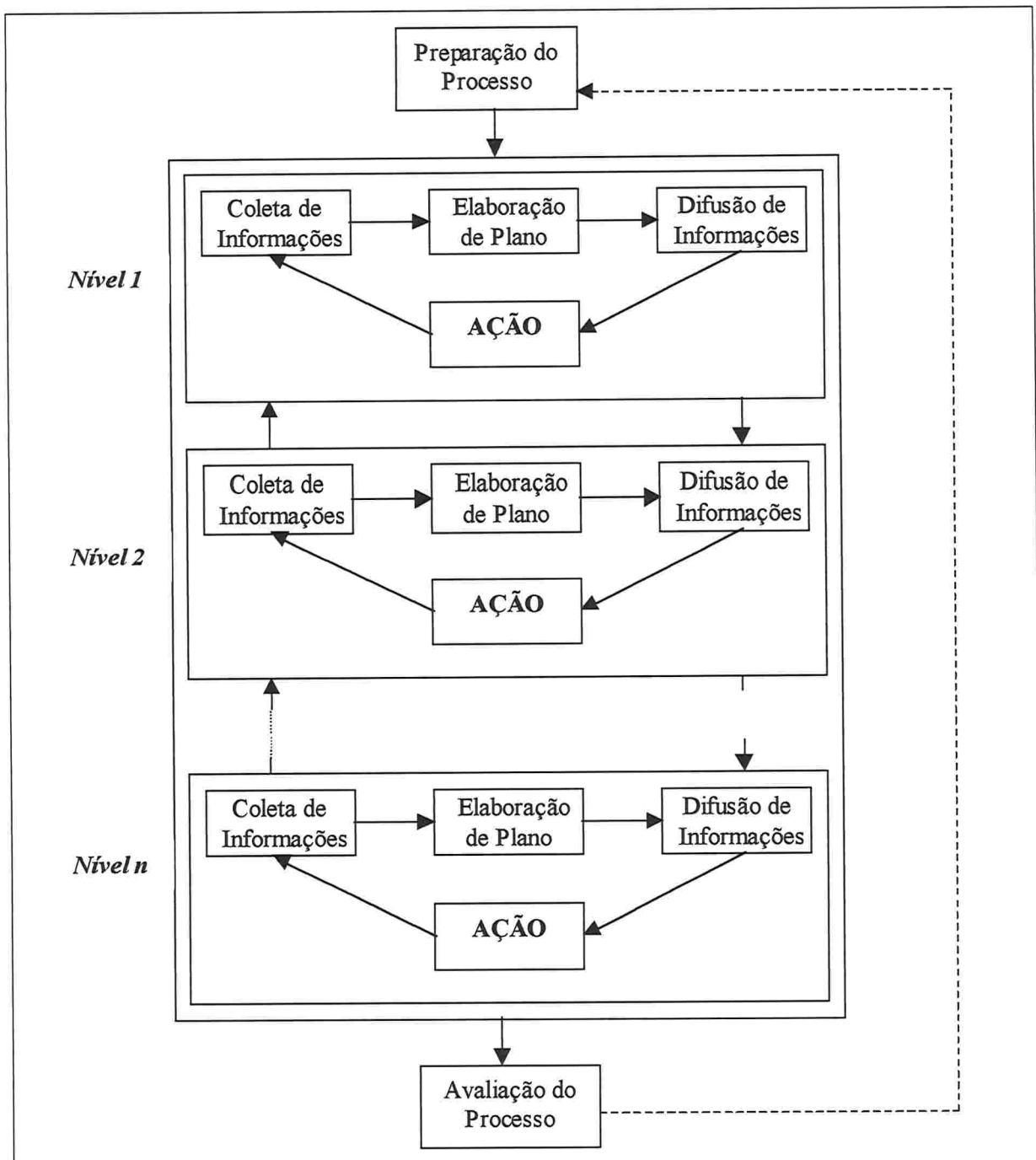


Figura 3.2 – Processo de planejamento e controle da produção hierarquizado

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.

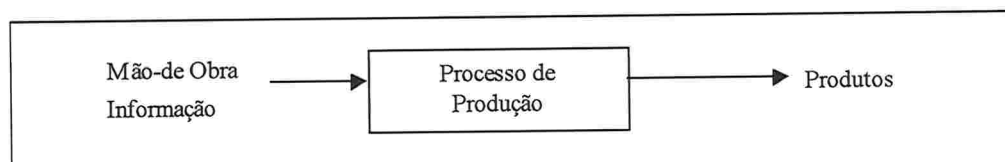


Figura 4.1 – Modelo conceitual de processo dominante na construção

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.

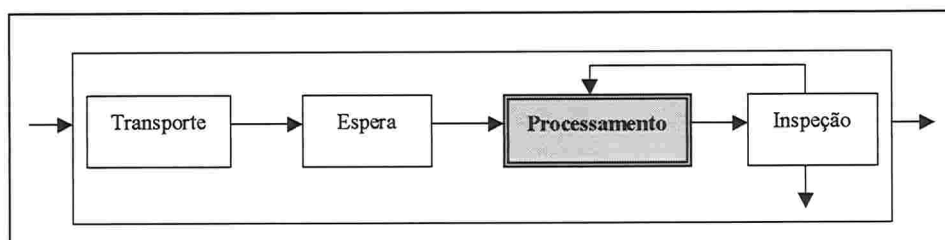


Figura 4.2 – Modelo de processo da Nova Filosofia de Produção (Koskela, 1992)

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 marcantemente 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).

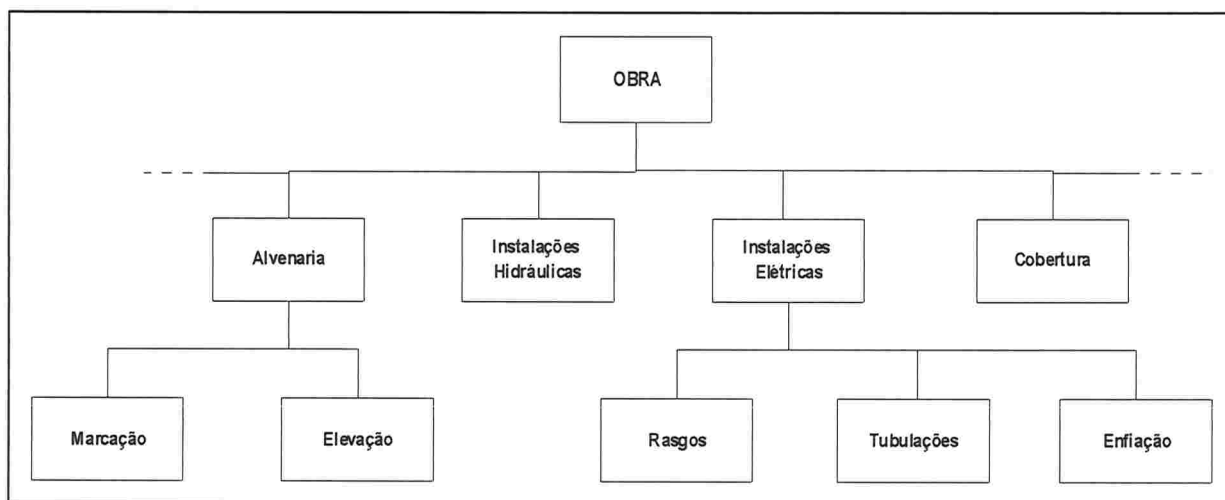


Figura 4.3 - Exemplo de um WBS

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)

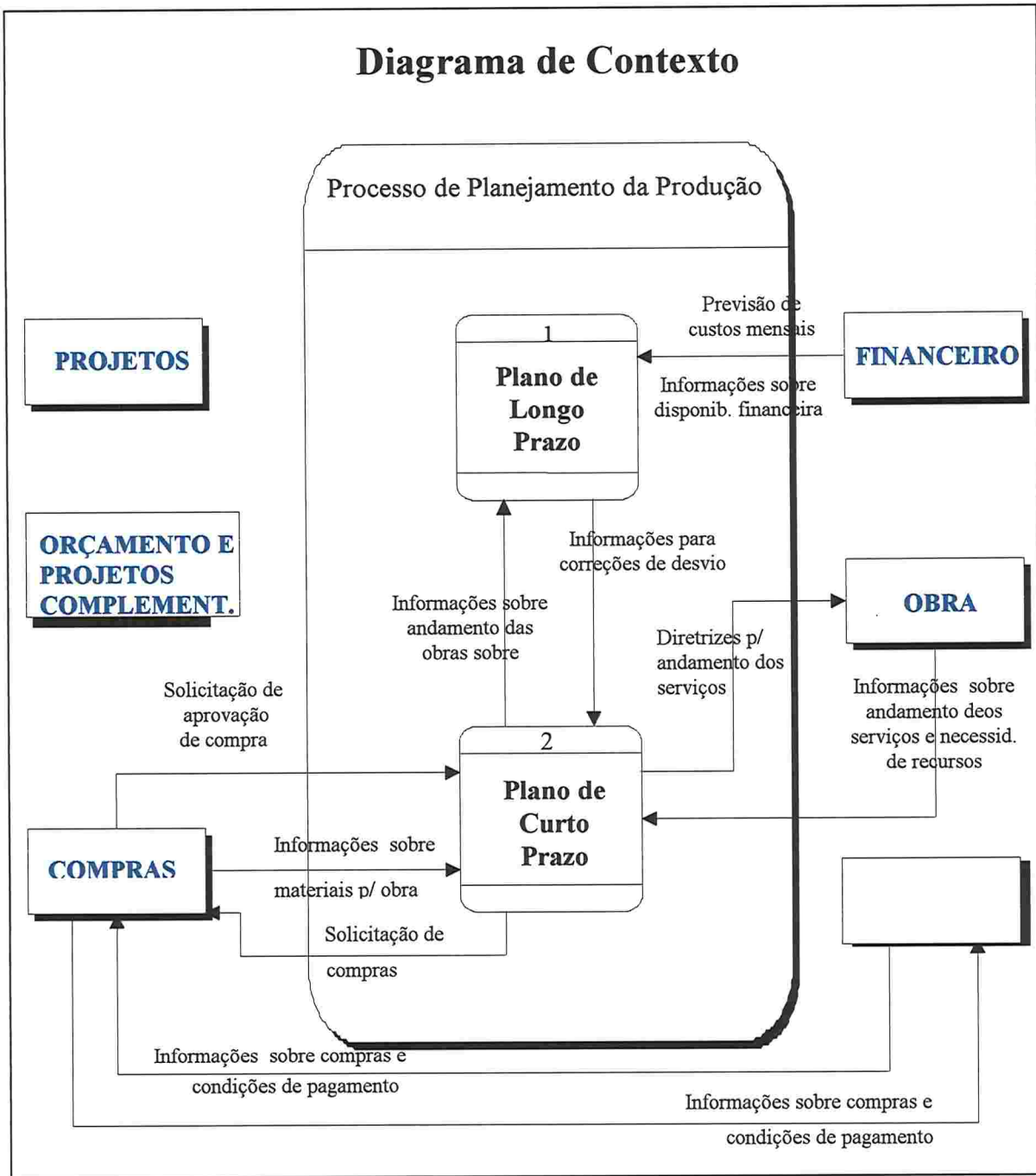


Figura 4.5 – Exemplo de DFD representando o sistema de planejamento real de uma empresa.

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.

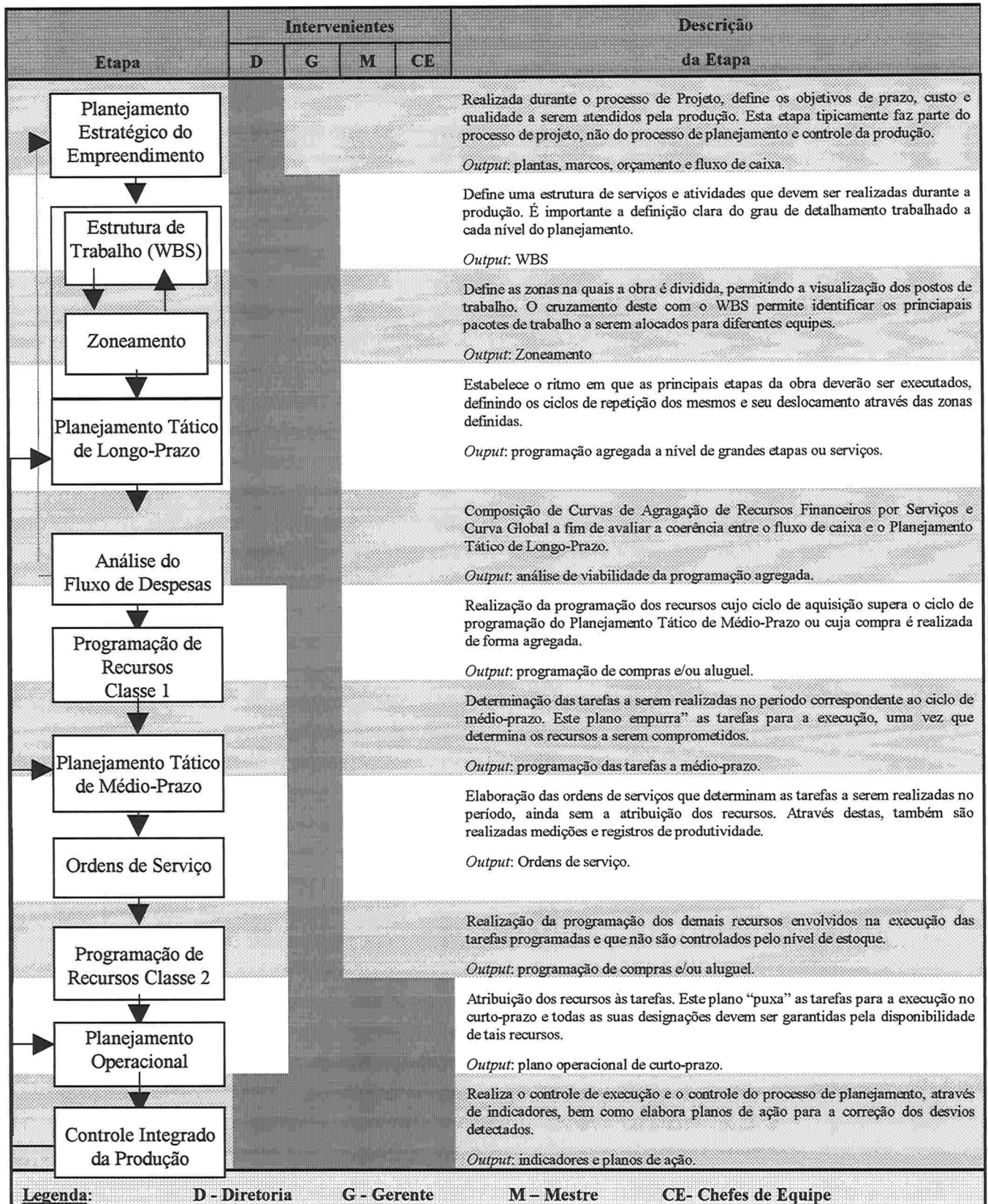


Figura 4.6 – Exemplo de fluxograma do processo de planejamento e controle

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 retroalimentação 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, subempreiteiros, 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.).

5. APRESENTAÇÃO DO PROTOCOLO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

5.1. DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO

A descrição do protocolo será apresentada em cinco estágios, os quais correspondem respectivamente às etapas de preparação do processo, planejamento de longo prazo, planejamento de médio prazo, planejamento de curto prazo e avaliação do processo (ver Figura 3.2). Optou-se pela divisão do processo em três níveis hierárquicos por ser o número mais frequentemente encontrado entre as empresas do setor.

5.1.1. Preparação do processo

Conforme foi apresentado na seção 3.1, a preparação do processo envolve tanto a definição de procedimentos e padrões do processo de planejamento e controle, como também algumas decisões iniciais relativas ao processo de produção, podendo ser dividido nas seguintes etapas (Figura 5.1):

- (a) **Estabelecer decisões preliminares:** estas decisões são inerentes ao processo de planejamento e controle, tais como a quantidade de níveis hierárquicos, a frequência de replanejamento em cada nível, o formato de 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:** envolve a definição de alguns padrões a serem empregados na realização do planejamento e controle. Entre os principais padrões destacam-se o WBS (*work breakdown structure*) e o zoneamento da obra em áreas de trabalho (ver Seção 4.4).
- (c) **Identificar restrições:** tais restrições dizem respeito a dificuldades de acesso a obra e arranjo físico, limitações de recursos físicos, como, por exemplo, materiais, mão de obra e equipamentos, ou financeiros, e comprometimento dos recursos da empresa em outros empreendimentos.
- (a) **Estudar estratégia de ataque:** esta atividade é desenvolvida em paralelo com a identificação de restrições existentes no ambiente da obra. Ela consiste na definição dos fluxos de trabalho principais da produção. Por exemplo, em empreendimento residenciais algumas empresas iniciam a obra pela construção das torres de baixo para cima (estrutura e alvenaria), executam revestimentos de cima para baixo e depois realizam os serviços relativos à periferia (pilotis, entrada do prédio, garagens, etc.). Neste momento é importante também a definição dos principais fluxos de materiais, os quais devem ser devidamente representados numa planta de *layout* do canteiro.

O grau de detalhamento e padronização da estratégia de ataque da obra varia de empresa para empresa. Por exemplo, uma das empresas visitadas em São Paulo apresenta uma estratégia padronizada para todas as obras, uma vez que as mesmas são muito semelhantes, sendo que a mesma vem gradualmente absorvida pela cultura da empresa. Por outro lado, uma das empresas envolvidas nas pesquisas do NORIE/UFRGS, que realiza obras relativamente complexas em prazos relativamente reduzidos, tais como reformas em hospitais e indústrias, necessita realizar um grande esforço no início do processo de planejamento no sentido de definir uma estratégia de ataque específica para cada obra. A estratégia de ataque nessa empresa tende a ser bastante detalhada, pois, em

função do ritmo acelerado de execução e do elevado número de restrições existentes, todos os detalhes da mesma devem ser definidos a priori.



1. Planejamento Estratégico do Empreendimento
2. Projeto e Especificações Técnicas
3. Projeção de Receitas
4. Orçamento detalhado
5. Decisões preliminares relevantes ao estudo estratégia de ataque a obra
6. Decisões preliminares relevantes à definição de padrões de planejamento
7. Decisões preliminares relevantes à identificação das restrições da obra
8. Estratégia de ataque a obra
9. Padrões de Planejamento
10. Explicitação das restrições da obra

Figura 5.1 – Etapa de preparação do processo

As decisões envolvidas nesta etapa normalmente envolvem a participação da alta direção da empresa, uma vez que requerem uma visão geral da organização e também bastante experiência em empreendimentos semelhantes. Dependendo de como a empresa é organizada, pode haver também a participação do gerente de produção e também de um consultor da área de planejamento.

As principais informações necessárias para a realização desta etapa são originárias de outros processos da empresa, anteriores ao planejamento e controle. São eles:

- (a) **Planejamento estratégico do empreendimento:** conforme foi comentado na seção 4.1, o planejamento estratégico do empreendimento não faz parte do processo de planejamento e controle da produção propriamente dito, estando muito mais vinculado às etapas iniciais do processo de projeto. Entretanto, este processo gera informações de grande importância para o planejamento a nível tático. É neste momento que devem ser estabelecidos os objetivos do empreendimento em termos de custo, prazo e qualidade, levando em consideração as necessidades dos clientes finais. Algumas marcos importantes do processo de produção (*milestones*) podem ser definidos nesse processo, tais como as datas de início da obra, conclusão da estrutura, entrega das unidades, etc.
- (b) **Projeção de receitas:** este processo é gerado como parte da projeção do fluxo de caixa geral do empreendimento, que é utilizado para avaliar a viabilidade econômico-financeira do mesmo. A natureza das receitas varia muito de empreendimento para empreendimento, podendo ser resultado, por exemplo, do aporte de investidores, da compra de imóveis por parte de clientes finais, ou do pagamento de parcelas pelo órgão contratante a partir de medições de serviços.
- (c) **Projeto e especificações:** correspondem ao produto final do processo de projeto. Em geral, é entregue em etapas, sendo necessário sobrepor temporalmente os processos de projeto e produção. Assim, a etapa de preparação do planejamento e controle é normalmente realizada antes da conclusão do projeto.
- (d) **Orçamento detalhado da obra:** em geral antecede o processo de planejamento. Deve haver preocupações no sentido de produzir informações num formato adequado ao processo de planejamento. Estes formatos devem ser definidos a partir do fluxo de informações, identificadas as necessidades de cada um dos intervenientes. À medida que o orçamento passa ter um formato mais operacional, ou seja expresso mais em termos de atividades de produção do que em função de elementos geométricos do projeto (serviços), como é o caso da empresa C, discutida na Seção 2.2.3, a sua elaboração pode ser integrada à etapa de preparação do processo de planejamento e controle.

5.1.2. Planejamento de longo prazo

O planejamento de longo prazo consiste no primeiro planejamento a nível tático. Tem como principal produto o plano mestre (*master plan*). Neste nível são definidos os ritmos em que deverão ser executados os principais processos de produção. Em conjunto com os dados do orçamento, o ritmo define um fluxo de despesas que deve ser compatível com o estudo de viabilidade realizado ainda na fase do planejamento estratégico do empreendimento.

O plano mestre deve ser atualizado periodicamente, em função de mudanças no andamento da obra, motivadas por atrasos na execução, mudanças no fluxos de receitas ou por outros fatores. As principais atividades envolvidas nesta etapa do processo são as seguintes (Figura 5.3):

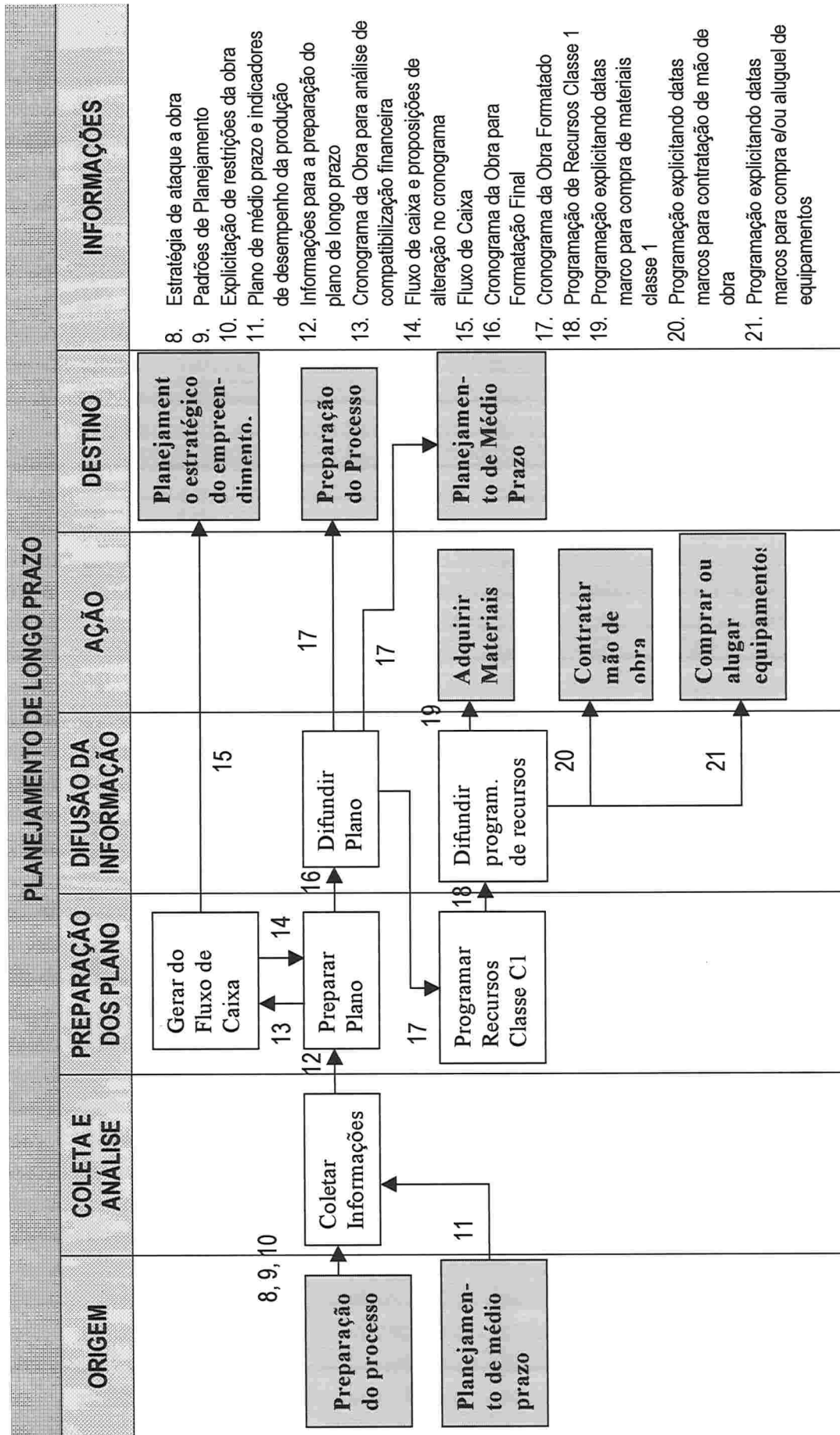


Figura 5.3 – Etapa de planejamento de longo prazo

- (a) **Coletar informações:** as informações necessárias para a geração do plano mestre no início da obra são provenientes principalmente da etapa de preparação do processo de planejamento. Ao se revisar o plano mestre durante a obra, é necessário contar também com informações provenientes dos níveis inferiores de planejamento, principalmente do planejamento de médio prazo.
- (b) **Gerar fluxo de caixa:** a partir do plano mestre, elabora-se um fluxo de caixa mais detalhado que aquele gerado no início do empreendimento. Assim, os principais indicadores econômico-financeiros utilizados para avaliar a viabilidade do empreendimento (taxa interna de retorno, margem de lucro, dique financeiro, etc.) podem ser recalculados a partir de informações mais precisas sobre o processo de produção. Algumas vezes, é necessário modificar o plano mestre da obra, de forma a tornar favorável o fluxo de despesas da obra, principalmente em função das altas taxas de juros praticadas no país. O fluxo de caixa gerado é a base para o controle financeiro da obra.
- (c) **Preparar plano:** várias técnicas podem ser utilizadas para gerar o plano mestre, sendo as principais o diagrama de Gantt, as redes ou diagramas de precedência de atividades, e a linha de balanço (ver Figura 5.3). A técnica de linha de balanço tem a vantagem, em relação às duas primeiras, de apresentar explicitamente o fluxo de trabalho das diferentes equipes na obra. Isto facilita a definição de ritmos que garantam a continuidade do trabalho das principais equipes de produção, que é um dos requisitos ao aumento da eficiência das mesmas. Conforme foi discutido na Seção 3.2, o grau de detalhe utilizado neste plano é variável, dependendo principalmente da incerteza envolvida no processo de produção.

O plano mestre serve de ponto de partida para a realização do planejamento operacional. Em função de restrições na obra, principalmente de caráter financeiro, pode haver a necessidade de ajustar algumas decisões tomadas na etapa de preparação do processo. Em função disto observa-se na Figura 5.2 uma retroalimentação do planejamento de longo prazo para a etapa anterior.

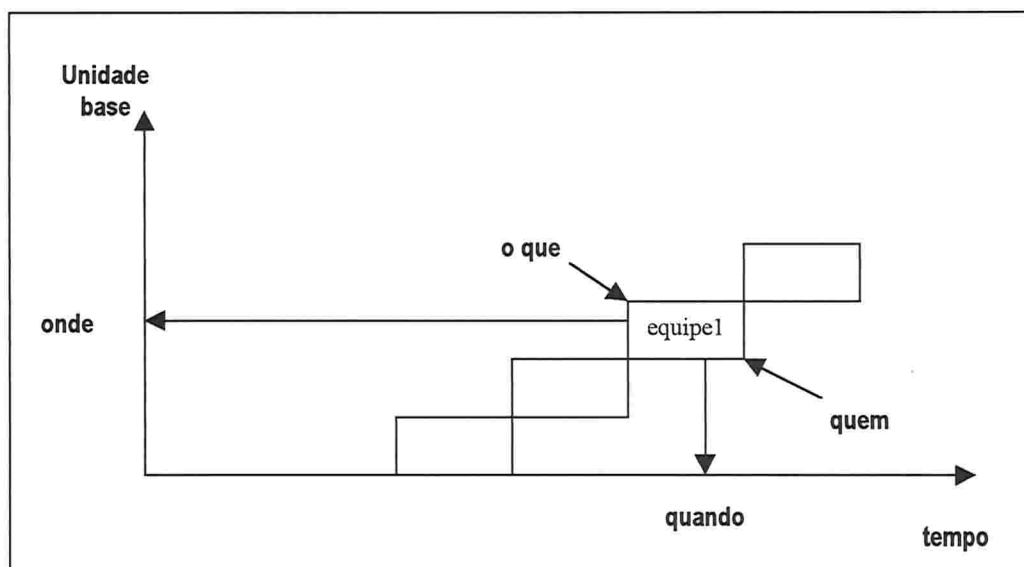


Figura 5.3 – Informações básicas contidas numa linha de balanço

- (d) **Difundir o plano mestre:** o plano mestre deverá ser apresentado em um ou mais formatos, em função da necessidade de seus usuários. Normalmente a difusão da informação ocorre não somente através do envio de documentos ou cartazes, mas também verbalmente através da realização de reuniões. Algumas empresas realizam reuniões com os principais usuários do plano mestre no início da obra e toda a vez que existirem alterações substanciais no mesmo.
- (e) **Programar Recursos Classe 1:** esta programação envolve a programação dos recursos cuja programação de compra, aluguel e/ou contratação deve ser realizada a partir do planejamento de longo prazo. Caracterizam-se, geralmente, por longo ciclo de aquisição e pela baixa repetitividade deste ciclo. O lote de compra, geralmente, corresponde ao total da quantidade de recursos a serem utilizados. O Quadro 5.1 apresenta a relação de itens classificados nesta categoria por uma das empresas envolvidas em pesquisas do NORIE/UFRGS.
- (f) **Difundir programação de recursos:** uma vez gerada a programação de recursos Classe 1, esta deve ser disseminada aos setores de recursos humanos para a contratação de mão de obra e de suprimentos para a aquisição dos materiais e equipamentos necessários (coluna “ação” na Figura 5.3. Este nível de programação de recursos também define o momento de contratação dos principais sub-empregados. O Anexo 2 apresenta um exemplo de planilha para o registro da programação de recursos Classe 1.

A elaboração do plano de longo prazo inicial exige um esforço relativamente grande, sendo comum a utilização de pacotes computacionais. Nas empresas maiores este plano em geral é gerado por um profissional especializado em planejamento, podendo o mesmo ser um funcionário contratado ou um prestador de serviços. Nas empresas menores esta tarefa tende a ser realizado pelo próprio gerente da obra. Em ambos os casos, o plano mestre e o fluxo de caixa detalhado normalmente são submetidos à aprovação da alta direção da empresa. Nesta avaliação deve ser considerada a necessidade de integrar o planejamento dos vários empreendimentos da empresa.

O plano mestre em geral conta com um número bastante elevado de atividades, sendo o mesmo distribuído a vários usuários, tais como, gerência da obra, sub-empregados, projetistas, responsável por compras, departamento de pessoal, setor financeiro, etc. Assim, é necessário preparar o plano e seus possíveis desdobramentos em diferentes formatos, que facilitem a obtenção das informações necessárias para cada um destes usuários. A Figura 5.4 apresenta um trecho de plano de obra, gerado através de um software comercial, no qual se procura deixar transparente os fluxos de trabalho das diferentes equipes.

Quadro 5.1 – Exemplo de classificação de recursos Classe 1

Recurso Classe 1	Prazo
Empreiteiros	
Mão-de-Obra Própria	30 dd
Insumos Básicos	
Fundação	
Estrutura	
Escoras	60 dd
Bandejas	60 dd
Fôrmas	60 dd
Tijolos e Blocos	
Aditivos	
Impermeabilizações	
Manta p/ Impermeabilização	30 dd
Pavimentações	
Cerâmica	30 dd
Carpete	30 dd
Basalto Irregular	30 dd
Basalto Regular	30 dd
Assoalho de Madeira	30 dd
Granito p/ Piso	30 dd
Rodapé	30 dd
Esquadrias	
Esquadrias de Madeira	60 dd
Esquadrias Metálicas	60 dd
Portas semi-ocas	90 dd
Dobradiças/Fechaduras	60 dd
Persiana	60 dd
Marcenaria em Geral	30 dd
Vidros	
Vidro Comum	30 dd
Vidro Temperado	30 dd
Vidro Laminado	30 dd
Revestimentos	
Pastilhas	90 dd
Azulejos	30 dd
Coberturas	
Estrutura Telhado	60 dd
Telha	30 dd
Material Elétrico	
Material Hidráulico	
Louças/Tampos	60 dd
Piscina	60 dd
Pintura	
Instalações Especiais	
Elevador	1 ano
Ajardinamento	30 dd
Antena Coletiva	30 dd
Letreiros / Números	30 dd
Lareira / Churrasqueira	60 dd

5.1.3. Planejamento de médio prazo

O planejamento de médio prazo constitui-se num segundo nível de planejamento tático, que faz a vinculação entre o plano mestre e os planos operacionais. Neste nível, o planejamento tende a ser móvel, sendo por esta razão denominado de *look ahead planning* (“planejamento olhado para frente”). Os serviços definidos no plano mestre são detalhados e segmentados nos lotes em que deverão ser executados, de acordo com o zoneamento estabelecido.

É comum haver muitas variações entre os procedimentos adotados por diferentes empresas neste nível de planejamento. Em obras de incorporação o ciclo de replanejamento é tipicamente bi ou trimestral, sendo os planos atualizados mensalmente. Entretanto, algumas empresas sub-dividem o planejamento de médio prazo em dois níveis hierárquicos, um com ciclo mensal e outro com ciclo trimestral. Por outro lado, em obras muito rápidas ou com elevado grau de incerteza o ciclo do planejamento de médio prazo pode ser semanal.

Pode-se vincular a este nível de planejamento o conceito de ordem de serviço, que se constitui num pacote de informações completas que permitem uma determinada equipe, interna ou externa, iniciar uma atividade ou serviço. Pode constar neste pacote de informações a relação de tarefas a serem executadas, o preço contratado, o projeto para produção, os requisitos de qualidade a serem atendidos e a relação de materiais e ferramentas necessárias.

Neste nível deve-se proceder a proteção da produção contra as incertezas associadas à disponibilidade dos recursos financeiros, através de uma avaliação da realidade atual face o volume de despesas previstas a partir do plano mestre. Em outras palavras, ao se gerar o plano de médio prazo, faz-se uma avaliação da disponibilidade financeira para o período correspondente a este horizonte de planejamento. Caso não haja recursos suficientes, muda-se a programação de recursos prevista pelo plano mestre.

As principais atividades envolvidas nesta etapa do processo são as seguintes (Figura 5.5):

- (a) **Coletar informações:** o plano de longo prazo é gerado a partir do plano mestre e também de informações retro-alimentadas do gerenciamento operacional.
- (b) **Preparar plano de médio prazo:** este plano em geral é gerado através de um gráfico de Gantt ou através de um desdobramento do diagrama de precedência de atividades. A Figura 5.6 apresenta um exemplo de planilha utilizada para gerar o plano. Pode-se observar nesta planilha a convenção utilizada para assinalar datas chave, relacionadas às ações necessárias para obter os recursos ou informações necessários à execução de cada atividade. A cada ciclo de replanejamento à médio prazo deve-se também re-estudar o fluxo de materiais da obra, fazendo os reajustes de *layout* necessários à medida que a obra evolui.
- (c) **Difundir plano:** os planos devem ser difundidos num formato adequado aos seus usuários, entre os quais se destaca o setor de suprimentos. A partir do plano de médio prazo é realizada a aquisição de recursos Classe 2 e também a contratação de algumas equipes de mão de obra, cujo prazo de contratação é relativamente curto.

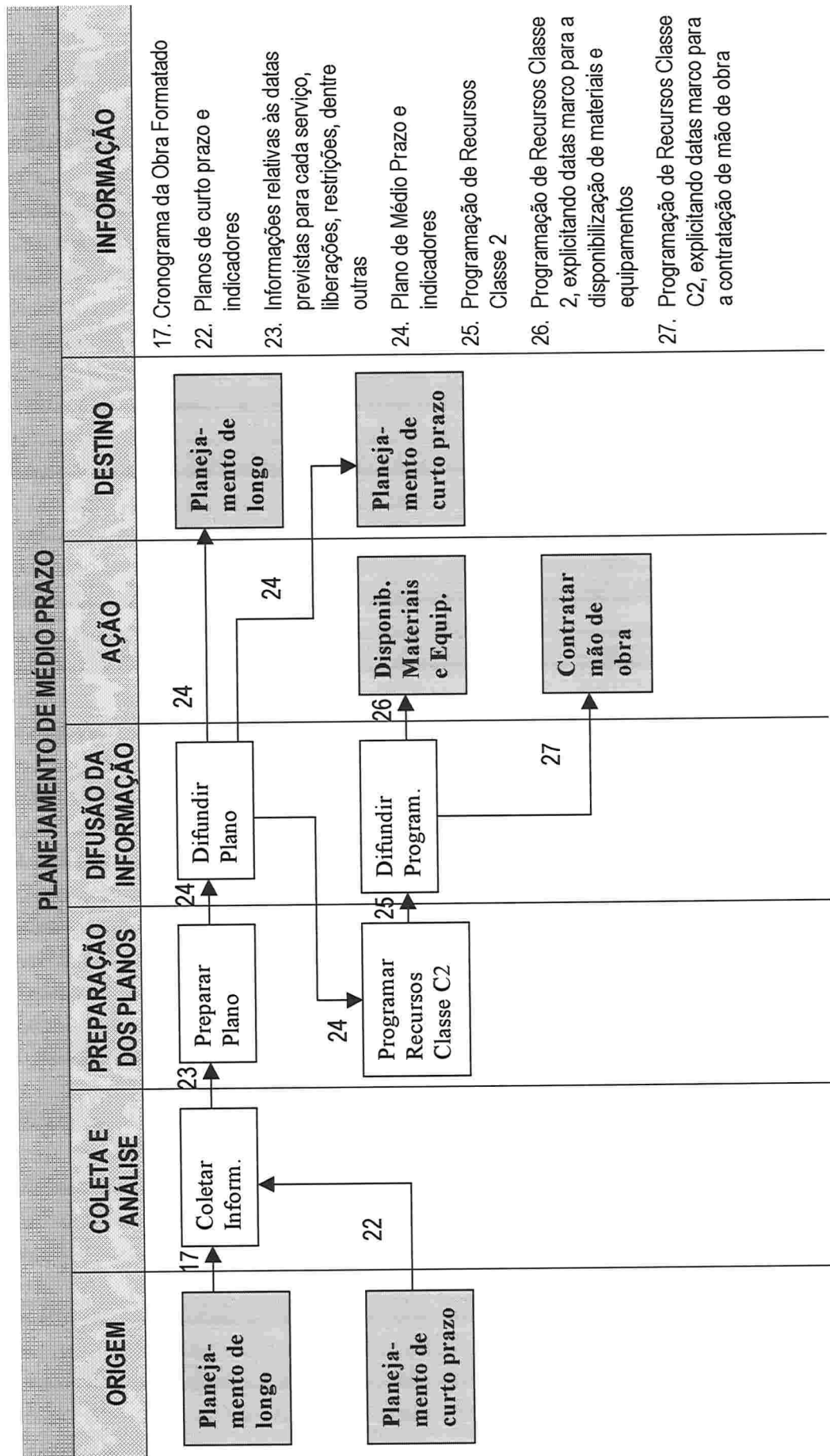


Figura 5.5 – Etapa de planejamento de médio prazo

Nº	ATIVIDADE	Outubro		Novembro		COMENTÁRIOS
		P	E	P	E	
1	Tubulações elétricas de parede Subsolo	P	E	X	X	
2	Tubulações elétricas de parede Apto. 601	P	E	X	X	
3	Tubulações elétricas de parede Apto 602	P	E	X	X	
4	Tubulações elétricas de parede Casa de máquinas	P	E	X	X	
5	Chapisco colunas Subsolo	P	E		X	
6	Elevação alvenaria térreo Elevador	P	E	X		
7	Elevação alvenaria térreo Medidores	P	E	X		
8	Elevação alvenaria térreo Guarita	P	E	X		
9	Elevação alvenaria subsolo Escada	P	E		X	
10	Elevação alvenaria subsolo Elevador	P	E		X	

LEGENDA:

VE – verificação de estoques
 SM – solicitação de materiais
 SE – solicitação de equipamentos
 SF – solicitação de ferramentas

VS – verif. das nec. de serviços
 VA – verif. das ativ. ant. concluídas
 AP – análise de projeto
 OS – orçamentação de serviços

CP – consulta a projetista
 CA – consulta a diretoria
 CC – consulta a clientes
 CO – consulta a órgãos públicos

Figura 5.6 – Exemplo de planilha utilizada para gerar um plano de médio prazo

- (g) **Programar recursos classe 2:** refere-se àqueles recursos cuja programação de compra, aluguel e/ou contratação deverá ser realizada a partir do planejamento tático de médio prazo. Caracterizam-se, 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. O Quadro 5.2 apresenta a relação de itens classificados nesta categoria por uma das empresas envolvidas em pesquisas do NORIE/UFRGS.
- (h) **Difundir Programação:** A programação deve ser difundida para os setores de suprimentos para a negociação e compra do material necessário e de contratação de mão de obra. O Anexo 2 apresenta um exemplo de planilha para controle da programação de recursos Classe 2.

Quadro 5.2 – Exemplo de classificação de recursos Classe 2

Recurso Classe 2	Prazo
Empreiteiros	
Insumos Básicos	
Fundação	
Estrutura	
Aço	
Concreto pré-misturado	
Madeiras	
Compensados	
Tijolos e Blocos	
Tijolos Maciços	
Tijolos 6 Furos	
Tijolos de Vidro	
Blocos Cerâmicos	
Elemento Vazado	
Aditivos	
Impermeabilizações	
Pavimentações	
Esquadrias	
Serralheria em Geral	
Vidros	
Revestimentos	
Coberturas	
Lambri	
Gesso	
Funilaria	
Material Elétrico	
Fios	
Material Hidráulico	
Tubulações	
Metais	
Pintura	
Tinta	

A realização do planejamento de médio prazo é tipicamente de responsabilidade da gerência da obra. Em cada ciclo de replanejamento são geradas informações, muitas vezes sob a forma de relatórios, que dão transparência à alta direção da empresa quanto ao andamento da obra (ver Seção 5.2.3). É através desta retro-alimentação que se garante consistência entre os vários níveis de planejamento. Em algumas empresas, a alta direção prefere obter uma avaliação externa do andamento da obra e, por esta razão é contratada uma empresa de prestação de serviços para a realização de um relatório com frequência mensal.

5.1.4. Planejamento de curto prazo

O planejamento de curto prazo ou operacional tem o papel de orientar diretamente a execução da obra. Em geral é realizado em ciclos semanais, sendo caracterizado pela atribuição de recursos físicos (mão-de-obra, equipamentos e ferramentas) às atividades programadas no plano de médio-prazo, bem como o fracionamento dessas atividades em lotes menores, que são designados por tarefas. Em obras muito rápidas ou nas quais existe muita incerteza associada ao processo de produção (por exemplo, reformas em hospitais) o ciclo de planejamento de curto prazo pode ser diário.

O planejamento neste nível deve ter forte ênfase no engajamento das equipes com as metas estabelecidas, sendo por isto denominado na bibliografia de *commitment planning* (planejamento de comprometimento). Tal engajamento pode ser obtido através da realização de reuniões periódicas, de caráter semanal, as quais ocorrem na própria obra, contando, em geral, com a participação do gerente da obra, mestre de obras, sub-empregados e líderes de equipes. Estas reuniões fecham o ciclo de planejamento e controle através da avaliação das equipes de produção quanto ao cumprimento de metas no período anterior e do planejamento do período seguinte.

A elaboração do plano inicia pela listagem de todas as tarefas que possuem recursos (material, mão de obra e equipamentos) disponíveis para serem realizadas no período. Faz-se a distribuição dessas tarefas às equipes de trabalho, por ordem de prioridade, de forma a constituir os pacotes de trabalho semanais a serem atribuídos a cada equipe. Um dos critérios de priorização das tarefas a serem programadas é a sua criticalidade no planejamento de médio prazo. Quando houver excesso de tarefas, as menos prioritárias são colocadas em um estoque de tarefas substitutas, as quais serão realizadas por alguma equipe que tenha o andamento de sua tarefa principal comprometida, ou cujo produtividade tenha superado as expectativas.

Este procedimento é denominado de produção protegida (*shielding production*), uma vez que protege a produção contra as incertezas relacionadas à disponibilidade dos recursos físicos. Obtém-se uma estabilidade do fluxo de trabalho, uma vez que somente são programadas tarefas possíveis de serem realizadas. Na Figura 5.7 é apresentada um exemplo de planilha utilizada para a elaboração do plano de curto prazo. Esta planilha tem como principais vantagens a sua simplicidade, que facilita a comunicação com todos os agentes de produção e o fato de que o planejamento operacional passa a ser formalizado, reforçando o seu caráter de comprometimento. A utilização desta ferramenta, denominada *last planner*, é bem documentada na bibliografia internacional.

PLANEJAMENTO SEMANAL DE TAREFAS		elaborado em:	01/10/98	Nº:	1
		elaborado por:		Revisão nº:	0
		alterado em:			
		alterado por:			

Obra 240 - Residencial EIRON	Mestre: Maurício	Engenheiro Residente:	CARLOS ALBERTO
Atividades	Semana de: 05/10/98 à 10/10/98		

Nº	Descrição	S	T	Q	Q	S	S	S	Equipe	Empreiteira	Comentários
1	Barras de ferro faltando na armadura da cinta de amarração da cobertura 02	P	X						Ferreiro 1		
		R									
2	Barras de ferro faltando na armadura da cinta de amarração da cobertura 01	P	X						Ferreiro 2		
		R									
3	Tubulações elétricas na cinta de amarração da cobertura 02	P	X						Elétrica 1		
		R									
4	Tubulações elétricas na cinta de amarração da cobertura 01	P	X						Elétrica 2		
		R									
5	Formas da cinta de amarração da cobertura 01	P		X					Carpinteiro 1		
		R									
6	Concretagem das cintas de amarração da cobertura 02	P			X				Pedreiro 1		
		R									
7	Concretagem das cintas de amarração da cobertura 01	P			X				Pedreiro 2		
		R									
8	Marcação alvenaria das sacadas da cobertura	P	X						Pedreiro 5		
		R									
9	Elevação alvenaria sacada apartamento 501	P	X						Pedreiro 3		
		R									
10	Elevação alvenaria sacada apartamento 502	P	X						Pedreiro 4		
		R									

Figura 5.7 – Exemplo de planilha utilizada para gerar um plano de curto prazo (last planner)

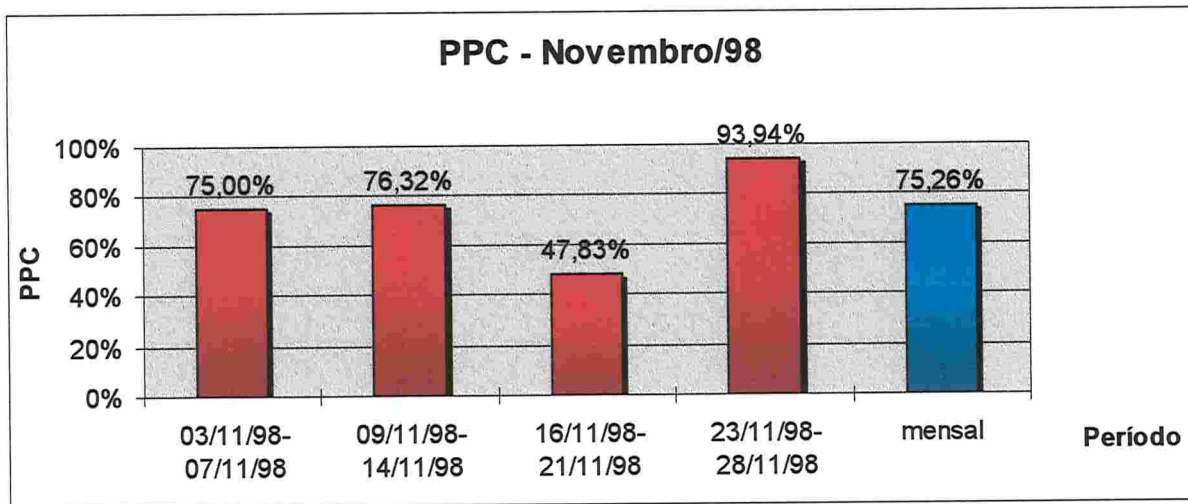


Figura 5.8 – Exemplo de gráfico apontando o PPC (percentagem da programação concluída)

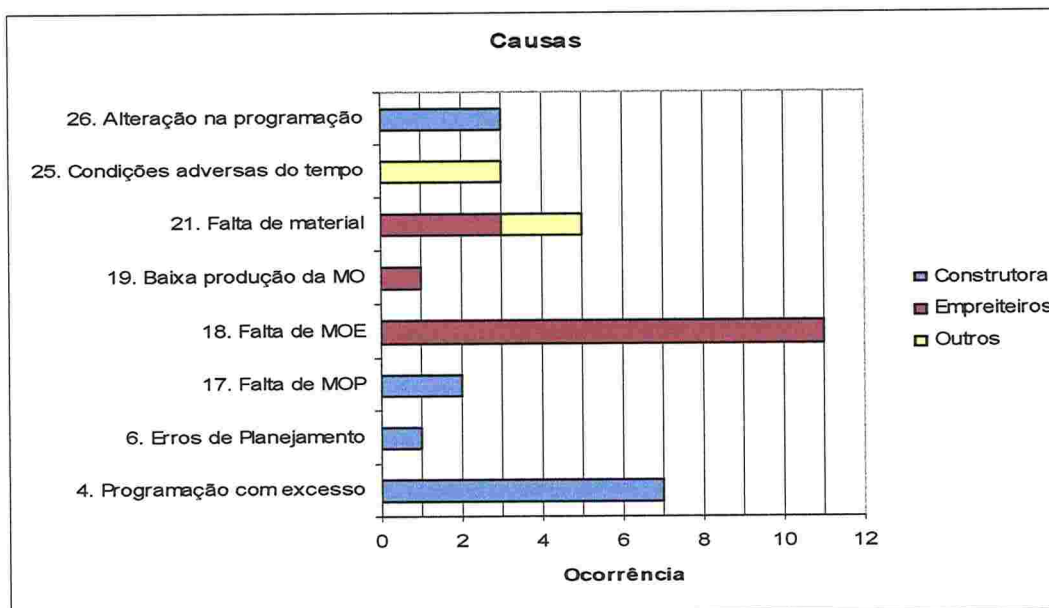


Figura 5.9 – Exemplo de gráfico apontando principais causas do não cumprimento de metas

Duas importantes avaliações podem ser realizadas a partir da aplicação da planilha. A primeira refere-se ao cálculo do indicador PPC (percentagem da programação concluída), que é a relação entre o número total de tarefas concluídas na semana em relação ao número total de tarefas programadas. Este indicador avalia o grau de eficácia do planejamento de curto prazo, sendo o mesmo descrito em mais detalhes no Anexo 3. A Figura 5.8 apresenta um exemplo de gráfico de uma obra apresentando a evolução do PPC ao longo do tempo. A outra avaliação refere-se à identificação das causas do não cumprimento das metas estabelecidas, as quais são registradas numa das colunas da planilha (Figura 5.6). Após vários ciclos de planejamento, pode-se gerar um gráfico apresentando as principais causas, que pode retro-alimentar todo o processo de planejamento e controle. Um exemplo de gráfico deste tipo está apresentado na Figura 5.9.

A Figura 5.10 representa em linhas gerais a etapa de planejamento de curto prazo, cujas principais atividades são as seguintes:

- (a) **Coletar informações:** as principais informações que servem de suporte para a elaboração do plano de curto prazo são o plano de médio prazo e o plano de curto prazo do ciclo anterior. É importante também que se tenha informações sobre os fluxos de trabalho das equipes e dos fluxos de materiais na obra, de forma a identificar se alguns dos problemas detectados nos ciclos anteriores estão relacionados a deficiências nestes fluxos.
- (b) **Preparar plano de curto prazo:** conforme descrito acima, pode-se utilizar a ferramenta *last planner* para a geração do plano. Em geral, o mestre de obras elabora uma primeira versão que é revisada pelo gerente da obra antes da reunião semanal.
- (c) **Difundir Plano:** este plano deve ser difundido para toda a obra assim como as avaliações periódicas realizadas a partir do indicador PPC e do gráfico de causas do não cumprimento do planejamento.
- (d) **Programar recursos Classe 3:** existe uma categoria de recursos cuja programação pode ser realizada em ciclos relativamente curtos, via de regra semelhantes ao ciclo do planejamento de curto prazo. Estes são os recursos cuja compra é realizada a partir do controle de estoque da obra e do almoxarifado central (se houver), considerando níveis de estoque mínimo, ou de acordos de entregas intermitentes com fornecedores. Caracterizam-se, geralmente, por pequeno ciclo de aquisição e pela alta repetitividade deste ciclo. Os lotes de aquisição (compra ou transferência) são, geralmente, muito pequenos em relação à quantidade total utilizada ao longo do período de produção. O Quadro 5.3 apresenta a relação de itens classificados nesta categoria por uma das empresas envolvidas em pesquisas do NORIE/UFRGS.
- (e) **Difundir Programação:** A programação deverá ser difundida para o setor de suprimentos, para que o mesmo tenha condições de repor os estoques no prazo previsto.

5.1.5. Avaliação do processo

A avaliação do planejamento e controle é realizada ao final da obra, de forma a possibilitar a melhoria do processo para empreendimentos futuros, ou durante à mesma, quando for longo o período de execução. Esta avaliação pode ser realizada com base na percepção dos principais intervenientes e também a partir de indicadores do processo de planejamento e da produção. A utilização de indicadores de desempenho de processos será discutida na Seção 5.2.3.

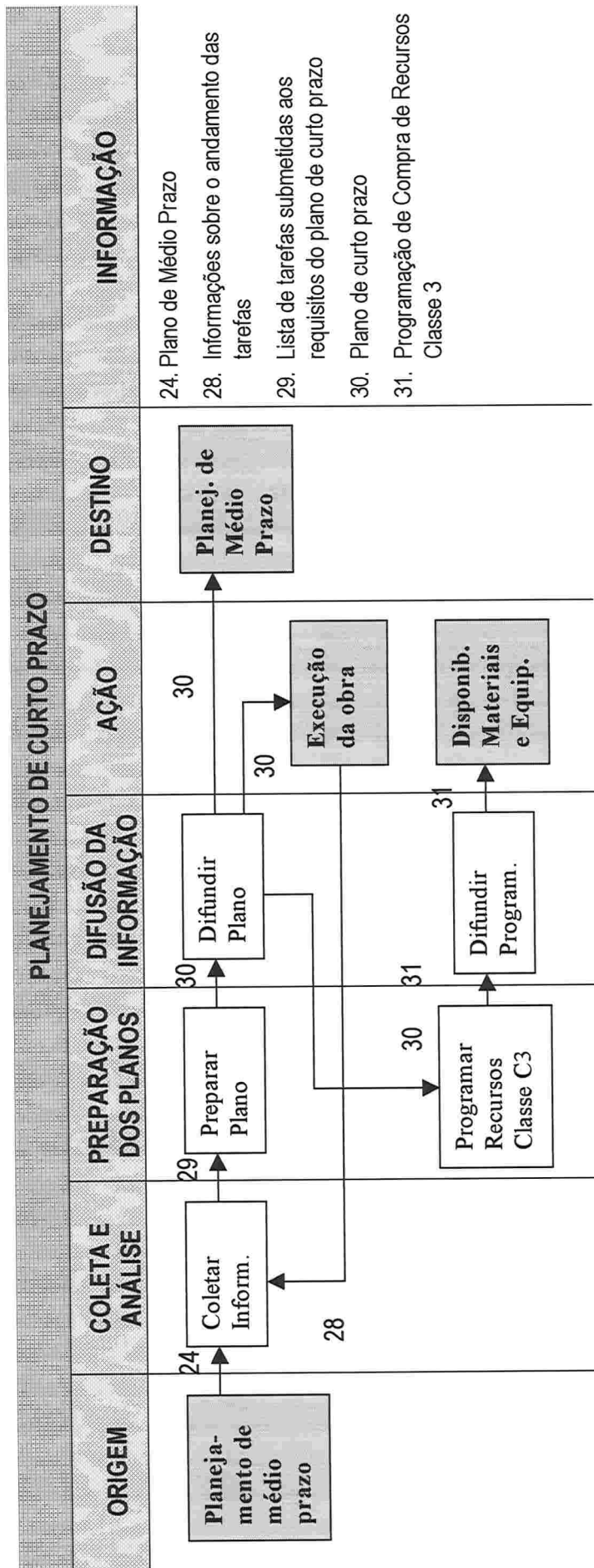


Figura 5.10 – Etapa de planejamento de curto prazo

Quadro 5.3 – Exemplo de classificação de recursos Classe 3

Recurso Classe 3	Prazo
Empreiteiros	
Insumos Básicos	
Areia Irregular	
Areia Fina	
Areia Média	
Cimento	
Cimento Branco	
Cimento Cola	
Brita	
Pregos	
Parafusos/Porcas	
Fundação	
Estrutura	
Arame Recozido	
Tijolos e Blocos	
Aditivos	
Morter	
Sika	
Bianco	
Sikaflex	
Alvaiade	
Cal hidratado	
Sikadur	
Impermeabilizações	
Piche Asfáltico	
Desmoldante	
Pavimentações	
Laje Grês	
Esquadrias	
Vidros	
Revestimentos	
Coberturas	
Isopor – isolamento térmico	
Material Elétrico	
Material Hidráulico	
Pintura	

5.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO

5.2.1. Diagnóstico

Assim como qualquer projeto de melhoria, o desenvolvimento de um sistema de planejamento e controle da produção deve iniciar pela realização de um diagnóstico do processo existente. A forma mais eficaz de realizar este diagnóstico consiste em modelar o fluxo de informação existente. Esta modelagem pode ser realizada através da utilização de diferentes técnicas, tais como entrevistas, observações *in loco* ou coleta de dados. Não é objetivo do presente trabalho apresentar cada uma destas técnicas, as quais se encontram descritas na bibliografia (Bernardes & Carvalho, 1997).

É importante salientar, entretanto, a importância de utilizar um conjunto de técnicas que permita a modelagem do processo real, e não apenas aquele percebido pela equipe de planejamento da empresa. As Figuras 5.11 e 5.12 apresentam os DFD do processo de planejamento e controle de uma empresa elaborados, respectivamente, a partir da percepção de um grupo de pessoas da organização e a partir de dados coletados através de observações e planilhas. É fácil perceber contradições entre ambos os fluxos, destacando-se o não envolvimento do setor de compras processo de planejamento. Da mesma forma, outras informações que os próprios participantes do processo imaginavam serem imprescindíveis, não foram registradas.

Com base no diagnóstico, pode-se partir para a elaboração de um plano de ação no qual se propõe um novo modelo de processo, representado por um fluxo de informações. Este desenho deve ser elaborado a partir das demandas dos diferentes intervenientes em termos de informações.

5.2.2. Intervenção em estágios

A intervenção no sistema de planejamento e controle deve ser realizada em estágios de forma a diminuir os riscos e facilitar a consolidação dos conceitos. Nos diversos trabalhos realizados pelo NORIE/UFRGS em geral a intervenção foi aplicada inicialmente em uma obra piloto. A disseminação dos resultados da intervenção para outras obras só é realizada a partir do momento que a implementação é bem sucedida na primeira obra.

É possível também segmentar a realização da intervenção em níveis hierárquicos. O nível mais fácil de ser implementado é o operacional, dada a simplicidade da ferramenta *last planner*. A implementação inicial do modelo a nível operacional pode facilitar a introdução de novos conceitos e o surgimento de uma postura favorável para a mudança entre os principais agentes de produção, cujo engajamento na consecução do planejamento é muito importante.

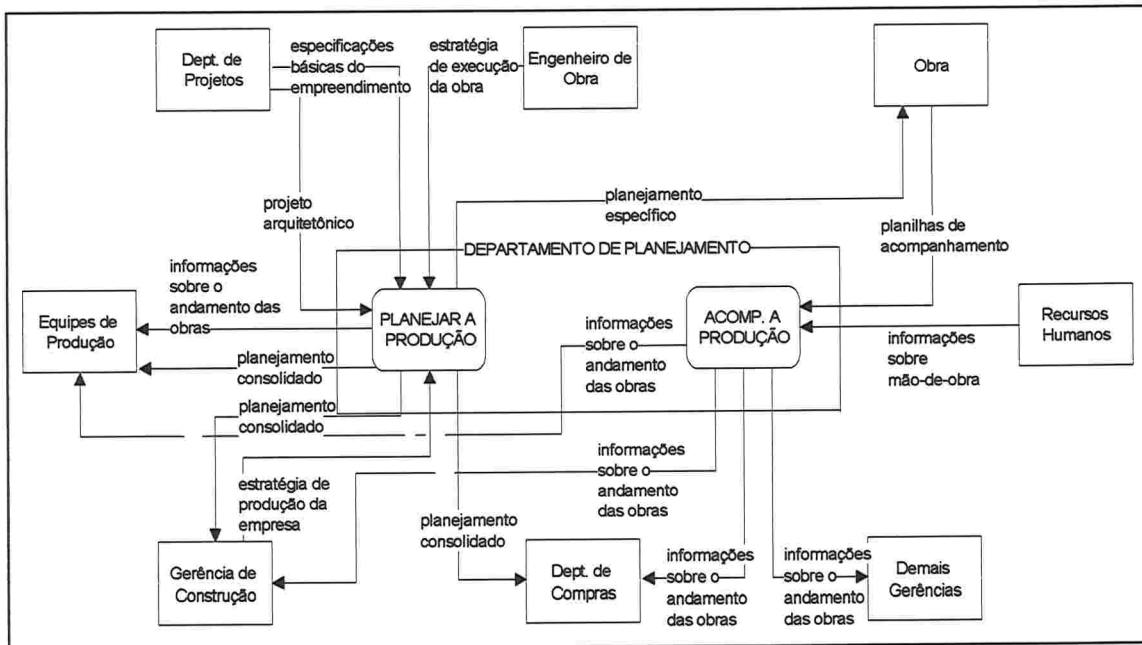


Figura 5.11 – DFD sob a perspectiva da empresa

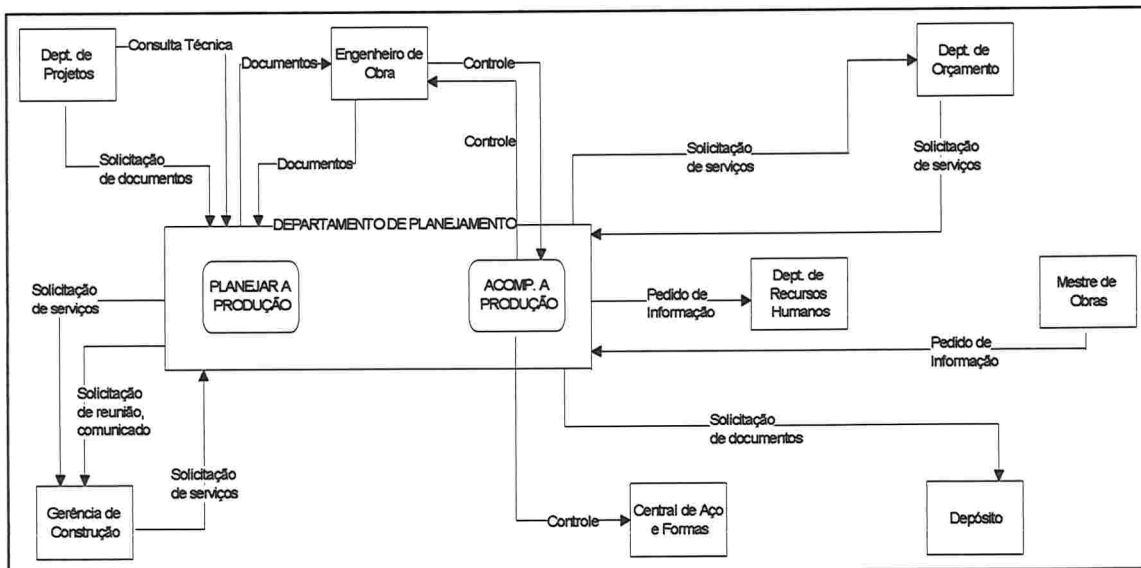


Figura 5.12 – DFD observado a partir de dados obtidos através de observações e planilhas

5.2.3. Indicadores de avaliação do processo

Conforme foi discutido na Seção 5.1, o processo de planejamento e controle da produção possui vários ciclos de retro-alimentação nos quais tanto o planejamento como a produção sofrem avaliações, com o objetivo de detectar problemas. A realização destes ciclos de retro-alimentação requer um sistema de indicadores que ofereça os dados e fatos necessários à tomada de decisão. No caso da realização de uma intervenção, os indicadores cumprem também o papel de apontar concretamente os benefícios alcançados pela mudança.

O Quadro 4.4 apresenta resumidamente a família de indicadores mais frequentemente empregados para o controle da produção na empresas participantes de pesquisas do NORIE/UFRGS. Tais indicadores vêm sendo utilizados para produzir um relatório mensal no qual o desempenho da produção é avaliado em termos de cumprimento de prazos. Esta avaliação é enviada à diretoria da empresa e também subsidia o ciclo de replanejamento a médio prazo. Algumas empresas agregam a este ciclo de avaliação o controle de custos, utilizando para este fim uma outra família de indicadores. Cada um dos indicadores do Quadro 4.4 está descrito em mais detalhe no Anexo 3.

Existe uma série de princípios para a seleção e utilização de indicadores, não sendo objetivo do presente trabalho discutir em profundidade sobre este tema, uma vez que existe ampla bibliografia sobre o assunto (ver, por exemplo, Oliveira et al., 1995). Esta seção restringe-se a apontar algumas diretrizes para a utilização de indicadores no processo de planejamento, conforme segue:

- (a) **Requisitos do cliente:** a seleção do conjunto de indicadores deve considerar os requisitos de desempenho requeridos pelos clientes deste processo. A partir dos requisitos do cliente, defini-se as características de qualidade, mensuráveis ou não, que melhor expressam este requisito. Finalmente o indicador é definido, levando em conta os procedimentos necessários para coletar e processar os dados. O Quadro 4.4 apresenta os principais passos necessários para a definição de cada um dos indicadores apresentados.
- (b) **Simplicidade:** Dada a elevada frequência dos ciclos de controle do processo e da grande quantidade de informações envolvidas no processo de planejamento, é necessário que os indicadores sejam relativamente simples de serem coletados. Por exemplo, o indicador de projeção do prazo da obra é calculado a partir da média ponderada da projeção de prazo de um conjunto de atividades chave na obra, ao invés do cálculo da duração estimada a partir do caminho crítico da obra, que é um procedimento demorado e relativamente complexo (em muitas obras o caminho crítico não pode ser claramente definido). Este indicador, juntamente com os indicadores “desvio de ritmo”, “percentual de atividades concluídas na duração prevista”, “percentual de atividades iniciadas na data prevista” e “percentual de atividades no ritmo planejado”, é obtido a partir do diagrama de ritmo (Figura 5.12), que representa de forma bastante simplificada os ritmos previsto e realizado para cada uma das principais atividades.
- (c) **Indicadores de processo e de resultado:** um sistema de indicadores deve conter tanto indicadores que avaliem o resultado do processo, como indicadores que apontem onde estão os problemas nos processos, de forma que ações preventivas possam ser realizadas. O indicador de “projeção de prazo” é tipicamente um indicador de resultado, que avalia a obra como um todo. Os indicadores de “desvio de ritmo”, por sua vez, apontam quais atividades são responsáveis por eventuais atrasos na produção.

Quadro 5.4 – Sistema de Indicadores para o Planejamento e Controle da Produção

Nº	Identificação dos desejos dos clientes	Características de qualidade	Características mensuráveis	Indicador	Tipo de Indicador
1	Proteção da Produção	Cumprir as metas estipuladas	Número de metas semanais cumpridas dividido pelo número total de metas semanais planejadas	Porcentagem do planejamento concluído (PPC)	Processo
2	Comprometimento	Cumprir as metas estipuladas pelo subempreiteiro	Número de metas semanais cumpridas pelo subempreiteiro dividido pelo número de metas semanais planejadas	Porcentagem do planejamento concluído (PPC) pelo subempreiteiro	Processo
3	Confiabilidade de término da obra	Entregar a obra no prazo planejado	Média ponderada das atividades que estão em desenvolvimento na obra	Projeção de prazo	Resultado
4	Transparência no desenvolvimento dos serviços	Evitar interferências no desenvolvimento dos serviços	Ritmo executado pelo planejado da atividade	Desvio de ritmo	Resultado
5	Consistência hierárquica dos planos	Os ritmos estabelecidos pelo cronograma geral sejam cumpridos pelo semanal	Número de tarefas no ritmo planejado dividido pelo número total de tarefas	Percentual de atividades no ritmo planejado	Processo
6	Consistência hierárquica dos planos	Não ter incoerência entre os níveis de planejamento	Número de tarefas iniciadas na data prevista dividido pelo número total de tarefas planejadas no plano de médio prazo	Percentual de atividades iniciadas na data prevista	Processo
7	Eficácia do planejamento de médio prazo	Cumprir as metas estipuladas na duração prevista	Número de tarefas completadas na duração prevista dividido pelo número total de tarefas planejadas no plano trimestral	Percentual de atividades concluídas na duração prevista	Processo
8	Eficácia do processo de programação de recursos	Não ter solicitação irregular de material	Número de lotes solicitados fora do período regular estabelecido e/ou lotes solicitados com prazo de entrega menor daquele especificado pelo departamento de compras dividido pelo número total de lotes	Percentual de solicitações irregulares de material	Processo
9	Confiabilidade de entrega de materiais	Não ter entregas irregulares de material	Número de lotes entregues fora do prazo estabelecido dividido pelo número total de lotes entregues	Percentual de entregas irregulares de material	Processo

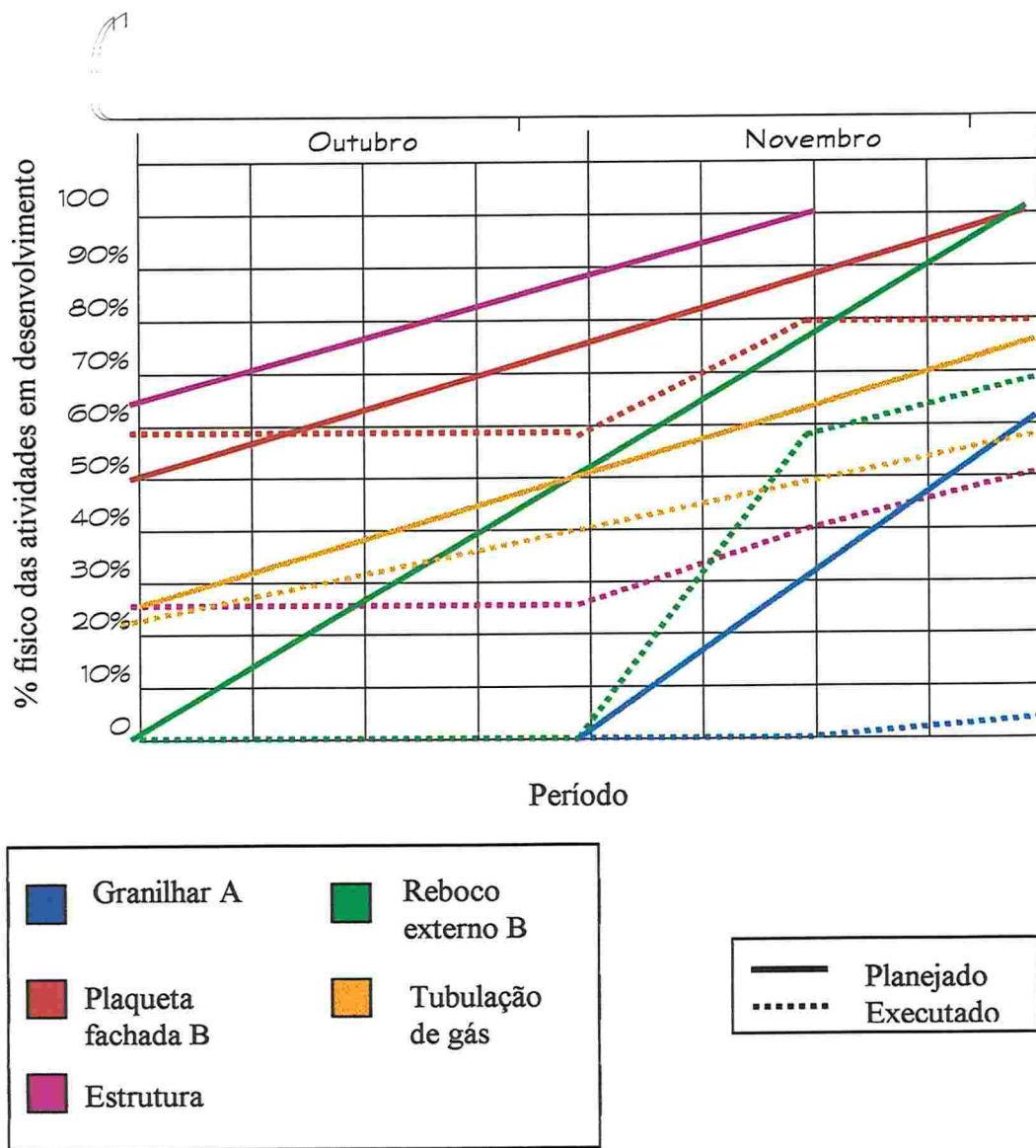


Figura 5.13 – Exemplo de diagrama de ritmo

- (d) **Consistência entre diferentes níveis hierárquicos:** podem ocorrer situações nas quais o planejamento operacional, avaliado pelo indicador PPC, tem bom desempenho quanto à sua eficácia, mas a obra está atrasada. Isto decorre da falta de consistência entre os níveis de planejamento de médio e curto prazo. Assim, devem ser empregados indicadores que monitorem a consistência do planejamento entre os diferentes níveis hierárquicos (longo, médio e curto prazo). Este é o caso dos indicadores “percentual de atividades no ritmo planejado” e “percentual de atividades iniciadas no prazo previsto”.
- (e) **Avaliação do ritmo das atividades:** o ritmo das atividades deve ser avaliado tanto do ponto de vista de atrasos, como também de antecipações na execução de atividades. Em obras de incorporação, ambas as situações são normalmente indesejáveis. A primeira situação aponta a possibilidade de atrasos na entrega da obra, enquanto a segunda pode resultar em um fluxo de caixa desfavorável.

- (f) **Qualidade das informações:** a eficácia do planejamento depende diretamente da qualidade das informações disponíveis, a partir das quais se faz, por exemplo, estimativas de durações de atividades. Assim, é desejável empregar indicadores que avaliem a qualidade destas estimativas, como é o caso do indicador “percentual de atividades concluídas na duração prevista.
- (g) **Avaliação de outros processos da empresa:** alguns indicadores que avaliam outros processos da empresa possuem forte relação com a eficácia do planejamento. É o caso dos indicadores “percentual de solicitações irregulares de materiais” e “percentual de entregas irregulares de materiais”, referentes ao processo de suprimentos. O primeiro indicador avalia o processo de planejamento do ponto de vista do setor de suprimentos como cliente interno. Em contrapartida, o segundo indicador avalia o setor de suprimentos como fornecedor da produção. Ambos os indicadores estão relacionados à identificação de falhas no sub-processo programação de recursos.
- (h) **Avaliação de fornecedores:** é recomendável utilizar indicadores que avaliem também os fornecedores externos da empresa, tais como os sub-empregados, cujo engajamento é essencial para que as metas definidas pelo planejamento sejam alcançadas. O indicador “PPC por sub-empregado” (Figura 5.14) é um exemplo de indicador desta natureza, podendo o mesmo ser utilizado como parte de um sistema de avaliação formal de fornecedores.
- (i) **Transparência:** as informações devem ser apresentadas com um formato que facilite a comunicação e a análise por parte dos tomadores de decisão. Assim, deve-se apresentar os indicadores coletados preferencialmente através de uma linguagem gráfica, apenas com os dados essenciais. Este é o caso do diagrama de ritmo, apresentado na Figura 5.13, e também a planilha de apresentação resumida de resultados da Figura 5.15.

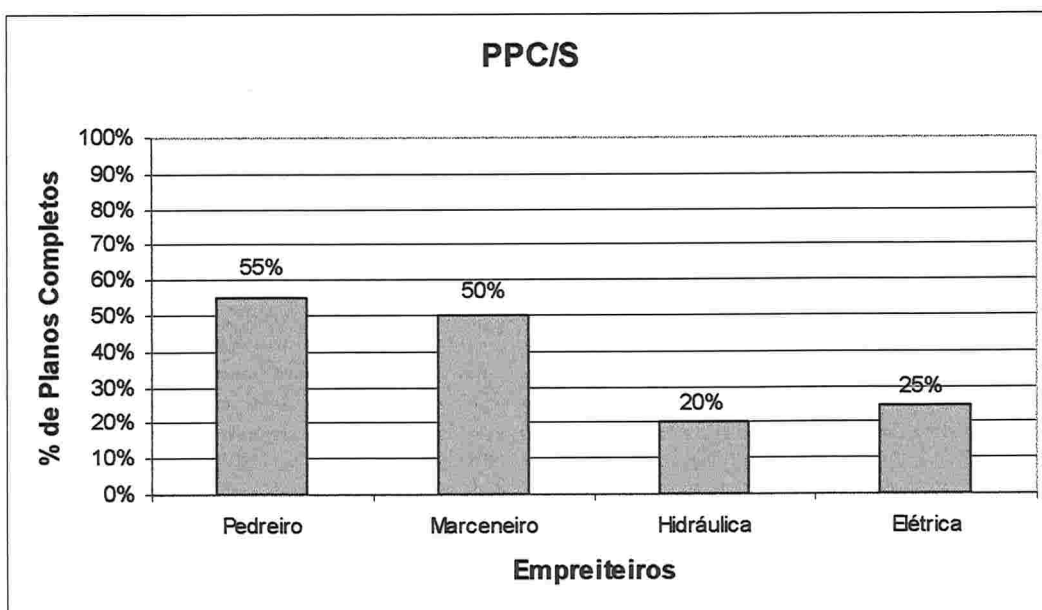


Figura 5.14 – Gráfico apresentando o PPC de sub-empregados


Legenda		Atrasado 	Dentro do prazo 	Adiantado 		
Atividade	Situação	N° de semanas de atraso	Desvio de Ritmo quinzenal	Desvio de Ritmo acumulado	% restante para o término da atividade	
Alvenaria		0,0	0,8	0,97	3	
Reserv. superior		3,0	0,0	0,75	25	
Tubulação elétrica		0,5	0,0	1,04	5	
Tubulação de gás		3,5	0,0	0,72	10	
Ping. pedra fachada		2,0	0,0	0,0	100	
Tub. Hidrossanitária		7,0	0,89	0,40	60	
Contramarcos madeira		4,5	0,0	0,45	10	
Reboco externo		2,0	0,0	0,0	100	
Reboco interno		6,0	0,40	1,80	10	
Esquadrias de ferro		1,0	0,0	0,0	100	
Imperm. box banheiro		2,0	0,10	0,10	95	

Figura 5.15 – Planilha para apresentação dos Desvios de Ritmo

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento de informações e das discussões realizados ao longo deste estudo, pode-se propor um conjunto de ações necessárias ao desenvolvimento do processo de planejamento e controle da produção em empresas de construção. Algumas destas ações referem-se a um horizonte de curto prazo, enquanto outras necessitam de mais tempo para serem consolidadas. São elas:

(a) **Programas de treinamento:** o treinamento tem um papel fundamental no sentido de introduzir amplamente no setor alguns dos conceitos, princípios e ferramentas apresentados neste Termo de Referência. A realização de um programa de treinamento por parte do SINDUSCON/SP poderia reunir o conhecimento disponível na comunidade de pesquisa, a experiência de consultores, e também a extensa bagagem de algumas empresas. Seria desejável também propiciar através deste programa a troca de informações entre empresas que possuem diferentes experiências de implantação do planejamento.

Um dos aspectos fundamentais para o sucesso deste programa é incluir no seu conteúdo alguns aspectos essenciais para a eficácia do processo de planejamento e controle:

- Adoção do conceito de planejamento e controle como processo gerencial compartilhado entre os diferentes níveis gerenciais da empresa;
- Vincular o planejamento da produção ao posicionamento estratégico da empresa;
- Dar a devida atenção aos gerenciamento dos fluxos existentes na obra (fluxo de montagem, fluxo de trabalho e fluxo de materiais) e não apenas das atividades de conversão (que agregam valor);
- Enfatizar a necessidade de conhecer e planejar o sistema de informações necessário a execução do planejamento e controle;
- Capacitar as empresas para a realização de controle em tempo real, que viabilize a realização de ações corretivas nos processos de produção;
- Integrar o planejamento físico da obra com o controle de custos e financeiro;
- Empregar o planejamento para a redução da incerteza e minimização dos seus efeitos nocivos;
- Gerenciar as interfaces do processo de planejamento e controle com outros processos, tais como projeto, suprimentos, planejamento do canteiro, etc.;
- Emprego de indicadores de qualidade e produtividade, tendo-se o cuidado de definir claramente a sua inserção no processo;
- Preparar as empresas para a mudança comportamental necessária à implantação de planejamento;
- Fazer uso da tecnologia da informação disponível, preparando as empresas para as mudanças que deverão ocorrer num futuro próximo.

(b) **Realização de eventos:** algumas das sugestões apresentadas por participantes do evento sobre futuras ações do SINDUSCON/SP referem-se à necessidade de mais oportunidades de disseminação de informações e discussões. Assim, poderiam ser promovidos eventos sobre aspectos relacionados a este tema no futuro. Entre as sugestões apresentadas, destacam-se: (a) realização de *workshops* mais longos que permitissem a discussão e o aprofundamento em alguns tópicos (por exemplo, *lean construction*, relacionamento com

fornecedores e mão de obra); (b) discussão de mais casos de empresas. Outro tópico que poderia ser contemplado no futuro são os sistemas computacionais para construção (principalmente CAD, orçamento e planejamento).

- (c) **Ações institucionais:** é recomendável a atuação do SINDUSCON/SP e de outras entidades setoriais em alguns forums, de forma a facilitar a integração da informação a nível setorial. Pode-se apontar, por exemplo, a participação do forum internacional para a definição de padrões para sistemas CAD para a construção (*International Alliance for Interoperability – IAI*), e a criação de uma norma brasileira para a definição de critérios padronizados de medição de serviços para orçamentos (a exemplo do que existe há muitos anos em países europeus).
- (d) **Projetos de pesquisa e desenvolvimento:** Embora muitos avanços possam ser alcançados pelas empresas com base no conhecimento disponível, existe ainda a necessidade de desenvolver projetos de pesquisa e desenvolvimento no sentido de apoiar o desenvolvimento gerencial necessário para melhorar o desempenho do setor em termos de custo, prazo e qualidade. Entre os temas que poderiam ser foco de projetos desta natureza destaca-se a integração do processo de construção pelo computador. Diversos esforços vêm sendo desenvolvidos nesta linha, por instituições de pesquisa em diferentes países do mundo, como, por exemplo, a Universidade de Salford. Existe a necessidade de adaptar algumas das tecnologias disponíveis no exterior para a construção civil brasileira.

7. BIBLIOGRAFIA

- BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: An essential step in production control**. Technical Report No. 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, 1997.
- BERNARDES, M.; CARVALHO, M. Método de Análise do Processo de Planejamento da Produção de Empresas de Construção. In: FORMOSO, CT. (Ed.) **Métodos e Ferramentas para a Gestão da Qualidade e Produtividade na Construção Civil**, Porto Alegre, PQPCC/RS, 1997. pp 59-94
- FRUET, G.M. & FORMOSO, C.T. Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL - GESTÃO E TECNOLOGIA, 2º, Porto Alegre, 8 e 9 junho 1993. **Anais**. Porto Alegre, UFRGS, 1993. pp. 1-51
- KENDALL, K.; KENDALL, J. **Análisis y diseño de sistemas**. México: Prentice-Hall Hispanoamericana S. A., 1991.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to the construction industry**. Stanford, USA, Stanford University, 1992. Technical Report 72
- 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, n. 5, p. 243-266, 1987.
- LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Competence and timing dilemma in construction planning. **Construction Management and Economics**, London, n. 6, p. 339-355, 1988.
- OLIVEIRA, M.; LANTELME, E.M.V. & FORMOSO, C.T. **Sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a indústria da construção**: Manual de Utilização. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 1995. Série Construção Civil N° 2
- SANTOS, A.; ISATTO, E.L.; LANTELME, E.M.V. & FORMOSO, C.T. **Método de intervenção para a redução de perdas na construção civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 1997. Série Construção Civil N° 4
- SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção civil: sua incidência e seu controle**. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 1993. Dissert. de Mestrado

ANEXO 1 – EXEMPLO DE WBS E CRITÉRIOS PARA ZONEAMENTO

Serviços	Atividades	Zoneamento
1. Instalação Canteiro		
	1.1 Limpeza do Terreno	Terreno
	1.2 Inst. Provisórias	Refeitório, Sanitários, Peça do mestre, Casa do guarda, Barraco de pedreiro, servente, carpinteiro, elétrica e hidráulica, almoxarifado
	1.3 <i>Stand</i> de Vendas	<i>Stand</i>
Infra-estrutura		
	1.4 Locação	Terreno
	1.5 Estacas	Estaca
	1.6 Blocos	Bloco
	1.7 Vigas de fundação	Viga
	1.8 Cortina	Divisa - Facha
	1.9 Laje de piso	Pavimento
2 Supra-estrutura		
	2.1 Pilares	Pavimento - Unidade
	2.2 Vigas e lajes	Pavimento - Unidade
	2.3 Res. Superior	
3 Fechamentos		
	3.1 Alvenaria	Pavimento - Pano
	3.2 Cintas de Amarração	Pavimento - Pano
	3.3 Encunhamento	Pavimento
4 Esgoto		
	4.1 Inst. Internas	Pavimento - Apartamento
	4.2 Inst. Externas	Pavimento – Apartamento
5 Água Fria e Quente		
	5.1 Inst. Internas	Pavimento - Apartamento
	5.2 Inst. Externas	
	5.3 Louças/Metals/Tampas	Pavimento – Apartamento
	5.4 Moto-bomba	
6 Inst. Incêndio		
	6.1 Tubulação	Pavimento
	6.2 Acessórios	Pavimento
7 Inst. Elétricas/Telefônicas/T V		
	7.1 Tub. Piso	Pavimento
	7.2 Tub. Parede	Pavimento - Pano
	7.3 Enfição	Pavimento
	7.4 Inst. Externa	
	7.5 Interruptores/Tomadas/Disjuntores	Apartamento
	7.6 Pannel	
	7.7 Subestação	

8 Pára-raio		
	8.1 Preparação (Grampo)	
	8.2 Instalação	
9 Inst. Gás		
	9.1 Inst. Interna	Pavimento
	9.2 Ponto	
	9.3 Central	
	9.4 Medidores	
10 Elevadores		
11 Revestimento Interno		
	11.1 Chapisco	Pavimento - Peça
	11.2 Reboco	Pavimento - Peça
	11.3 Massa	Pavimento - Peça
	11.4 Pintura	Pavimento - Peça
	11.5 Azulejo	Pavimento - Peça
	11.6 Forro	Pavimento - Peça
12 Revestimento Externo		
	12.1 Chapisco	Pavimento/Facha
	12.2 Reboco	Pavimento/Facha
	12.3 Revestimento Cerâmico	Pavimento/Facha
	12.4 Massa	Pavimento/Facha
	12.5 Pintura	Pavimento/Facha
	12.6 Granito	Pavimento/Facha
13 Esquadrias		
	13.1 Contra-marcos	Fachada/Pavimento
	13.2 Peitoris	Apartamento
	13.3 Janelas	Apartamento
	13.4 Persianas	Apartamento
	13.5 Vidros	Apartamento
	13.6 Portas	Apartamento
14 Pavimentação		
	14.1 Contrapiso	Peça
	14.2 Piso/Soleira	Peça
	14.3 Rodapé	Peça
15 Impermeabilização		
		Pavimento - Peça
16 Cobertura		
17 Churrasqueira		
	17.1 Instalação	Apartamento
	17.2 Acabamento	Apartamento
18 Lareira		
	18.1 Instalação	Apartamento
	18.2 Acabamento	Apartamento
19 Piscina		
20 Jardim		
21 Escada Madeira		
22 Limpeza		

ANEXO 3 – EXEMPLOS DE PLANILHAS PARA PROGRAMAÇÃO DE RECURSOS

PROGRAMAÇÃO PARA AQUISIÇÃO DE MATERIAIS CLASSE 1		elaborado por:	Nº:
		elaborado em:	29/09/98
		alterado em:	
		alterado por:	
			1
			Revisão Nº: 0

OBRA: 240 - Residencial Firenze
 END.: Faria Santos, 700
 PERÍODO: Outubro e Novembro de 1998

Nº	Material	Especificação	Atividade	Data compra	Prazo entrega	Data entrega	Início serviço	OK
1	Pastilhas		Rev cerâmico em pastilhas	04/10/98	90 dias	04/01/99	04/01/99	
2	Azulejos		Revestimentos internos em azulejos	15/02/99	30 dias	15/03/99	29/03/99	
3	Elevador		Instalação elevador	01/07/96	1 ano	01/07/99	01/07/99	
4	Lareiras		Instalação e montagem das lareiras	26/08/98	60 dias	26/10/98	26/10/98	
5	Churrasqueiras		Instalação e montagem das churrasqueiras	26/08/98	60 dias	26/10/98	26/10/98	
6	Granito		Peitoris de granito	20/02/99	30 dias	20/03/99	29/03/99	

PROGRAMAÇÃO PARA AQUISIÇÃO DE MATERIAIS CLASSE 2		elaborado por:	Nº:
		elaborado em:	29/09/98
		alterado em:	
		alterado por:	Revisão Nº: 0

OBRA: 240 - Residencial Firenze

END.: Faria Santos, 700

PERÍODO: Outubro e Novembro de 1998

Nº	Material	Especificação	Atividade	Data compra	Prazo entrega	Data entrega	Início serviço	OK
1	Serralheria em geral		Contra-marcos	07/10/98	15 dias	22/10/98	26/10/98	
2	Material elétrico		Tab elétricas, telefônicas, etc.	VE	7 dias		05/10/98	
3	Andaimés (locação)		Chapisco Reboco Interno	VE	7 dias		05/10/98	
4	Blocos cerâmicos		Elevação alvenaria	VE	7 dias		05/10/98	
5	Aço/ferro		Cintas de amarração	VE	7 dias		05/10/98	
6	Tijolos maciços		Encunhamento alvenaria	VE 09/11/98	7 dias	16/11/98	20/11/98	
7	Material hidráulico Tubulações e conexões		Instalação interna esgoto	VE	7 dias		05/10/98	

ANEXO 4 – INDICADORES DE DESEMPENHO DO PLANEJAMENTO

1. PERCENTUAL DA PROGRAMAÇÃO CONCLUÍDA (PPC)

❑ Objetivo

Quando a empresa está realizando o planejamento semanal é importante identificar a eficácia do plano estabelecido. Este indicador objetiva calcular o percentual de tarefas executadas em relação ao total de tarefas relacionadas na programação semanal.

❑ Roteiro para o cálculo

FÓRMULA

$$PPC = (T_{cp}/T_{tot}) \times 100$$

VARIÁVEIS

CRITÉRIOS

Número de tarefas concluídas.
(T_{cp})

⇒ Quantidade de tarefas executadas presentes no plano semanal.

Número total de tarefas planejadas.
(T_{tot})

⇒ Quantidade total de tarefas contidas no plano semanal.

PERIODICIDADE

Semanal

2. PERCENTUAL DA PROGRAMAÇÃO CONCLUÍDA POR SUBEMPREENHEIRO (PPC/S)

❑ Objetivo

Uma das principais razões pelas quais as metas estabelecidas nos planos semanais não são cumpridas é a dificuldade no cumprimento dos mesmos pelos sub-empresários. Este indicador tem o objetivo de verificar o grau de comprometimento dos sub-empresários através do controle das tarefas que foram executadas em relação ao planejado.

❑ Roteiro para o cálculo

FÓRMULA

$$PPC/S = t_{ex}/t_{pl}$$

VARIÁVEIS

CRITÉRIOS

Número de Tarefas Concluídas
(t_e)

⇒ Quantidades de tarefas executadas, presentes no plano semanal do subempresário.

Número de Tarefas Planejadas
(t_{pl})

⇒ Quantidade total de tarefas presentes no plano semanal do subempresário.

PERIODICIDADE

Mensal

3. PROJEÇÃO DO PRAZO DA OBRA

❑ Objetivo

Dentre os objetivos do processo de planejamento, a mensuração do tempo constitui-se num fator de relevância para o sucesso do empreendimento. Este indicador objetiva realizar uma projeção do atraso da obra baseado no atraso e ritmos atuais.

❑ Roteiro para o cálculo

FÓRMULA

$$PA = (\Sigma d_{at}D_t - \Sigma d_{ad}D_t) / \Sigma D_t$$

VARIÁVEIS	CRITÉRIOS
Número de dias atrasados de uma atividade (d_{at})	⇒ Tempo medido no gráfico de ritmo entre a data da atividade planejada e a data da atividade em atraso.
Número de dias antecipados de uma atividade (d_{ad})	⇒ Tempo medido no gráfico de ritmo entre a data da atividade planejada e a data da atividade antecipada.
Duração total de uma atividade (D_t)	⇒ Tempo total de duração de uma atividade.

PERIODICIDADE

Quinzenal

4. DESVIO DE RITMO DAS ATIVIDADES

❑ Objetivo

Os gráficos de ritmo possibilitam uma visualização da taxa de desenvolvimento das atividades em execução no canteiro de obras. Objetiva-se com este indicador identificar possíveis atrasos das atividades devido a queda de ritmo.

❑ Roteiro para o cálculo

FÓRMULA

$$DR = (R_{ex}/R_{pl}) \times 100$$

VARIÁVEIS

CRITÉRIOS

Ritmo executado de uma atividade
(R_{ex})

⇒ Medir no gráfico de ritmo a percentagem (%) da atividade executada na quinzena correspondente.

Ritmo planejado de uma atividade
(R_{pl})

⇒ Medir no gráfico de ritmo a percentagem (%) da atividade planejada na quinzena correspondente.

PERIODICIDADE

Quinzenal

5. PERCENTUAL DE ATIVIDADES NO RITMO PLANEJADO

❑ Objetivo:

A eficácia do planejamento pode ser monitorada pelo número de atividades que estão sendo realizadas dentro do ritmo planejado. Atividades que estão atrasadas podem ter um impacto negativo no cumprimento de prazo da obra. Atividades que estão adiantadas podem Ter um impacto negativo no fluxo de caixa da obra.

❑ Roteiro para o cálculo:

FÓRMULA

$$PAR = (A_r/A_{tot})x100$$

VARIÁVEIS	CRITÉRIOS
Número de atividades no ritmo planejado (A_r)	⇒ Quantidade de atividades programadas a médio-prazo que foram executadas no ritmo previsto.
Número total de atividades (A_{tot})	⇒ Quantidade total de atividades programadas a médio-prazo para o período.

PERIODICIDADE

quinzenal

6. PERCENTUAL DE ATIVIDADES INICIADAS NO PRAZO

❑ Objetivo:

A eficácia do planejamento tático de médio-prazo pode ser monitorada através da verificação da correspondência entre o início das atividades planejadas naquele e as tarefas programadas no planejamento de curto-prazo. Este indicador objetiva apontar o percentual de atividades que tiveram início no prazo planejado em relação ao número total de atividades.

❑ Roteiro para o cálculo:

FÓRMULA

$$PAIP = (A_{ip}/A_{tot}) \times 100$$

VARIÁVEIS

CRITÉRIOS

Número de atividades iniciadas no prazo
(A_{ip})

⇒ Quantidade de atividades programadas a médio-prazo que foram incluídas no planejamento de curto-prazo dentro do período previsto.

Número total de atividades
(A_{tot})

⇒ Quantidade total de atividades programadas a médio-prazo para o período.

PERIODICIDADE

Semanal

7. PERCENTUAL DE ATIVIDADES COMPLETADAS NA DURAÇÃO PREVISTA

❑ Objetivo:

A eficácia do planejamento tático de médio-prazo pode ser avaliada através do grau de acerto na previsão da duração das atividades programadas. Este indicador objetiva apontar o percentual de atividades completadas na duração prevista em relação ao número total de atividades planejadas no período.

❑ Roteiro para o cálculo:

FÓRMULA

$$PADP = (A_{cdp}/A_{tot}) \times 100$$

VARIÁVEIS

CRITÉRIOS

Número de atividades completadas na duração prevista
(A_{cdp})

⇒ Quantidade de atividades programadas a médio-prazo cumpridas na duração prevista.

Número total de atividades planejadas no período
(A_{tot})

⇒ Quantidade total de atividades programadas a médio-prazo para o período.

PERIODICIDADE

Mensal

8. PERCENTUAL DE SOLICITAÇÕES IRREGULARES DE MATERIAL

❑ Objetivo

A existência de solicitações irregulares de material podem indicar deficiência no sistema de programação e alocação de recursos da empresa. Estas solicitações podem ser de dois tipos: solicitações emergenciais de materiais e/ou solicitações de material fora do prazo. Este indicador objetiva identificar o percentual de lotes irregulares de material solicitados em relação ao número total de solicitações.

❑ Roteiro para o cálculo

FÓRMULA

$$P_{sem} = S_i/S_{tot}$$

VARIÁVEIS	CRITÉRIOS
Número de lotes solicitados irregularmente (S_i)	⇒ Quantidade de lotes solicitados fora do período regular estabelecido e/ou lotes solicitados com prazo de entrega menor daquele especificado pelo departamento de compras.
Número total de lotes solicitados (S_{tot})	⇒ Quantidade total de lotes solicitados no período. ⇒ Por lote, entende-se o conjunto de materiais semelhantes adquiridos em uma mesma operação.

PERIODICIDADE

Quinzenal

9. PERCENTUAL DE ENTREGAS IRREGULARES DE MATERIAL

❑ Objetivo

Entre os aspectos mais críticos da função suprimentos encontram-se as entregas de material fora do prazo planejado e em quantidade e especificação inadequadas. A falta de material pode ocasionar atrasos e perda de produtividade em obra. Este indicador tem como objetivo verificar o percentual de lotes de materiais entregues irregularmente em relação ao número total de lotes entregues.

❑ Roteiro para o cálculo

FÓRMULA

$$P_{mat} = E_i/E_t$$

VARIÁVEIS

CRITÉRIOS

Número de lotes de material entregues irregularmente
(E_i)

⇒ Quantidade de lotes de material entregues num período superior ao planejado, em quantidade e/ou especificação inadequadas.

Número total de lotes de material entregues no período
(E_t)

⇒ Quantidade total de lotes de material entregues no período.
⇒ Por lote, entende-se o conjunto de materiais semelhantes adquiridos em uma mesma operação.

PERIODICIDADE

Quinzenal