

Carlos Torres Formoso é engenheiro civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (1980), doutor pela University of Salford, Inglaterra (1991) e tem pós-doutorado na University of California (2000), USA. Professor Adjunto da UFRGS desde 1989, atuando nas áreas de Gerenciamento da Construção Civil e Engenharia de Produção. Atualmente é vice-presidente da ANTAC e consultor *ad-hoc* da FINEP, FAPEMIG, FAPESP, FAPERGS. Membro do IGLC – International Group for Lean Construction. Editor da Revista Ambiente Construído. Pesquisador-bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. E-mail: formoso@vortex.ufrgs.br

Elvira M. V. Lantelme é engenheira civil (1990) pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. Mestre (1994) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS e doutoranda pela UFRGS. E-mail: lantelme@cpgec.ufrgs.br

Patrícia Tzortzopoulos é arquiteta (1995) e mestre (1999) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Em doutoramento na Inglaterra na University of Salford desde 2000. Foi pesquisadora do Núcleo Orientado pela Inovação da Edificação da UFRGS em diversos projetos de pesquisa entre 1998 e 2000. Atua na área de Gestão do Processos de Projeto. E-mail: p.tzortzopoulos@pgr.salford.uk

José de Paula Barros Neto é engenheiro civil (1990) pela Universidade Federal do Ceará - UFC e mestre pela Universidade Federal Fluminense - UFF. Doutor (1999) em Administração na UFRGS. Professor Titular da UFC desde 1992. E-mail: jbarros@ufc.br

Jaime Evaldo Fensterseifer é engenheiro mecânico pela Brown University, Providence/USA (1972), mestre em Engenharia Industrial na University of Florida e doutor pela University of California/USA. Professor titular da UFRGS desde 1974. Consultor *ad-hoc* do CNPq, CAPES, FINEP e FAPERGS. E-mail: jfenster@adm.ufrgs.br

Tarcisio Abreu Saurin é engenheiro civil pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (1994), mestre (1997) e doutor (2002) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. É atualmente professor-colaborador e pesquisador do programa de Pós-graduação em Engenharia de produção da UFRGS. Professor Adjunto na Universidade de Caxias do Sul de 1999 a 2003. E-mail: saurin@vortex.ufrgs.br

Maurício Moreira e Silva Bernardes é engenheiro civil (1993) pela Universidade Federal de Alagoas - UFAL, mestre (1996) e doutor (2001) pela UFRGS. Professor substituto no período de 1997 a 1998 e atualmente é professor adjunto do Departamento de Expressão Gráfica da Faculdade de Arquitetura da UFRGS. E-mail: bernarde@vortex.ufrgs.br

11.

Gestão da qualidade na Construção Civil: estratégias e melhorias de processo em empresas de pequeno porte

Carlos Torres Formoso, Elvira M. V. Lantelme, Patrícia Tzortzopoulos, José de Paula Barros Neto, Jaime Evaldo Fensterseifer, Tarcisio Abreu Saurin e Maurício Moreira e Silva Bernardes

O objetivo geral do projeto Gestão da Qualidade na Construção Civil: Estratégias e Melhorias de Processos em Empresas de Pequeno Porte foi desenvolver um conjunto de métodos e técnicas para a Gestão da Qualidade adequados às peculiaridades das empresas de Construção Civil, particularmente aquelas de pequeno porte, visando à elevação dos níveis de qualidade e produtividade do setor Construção.

O projeto teve um caráter bastante amplo, envolvendo diversos alunos de mestrado e doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, e foi dividido em cinco subprojetos, os quais foram escolhidos com base nos principais problemas relacionados à Gestão da Qualidade enfrentados por empresas de construção.

(a) **Subprojeto 1 – Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil:** este subprojeto teve como principal objetivo identificar barreiras à implementação da medição de desempenho e propor alguns mecanismos para auxiliar as empresas na sua superação. Assim, ao longo deste trabalho, foram realizados alguns aperfeiçoamentos no Sistema de Indicadores existente, tanto na sua parte conceitual quanto em sua estrutura, conteúdo e forma de implementação. Algumas dessas mudanças foram desenvolvidas através das contribuições de outros subprojetos desenvolvidos no âmbito deste projeto. As mudanças introduzidas visam a dar às empresas uma melhor visão de como integrar os indicadores ao gerenciamento de seus processos. Dessa forma, espera-se que mais empresas possam utilizar os indicadores e, assim, atingir melhores níveis de desempenho.

(b) **Subprojeto 2 – Gestão da Qualidade na Etapa de Projeto:** o objetivo geral deste subprojeto foi desenvolver um modelo de gestão do processo de projeto de edificações, visando à melhoria do desempenho quanto à eficiência do processo e à qualidade do produto, levando em consideração o referencial teórico da Nova Filosofia de Produção. Neste modelo são definidas atividades típicas envolvidas no processo de projeto e suas inter-relações, além de um conjunto de diretrizes, procedimentos e ferramentas que orientam e facilitam a sua execução, e ainda diretrizes para sua implementação no setor.

(c) **Subprojeto 3 – Formulação e Implementação de Estratégias de Produção:** este subprojeto teve como objetivo desenvolver um modelo de formulação de estratégia de produção para empresas de construção de edificações de pequeno porte. A formulação de estratégias de produção busca estabelecer um vínculo da função produção com o ambiente no qual a organização se insere. A partir da percepção deste ambiente e das discussões em torno dos vários assuntos ligados a esta função, pode-se tomar decisões sistêmicas, coerentes e consistentes entre si.

(d) **Subprojeto 4 – Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos:** o objetivo geral deste subprojeto foi desenvolver um método para o planejamento de canteiros de obra, incluindo diretrizes para a execução de cada uma das suas etapas do processo de planejamento. O planejamento de um canteiro de obra pode ser definido como o planejamento do *layout* e da logística das suas

instalações provisórias, instalações de segurança e sistema de movimentação e armazenamento de materiais. O planejamento do *layout* envolve a definição do arranjo físico de trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem.

(e) **Subprojeto 5 – Proposta de Intervenção no Sistema de Planejamento da Produção de Empresas de Construção Civil:** o objetivo geral deste subprojeto consistiu no desenvolvimento de um modelo para o processo de planejamento e controle da produção para empresas de construção de pequeno porte, assim como a proposição de diretrizes para a sua implementação. Este modelo pode ser usado como ponto de partida para o desenvolvimento de sistemas de planejamento e controle em organizações específicas.

O projeto como um todo contou com 12 empresas de construção de pequeno porte (ver Capítulo 13), localizadas na Região Metropolitana de Porto Alegre e em Santa Maria, como parceiras diretas. Foram envolvidos também diversos escritórios de projeto, subempreiteiros e outras organizações participantes dos empreendimentos realizados por este grupo de empresas.

A pesquisa foi desenvolvida a partir da criação de uma estrutura matricial, conforme indicado na Figura 1, cujas colunas e linhas representam, respectivamente, as 12 empresas parceiras e os cinco subprojetos. Cada empresa parceira foi envolvida em um ou mais subprojetos, dependendo do seu interesse e da sua disponibilidade.

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	...	Empresa 12
Indicadores					
Projeto					
Estratégia					
Produção					
Planejamento					

Figura 1 – Estrutura matricial para realização dos subprojetos

Os subprojetos foram desenvolvidos de forma integrada, com relações do tipo cliente–fornecedor interno. Tais relações estão exemplificadas na Figura 2, abaixo. Os principais resultados de cada um dos cinco subprojetos estão apresentados nos Subcapítulos 11.1 a 11.5 desta obra.

Fornecedores		Clientes			
	Indicadores	Projeto	Estratégia	Produção	Planejamento
Indicadores		Método de cálculo de indicadores		Método de cálculo de indicadores	
Projeto	Método de cálculo de indicadores Dados para sistema de indicadores				
Estratégia	Critérios para seleção de indicadores de competitividade	Diretrizes para a seleção tecnológica		Critérios de desempenho da produção	
Produção	Método de cálculo de indicadores Dados para sistema de indicadores	Método para planejamento do canteiro	<i>Benchmarks</i> de processos Adaptação dos princípios da nova filosofia de produção à construção		Adaptação dos princípios da nova filosofia de produção à construção
Planejamento	Método de cálculo de indicadores Dados para sistema de indicadores	Ferramentas de planejamento Técnicas de modelagem do fluxo de informações			

Figura 2 – Relações do tipo cliente–fornecedor entre os subprojetos

11.1

Conceitos, princípios e práticas da medição de desempenho no setor da Construção Civil

Elvira Maria Vieira Lantelme e Carlos Torres Formoso

Resumo

A questão da medição de desempenho das organizações vem despertando o interesse de pesquisadores e empresas. Tal fato pode ser observado pelo crescente número de publicações, consultorias e páginas na Internet divulgadas nos últimos dez anos sobre o assunto. Esse interesse surge, principalmente, a partir da necessidade de reformulação das medidas de desempenho tradicionalmente utilizadas pelas empresas e de sua adequação a novos fatores competitivos e princípios da organização da produção.

A importância da implementação de sistemas de medição de desempenho é também reconhecida pelo setor da construção no Brasil, principalmente entre empresas que vêm investindo em programas formais de melhoria de desempenho e certificação de sistemas da qualidade pela série de normas ISO 9000. Esse interesse está relacionado tanto às exigências de órgãos certificadores quanto à necessidade de um maior controle sobre os processos.

O objetivo deste estudo foi investigar e disseminar conceitos, princípios e práticas da medição de desempenho no setor da Construção Civil, dando continuidade a um trabalho anterior, iniciado em 1993, através do qual foi criado o Sistema de

Indicadores de Qualidade Produtividade para Construção Civil (SISIND). Desde a sua criação, esse sistema tem evoluído tanto em sua parte conceitual quanto em seu conteúdo e estrutura. Neste artigo estão apresentados os principais conceitos e princípios utilizados na sua elaboração, bem como alguns resultados da sua avaliação.

Este estudo correspondeu a um dos subprojetos do Projeto Gestão da Qualidade na Construção Civil: Estratégias e Melhorias de Processo em Empresas de Pequeno Porte.

Novos papéis dos sistemas de medição de desempenho

A utilização de medições de desempenho para o gerenciamento de processos não é recente. Conforme aponta Neely (1999), provavelmente, as técnicas de medição de desempenho vêm sendo utilizadas desde que as primeiras organizações foram estabelecidas. No entanto, nos últimos dez anos, o assunto tem despertado novamente o interesse de pesquisadores, consultores e empresários. Em 1991, Eccles (1991) previu que as empresas, em um prazo de cinco anos, deveriam revisar seus sistemas de medição de desempenho, sugerindo que as novas estratégias e demandas competitivas impunham a necessidade de uma mudança nos tradicionais sistemas de medição de desempenho, baseados em medidas financeiras. Entre as razões para tal mudança, pode-se destacar as seguintes (NEELY, 1999):

(a) aumento da competição e mudanças nas estratégias competitivas: o aumento da competição em nível global tem requerido novas estratégias que atendam às necessidades de diferenciação, inovação e resposta rápida às demandas do mercado. Em função desses novos fatores competitivos, existe a necessidade de desenvolver novas medidas de desempenho;

(b) mudanças na organização da produção: Bonelli et al. (1994) afirmam que até meados da década de 1970 as discussões sobre medidas de desempenho concentravam-se ou nos indicadores de base financeira, que buscavam medir o desempenho em termos de custo e de lucratividade, ou nos de produtividade física, cuja preocupação principal era a eficiência técnica. Segundo os mesmos autores, a razão desse comportamento era a predominância dos paradigmas taylorista e fordista de padronização, produção em massa e eficiência que dominaram as

práticas gerenciais. Um novo paradigma gerencial surgiu recentemente a partir de mudanças desenvolvidas pelas empresas japonesas durante os anos 1950, cuja mais importante aplicação foi o Sistema Toyota de Produção. O novo paradigma propõe idéias novas, tais como flexibilidade com eficiência, redução de estoques, cooperação com fornecedores, foco nos requisitos do cliente, autonomia e poder de decisão para a mão-de-obra. Womack et al. (1990) denominam esse novo paradigma de *lean production* (produção enxuta), e outros nomes também foram propostos, como *world class manufacturing* ou nova filosofia de produção (KOSKELA, 1992). Essa nova forma de organização da produção também demanda mudanças nos sistemas de medição de desempenho. A partir dos anos 1960, baseadas nos conceitos e técnicas da contabilidade gerencial americana, as empresas japonesas passaram a criar seus próprios sistemas de gerenciamento de custos visando a adaptá-los ao novo ambiente de produção. Tais adaptações incluem modificações nos critérios de medição de custos, mas igualmente na inclusão de medidas de desempenho não financeiras, focadas nos *cost drivers*, ou seja, na identificação e controle das atividades que geram custos e não agregam valor (SAKURAI, 1990). As mudanças no sistema de gerenciamento de custos das empresas japonesas levaram estudiosos e empresas ao questionamento da adequação dos sistemas tradicionais de medição de desempenho, que utilizam as medidas de custo, produtividade e taxas de utilização, às novas necessidades de informação (KAPLAN,1990; BERLINER; BRINSON, 1988);

(c) iniciativas de melhoria empreendidas pelas empresas: como consequência do aumento da competição, cada vez mais as empresas vêm se envolvendo com programas de melhoria e novos modelos de gestão (alguns com nomes conhecidos como Gestão da Qualidade Total, JIT, reengenharia, *benchmarking*, entre outros). Esses modelos apresentam uma proposta comum de utilização de indicadores para avaliação, planejamento, controle e melhoria de desempenho;

(d) prêmios e certificados nacionais e internacionais: vários prêmios e certificações de sistemas da qualidade foram estabelecidos nacional e internacionalmente, como a certificação baseada na série de normas ISO 9000, o prêmio Deming da Qualidade, entre outros. Todos eles induzem as empresas a introduzir ou atualizar seus sistemas de medição de desempenho; e

(e) evolução da tecnologia de informação: a tecnologia da informação vem tornando a coleta de dados, o processamento e a representação da informação cada vez mais rápidos, com maior capacidade de resposta e flexibilidade, estimulando as empresas ao uso de medições.

Nesse contexto, os indicadores ou medidas de desempenho passam a ser referidos como sistemas de medição de desempenho vinculados ao gerenciamento estratégico dos negócios (KAPLAN, 1992). Antes uma área exclusiva da contabilidade das empresas, ou utilizados com um fim específico de controle da produtividade, os sistemas de medição tornaram-se, por exemplo, parte integrante da implementação da estratégia e da avaliação de desempenho de recursos humanos. Assim, a medição de desempenho assume novos papéis não só no monitoramento e controle de processos mas também como facilitador da comunicação e da aprendizagem organizacional.

De uma maneira geral, tais mudanças estão relacionadas à necessidade de uma maior transparência no gerenciamento de processos. O princípio da transparência refere-se tanto à maneira como as informações são organizadas e compartilhadas quanto à maior participação e autonomia dos trabalhadores e à descentralização da tomada de decisão (GRIEF, 1991; OLIVEIRA, 1999).

Tradicionalmente, dentro dos modelos de gestão, as medições podem ser utilizadas para: (a) demonstrar o desempenho atual dos processos, identificando problemas e auxiliando a priorização de ações de melhoria; (b) controlar os processos a partir de padrões de desempenho previamente estabelecidos – nesse caso, a identificação de desvios em relação ao padrão pode desencadear ações corretivas para solução de problemas; e (c) verificar o impacto das ações de melhoria sobre o desempenho do processo.

Além disso, as medidas podem ser utilizadas com outros objetivos em função de seu papel indutor. Kaplan e Norton (1992), entre outros autores, constataram que, uma vez estabelecida uma medida, pode-se induzir o comportamento das pessoas a uma determinada direção. Dessa forma, as empresas utilizam-se desse potencial para tentar introduzir mudanças a partir da definição de seus objetivos em termos de metas mensuráveis. As empresas também podem utilizar as medidas para a comunicação e compartilhamento de uma visão e alinhamento das ações nos diferentes níveis e processos gerenciais.

DiBella e Nevis (1998) também sugerem que as medições podem ser utiliza-

das como facilitadores do processo de aprendizagem nas organizações, auxiliando as pessoas a analisar seu desempenho (*feedback*) e a fazer melhorias. No entanto, a utilização das medidas para melhoria e aprendizagem ainda é pouco explorada pelas empresas de uma maneira geral. A esse respeito, Senge (1999) argumenta que predomina nos sistemas gerenciais adotados pelas empresas e, conseqüentemente, nos sistemas de medição de desempenho uma forte tendência ao controle centralizador.

Os novos papéis atribuídos aos indicadores implicam mudanças na forma de pensar e usar a medição de desempenho nos processos de decisão organizacionais. O item seguinte discute algumas implicações dessa mudança para o projeto de sistemas de medição de desempenho.

O projeto de sistemas de medição de desempenho

Sink e Tuttle (1993) consideram a medição como o “processo pelo qual se decide o que medir, se faz a coleta, o processamento e a avaliação de dados”. Tais autores apresentam um modelo (Figura 1) que enfoca a medição como parte integrante do sistema gerencial, enfatizando seu papel como mecanismo de retroalimentação de informações para a tomada de decisão.

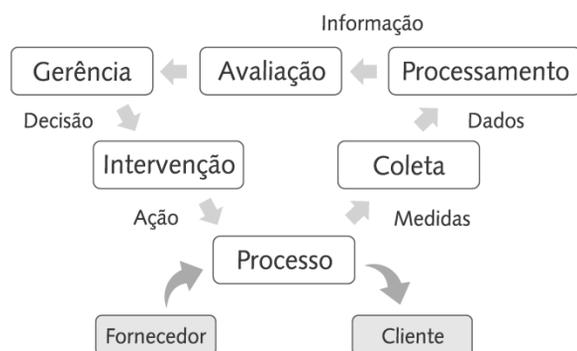


Figura 1 - Modelo de Sistema de Medição (adaptado de Sink e Tuttle, 1993).

O projeto de um sistema de medição de desempenho envolve a seleção de um conjunto de medidas e sua integração às rotinas e estrutura organizacional, e compreende ainda: (a) os procedimentos para coleta e processamento de dados; (b) os formatos e periodicidade para a distribuição da informação; (c) uma abordagem para avaliação que valorize a aprendizagem e a melhoria; (d) um processo de revisão e

atualização do sistema (WAGGONER et al., 1999).

Os critérios para seleção e implementação dos indicadores recomendados por diferentes autores (BERLINER; BRIMSON, 1988; ARMITAGE; ATKINSON, 1990; TIRONI et al., 1992; NEELY et al., 1996) podem ser descritos, resumidamente, como sendo:

- (a) seletividade: os indicadores devem estar relacionados a fatores essenciais ou críticos do processo a ser avaliado. Tais fatores devem ser identificados a partir de uma perspectiva estratégica, que considera os fatores críticos de sucesso da empresa dentro do seu mercado de atuação;
- (b) representatividade: os indicadores devem ser escolhidos ou formulados de forma que possam representar satisfatoriamente o processo ou produto a que se referem. Deve-se considerar que qualquer medida representa uma abstração da realidade. Dessa forma, cada indicador possui um certo grau de subjetividade que deverá ser considerado em sua análise;
- (c) simplicidade: os indicadores devem ser de fácil compreensão e aplicação, principalmente para aquelas pessoas diretamente envolvidas com a coleta, o processamento e a avaliação dos dados, requerendo o mínimo de esforço adicional para sua implantação;
- (d) baixo custo: os indicadores devem ser gerados a custo baixo. O custo para coleta, processamento e avaliação não deve ser superior ao benefício trazido pela medida. O investimento em pessoas, tempo e informatização deve ser proporcional aos benefícios a serem alcançados;
- (e) transparência: os dados para cálculo do indicador devem ser de fácil acesso e estar disponibilizados, preferencialmente, por meio de mecanismos visuais;
- (f) estabilidade: os indicadores devem ser coletados com base em procedimentos rotinizados e incorporados às atividades da empresa e que permitam sua comparação ou a análise de tendências ao longo do tempo;
- (g) abordagem experimental: é recomendável desenvolver, inicialmente, os indicadores considerados como necessários e testá-los. Caso não se mostrem realmente importantes ao longo do tempo, devem ser alterados ou excluídos;
- (h) comparação externa: alguns indicadores devem ser desenvolvidos para permitir a comparação do desempenho da empresa com o de outras empresas do setor ou empresas de outros setores, de forma que possam ser utilizados como *benchmarks* e na avaliação da competitividade da empresa dentro do seu setor de atuação; e

(i) melhoria contínua: devem ser periodicamente avaliados e, quando necessário, devem ser modificados ou ajustados para atender às mudanças no ambiente organizacional e não perderem seu propósito e validade.

A seleção das medidas que compõem os sistemas de medição de desempenho é uma das questões mais discutidas na literatura. Os estudos sugerem que as medidas devem focar aspectos críticos dos processos e da organização (critério de seletividade). Essa recomendação, segundo Kaplan (1992), procura abordar uma lacuna dos sistemas gerenciais: sua deficiência no estabelecimento do vínculo entre as estratégias de longo prazo e as ações de curto prazo. Por outro lado, deve-se procurar, através de uma seleção criteriosa, reduzir o número de medidas utilizadas pela empresa.

Muitos dos sistemas de medição desenvolvidos dentro dos programas de Gestão da Qualidade Total resultaram em um número elevado de medidas que acabaram por sobrecarregar o trabalho das pessoas e por gerar custos. A idéia de vincular as medidas aos fatores críticos de sucesso da empresa busca identificar, entre todas as medidas possíveis, aquelas que são realmente importantes para o sucesso da empresa, reduzindo o esforço despendido na coleta e processamento de dados, facilitando a comunicação e induzindo o comportamento das pessoas em direção aos objetivos estratégicos empresariais.

Alguns estudos enfatizam que esses aspectos críticos devem ser identificados a partir da definição estratégica da empresa. Entre as abordagens para seleção de indicadores, o trabalho mais citado é o *Balanced Scorecard*, proposto por Kaplan e Norton (1992 e 1997). Segundo esses autores, os sistemas de medição devem ser balanceados por um conjunto de medidas financeiras e não financeiras, vinculadas entre si e com os objetivos estratégicos da empresa. Na visão dos autores, os sistemas de medição e gerenciamento devem ser estabelecidos considerando quatro perspectivas (Figura 2).

A perspectiva do cliente avalia a capacidade da empresa em prover produtos de serviços que atendam às necessidades do cliente. Muitas empresas estabelecem como missão a satisfação de seus clientes, devendo identificar, através dessa perspectiva, como transformar tal objetivo em uma meta mensurável. A perspectiva dos processos internos identifica e mede como estes contribuem para que a empresa atinja o sucesso financeiro e a satisfação do cliente. Por sua vez, a perspectiva do aprendizado e crescimento foca a motivação e capacitação de recursos humanos, a qualidade dos sistemas de informação, as tecnologias e a capacidade da empresa de

mudança e renovação, considerando as mudanças ambientais. Por fim, a perspectiva financeira indica a eficácia das estratégias adotadas nas outras perspectivas.



Figura 2 – Quatro perspectivas do *Balanced Scorecard* (KAPLAN; NORTON, 1997)

O *Balanced Scorecard* também aborda o desdobramento das estratégias em vários níveis organizacionais, de forma que os objetivos estratégicos sejam traduzidos em ações no nível operacional. Dessa forma, pode-se comunicar tais objetivos por toda a empresa.

A seleção dos indicadores corresponde à primeira etapa no processo de implementação de um sistema de medição de desempenho. As fases que se seguem são o planejamento da coleta de dados, seu processamento e distribuição dos mecanismos que serão utilizados na avaliação. Esse planejamento pode resultar na necessidade de desenvolvimento de procedimentos e instrumentos para coleta de dados, tais como sistemas computacionais e treinamentos. Nessa etapa os critérios de simplicidade, baixo custo e transparência devem ser observados.

Quanto à implantação de medições propriamente dita, Hronec (1993) e Sink e Tuttle (1993) atentam para a existência de comportamentos de resistência à utilização de medições, principalmente se entendidas como mecanismos de controle e punição. Pressupõe-se que a introdução de atividades de medição de desempenho na empresa represente uma mudança significativa na rotina das pessoas, e o fato de as medidas exporem os problemas e sujeitarem as ações do indivíduo ao julgamento representa uma ameaça para muitos.

Assim, para aumentar o comprometimento, sugere-se o envolvimento das pessoas no desenvolvimento ou seleção das medidas e a ampla divulgação dos resultados. Nesse sentido, deve-se investir em treinamento para a implantação, explicitar os objetivos da medição e enfatizar a sua utilização para a melhoria de desempenho.

Projeto SISIND – Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil

Em 1993, o NORIE/UFRGS iniciou um projeto de pesquisa com o objetivo de disseminar conceitos, princípios e práticas de medição de desempenho através do desenvolvimento de um Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil, denominado SISIND. As principais atividades desenvolvidas em tal projeto foram:

- seleção de um conjunto inicial de 28 indicadores ligados às principais funções estratégicas das empresas (projeto, suprimentos, produção, assistência técnica, planejamento e vendas e financeira). Esses indicadores estão focados no segmento de prédios residenciais e comerciais que representam uma parcela significativa do mercado da construção no Rio Grande do Sul. A seleção dos indicadores partiu da elaboração de um inventário de medidas de desempenho possíveis de serem aplicadas pelas empresas do setor. Esse inventário, que continha mais de 180 medidas, divididas conforme as áreas mencionadas, foi elaborado a partir da revisão bibliográfica e da contribuição de pesquisadores. Para a seleção dos indicadores, considerou-se sua relação com problemas comuns a diversas empresas do setor. Tais problemas foram identificados por Fruet e Formoso (1993) em uma pesquisa com gerentes técnicos das empresas do Rio Grande do Sul. Além desse critério, foram também considerados a simplicidade e o custo de coleta;
- produção de uma publicação (manual de utilização) contendo os principais conceitos e os critérios de coleta para cada um dos indicadores propostos (OLIVEIRA et al., 1995);
- disseminação do Sistema em todo o país, através de seminários e cursos de treinamento; e
- elaboração de relatórios setoriais periódicos contendo valores de referência para os indicadores do Sistema, obtidos por meio da análise dos dados coletados, em sua maioria, por empresas do setor e enviados ao NORIE/UFRGS;

Desde seu início, o SISIND despertou grande interesse na indústria: mais de 80 empresas aderiram formalmente ao Sistema em todo o Brasil; foram elaborados cinco relatórios contendo dados de mais de 200 empreendimentos e ministrados dez cursos de treinamento no país, com a participação de cerca de 180 profissionais do setor (NORIE, 2000). Esses números refletem o interesse que o assunto desperta no

setor. Entretanto, a experiência com o SISIND demonstra que apenas um pequeno número dessas empresas deu continuidade à implantação dos indicadores de desempenho, incorporando-os ao processo de decisão. De todas as empresas que aderiram ao projeto, 20% delas fizeram alguma coleta de dados e os enviaram ao NORIE/UFRGS para processamento (LANTELME, 1994).

Entre as dificuldades apontadas pelas empresas para a implantação de indicadores, estão principalmente a falta de pessoas para realizar a tarefa, a pouca disponibilidade de tempo e as deficiências na acessibilidade dos dados (LANTELME, 1994).

Tais constatações levaram o grupo de pesquisa ao seguinte questionamento: se os gerentes das empresas do setor da construção reconhecem a importância e os benefícios da medição de desempenho, por que não conseguem incorporá-los aos seus processos gerenciais?

A partir dessa pergunta, elaborou-se um estudo visando a identificar as principais dificuldades encontradas pelas empresas do setor da Construção na implementação de sistemas de medição de desempenho. Para a realização desse estudo, identificou-se que, além da revisão bibliográfica na área de medição de desempenho, a revisão da literatura sobre aprendizagem organizacional poderia contribuir para a compreensão dessas dificuldades. Com o mesmo objetivo, foram realizadas entrevistas com gerentes e diretores de empresas do setor da construção e de outros setores industriais que vêm utilizando a medição de desempenho no gerenciamento de seus processos e negócios. A partir das dificuldades e boas práticas identificadas, foi possível propor diretrizes para a implementação de sistemas de medição de desempenho nas empresas do setor.

Paralelamente, foram realizados pelo NORIE/UFRGS pesquisas visando à identificação de novos indicadores e à sua implementação em processos específicos, como o processo de Planejamento e Controle da Produção (OLIVEIRA, 1999) e o processo de Desenvolvimento do Produto (TZORZOPOULOS, 1999). Os resultados desses trabalhos permitiram a realização de reformulações no SISIND, tanto na sua parte conceitual quanto em sua estrutura, conteúdo e diretrizes para implementação.

No item seguinte, discute-se o papel da medição no processo de aprendizagem nas organizações. Essa discussão é importante na medida em que estabelece alguns princípios que devem ser considerados na implementação das medições de desempenho.

Medição e aprendizagem nas organizações

A capacidade de aprendizagem das organizações vem sendo apontada como uma vantagem competitiva sustentável (NONAKA, 1997; SENGE, 1997; de GEUS, 1997). A aprendizagem nas organizações é tratada na literatura tanto como uma estratégia, presumindo-se assim determinadas condições que definem as “organizações que aprendem”¹, quanto como processos de aprendizagem que resultam em uma maior capacidade da empresa em realizar mudanças (TSANG, 1997; DIBELLA; NEVIS, 1998).

Segundo DiBella e Nevis (1998), no contexto da aprendizagem organizacional, os sistemas de medição passam a ser mais do que sistemas de monitoramento e controle, fazendo parte do processo de aprendizagem. Da mesma forma, Pedler (1991) afirma que na “organização que aprende” a informação é utilizada para capacitar as pessoas ao diálogo e ao questionamento de forma que leve à aprendizagem.

Easterby-Smith e Araújo (1999) identificam na literatura sobre a aprendizagem nas organizações duas perspectivas que distinguem as diferentes abordagens dos autores na área. A primeira perspectiva, denominada *técnica*, assume que a aprendizagem nas organizações ocorre a partir do processamento, da interpretação e da resposta eficaz à informação obtida dentro e fora da organização. Nessa perspectiva, a informação pode ser quantitativa ou qualitativa, mas está explícita, através de números, documentos, etc. Enfatiza-se a aprendizagem através do processamento de informação. Na perspectiva *social* entende-se a aprendizagem organizacional como uma construção coletiva de significados e sentidos. Enfatiza-se, nesse caso, o conhecimento tácito, o diálogo, o significado atribuído à informação pelas pessoas e sua capacidade de aprender com e através das outras pessoas no âmbito de seu trabalho.

Em ambas as perspectivas foca-se o papel da informação no processo de aprendizagem. Na primeira através da necessidade de se obter informação para análise e planejamento de intervenções, bem como para obter *feedback* sobre a estratégia de ação escolhida, visando à correção de desvios ou ao questionamento de princípios

¹ Pedler et al. (1991) definem a Organização que Aprende como aquela que facilita a aprendizagem de seus membros e continuamente se transforma.

utilizados no planejamento da ação. O trabalho de Argyris e Schön (apud ANDERSON, 1997)² é apontado para exemplificar essa visão.

Argyris e Schön defendem a idéia de que a mudança do comportamento dos indivíduos e das organizações ocorre sob duas condições. Primeiro, quando os resultados de suas ações atendem às expectativas e metas planejadas. Segundo, quando, ao examinar as conseqüências de suas ações, são detectadas discrepâncias em relação aos resultados esperados. Nesse caso, Argyris e Schön propõem dois níveis diferentes de aprendizagem: em circuito simples e um circuito duplo. No primeiro, as conseqüências são analisadas apenas no nível da estratégia de ação, ou seja, realizam-se ações corretivas para atingir os resultados esperados. Na aprendizagem em circuito duplo há a preocupação em revisar as variáveis governantes (valores aceitos pelo indivíduo que governam suas ações, ou seja, suas Teorias em Uso³) ou os princípios e valores da organização que determinaram a estratégia de ação.

A perspectiva social, segundo Easterby-Smith e Araújo (1999), foca a necessidade de se usar a informação para se promoverem o diálogo e a construção social de significados. Considera-se, nesse caso, que a informação ou os dados não têm um sentido próprio, mas um significado que é determinado pelas pessoas.

Para exemplificar, Senge (1990) e Kim (1998) afirmam que a aprendizagem organizacional se dá através de indivíduos e grupos que aprendem e que o elo entre aprendizagem individual e organizacional está no compartilhamento de modelos mentais⁴ individuais. Segundo Kim (1998), os modelos mentais individuais guardam a maior parte do conhecimento de uma organização.

Para Nonaka e Takeuchi (1997), a criação do conhecimento organizacional depende do aproveitamento do conhecimento tácito individual. O conhecimento tácito contém uma importante dimensão cognitiva: consiste em esquemas, modelos mentais, crenças e percepções que moldam a forma como o indivíduo percebe a realidade a seu redor. Segundo esses mesmos autores, o conhecimento tácito é altamente pessoal e difícil de formalizar, o que dificulta sua transmissão e compartilhamento. Também enfatizam que a criação do conhecimento nas organizações depende da transformação de conhecimentos tácitos em conhecimentos explí-

² ARGYRIS, C.; SCHÖN, D. *Theory in practice: increasing professional effectiveness*. Reading: Addison Valley, 1974.

³ Na sua abordagem para aprendizagem, Argyris e Schön (apud ANDERSON, 1997) propõem que as Teorias em Uso são desenvolvidas por variáveis governantes.

⁴ Os modelos mentais determinam a forma como os indivíduos enxergam o mundo e, conseqüentemente, como reagem diante das situações, dos problemas, ou seja, seus padrões de comportamento (SENGE, 1990).

ritos através da maior interação entre membros da organização, compartilhamento de experiências, diálogo e discussão.

Analisando-se os sistemas de medição de desempenho sob essas duas perspectivas, pode-se colocar que sua utilização como facilitador da aprendizagem organizacional implica, em primeiro lugar, garantir o acesso à informação por todos aqueles envolvidos em processos de decisão. Segundo, deve haver um processo de decisão descentralizado, participativo e autônomo que garanta o diálogo e a reflexão entre os envolvidos. Embora tais conclusões possam, em princípio, parecer óbvias, o estudo realizado mostra que podem ser barreiras à implementação de sistemas de medição nas empresas do setor, principalmente porque se refletem em deficiências no projeto dos sistemas e na forma de pensar e agir dos gerentes do setor da Construção.

Dificuldades de implementação

A partir da revisão bibliográfica nas áreas de medição de desempenho e aprendizagem organizacional, foram realizadas entrevistas com gerentes e diretores de empresas do setor da Construção e de outros setores industriais que vêm utilizando medições no gerenciamento de processos. A análise dessas entrevistas, combinada com observações feitas pelos pesquisadores durante a implementação do SISIND, possibilitou a identificação de dificuldades e a proposição de algumas diretrizes para implementação de sistemas de medição de desempenho (LANTELME, 1999).

Foram realizadas entrevistas em nove empresas: seis do setor da Construção de Edificação e três de outros setores, no período de julho a agosto de 1999. As empresas do setor da Construção entrevistadas desenvolveram seus sistemas de medição recentemente, como parte da implantação de Programas de Qualidade Total. Cinco delas desenvolveram seus sistemas tendo por base o SISIND, e quatro obtiveram, recentemente, certificação de sistemas da qualidade pela norma ISO 9001 ou ISO 9002. As empresas dos outros setores (Siderurgia, Automotivo e Energia) são organizações que vêm utilizando sistemas de medição já há algum tempo, como pode ser visto no Quadro 1.

Pode-se colocar que as dificuldades de implementação dos sistemas de medição de desempenho estão relacionadas, por um lado, ao projeto desses sistemas, ou seja, seu conteúdo, estrutura e forma de implementação. Mas, por outro lado, encontram barreiras no comportamento dos gerentes e na cultura organizacional.

Empresa	Atividades principais	Características principais
A	Incorporação e construção de edificações residenciais	Pequena empresa. Mão-de-obra subcontratada. Certificação ISO 9002. Sistema de medição de desempenho iniciou-se em 1995 com o Programa de Qualidade Total.
B	Produção de aço	Grande empresa. Sistema de medição iniciou-se em 1989 como parte da implantação do Programa de Qualidade Total. Atualmente está vinculado ao planejamento estratégico.
C	Incorporação e construção de edificações residenciais	Pequena empresa. Medição de desempenho iniciou-se em 1996 através do envolvimento da empresa em um projeto de pesquisa para prevenção de perdas. Os indicadores atuais estão relacionados à medição da produtividade da mão-de-obra.
D	Incorporação e construção de edificações residenciais e comerciais e serviços para clientes privados	Pequena empresa. Mão-de-obra subcontratada. Certificação ISO 9001. Sistema de medição de desempenho iniciou-se em 1994 como parte do Programa de Qualidade Total e participação da empresa no projeto SISIND. Os indicadores utilizados relacionam-se à avaliação de projetos e à análise econômico-financeira.
E	Incorporação e construção de edificações residenciais e comerciais e serviços para clientes privados	Pequena empresa. Medição de desempenho iniciou-se em 1996 como parte do Programa de Qualidade Total. Foco atual dos indicadores é em Recursos Humanos (acidentes, rotatividade, etc.) e produtividade da mão-de-obra.
F	Obras de pontes, saneamento para clientes públicos, edificações industriais para clientes privados	Grande empresa. Medição de desempenho iniciou-se em 1997 através de um projeto entre empresas com apoio de um grupo de pesquisa da universidade local.
G	Incorporação e construção de edificações residenciais, construções industriais e componentes pré-moldados de concreto	Empresa de médio porte. Mão-de-obra subcontratada. Certificação ISO 9002. Medição de desempenho iniciou-se em 1995 através do envolvimento da empresa no SISIND. O sistema foi utilizado por dois anos e atualmente está sendo revisado.
H	Produção e transmissão de energia elétrica	Empresa de médio porte. Sistema de medição foi inicialmente introduzido devido a exigências governamentais. Posteriormente, o sistema foi vinculado ao planejamento estratégico.
I	Produção de componentes para montagem de automóveis	Grande empresa multinacional. Sistema de medição de desempenho, iniciado há seis anos, está dividido em três níveis: estratégico, tático e operacional, e é vinculado ao planejamento estratégico.

Quadro 1- Principais características das empresas entrevistadas

Dificuldades estruturais – o projeto dos sistemas de medição

Com relação ao projeto dos sistemas, a principal e mais freqüente discussão presente na literatura sobre as dificuldades de implementação de sistemas de medição é a relevância das medidas utilizadas na avaliação de desempenho das organizações. Essa discussão surge, principalmente, como uma crítica aos tradicionais sistemas de medição de desempenho baseados em medidas financeiras, como apresentado anteriormente.

Segundo Kaplan (1992), as medidas tradicionais do desempenho financeiro não estão alinhadas com as novas habilidades e competências necessárias ao desempenho competitivo das organizações modernas. Esse autor sugere que os sistemas de medição de desempenho devem ser compostos por um conjunto balanceado de medidas que permitam a avaliação do desempenho da empresa sob outras perspectivas além da financeira, como a satisfação dos clientes, a eficiência dos processos internos e a capacidade de inovação e aprendizagem.

Nesse aspecto, observou-se que, na escolha dos indicadores a serem coletados, as empresas assessoradas durante o projeto SISIND não consideravam suas estratégias e fatores críticos de sucesso. Muitas vezes, o critério para escolha baseava-se na simplicidade dos indicadores ou na facilidade de acesso aos dados. Esse fato deve-se, em parte, à falta de uma estratégia explícita na maioria das empresas, o que torna difícil o julgamento e priorização de medidas. Por outro lado, a seleção das medidas mais adequadas ou relevantes para avaliar o desempenho de uma organização é ainda uma questão em discussão mesmo em outros setores industriais.

Na empresa A, por exemplo, o conjunto de indicadores foi desenvolvido como parte da implantação de um Programa de Gestão da Qualidade Total, iniciado em 1995, e tinha por objetivo avaliar o progresso alcançado na resolução de problemas dos diferentes setores da empresa. Ao longo do tempo e à medida que os problemas foram sendo resolvidos, muitos indicadores atingiram um valor estável e as pessoas começaram a perder a motivação inicial na medição dos indicadores. No entanto, como a empresa utiliza atualmente esses indicadores em um programa de remuneração por resultados, a coleta dos dados é obrigatória e tem gerado nas pessoas uma tendência à otimização, algumas vezes mascarando resultados. Assim, na época da entrevista, o diretor da empresa questionava a quantidade de indicadores e reconhecia a necessidade de sua vinculação aos fatores críticos de sucesso. Esse questionamento foi o resultado do processo de amadurecimento da empresa na utilização dos indicadores e das tentativas de resolver os problemas que surgiram nesse período.

Ainda com relação ao projeto dos sistemas, autores como Sink e Tuttle (1993), Manoocheri (1999) e Neely et al. (1996) propõem que o problema também pode estar relacionado a fatores como complexidade e confiabilidade dos procedimentos de coleta de dados, agilidade do processamento, formas de representação e mecanismos de distribuição da informação, entre outros.

Deve-se considerar inicialmente que a avaliação sistemática de desempenho não é uma prática comum nas empresas de construção. Justifica-se, portanto, que muitas das dificuldades de implementação das medições estão relacionadas com a falta de uma estrutura adequada para coleta e processamento de dados. Entre as dificuldades apontadas pelos gerentes para implementação das medições estão a falta de tempo e a falta de pessoas para realizar a tarefa: a atividade de coleta de dados parece representar um ônus a mais na rotina de todas as pessoas nas empresas (LANTELME, 1994).

Para exemplificar, uma das dificuldades colocadas pelos entrevistados está relacionada com o tempo entre a coleta e a disponibilização da informação para tomada de decisão. Por exemplo, a empresa F optou por centralizar o processamento dos dados coletados em suas obras no escritório. Os dados eram processados apenas quando existia um número suficiente deles. Como muitas obras não faziam a coleta sistematicamente, existia uma demora no retorno do resultado à obra. Esse procedimento acabou por desmotivar as pessoas com o processo de medição, uma vez que, quando os resultados eram analisados, eles “contavam apenas a estória do que havia acontecido na obra”. Por outro lado, a empresa G, uma empresa do setor de Energia Elétrica, optou pela automação da coleta de dados como forma de obter uma maior rapidez do processamento e também uma maior confiabilidade nos dados coletados.

Na empresa H, a principal característica do sistema de medição de desempenho é a aplicação do princípio da transparência. O sistema pode ser acessado, através da rede interna de computadores, em vários pontos da fábrica por diferentes pessoas, mediante senhas. O sistema permite o processamento e acesso rápido à informação, e busca, através de representações gráficas, facilitar a comunicação. Cada indicador ou grupo de indicadores possui uma pessoa responsável por sua atualização. Essa pessoa também é responsável por definir, junto com uma equipe, ações para atingir as metas previamente estabelecidas pelo planejamento estratégico. Os indicadores são avaliados periodicamente em reuniões das quais participam as pessoas envolvidas no planejamento das ações. A avaliação dos indicadores está vinculada aos ciclos de planejamento e controle dos processos.

A transparência da informação, segundo o gerente da empresa H, demonstrou duas vantagens. A primeira é que, à medida que as pessoas tinham de apresentar os resultados de suas ações (os indicadores) nas reuniões, elas se tornaram mais responsáveis por sua atividade. A segunda vantagem é que tais procedimentos permitiram uma maior velocidade da tomada de decisão. As reuniões periódicas, segundo o gerente, também permitiu superar uma dificuldade inicial: *a falta de disciplina das pessoas na alimentação sistemática do sistema.*

Hronec (1994), Sink e Tuttle (1993) e Manoocheri (1999) apontam também que o problema pode estar na forma de condução da implementação dos sistemas de medição na organização. Para esses autores, a implementação de medições de desempenho pode representar uma mudança significativa na rotina das pessoas, e o fato de as medidas exporem o desempenho e sujeitarem as ações do indivíduo ao julgamento representa uma ameaça para muitos. Dessa forma, eles sugerem o envolvimento das pessoas na seleção das medidas, treinamento, mecanismos de recompensa, entre outros.

Na empresa C, os indicadores utilizados medem a produtividade dos serviços e são usados para estabelecer metas de produção e premiação do desempenho de equipes. O gerente entrevistado relatou que a primeira reação dos trabalhadores quando da implantação dos indicadores foi considerar a medição como mecanismo de controle de punição. O problema foi contornado com uma explicação dada pelo próprio diretor quanto aos objetivos da medição bem como à vinculação do desempenho das equipes a uma remuneração adicional. Tal iniciativa, nesse caso, foi suficiente para restaurar o clima de confiança que havia anteriormente na relação entre empresa e operários. Assim, a partir daquele momento, os operários passaram a aceitar a medição naturalmente.

Por outro lado, algumas dificuldades identificadas neste estudo não podem ser simplesmente resolvidas mediante o projeto do sistema, pois se relacionam à forma de pensar e agir dos gerentes do setor e são neste artigo referidas por dificuldades comportamentais.

Dificuldades comportamentais – formas de pensar e agir

A literatura sobre medição de desempenho também faz referência, embora em um pequeno número de trabalhos, a que um dos principais obstáculos à implementação das medições de desempenho é o comportamento de decisão dos

gerentes. Manoocheri (1999), por exemplo, sugere como uma dificuldade fazer com que os gerentes utilizem as medidas no seu processo de decisão.

Schiemann e Lingle (1999) sugerem que a introdução de um sistema de medição de desempenho representa uma mudança cultural que desafia a forma como a informação é utilizada, compartilhada e gerenciada na empresa. Esses autores compararam as diferenças entre as empresas que possuem sistemas de medição de desempenho integrados aos seus sistemas gerenciais e aquelas que não os possuem e identificaram que as principais diferenças relacionam-se aos procedimentos organizacionais e atitudes gerenciais no que se refere ao compartilhamento de informações, processos de decisão, liderança e mecanismos de reconhecimento e recompensa. Esses autores sugerem que os obstáculos à implementação de sistemas de medição de desempenho eficazes estão relacionados à forma como os indivíduos percebem e interpretam as informações e à visão dos gerentes de que deter a informação representa poder e de que erros *não são admitidos*.

Muitos gerentes vêem a medição como uma forma de controlar o comportamento das pessoas em vez de vê-las como uma ferramenta para auxiliar na comunicação. Nas entrevistas observaram-se comportamentos nos quais a preocupação do gerente restringia-se a encontrar os erros e os culpados, como no caso da empresa E, que utilizou os indicadores de produção dos operários para punição (através de demissões) daqueles que não atingiram um determinado padrão de produção semanal.

Na análise dos resultados dos indicadores, os gerentes tendem a buscar justificativas e os culpados pelos problemas, em vez de tentar entender tais problemas sistemicamente e identificar o que poderia ter sido feito para evitá-los. Como resultado, não há um efetivo processo de reflexão e aprendizagem. A empresa D, por exemplo, mede a eficiência do projeto estrutural por meio de dois indicadores: volume de concreto e peso do aço por área construída. Um de seus projetos apresentou um alto consumo de aço e concreto devido à necessidade de se construir uma viga de transição no primeiro pavimento para garantir o espaço necessário às garagens do térreo. Na análise feita pelo gerente, ele simplesmente justificou que os valores de referência disponíveis para comparação não são adequados para esse tipo de projeto em vez de questionar como o processo de desenvolvimento do produto poderia ser melhorado. Por exemplo, poderiam ser introduzidos conceitos de coordenação modular ou haver maior integração entre os projetos arquitetônico e estrutural.

Por outro lado, os indicadores podem induzir as pessoas à reflexão e ao questionamento, principalmente no caso de resultados indesejados. O entrevistado da empresa G relatou que, a partir do uso dos indicadores, algumas mudanças puderam ser feitas na seleção de uma tecnologia de sistemas estruturais mais econômica. Os indicadores também apontaram áreas na empresa que eram deficientes e induziram a empresa à criação de um setor de atendimento ao cliente e à estruturação de um sistema de informação para esse setor. O gerente entrevistado comentou que sempre houve uma preocupação em divulgar os resultados e discutir soluções com as pessoas envolvidas nos processos.

Dessa forma, considera-se o desenvolvimento do raciocínio sistêmico como uma disciplina fundamental para avaliação de indicadores e sua utilização em processos de aprendizagem. O desenvolvimento de raciocínio sistêmico também auxilia a compreender e utilizar os sistemas de medição não somente para controle, mas também para a busca de soluções inovadoras para a melhoria dos processos.

Dessas observações conclui-se que algumas dificuldades de implementação de sistemas de medição de desempenho encontram-se na forma de pensar e agir dos gerentes. Portanto, a implementação desses sistemas, tendo em vista sua utilização como facilitador da aprendizagem organizacional, implica também o desenvolvimento de competências gerenciais.

Diretrizes de implementação

A análise realizada permite propor algumas diretrizes para implementação dos sistemas de medição de desempenho nas empresas do setor. As diretrizes foram organizadas segundo as etapas que compõem a medição – coleta, processamento e avaliação.

Na **coleta**, o planejamento da coleta de dados deve ser realizado buscando-se reduzir os custos e simplificando-se o processo de coleta, a fim de reduzir os recursos despendidos nesta etapa. O planejamento deve considerar:

- aproveitamento de dados já disponíveis na empresa, coletados através de sistemas ou procedimentos de controle utilizados;
- elaboração de instrumentos de coleta (planilhas, listas de verificação) ou adaptação dos existentes para adequá-los às novas necessidades de informação. Os instrumentos para coleta de dados devem ser inicialmente testados, aperfeiçoando-

os e adaptando-os para melhor se adequarem às rotinas de trabalho e às necessidades de informação;

- designação de um coordenador do processo de medição dos indicadores, responsável por definir quem irá coletar os dados e verificar se a coleta está sendo feita segundo os critérios e na periodicidade estabelecida;

- designação de uma pessoa dentro da empresa, diretamente envolvida com o processo ou produto a ser avaliado, para coleta de dados de cada indicador ou grupo de indicadores. É importante que essa pessoa (ou pessoas) seja treinada quanto aos procedimentos de coleta de dados;

- que a introdução de atividades de coleta de dados na rotina das pessoas pode muitas vezes sofrer resistências. Tais atitudes podem estar relacionadas ao acúmulo de tarefas e à sensação de que falta tempo para essa atividade. Podem ainda estar relacionadas à falta de uma visão da importância da atividade para o desempenho global da empresa ou, ainda, à impressão de que a medição está sendo introduzida para controlar o desempenho do indivíduo. Assim, recomenda-se que tais pessoas sejam constantemente esclarecidas quanto aos objetivos da medição e dos benefícios que podem trazer para o seu próprio trabalho, bem como sejam envolvidas no processo de tomada de decisão tanto no que se refere à coleta de dados quanto à análise de resultados.

No **processamento**, as principais diretrizes para o planejamento desta etapa referem-se à forma de representação da informação, a fim de torná-la mais acessível e de fácil compreensão e análise para as várias pessoas interessadas. Nesta etapa deve-se considerar:

- a entrega da informação a tempo para a tomada de decisão, reduzindo-se o tempo de processamento para que as informações possam estar disponíveis dentro de prazos definidos para os ciclos de planejamento e controle de cada processo;

- que o coordenador do processo de medição também deve estabelecer os responsáveis pelo processamento dos dados e sua frequência. Nesse caso, o uso de sistemas automatizados (software e hardware) pode auxiliar na redução do tempo de processamento e aumentar a confiabilidade das medições;

- a representação da informação, preferencialmente através de mecanismos visuais (gráficos, figuras, sinais e cores) que permitam o fácil entendimento e comunicação da informação para todas as pessoas diretamente envolvidas na tomada de decisão. Considerando os atuais recursos da tecnologia de informação, os siste-

mas informatizados podem ainda oferecer maior flexibilidade no tratamento da informação e maior poder de comunicação.

Na **avaliação**, deve-se privilegiar a análise sistêmica dos resultados, ou seja, buscar entender as relações de causa e efeito entre as variáveis que influenciam o seu resultado, e não somente buscar justificativas ou culpados. Deve-se considerar:

- a formalização de momentos específicos para essa atividade (reuniões periódicas), nos quais serão apresentados e discutidos os resultados. A periodicidade dessas reuniões deve estar vinculada aos ciclos de planejamento e controle dos processos;

- a promoção de um clima de participação e abertura para o processo de avaliação, no qual os principais envolvidos no processo contribuam para o questionamento dos resultados e desenvolvimento de soluções. Esse clima favorece não somente o comprometimento das pessoas com as decisões tomadas, mas também a análise dos problemas considerando diferentes pontos de vista, que podem ser apresentados e questionados;

- o incentivo ao questionamento e à reflexão sobre os problemas e suas causas como forma de aprendizagem e desenvolvimento de competências organizacionais. A avaliação de desempenho pode ser considerada uma atividade inerente ao processo de aprendizagem, pois consolida o que foi aprendido e cria uma memória na organização;

- a promoção uma constante motivação para a medição, através da comparação de resultados obtidos com valores de referência, principalmente externos à empresa. Neste caso, deve-se valorizar o desenvolvimento de processos de *benchmarking*, nos quais tais valores podem ser obtidos.

As reformulações do SISIND

As reformulações realizadas no SISIND visam a dar uma melhor visão às empresas de como utilizar os indicadores e integrá-los ao gerenciamento dos processos. Essas modificações seguem um princípio sempre presente neste projeto, de dar ao sistema um caráter dinâmico que acompanhe as evoluções conceituais e novas tendências gerenciais para o setor.

Na primeira etapa de reformulação foram realizadas revisões dos critérios de medição dos indicadores existentes e sua representatividade. Essa revisão resultou

na modificação de alguns indicadores, na exclusão de outros, bem como na inclusão de novos indicadores. No entanto, a principal mudança está na integração dos indicadores a modelos genéricos para gerenciamento dos processos, desenvolvidos em duas linhas de pesquisa do NORIE/UFRGS: Desenvolvimento do Produto e Planejamento e Controle da Produção. Essas pesquisas propõem modelos genéricos para o gerenciamento e organização dos processos, bem como discutem princípios e conceitos que dirigem seu desenvolvimento e implantação.

A partir desses modelos, sugere-se que a empresa analise seus próprios processos gerenciais, comparando-os com os modelos propostos, identificando os momentos do processo em que os indicadores devem ser coletados e aqueles nos quais devem ser avaliados, bem como as pessoas responsáveis por tais atividades. É o que se denomina nessa nova proposta de inserção no processo. A Figura 3 apresenta o modelo genérico do processo de desenvolvimento do produto e a proposta de inserção dos indicadores.

Conclusão

Os sistemas de medição de desempenho têm assumido novos papéis no gerenciamento de processos e negócios, sendo reconhecidos como importantes facilitadores da comunicação e da implementação da estratégia, bem como do processo de aprendizagem organizacional.

As diretrizes apresentadas apontam a necessidade de revisão do projeto do sistema, seu conteúdo, procedimentos e forma de implementação. Observou-se também que alguns comportamentos gerenciais podem representar barreiras à implementação e utilização dos sistemas de medição de desempenho, tais como deficiências na análise sistêmica dos resultados e visão centralizada no controle. Nesse caso, chama-se a atenção para a necessidade de se trabalharem também a formação e o desenvolvimento gerencial com o objetivo de desenvolver novas competências para a tomada de decisão.

Nesse sentido, foi iniciado no NORIE/UFRGS um projeto de pesquisa com objetivo de desenvolver competências gerenciais para a tomada de decisão através da Aprendizagem na Ação. Segundo Davey et al. (2000), a Aprendizagem na Ação é uma abordagem bem documentada que vem sendo utilizada na educação e desenvolvimento gerencial. O mecanismo da Aprendizagem na Ação é bastante simples e

consiste na reunião periódica de um pequeno grupo de pessoas (cinco a seis participantes), denominado *set*, para a discussão de problemas na atividade profissional, através do compartilhamento de informações e experiências e do levantamento de questões. O objetivo dessas reuniões é induzir as pessoas à reflexão e desafiar-las a buscar soluções com base em seus próprios conhecimentos.

Quanto ao SISIND, a integração dos indicadores aos modelos genéricos tem propiciado vencer algumas barreiras à implementação das medições, uma vez que se propõe uma mudança na própria forma de gerenciar os processos e na tomada de decisão.

Outros estudos em desenvolvimento no NORIE/UFRGS têm por objetivo investigar a questão do alinhamento dos indicadores à estratégia corporativa e dos empreendimentos e sua integração em diferentes níveis gerenciais. Ainda dando continuidade a essa linha de pesquisa e visando a disseminar o conhecimento sobre medição de desempenho acumulado ao longo do desenvolvimento deste projeto, está em discussão o desenvolvimento de pacotes instrucionais para uso via Internet como forma de capacitar os profissionais para a coleta e a análise de indicadores de desempenho e disseminar o uso dos indicadores propostos no SISIND.

Referências bibliográficas

- ANDERSON, Liane. **Argyris and Schon's theory on congruence and learning**. [on-line]. Disponível em: <<http://www.scu.edu.au/schools/sawd/arr/argyris.html>>. Acesso em: nov. 1997.
- ARMITAGE, Howard M.; ATKINSON, Anthony A. The choice of productivity measures in organizations. In: KAPLAN, Robert (Ed.). *Measures for Manufacturing Excellence. Colloquium...* Boston: Harvard Business School, 1990. p. 91-126. cap. 4.
- BERLINER, Callie; BRIMSON, James. A. (Ed.). **Cost management for today's advanced manufacturing** - the CAM-I conceptual design. Boston: Harvard Business School, 1988. p.1-42/159-174.
- BONELLI, Regis; FLEURY, Paulo F.; FRITSCH, Winston. Indicadores microeconômicos do desempenho competitivo. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 3-19, 1994.
- De GEUS, A. P. Planejamento como aprendizado. In: STARKEY, K. **Como as organizações aprendem**. São Paulo: Futura, 1997. p. 115-125.
- DiBELLA, Anthony J., NEVIS, Edwin C. **How organizations learn: an integrated strategy for building learning capability**. San Francisco: Jossey-Bass, 1998. 216 p.
- EASTERBY-SMITH, Mark; ARAUJO, Luis. Organizational learning: current debates and opportunities. In: EASTERBY-SMITH, M.; BURGOYNE, J.; ARAUJO, L. (Ed.). **Organizational learning and the learning organization: developments in theory and practice**. London: Sage, 1999. p. 1-22.
- ECCLES, Robert G. The performance measurement manifesto. **Harvard Business Review**, p. 131-37, Jan./Feb. 1991.
- FRUET, G. M.; FORMOSO, C. T. Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte. In: SEMINÁRIO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL (Gestão e Tecnologia), 2., jun. 1993, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1993. p. 1-51.

GRIEF, Michel. **The visual factory**: building participation through shared information. Portland: Productivity Press, 1991. 281 p.

HRONEC, Steven M. **Sinais vitais**: usando medidas de desempenho.... São Paulo: Makron Books, 1994. 240 p.

JOHNSON, H. Thomas. Performance measurement for competitive excellence. In: KAPLAN, Robert (Ed.). **Measures for Manufacturing Excellence. Colloquium...** Boston: Harvard Business School, 1990. p. 63-90. cap. 4.

KAPLAN, Robert S. (Ed.). **Colloquium on measures for manufacturing excellence**. Boston: Harvard Business School (Harvard Business School Series in Accounting and Control), 1990. 408 p. 1992.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David. The balanced scorecard: measures that drive performance. **Harvard Business Review**, p. 71-79, Jan./Feb. 1992

_____. **A estratégia em ação**: balanced scorecard. São Paulo: Campus, 1997.

KIM, Daniel. O elo entre a aprendizagem individual e a aprendizagem organizacional. In: KLEIN, David, A. **A gestão estratégica do capital intelectual**: recursos para a economia baseada em conhecimento. Rio de Janeiro: Qualitmark, 1998. p. 61-92.

KOSKELA, Lauri. **Application of new production philosophy to construction**. (Technical Report n. 72). Center for Integrated Facility Engineering, Department of Civil Engineering, Stanford University, 1992.

LANTELME, Elvira M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a Construção Civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de pós-graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 1994.

LANTELME, Elvira M. V. **A utilização de indicadores na avaliação e melhoria do desempenho de processos da construção de edificações**: uma abordagem com base em princípios da aprendizagem organizacional (Seminário de doutoramento). Porto Alegre, 1999.

MANOOCHERI, Gus. Overcoming obstacles to developing effective performance measures. **Work Study**, v. 48 (6), p. 233-229, 1999.

NEELY, Andy. The performance measurement revolution: why now and what next? **International Journal of operations & Production Management**, [S.l.]: MCB University Press, v. 19, n. 2, p. 205-228, 1999.

NEELY, A. D.; MILLS, J. et al. Performance measurement system design: should process based approaches be adopted? **Elsevier, International Journal of Production Economics**, v. 46-47, p. 423-431, 1996.

NORIE/UFRGS - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação/Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil** (Relatório de pesquisa do Projeto Gestão da Qualidade na Construção Civil). Porto Alegre: NORIE-UFRGS/ FINEP- Programa Habitare, 2000. [em desenvolvimento].

NONAKA, I. A empresa criadora do conhecimento. In: STARKEY, K. **Como as organizações aprendem**. São Paulo: Futura, 1997. p. 27-43.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação do conhecimento na empresa**. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 358 p.

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

OLIVEIRA, Mirian; LANTELME, Elvira; FORMOSO, Carlos T. **Sistema de indicadores de qualidade e produtividade na Construção Civil**: manual de utilização. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1993. 79 p.

PEDLER, Mike; BURGOYNE, John; BOYDELL, Tom. **The learning company**: a strategy for sustainable development. London: McGraw-Hill, 1991. 213 p.

SAKURAI, Michiharu. The influence of factory automation on management accounting practices: a study of Japanese companies. In: KAPLAN, Robert (Ed.). Measures for Manufacturing Excellence. **Colloquium...** Boston: Harvard Business School, 1990. p. 39-60. cap. 2

SCHIEMAN, William A.; LINGLE, John, H. **Bullseye!:** hitting your strategic targets through high-impact measurement. New York: Free Press, 1999. 206 p.

SENGE, P. **A quinta disciplina:** arte, teoria e prática da organização que aprende. São Paulo: Best Seller, 1990. 352 p.

_____. Walk into the future. **Executive excellence**, p. 9-10, Apr. 1999.

SINK, D. Scott; TUTTLE, Thomas C. **Planejamento e medição para performance.** Rio de Janeiro: Quality Mark, 1993. 343 p.

TIRONI, Luis F. et al. **Indicadores de qualidade e produtividade:** um relato de experiências no setor público. Brasília: IPEA/MEFP, 1992. 24 p. (Texto para discussão, 263).

TSANG, Eric. W. K. Organizational learning and the learning organization: a dichotomy between descriptive and prescriptive research. **Human Relations**, v. 50 n. 1, p. 73-89, 1997.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** 1995. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

WAGGONER, Daniel B.; NEELY, Andy D.; KENNERLY, Mike P. The forces that shape organisational performance measurement systems: an interdisciplinary review. **International Journal of Production Economics**, Elsevier, v. 60 n. 61, p. 53-60, 1999.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel, T.; ROSS, Daniel. **The machine that changed the world.** [S.l.]: Rawson Associates, 1991. 323 p.

11.2

Modelo de gestão do processo de desenvolvimento de produto na construção habitacional

Patrícia Tzortzopoulos e Carlos Torres Formoso

Resumo

O desempenho do processo de desenvolvimento de produtos possui forte influência sobre a eficiência e a duração de projetos de edificações, bem como sobre a qualidade do produto final. Entretanto, a maior parte das pesquisas voltadas à melhoria da qualidade na construção tem focado, principalmente, o desenvolvimento de novas tecnologias e métodos de gestão da produção, fato que contrasta com os poucos esforços visando à melhoria do processo de desenvolvimento de produtos. O objetivo deste estudo foi criar um modelo para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos em empresas construtoras de pequeno porte, envolvidas no desenvolvimento e execução de edifícios comerciais e residenciais. Esse modelo consiste em um guia genérico para o processo de desenvolvimento de produtos que pode ser utilizado por diferentes empresas como base para a elaboração de modelos específicos para gerenciar o desenvolvimento de diferentes projetos. A elaboração do modelo foi baseada em estudos de caso desenvolvidos em conjunto com duas empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte do sul do país, bem como em um estudo de *benchmarking*.

Este estudo correspondeu a um dos subprojetos do projeto Gestão da Qualidade na Construção Civil: Estratégias e Melhorias de Processo em Empresas de Pequeno Porte.

Introdução

Desenvolvimento de produtos é definido como o processo através do qual um produto é concebido, projetado e lançado no mercado e inclui retroalimentação tanto do processo de produção quanto do uso do produto (ULRICH; EPPINGER, 1995). Este inclui o projeto do produto bem como outras atividades do processo de projeto, à medida que elas necessitam ser desenvolvidas em conjunto.

Apesar de grande parte das atividades consistirem em atividades de projeto, existem outros tipos de atividades envolvidas, como, por exemplo, avaliações econômico-financeiras, aprovações legais de projetos e pesquisas junto a clientes. Esse processo se inicia com a percepção de uma oportunidade de mercado e, em geral, envolve a identificação de requisitos do cliente, estudo preliminar, projeto do produto, validação do produto, lançamento no mercado e coleta e disseminação de dados para retroalimentação (COOPER, 1998; YAZDANI; HOLMES, 1999).

Recentemente, o aumento da complexidade das construções e o aumento da competição no mercado têm incrementado a pressão para a melhoria da performance do desenvolvimento de produtos na Construção Civil. Em geral, clientes vêm demandando uma maior qualidade no produto. Além disso, as reduções do tempo de ciclo e flexibilidade de produto vêm se tornando dimensões competitivas cada vez mais importantes no mercado imobiliário.

O projeto de edificações possui sérios problemas gerenciais. Mesmo produtos não muito complexos requerem centenas de decisões a respeito de detalhes, e apresentam-se diversas interdependências entre estas decisões. Existem também conflitos entre requisitos, o que demanda um grande esforço para reconhecer, compreender e gerenciar *trade-offs*. Além disso, decisões devem ser tomadas rapidamente e muitas vezes sem informações completas. Um grande número de pessoas é envolvido nesse processo, como arquitetos, gerentes de produção, projetistas de estruturas e sistemas elétricos e hidráulicos, bem como consultores de *marketing*. Ainda, é necessário um longo período para que dados de retroalimentação provindos do processo de produção e uso da edificação sejam obtidos, e esse processo tende a ser ineficaz.

O processo de desenvolvimento de produtos necessita ser planejado e controlado mais eficientemente, para que se possa minimizar os efeitos da incerteza e complexidade associados ao mesmo. A falta de planejamento no projeto resulta em pouca coordenação e comunicação entre disciplinas, alocação desbalanceada de recursos de projeto, informações insuficientes acessíveis para completar tarefas de projeto e a conseqüente inconsistência entre documentos de obra, entre outros problemas (AUSTIN et al., 1994; KOSKELA et al., 1997).

Prasad et al. (1998) sugerem que a modelagem dos processos da empresa e a sua decomposição em atividades de fluxo de trabalho são necessárias para organizar o trabalho da equipe de desenvolvimento de produtos e direcionar seus esforços. Smith e Morrow (1999) afirmam que a elaboração de modelos para o processo de desenvolvimento do produto é importante tanto para a aprendizagem sobre este processo como para a recomendação de formas de controle. Na realidade, muitos esforços vêm sendo direcionados para o desenvolvimento de modelos dos processos de desenvolvimento de produtos e projeto, sendo a maioria deles direcionados à indústria de manufatura. O escopo, objetivos e a base conceitual desses modelos variam extensamente. Um grande número de modelos procura simplesmente descrever o processo, e alguns deles focam o processo de desenvolvimento de produtos (por exemplo, O'Brien e Smith, 1994; Prasad et al., 1998; Yazdani e Holmes, 1999), enquanto outros descrevem o processo de projeto em si (como, por exemplo, Goldschmidt, 1992; Frankenberger e Badke-Schaub, 1998; Mazijoglou e Scrivener, 1998).

Há ainda modelos que apresentam protocolos e ferramentas para auxiliar no desenvolvimento do produto e na gestão do projeto. Eles podem ser usados como guias e apresentam um modelo genérico do processo e um conjunto de métodos e técnicas que podem ser utilizados para apoiar diferentes tarefas gerenciais. Esse é o caso, por exemplo, do *Process Protocol*, desenvolvido por Kagioglou et al. (2000), para todo o ciclo de vida de projetos de construção. Ulrich e Eppinger (1995) recomendam o uso desses modelos, considerando que eles explicitam o processo de tomada de decisões e, dessa forma, permitem que todos na equipe de projeto compreendam as razões pelas quais decisões de projeto são tomadas e que se reduzam as possibilidades de desenvolver o projeto com base em decisões não consensuais. Os mesmos autores acrescentam que esses modelos podem ser utilizados como: (a) listas de verificação para a execução das principais atividades do desenvolvimento de produtos, assegurando que questões importantes não sejam esquecidas, e (b) como base

para a documentação do projeto como desenvolvido, de forma a criar um registro do processo de tomada de decisões para futura referência e para treinamento de novos envolvidos no processo.

Neste estudo, foi desenvolvido um modelo genérico para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos da Construção Civil. O escopo desse modelo foi limitado ao desenvolvimento de projetos comerciais e residenciais, à medida que a limitação a uma determinada tipologia torna mais simples a representação abstrata do processo. Ainda, este estudo foi focado no processo de desenvolvimento de produtos e não somente no projeto, em função da forte influência que as interfaces entre o projeto e os demais processos, como vendas, produção e manutenção, exercem sobre o desempenho de edificações. Diversos autores sugerem que os resultados de pesquisas em modelagem do projeto têm tido impacto limitado sobre a performance da indústria, à medida que esses estudos têm considerado o projeto como uma atividade relativamente autônoma e delimitada, e assim não consideram questões como disponibilidade de recursos, restrições de tempo e estrutura organizacional, questões essenciais na condução efetiva do projeto (ANDREASEN et al., 1998; MAFFIN, 1998).

A natureza da atividade de projeto

Técnicas tradicionais de modelagem de processos foram desenvolvidas para processos relativamente estruturados e estáveis, e não abordam questões comuns do desenvolvimento de produtos. O projeto é uma atividade complexa e multidisciplinar, e as informações envolvidas são dinâmicas e semanticamente ricas (BOSTON et al. 1998; ANDREASEN et al., 1998).

Diversos modelos descritivos de projeto vêm sendo desenvolvidos desde o início da década de 60, objetivando compreender e descrever a atividade de projeto em um nível abstrato. A maior parte deles descreve um grupo de atividades que, geralmente, incluem: (a) análise – ordenando e estruturando o problema; (b) síntese – gerando uma solução; e (c) avaliação – envolvendo a avaliação crítica das soluções sugeridas em relação aos objetivos identificados na fase de análise (LAWSON, 1990).

Um dos modelos de projeto mais citados na bibliografia é o proposto por Markus e Arch (1973), segundo o qual duas diferentes dimensões são necessárias

para descrever a natureza iterativa e cíclica do projeto. Conforme apresentado na Figura 1, esse modelo apresenta uma estrutura vertical de etapas, seqüências de projeto, e uma estrutura horizontal de atividades interativas e cíclicas.

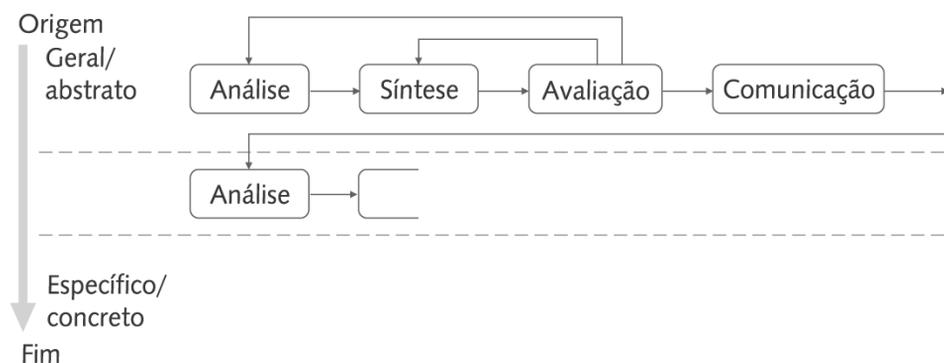


Figura 1 – Modelo do processo de projeto proposto por Markus e Arch (1973)

O paradigma de análise-síntese-avaliação tem sido criticado através dos anos por diversos autores. Lawson (1990) afirma que esse paradigma foi estabelecido a partir de idéias existentes sobre o projeto, em vez de ser derivado de observação experimental, e, dessa forma, descreve mais claramente a visão sistemática de cientistas (não projetistas) sobre como o projeto deve ser, em vez daquela dos projetistas. Baseado na observação do trabalho de urbanistas, Levin (1966) afirma que somente através da geração de soluções os projetistas identificam e compreendem problemas de projeto, como, por exemplo, conflitos entre necessidades de dois diferentes clientes. Eastman (1970) obteve um resultado similar em seu estudo, concluindo que não existe uma divisão clara entre as atividades de análise e síntese, mas um aprendizado simultâneo sobre a natureza do problema e o grupo de possíveis soluções.

O fato de que o número de requisitos dos clientes tende a ser muito grande torna difícil a tarefa de formular uma descrição do problema sem implícita ou explicitamente referir-se a uma solução. O estudo de Darke (1978) sugere que os arquitetos tendem a lançar uma idéia relativamente simples no início do processo, que é utilizada para diminuir o número de soluções possíveis. Esse é um princípio de organização que direciona o processo de tomada de decisões, possibilitando que os projetistas rapidamente explorem o problema através da geração de soluções esquemáticas. Na realidade, usualmente é mais fácil para os clientes comunicar suas necessidades e desejos através de críticas e reações a uma proposta de projeto do que

através da tentativa de desenvolver uma especificação de performance abstrata (LAWSON, 1990). Dessa forma, a atenção de projetistas oscila entre a compreensão do problema e a busca por uma solução (CROSS, 1994).

A existência de diversos *loops* de áreas de decisão interdependentes também contribui para que a interação seja uma característica comum no projeto (LEVIN, 1966; GOLSDSCHMIDT, 1992; AUSTIN et al., 1994). Como resultado, não é possível planejar o projeto como uma seqüência bem definida de passos, à medida que muitas decisões são afetadas por algumas que foram tomadas previamente, bem como por outras que serão tomadas em etapas futuras do projeto.

Outra simplificação demasiada de alguns modelos de projeto é a abordagem *top-down*. É amplamente conhecido o fato de que existe uma estrutura hierárquica de decisões de projeto, variando de conceitos genéricos até detalhes. Tipicamente, o projeto de um artefato pode ser dividido em três etapas genéricas (CROSS, 1994):

- (a) Projeto conceitual: baseados em uma descrição inicial do problema, projetistas geram soluções amplas na forma de esquemas;
- (b) Anteprojeto: os esquemas são desenvolvidos a um maior nível de detalhe, e uma escolha final entre alternativas é normalmente efetuada. Considerações técnicas e econômicas de grande importância são tomadas nesta etapa;
- (c) Projeto detalhado: um grande número de decisões sobre detalhes de projeto ocorre, como dimensões de elementos e especificação de materiais.

Entretanto, o projeto não é um processo estritamente hierárquico. Muitos projetistas usam uma estratégia de pesquisa arbitrária, na qual modificam livremente o nível de detalhe avaliado, especialmente nas etapas iniciais do projeto (CROSS, 1994). Projetistas normalmente avaliam o conceito geral de projeto e, ao mesmo tempo, pensam sobre aspectos detalhados na implementação daquele conceito (CROSS, 1999).

No projeto de edificações, o problema é usualmente mal definido no início do processo de desenvolvimento de produtos. Em alguns projetos, o cliente final somente é conhecido quando o projeto está em um estágio de desenvolvimento relativamente avançado. Apesar de usualmente ser possível melhorar a definição inicial do problema questionando o cliente, coletando dados e pesquisando, é importante ter em mente que alguns dos requisitos dos clientes não podem ser explicitados (CROSBY, 1995). Além disso, o projeto é um processo exploratório, no qual projetistas devem transcender as necessidades dos clientes e produzir propostas que sejam inovadoras e estimulantes (CROSS, 1999). Como resultado, o programa de ne-

cessidades não é utilizado como uma especificação para uma solução, mas como um mapa de um território desconhecido.

Assim, o projeto pode ser descrito como um processo pouco estruturado, interativo e focado em soluções. Isso significa que os passos necessários para a produção de uma solução de projeto não podem ser preestabelecidos de forma detalhada (CROSS, 1999). Essas considerações claramente indicam que a elaboração de modelos para o processo de desenvolvimento do produto é uma tarefa muito diferente do desenvolvimento de modelos para processos gerenciais em geral.

Desenvolvimento do produto analisado sob uma perspectiva gerencial

Além da compreensão da natureza da atividade de projeto em si, a discussão dos principais conceitos envolvidos no desenvolvimento de produtos sob uma perspectiva gerencial é necessária. Desenvolvimento do produto é usualmente definido como um processo através do qual as necessidades e requisitos dos clientes são transformados em uma descrição do produto. Essa abordagem é baseada no que Koskela (2000) classifica como o modelo de transformação, através do qual se assume que a melhoria de processos pode ser atingida basicamente através da gestão e melhoria de cada uma de suas partes (subprocessos) separadamente. Entretanto, essa abordagem não é adequada para o processo de desenvolvimento do produto, em função do grande número de interações existentes entre as atividades de projeto.

O modelo de transformação contribuiu parcialmente para a falta de transparência na construção, pois ele abstrai os fluxos entre as atividades de conversão e não contribui para a clara identificação de clientes internos e externos de cada processo (KOSKELA, 1992). O foco de controle somente nas atividades de conversão é uma das maiores causas de incerteza na gestão de processos, aumentando o número de atividades que não agregam valor (ALARCÓN, 1997).

288

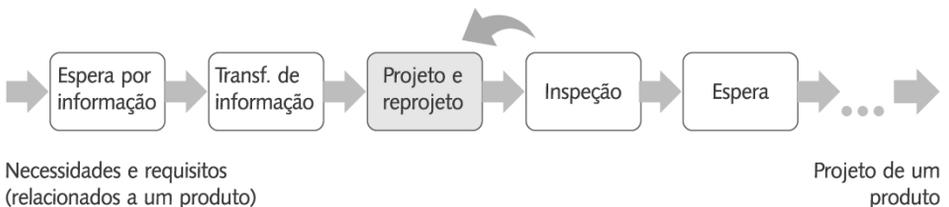


Figura 2 – Modelo de fluxo do processo de projeto (HUOVILA et al., 1997)

O desenvolvimento de produtos deve ser analisado como um fluxo de informações no qual existem quatro tipos diferentes de atividades (HUOVILA et al., 1997): conversão, espera, movimento e inspeção (Figura 2). Somente as atividades de conversão podem agregar valor sob o ponto de vista dos clientes. Espera por informações, transferência de informações e inspeção são atividades que não agregam valor e, quando possível, devem ser eliminadas, ao invés de tornadas mais eficientes. Parte das atividades de conversão não agrega valor sempre que um retrabalho é necessário em função de erros, omissões ou incertezas. Ainda, o desenvolvimento do produto deve ser abordado como um processo que agrega valor não somente para o cliente final, mas também para os clientes internos ou intermediários. A satisfação dos requisitos ou necessidades dos clientes é desenvolvida de forma cíclica, através de diversas etapas, nas quais os requisitos são capturados e convertidos em um produto ou serviço entregue ao cliente (KOSKELA, 2000).

Nesta pesquisa, as três diferentes abordagens do projeto foram consideradas para elaboração do modelo do processo de desenvolvimento de produtos. Isso implica a existência de mecanismos para gerenciar atividades de transformação e fluxos de informações, bem como para considerar sistematicamente os requisitos de clientes internos e externos nas decisões de projeto.

Método de pesquisa

Estratégia de pesquisa

A estratégia de pesquisa adotada neste trabalho foi a pesquisa-ação, pois o objetivo foi a elaboração e o teste de um modelo de processo, considerando o ponto de vista de profissionais envolvidos no desenvolvimento de produtos.

Pesquisa-ação é uma estratégia que permite a obtenção de conhecimento e mudança em sistemas sociais. Esse é um processo cíclico que envolve diagnóstico do problema, planejamento, ação e medição de resultados. Nessa abordagem, o principal foco de investigação é o resultado de uma intervenção sobre o sujeito sendo pesquisado (EDEN; HUXHAM, 1997).

Cada estudo de caso envolveu o desenvolvimento de um modelo para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos. Esse modelo consiste em um guia genérico para o processo de desenvolvimento do produto, que pode ser utilizado por diferentes empresas, como base para a definição de modelos específicos para gerenciar

o desenvolvimento de diferentes projetos. Os principais elementos do modelo são: (a) o conteúdo das principais atividades de desenvolvimento de produtos; (b) a relação de precedência entre as atividades; (c) os principais insumos e produtos de cada atividade; (d) ferramentas que podem ser utilizadas como suporte à execução dessas atividades; (e) as responsabilidades de cada um dos envolvidos; e (f) um modelo do fluxo de informações. O modelo proposto não é somente uma mera representação das práticas existentes em cada empresa – melhorias foram introduzidas baseadas em propostas apresentadas pela equipe de desenvolvimento do produto, boas práticas identificadas em um estudo de *benchmarking*, bem como na revisão da literatura desenvolvida pelos pesquisadores.

O desenvolvimento de dois estudos de caso possibilitou elaborar modelos para diferentes ambientes organizacionais. Isso criou uma oportunidade de aprendizado rica, à medida que os pontos fracos de um modelo puderam ser compensados pelos pontos fortes de outro, e a comparação de ambos cria condições favoráveis para a reflexão sobre o processo de desenvolvimento do produto em um alto nível de abstração. Como resultado, as evidências são mais interessantes e os resultados mais robustos (REMENNYI et al., 1998).

A longo prazo, pretende-se consolidar um modelo genérico (ou protocolo) que possa ser utilizado como ponto inicial para a definição do processo de desenvolvimento do produto, para diferentes tipos de projetos residenciais e comerciais desenvolvidos por empresas construtoras no Brasil.

Esse modelo de processo é mais específico que o *Process Protocol*, desenvolvido por Kagioglou et al. (2000), que é limitado ao mercado residencial e comercial, e que contém uma descrição mais detalhada, objetivando auxiliar na produção de procedimentos e na implementação de ferramentas em projetos desenvolvidos por essas empresas. Isso ocorre parcialmente pelo fato de o modelo ter sido desenvolvido em uma abordagem *bottom-up*, ou seja, dois modelos foram desenvolvidos em diferentes empresas e, com base neles, um modelo genérico mais abstrato foi proposto.

O modelo foi desenvolvido em cada empresa por um grupo que incluiu diretores das empresas e funcionários, projetistas externos à empresa e membros do grupo de pesquisadores. Assim, a experiência prévia e a percepção dos principais participantes do processo de desenvolvimento de produtos foram levadas em consideração neste estudo. Isso tende a aumentar a riqueza do modelo, já que ele foi desenvolvido com base em contribuições de uma variedade de profissionais envolvidos na construção – alguns deles com larga experiência de trabalho. Além disso, a

abordagem consensual adotada possui um efeito positivo para a remoção de barreiras para a implementação do modelo. O modelo foi implementado e testado gradualmente, dado o grande volume de trabalho com vistas a desenvolver um modelo dessa natureza, bem como a necessidade de manter todos os participantes motivados.

As duas empresas envolvidas nesta pesquisa atuam na Região Metropolitana de Porto Alegre (RS). Ambas são empresas de pequeno porte, e sua principal atividade é o desenvolvimento e construção de prédios comerciais e residenciais. Grande parte do trabalho envolvido na construção das edificações é subcontratado, e, tipicamente, entre um e três projetos são desenvolvidos e construídos a cada ano. Os principais critérios utilizados na seleção dessas empresas foram o seu interesse em participar da pesquisa e o fato de ambas serem relativamente bem organizadas.

Nessas empresas, um empreendimento, usualmente, inicia-se quando uma oportunidade de negócio é identificada. Então, a empresa compra ou negocia o terreno e, após, contrata projetistas externos para desenvolver o projeto. Em geral, a venda das unidades se inicia somente depois de começada a etapa de construção.

A variedade de produtos dessas empresas é relativamente limitada. A empresa A produz, basicamente, prédios residenciais para a classe média-alta, enquanto a empresa B oferece dois tipos de produtos: prédios comerciais e unidades residenciais para a classe média e média-baixa. Ambas as empresas permitem algumas alterações de projeto por parte dos clientes após a venda das unidades. A sua estratégia de fornecimento pode ser definida como *fit out to order* – ajustada ao pedido (CHILDHOUSE et al., 2000). Isso significa que o cliente possui uma possibilidade de alterações de projeto limitada e, em geral, as alterações permitidas referem-se a itens de acabamento.

Os estudos de caso foram desenvolvidos em paralelo. Isso propiciou a ambas as empresas e seus projetistas a troca de idéias e experiências. O estudo reportado neste capítulo abrange o período compreendido entre abril de 1997 e maio de 1999.

Etapas da pesquisa

Grande parte do trabalho necessário ao desenvolvimento do modelo foi conduzida por um grupo de quatro ou cinco pessoas, chamado equipe operacional. Essa equipe foi formada por representantes de diferentes setores envolvidos em projeto, incluindo o gerente de projetos, pelo menos um gerente de produção e um representante do grupo de pesquisadores, com a função de facilitador. Em ocasiões

específicas, um grupo maior de pessoas, denominado equipe ampliada, era envolvido no trabalho. A equipe ampliada era composta pela equipe operacional e por alguns projetistas externos e subempreiteiros, considerados parceiros de longo prazo da construtora.

Típicamente, participavam da equipe ampliada pelo menos dois arquitetos, um ou dois projetistas de estruturas, e um ou dois projetistas de redes elétricas e hidrossanitárias.

O estudo de caso foi dividido em três etapas principais, descritas a seguir: (a) preparação; (b) desenvolvimento do modelo; e (c) refinamento e avaliação do modelo.

A etapa de preparação envolveu a apresentação do plano de trabalho geral aos diretores de cada empresa, bem como a definição das equipes operacional e ampliada. Uma série de reuniões com os pesquisadores e a diretoria das empresas foi conduzida objetivando apoiá-los na definição de sua visão sobre a estratégia corporativa, na qual um perfil detalhado dos clientes da empresa foi definido. Esse foi um importante pré-requisito para o desenvolvimento adequado do modelo.

Além disso, membros da equipe de desenvolvimento de produtos – diretores, gerentes de projeto e projetistas externos – foram individualmente entrevistados pelo grupo de pesquisadores. O objetivo das entrevistas foi identificar as percepções desses membros a respeito dos principais problemas existentes no processo, bem como o conteúdo e o seqüenciamento das atividades de projeto, nas quais eles eram usualmente envolvidos. Grande parte desses projetistas possuía uma visão parcial do processo e, freqüentemente, utilizou diferentes definições ou nomenclaturas quando se referia a uma mesma atividade ou produto de projeto.

Ao final desta etapa, uma definição genérica do processo de desenvolvimento do produto, conforme conduzido naquele momento, foi produzida e um grande número de possíveis melhorias foi identificado. Em julho de 1997, um seminário foi realizado em cada empresa, do qual participou a equipe operacional. Nesse seminário, o escopo da pesquisa foi discutido, e um treinamento sobre as ferramentas de modelagem a serem utilizadas foi realizado.

A etapa de desenvolvimento do modelo consistiu em duas atividades principais: (a) reuniões da equipe operacional; e (b) seminários com a equipe ampliada. A equipe operacional reunia-se de três a quatro vezes por mês, e cada reunião tinha duração média de duas horas. A sua principal tarefa foi desenvolver os elementos do modelo, ou seja, fluxogramas, procedimentos, fluxos de informações, etc. Alguns

desses elementos eram discutidos junto à equipe ampliada durante os seminários. Ainda, alguns membros da equipe ampliada eram convidados a participar de algumas das reuniões, sempre que se definiam elementos do modelo relativos a alguma especialidade de projeto.

Os seminários com a equipe ampliada ocorriam trimestralmente. Alguns envolveram a apresentação e discussão de versões do modelo, ou de suas partes, preparadas pela equipe operacional. Ainda, algumas atividades de treinamento foram desenvolvidas, como *workshops* e apresentações feitas por profissionais da área, acadêmicos e consultores.

Algumas contribuições para o desenvolvimento do modelo foram obtidas a partir de um estudo de *benchmarking*. Esse estudo envolveu a investigação de boas práticas de desenvolvimento do produto adotadas por outras construtoras no Brasil. Um consultor e seis gerentes do processo de desenvolvimento do produto de empresas, com reputação de terem um bom gerenciamento de projetos, foram entrevistados.

Três atividades gerais compuseram a definição do modelo (Figura 3). Inicialmente, uma representação gráfica do modelo através de fluxogramas foi desenvolvida.

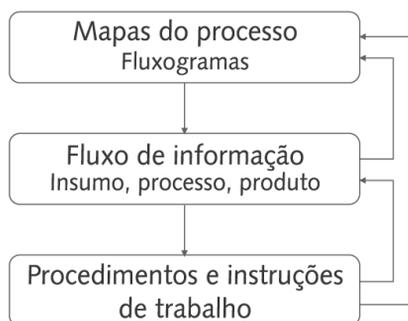


Figura 3 – Etapas do desenvolvimento do modelo

Essa ferramenta foi escolhida, em vez daquelas mais tradicionalmente utilizadas, como o diagrama de fluxos de dados (DFD) ou IDEF0, porque o fluxograma é uma ferramenta muito simples e largamente conhecida pelos profissionais da construção. Buscando manter os fluxogramas facilmente legíveis, a informação foi organizada de forma hierárquica. Foram desenvolvidos um fluxograma geral apresentando as etapas do processo e, para cada etapa, um fluxograma de atividades. Para algumas das atividades mais complexas, fluxogramas de subatividades ou operações foram também produzidos. A Figura 4 apresenta um exemplo de fluxograma da etapa de estudo preliminar.

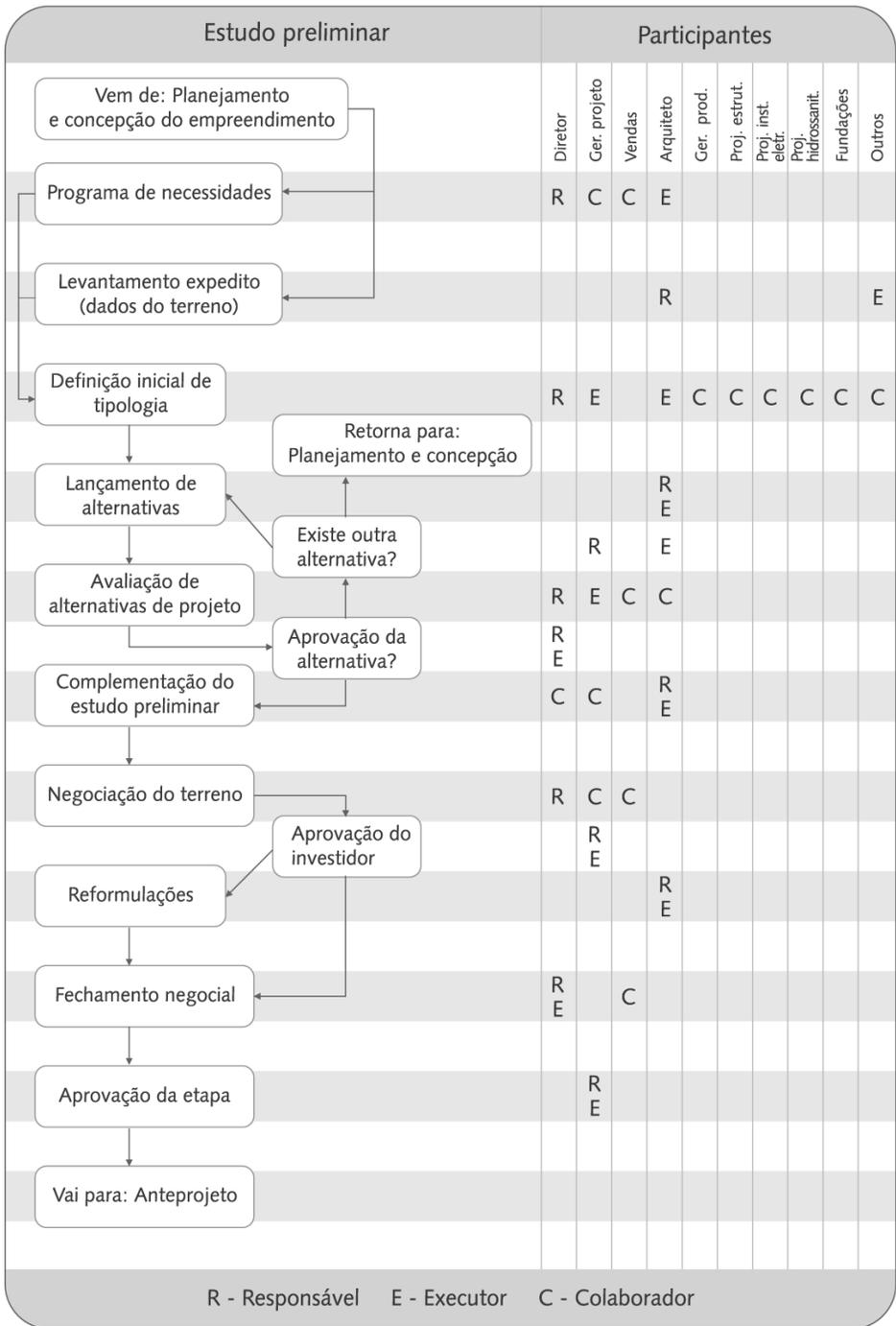


Figura 4 – Exemplo de fluxograma da etapa de estudo preliminar

Duas estratégias foram utilizadas durante a modelagem do processo para lidar com a natureza pouco definida, iterativa e oportunista do processo de projeto. A primeira consiste em manter a definição de algumas atividades em um nível não muito detalhado. Esse foi o caso da maioria das atividades de desenvolvimento de projeto propriamente ditas, como, por exemplo, o estudo preliminar de arquitetura (representado na Figura 4). Outra estratégia foi utilizar três tipos de relações de precedência entre as atividades. Além das tradicionais seqüencial e paralela, atividades interdependentes (ou em interação dinâmica) também foram utilizadas (AUSTIN et al., 1994) – ver Figura 5. Isso ocorre quando duas atividades são executadas de forma interdependente e não é recomendável modelar seus subprocessos em um nível muito detalhado, por elas serem mal definidas ou haver muita incerteza envolvida.

A segunda etapa na definição do modelo foi a representação dos fluxos de informação, através do uso de planilhas de insumo, processo e produto. Essa ferramenta foi utilizada para a descrição sistemática das principais informações de insumo e produto para cada atividade. A Figura 6 apresenta um exemplo de planilha de insumo, processo e produto para duas atividades da etapa de estudo preliminar. Usualmente, era necessário revisar os fluxogramas previamente definidos após o desenvolvimento dessas planilhas (Figura 4).

A produção da versão inicial do modelo, utilizando os fluxogramas e as planilhas de insumo, processo e produto, ocorreu por um período prolongado, e não foi muito estimulante para os participantes, em função do grande número de detalhes envolvidos, bem como pela dificuldade em alcançar consenso. Um seminário foi organizado em outubro de 1997 em cada empresa com o objetivo de apresentar e discutir essa versão do modelo junto à equipe ampliada.

Procedimentos e instruções de trabalho foram desenvolvidos para algumas das atividades de desenvolvimento de produtos – este foi o terceiro estágio da definição do modelo. Essa prática pode ser utilizada para reduzir a variabilidade de processos, sendo uma das principais idéias da administração científica. De acordo com Smith and Reinertsen (1998), procedimentos devem ser definidos somente para atividades de desenvolvimento de produtos que sejam previsíveis e relativamente bem estruturadas. Por essa razão, grande parte dos procedimentos desenvolvidos não era relativa a atividades de projeto, mas sim referentes à interface entre projeto e outros processos gerenciais, como vendas, aprovações legais e arranjos contratuais. Instruções de trabalho foram produzidas para auxiliar na execução de certas tarefas,

sendo utilizadas tanto em papel como em formato eletrônico – como, por exemplo, listas de verificação, planilhas, minutas de contratos, questionários, etc.

Os procedimentos tiveram um papel importante na definição do conteúdo detalhado dos insumos e produtos de cada atividade, bem como dos fornecedores e clientes internos de cada informação. Estes apresentam um nível de detalhe muito superior ao apresentado nas planilhas de insumo, processo e produto. Frequentemente, os fluxogramas e as planilhas de insumo, processo e produto necessitaram ser ajustados quando da definição de procedimentos, como mostra a Figura 5.

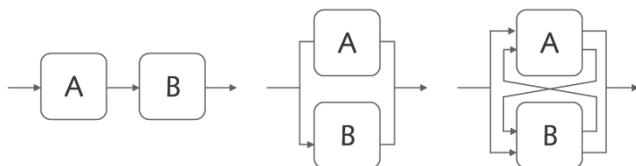


Figura 5 – Relações de precedência entre atividades sequencial, paralela e em interação dinâmica

Insumo	Processo	Produto
Programa de necessidades; Dados do terreno; Dados de <i>feedback</i> (produção e uso); Definição de equipe de projetistas; Seleção estratégica de tecnologia; Definição inicial de requisitos de performance; Informações legais.	Alternativas de projeto arquitetônico	Alternativas de estudo preliminar
Alternativas de estudo preliminar; Estimativa de custos e preço de venda.	Avaliação de alternativas	Escolha da(s) alternativa(s) a ser(em) desenvolvida(s)

Figura 6 – Exemplo de planilha de insumo, processo e produto

Foram necessários aproximadamente 14 meses para o desenvolvimento de um grupo inicial de procedimentos e instruções em cada empresa (de setembro de 1997 a novembro de 1998). Durante a definição dos procedimentos a equipe de desenvolvimento de produtos manteve-se bem mais motivada do que durante as etapas anteriores do trabalho. Isso ocorreu em função de os participantes terem mais interesse em discutir o seu trabalho em um nível mais concreto, ao invés de num nível relativamente abstrato do modelo do processo.

Em dezembro de 1998, um seminário foi desenvolvido para a discussão do trabalho desenvolvido até aquele momento junto à equipe ampliada. De janeiro a maio de 1999, os procedimentos e instruções de trabalho existentes foram refinados, e alguns novos procedimentos, desenvolvidos.

As etapas de desenvolvimento e refinamento do modelo foram sobrepostas em grande parte, à medida que cada procedimento (e a respectiva instrução de trabalho) era utilizado, logo após a consolidação de sua primeira versão. Inicialmente, uma implementação piloto era desenvolvida, através da qual melhorias eram incrementalmente introduzidas. Então, após discussões, que algumas vezes envolviam a equipe ampliada, o procedimento era finalmente aprovado pela equipe operacional e implementado permanentemente. Em maio de 1999, 36 procedimentos haviam sido desenvolvidos na empresa A e 55% deles implementados. Na empresa B, 29 procedimentos haviam sido desenvolvidos e 75% deles implementados.

A avaliação de cada modelo envolveu diversos procedimentos de coleta de dados: (a) retroalimentação da equipe ampliada durante os seminários; (b) observação da utilização dos procedimentos em cada empresa; (c) entrevistas com funcionários das empresas, membros e não-membros da equipe operacional; e (d) percepção dos pesquisadores, que tinham a função de facilitadores junto às equipes operacionais. O modelo ainda não foi suficientemente testado como base para o planejamento do processo de desenvolvimento de produtos. Esse é um passo importante para a avaliação da eficácia do modelo, que será executado no futuro.

Com base nessa avaliação, a primeira versão do modelo genérico foi desenvolvida pela equipe de pesquisadores. Ela inclui uma descrição abstrata do processo de desenvolvimento de produtos, um grupo de procedimentos e instruções de trabalho que foram implementados com sucesso e um grupo de diretrizes para a elaboração de modelos específicos para diferentes empresas. O objetivo desse modelo é servir como um guia genérico para o processo de desenvolvimento do produto, que pode ser utilizado por diferentes empresas como base para o desenvolvimento de modelos

específicos para gerenciar o desenvolvimento de diferentes projetos. O conteúdo desse modelo é detalhadamente apresentado por Tzortzopoulos (1999). Suas principais características são apresentadas a seguir.

Descrição do modelo

Visão geral

O processo de desenvolvimento de produtos foi dividido em sete etapas, conforme a Figura 7.

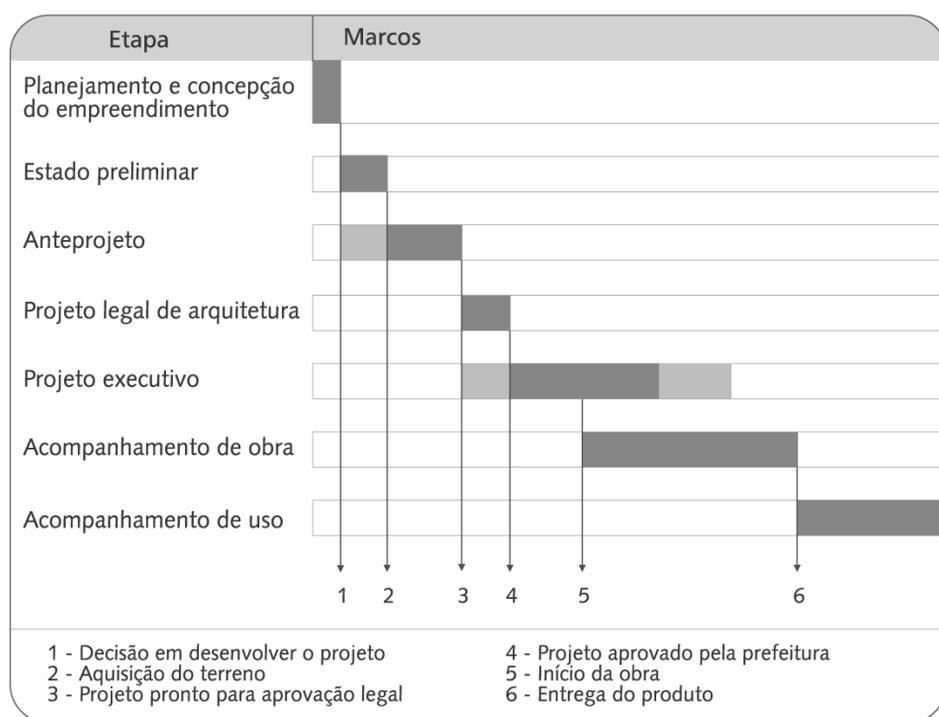


Figura 7 – Etapas do processo de desenvolvimento do produto

Apesar de existirem diferenças entre os modelos desenvolvidos em cada empresa, seus conteúdos são relativamente similares. Cada etapa é brevemente descrita a seguir.

- (a) Planejamento e concepção do empreendimento: esta etapa envolve a identificação de uma oportunidade de negócios, a definição do objetivo do empreendimento e uma avaliação geral de sua viabilidade. Em geral, envolve questões, es-

estratégias e informações de cunho confidencial, podendo ser uma etapa bastante rápida. Por essas razões, poucas pessoas são envolvidas. Com base nos objetivos do empreendimento, em informações do terreno e legais, o arquiteto produz um esquema do produto a ser desenvolvido – com frequência esse esquema é expresso por meio de um lançamento das dimensões externas da edificação e outros atributos gerais do produto, como área bruta, número de pavimentos e número de unidades. Esse é tipicamente o primeiro passo para diminuir o número de alternativas possíveis, conforme descrito por Darke (1978). A opinião de um consultor de *marketing* ou legal pode também ser considerada na definição do produto. Com base nessas informações, um estudo de viabilidade é desenvolvido, envolvendo questões econômicas, técnicas e legais. Ao final dessa etapa, a decisão em continuar ou não o desenvolvimento do produto é tomada.

(b) Estudo preliminar: o principal objetivo desta etapa é a definição do projeto arquitetônico em nível conceitual. Inicialmente, uma primeira versão do programa de necessidades é produzida e mais dados do terreno são coletados. Então, uma primeira reunião envolvendo toda a equipe de projeto e representantes da equipe de produção é realizada, na qual ocorre a definição de alternativas e parâmetros para o projeto dos sistemas estruturais, hidrossanitário e elétrico, entre outros. Com base no programa de necessidades, nos dados do terreno e nos parâmetros e diretrizes dos projetistas de sistemas prediais, o estudo preliminar arquitetônico é produzido. O estudo preliminar é então avaliado no segundo estudo de viabilidade e, caso aprovado, pode ser utilizado para negociações com o proprietário do terreno, em casos de permuta de terreno por área construída. Quando há acordo entre a construtora e o proprietário do terreno, o projeto prossegue.

(c) Anteprojeto: esta etapa, inicialmente, envolve a produção do anteprojeto de arquitetura. Após, um segundo estágio da definição dos sistemas prediais é desenvolvido pela equipe de projetistas, com a participação de representantes da equipe de produção, incluindo uma discussão inicial sobre o *layout* de obra. Então, o estudo preliminar dos projetos de sistemas prediais é desenvolvido. Com base nessas definições, uma primeira integração de projetos é efetuada. Quando todos os ajustes necessários são efetuados, uma avaliação do anteprojeto é feita, incluindo questões relacionadas à satisfação dos clientes, aprovações legais de projeto e viabilidade econômica e financeira.

(d) Projeto legal de arquitetura: esta etapa envolve a preparação das informações

e documentos necessários à aprovação legal do projeto de arquitetura, bem como a preparação para o início das vendas do empreendimento. Essas atividades são de extrema importância para o sucesso do empreendimento, à medida que possibilitam à empresa iniciar a etapa de construção e a venda das unidades.

(e) Projeto executivo: envolve um grande número de atividades, incluindo detalhamento do projeto arquitetônico e o projeto estrutural e de sistemas prediais, tanto em nível de anteprojeto como de detalhamento. Uma avaliação detalhada em termos de integração entre subsistemas precisa ser efetuada nesta etapa, antes da preparação de projetos e detalhes a serem enviados à obra. Em muitos casos, essa etapa e a etapa de produção da edificação sobrepõem-se. Como a venda de unidades ocorre ao longo desta etapa, a introdução de modificações de projeto solicitadas por clientes pode ser necessária.

(f) Acompanhamento de obra: esta etapa concerne à retroalimentação da produção para o projeto, bem como à introdução de modificações de projeto solicitadas por clientes ou pela equipe de produção. Ao final desta etapa, todas as modificações de projeto necessitam ser documentadas em desenhos do projeto como construído (*as built*).

(g) Acompanhamento de uso: envolve a obtenção de dados de retroalimentação durante o uso da edificação. Dois mecanismos são utilizados para a obtenção dessas informações: (a) avaliação pós-ocupação e (b) análise das reclamações de usuários da edificação. Essa retroalimentação tem um papel muito importante para o desenvolvimento de produtos em empresas como as envolvidas neste estudo, à medida que muitos dos seus projetos tendem a possuir características similares.

De modo geral, as três abordagens propostas por Koskela (2000) – transformação, fluxo e geração de valor – foram consideradas no desenvolvimento do modelo. Inicialmente, durante a elaboração dos fluxogramas, houve uma maior ênfase na definição de transformações (atividades que agregam valor), uma vez que não existia uma definição clara do processo. Assim que um mapa consistente do processo foi produzido, atividades de fluxo foram incluídas no modelo. Fluxos de informação foram explicitados em planilhas de insumo, processo e produto e procedimentos. Atividades de inspeção, como aprovações de etapas, também foram representadas nos fluxogramas. Esperas não foram representadas no modelo, já que é muito difícil prever quando elas podem ocorrer em função do alto grau de incerteza envolvido no processo. Essas atividades possuem um caráter diferenciado em processos gerenciais, se comparado ao processo de produção, à medida que a noção de armazenagem de

informações não é tão clara como a armazenagem de materiais físicos. Finalmente, a visão de geração de valor foi considerada através da introdução de atividades de gerenciamento dos requisitos dos clientes, como atividades de coleta de dados, listas de verificação e procedimentos de retroalimentação.

Melhorias e limitações do modelo

Ambas as empresas decidiram formar um time de desenvolvimento dos produtos, incluindo projetistas internos e subcontratados e representantes de outros setores da empresa como produção e vendas. Os projetistas subcontratados convidados a fazer parte do time foram aqueles considerados parceiros de longo prazo da empresa. No modelo, assumiu-se que os projetistas deverão ser envolvidos em decisões do desenvolvimento de produtos desde o início do processo, na etapa de estudo preliminar. Entretanto, o envolvimento de alguns projetistas nas etapas iniciais do projeto não foi totalmente implementado pelas seguintes razões:

(a) as empresas hesitavam em contratar toda a equipe de projeto antes da aquisição do terreno, já que até este momento existe o risco de o projeto não ser desenvolvido. Em geral, o arquiteto é formalmente contratado apenas no início da etapa de anteprojeto. Os demais projetistas são formalmente contratados apenas no início da etapa de projeto executivo, após a aprovação legal do projeto arquitetônico e o início das vendas das unidades;

(b) alguns projetistas, como os de estruturas e instalações, não se dispõem a um forte envolvimento no projeto antes de um contrato formal ser assinado com a construtora, já que isso representa risco para o escritório de projetos caso o projeto não tenha seguimento. Eles usualmente concordam em participar de discussões e fornecer informações, quando necessário, de forma similar a um consultor;

(c) alguns outros projetistas e subcontratados não podem colocar-se à disposição nas etapas iniciais de projetos relativamente pequenos, principalmente porque esses agentes tendem a estar sobrecarregados com trabalho considerado urgente para eles. Esse problema parece ser mais grave em empresas de pequeno porte, à medida que elas não possuem poder de barganha em relação a projetistas e subcontratados, se comparadas a empresas de grande porte.

Apesar de existir um certo grau de simultaneidade no modelo de desenvolvimento de produtos proposto, a sua abordagem é mais similar ao que Yazdani e

Holmes (1999) classificaram como modelos centralizados no projeto. Isso significa que a equipe de projeto considera os requisitos de atividades subseqüentes (por exemplo, de produção) quando define o produto, sendo necessária uma análise detalhada de projeto. Isso requer uma maior compreensão dos demais processos envolvidos, em vez de um envolvimento intenso de toda a equipe de projetistas e de produção desde as etapas iniciais. Dessa forma, o processo é parcialmente seqüencial, mas existe uma maior preocupação com as etapas subseqüentes, quando comparado com o processo seqüencial tradicional.

A divisão do processo em etapas foi baseada em marcos do processo (Figura 7). De qualquer modo, há certa sobreposição entre as etapas. Alguns marcos definem apenas a conclusão da etapa anterior ou o início da etapa subseqüente, em vez de ambos – este é o caso dos marcos 2, 3, 4, e 5, apresentados na Figura 7. A sobreposição entre o projeto executivo e o início da obra é necessária para a redução do tempo de ciclo do empreendimento, bem como em função da necessidade de prover certa flexibilidade de projeto para os clientes finais. A sobreposição entre estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo existe naturalmente, devido à estratégia de busca oportunística que existe no projeto (CROSS, 1999). Além disso, o grau de sobreposição tende a aumentar à medida que é menor a possibilidade de o empreendimento não se tornar viável, bem como nos casos em que a equipe de projetistas se propõe a desenvolver parte do projeto mesmo antes de sua contratação formal.

Isso indica a existência de um grande escopo para melhorias no desenvolvimento de produtos através do aumento do sucesso nas etapas iniciais do processo (SMITH; REINERTSEN, 1998), ou seja, planejamento e concepção do empreendimento e estudo preliminar. Caso a empresa tenha um planejamento estratégico efetivo, seja capaz de acessar de forma adequada oportunidades de negócios e os requisitos dos clientes sejam capturados de forma satisfatória, o risco do empreendimento não se tornar viável tende a diminuir. Como resultado, passa a ser mais fácil envolver projetistas e subcontratados no início do processo.

Para a maior parte dos subsistemas da edificação, foi possível a clara identificação e planejamento de três fases de projeto – projeto conceitual, desenvolvimento e detalhamento. Entretanto, em função do risco e limitações contratuais mencionadas anteriormente, é muito difícil alinhar o desenvolvimento dessas fases, ou seja, desenvolver simultaneamente os diferentes subsistemas. Por exemplo, os projetos estrutural, hidrossanitário e elétrico, em nível conceitual, são desenvolvidos na etapa

de anteprojeto, enquanto todos os demais projetos conceituais são desenvolvidos na etapa de projeto executivo.

Atividades de coleta de dados e definição de projeto foram introduzidas no processo. Apesar de elas não eliminarem a necessidade contínua de se obterem mais informações à medida que soluções de projeto sejam geradas, a introdução dessas atividades tende a melhorar o desempenho do desenvolvimento de produtos, pois a quantidade de informações disponíveis para a execução de atividades de projeto aumenta (HUOVILA et al., 1997). Como resultado, existe menos tempo de espera por informações e a necessidade de arbítrios em função de falta de informações é diminuída, o que tende a melhorar a qualidade do projeto e a reduzir a ocorrência de interações desnecessárias (BALLARD, 2000). Isso também contribui para o aumento da eficiência das atividades de coleta de dados, pois elas podem ser mais bem planejadas. Por exemplo, um procedimento foi desenvolvido para a coleta de um grande número de informações do terreno em uma única visita, em vez da usual coleta ao longo de diversas visitas.

Revisões de projeto foram introduzidas no processo como pontos de verificação e de controle de qualidade. Elas podem ser divididas em duas categorias. Primeiro, revisões completas de projeto foram estabelecidas visando a avaliar o processo sob diferentes perspectivas, como integralidade das informações, satisfação dos clientes, custo, viabilidade técnica e requisitos legais. Essas revisões compõem o que foi definido por Cooper (1998) como *stage gates* (portais de etapas), nos quais a decisão em prosseguir ou não com o projeto é tomada. Usualmente, essas revisões de projeto envolvem o uso de indicadores e um grupo de (sub)produtos bem definido.

Em cada revisão, o grau de maturidade do projeto necessita ser avaliado e, tipicamente, um número de decisões de projeto não pode ser modificado depois dessa revisão. Um projeto “maturo” significa que ele foi propriamente consolidado e completo, permitindo a liberação de informações para as atividades subsequentes (O'BRIEN; SMITH, 1994). Isso torna possível estabelecer certa linearidade no processo, evitando retornar a atividades já realizadas. Essas revisões usualmente são associadas a alguns marcos do processo (ver Figura 7), nas quais comprometimentos financeiros são feitos (SMITH; REINERTSEN, 1998): decisão de prosseguir com o projeto (marco 1), decisão de fazer uma proposta ao proprietário do terreno (marco 2), ou outro tipo de negociação comercial, e decisão de enviar o projeto para aprovação legal (marco 3).

O segundo tipo de revisão possui um escopo estritamente técnico e enfatiza principalmente a gestão da configuração da edificação (O'BRIEN; SMITH, 1994), ou seja, o esforço em integrar diferentes subsistemas. Em geral, as atividades de integração de projeto envolvem uma reunião com a equipe de projetistas, seguida da execução de ajustes, separadamente, por cada disciplina de projeto. Após, outra análise é realizada para verificar se os diferentes subsistemas estão ajustados.

Alguns procedimentos para a troca de informações eletrônicas foram desenvolvidos. Apesar disso, o modelo enfatiza a necessidade de comunicação informal entre os projetistas, sendo a ocorrência desse tipo de comunicação formalmente planejada para durante as reuniões de projeto. Ainda, apresentações de projeto para as equipes de produção e venda por parte dos projetistas foram incluídas, objetivando a clara comunicação das intenções e da filosofia do projeto.

Impacto do modelo nas empresas

De modo geral, ambas as empresas e seus projetistas foram muito receptivos com relação aos modelos propostos, bem como interessados em participar deste projeto de pesquisa. Uma evidência disso é o fato de eles estarem engajados no desenvolvimento de estudos de caso relativamente longos e de estarem dispostos a continuar participando do refinamento futuro do modelo geral.

O impacto relativo ao desenvolvimento e implementação do modelo foi detectado durante a etapa de avaliação da pesquisa. Essa avaliação foi baseada nas percepções da equipe de desenvolvimento de produtos, bem como na observação de algumas atividades. As mais importantes melhorias detectadas até o momento foram:

- (a) todos os envolvidos compreendem o processo como um todo, seus papéis e responsabilidades, bem como as principais relações entre cliente e fornecedor interno, baseadas em uma linguagem comum. Isso aumentou a transparência do processo e simplificou a integração do trabalho dos diferentes projetistas da equipe de desenvolvimento do produtos. O uso de ferramentas de modelagem relativamente simples teve um papel fundamental nesse fato;
- (b) o fato de existir um modelo do processo estável, consensual e relativamente simples torna mais fácil a identificação das melhorias necessárias. De fato, algumas ferramentas de suporte à tomada de decisões foram desenvolvidas como parte do modelo, e o papel de cada uma no processo foi claramente estabelecido. Essas ferramentas incluem listas de verificação para a definição do projeto e

gestão da sua configuração, modelos de viabilidade econômica e financeira, indicadores de desempenho, ferramentas para identificação do perfil de potenciais consumidores, bem como procedimentos para a identificação de erros de projeto e implementação de modificações de projeto;

(c) a implementação do modelo, mesmo que parcial, aumentou o controle das empresas sobre o processo de desenvolvimento de produtos. Como resultado, as empresas melhoraram sua capacidade de identificar problemas e suas principais causas e de implementar ações corretivas em tempo real;

(d) a melhoria contínua foi sistematicamente introduzida no processo, à medida que a retroalimentação das etapas de produção e de uso da edificação foi formalmente estabelecida. Os dados coletados nessas duas etapas podem ser utilizados para a melhoria de projetos futuros e para realinhar a estratégia competitiva da empresa. É importante salientar que atividades de retroalimentação não devem ser limitadas somente a coleta de dados, mas devem também incluir procedimentos e diretrizes para classificação e avaliação de informações, bem como sua retroalimentação para as pessoas corretas;

(e) o desenvolvimento dos modelos contribuiu para estabelecer uma postura de equipe entre os participantes do processo de desenvolvimento do produto. Esse esforço também auxiliou as empresas na avaliação do grau de comprometimento e capacidade gerencial de cada projetista externo – alguns deles optaram por não participar do esforço conjunto e foram gradativamente substituídos. Dessa forma, ao final do trabalho, a equipe estava fortemente comprometida a desenvolver atividades de desenvolvimento do produto de forma integrada, como estabelecido no modelo de processo; e

(f) as empresas puderam estabelecer certo grau de flexibilidade de projeto a ser oferecido aos clientes finais sem causar problemas no sistema de produção. Ambas as empresas definiram três atividades por meio das quais os clientes podem solicitar alterações de projeto, com prazos preestabelecidos.

Conclusões

O objetivo deste estudo foi desenvolver um modelo para a gestão do processo de desenvolvimento do produto para projetos comerciais e residenciais. Esse modelo consiste em um guia genérico através do qual modelos específicos desse processo podem ser estabelecidos para a execução de diferentes projetos.

O desenvolvimento e implementação do modelo foi uma importante fonte de reflexão e discussão a respeito do processo, tanto para os pesquisadores como para os profissionais envolvidos. A principal contribuição desta pesquisa foi o fato de que o desenvolvimento e implementação do modelo contribuiu para o aumento da compreensão da natureza do processo de desenvolvimento do produto na Construção Civil e forneceu uma oportunidade para um esforço compartilhado, no sentido de consolidar um modelo desse processo. Ainda, algumas das principais barreiras para a melhoria do gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos em empresas de construção de pequeno porte foram identificadas e avaliadas, como, por exemplo, a necessidade de reduzir o risco envolvido em empreendimentos e o pouco poder de barganha desse tipo de empresa.

O modelo aumentou a transparência do processo e forneceu uma linguagem comum, que possibilitou a melhoria da comunicação entre os diferentes participantes do processo. Ainda, o ambiente de time criado ao longo do desenvolvimento do modelo contribuiu para o estabelecimento de parcerias de longo prazo entre os envolvidos, resultando em um maior compromisso com relação à gerência do desenvolvimento do produto.

Uma avaliação inicial do modelo foi desenvolvida, com base na percepção da equipe de desenvolvimento de produtos e na observação do uso dos procedimentos. O modelo ainda deverá ser reavaliado no futuro. É necessário empregá-lo como base para o planejamento e controle do processo de desenvolvimento de produtos, sendo esse um passo importante a ser realizado no futuro.

O modelo proposto foi utilizado também como uma ferramenta para identificar áreas para futuras pesquisas. De fato, outras pesquisas foram desenvolvidas, focando elementos específicos do modelo, como procedimentos para a troca de informações eletrônicas, gerenciamento dos requisitos dos clientes, integração de projetos e atendimento aos clientes.

Referências bibliográficas

ALARCÓN, L. F. Tools for the identification and reduction of waste in construction projects. In: _____. **Lean Construction**. Rotterdam: Balkema, 1997. p. 365-377.

ANDREASEN, M. M. et al. The design co-ordination framework: key elements for effective product development. In: DUFFY, A. H. B. (Ed.). **The design productivity debate**. 1998. New York: Springer-Verlag. p. 151-172.

AUSTIN, S.; BALDWIN, A.; NEWTON, A. Manipulating the Flow of Design Information to Improve the Programming of Building Design. **Construction Management and Economics**, London: Spon, 12(5), p. 445-455, 1994.

BALLARD, G. Positive vs. negative iteration in design. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton, UK: SPRU, University of Sussex, Brighton. (CD-ROM).

BOSTON, O. P. et al. Design information issues in new product development. In: DUFFY, A.H.B. (Ed.). **The design productivity debate**. New York: Springer-Verlag, 1998. p. 231-254.

CHILDERHOUSE, P.; HONG-MINH, S. M.; NAIM, M. M. **House building supply chain strategies**: selecting the right strategy to meet customer requirements. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 8., July 2000, Brighton, UK: SPRU, University of Sussex, Brighton, 2000. (CD-ROM).

COOPER, R. G. **Product leadership**: creating and launching superior new products. Massachusetts: Reading, 1998. 314 p.

CROSBY, L. A. **Measuring customer satisfaction**. [S.l.]: Quality Digest, 1995. p. 42-47.

CROSS, N. **Engineering design methods**: strategies for product design. London: Wiley, 1994. 179 p.

Natural intelligence in design, *Design Studies*. v. 20, Issue 1, p. 25-39, Jan..1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Editora: Elsevier.

DARKE, J. The primary generator of the design process. In: ROGERS, W. H.; ITTELSON, W. H. (Ed.) **NEW DIRECTIONS IN ENVIRONMENTAL DESIGN RESEARCH**, 9., EDRA. 1978. **Proceedings...** Washington: EDRA, 1978.

EASTMAN, C. M. On the analysis of intuitive design methods. In: MOORE, T. (Ed.). **Emerging methods for environmental design and planning**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1970.

EDEN, C.; HUXHAM C. Action research for management research. **British Journal of Management**, v. 17, 1997.

FRANKENBERGER, E.; BADKE-SCHAUB, P. Modeling design processes in industry: empirical investigation of design work in practice. **Automation in Construction**, v. 7, Issues 2-3, p. 139-155, Jan. 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Editora: Elsevier.

GOLDSCHMIDT, G. Criteria for evaluation: a process oriented paradigm. In: KALAY, Y. (Ed.). **Evaluating and predicting design performance**. New York: Willey-Interscience, 1992. p. 67-79.

HUOVILA, P.; KOSKELA, L.; LAUTANALA, M. Fast or concurrent: the art of getting construction improved. In: ALARCÓN, L. F. (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: Balkema, 1997. p. 143-160.

KAGIOGLOU, M. et al. Rethinking construction: the generic design and construction process protocol. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Blackwell, v. 7, Issue 2, p. 141-153, 2000.

KOSKELA, L. Application of the New Production philosophy to Construction. **Technical Report Stanford: CIFE**, Stanford University. n. 72. 1992.

_____. An exploration towards a production theory and its application to construction. Espoo, VTT, 2000. **VTT Publications**, 408. 296 p.

KOSKELA, L.; BALLARD, G.; TANHUANPÄÄ, V. **Towards lean design management**. In: LEAN CONSTRUCTION SEMINAR, 2., São Paulo, Brasil, 1997.

LAWSON, B. **How designers think: the design process demystified**. 2. ed. London: Butterworth, 1990. 243 p.

LEVIN, P.H. The design process in planning. **Town Planning**, v. 37, Issue 1, 1966.

MAFFIN, D. Engineering design models: context, theory and practice. **Journal of Engineering Design**, v. 9, Issue 4, p. 315-327, 1998. Editora: Taylor and Francis.

MARKUS, T.; ARCH, M. Optimisation by Evaluation in the Appraisal of Buildings. In: HUTTON, G. H.; DEVONAL, A. D. G. (Ed.). **Value in building**. London: Applied Science, 1973. p. 82-111.

MAZIJOGLU, M.; SCRIVENER, S. A. R. The rich picture of design activity. **Automation in Construction**, v. 7, Issues 2-3, p. 157-175, Jan. 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Editora: Elsevier.

O'BRIEN, C.; SMITH, S. J. Design maturity. In: SYAN, C. S.; MENON, U. **Concurrent engineering: concepts, implementation and practice**. London: Chapman and Hall, 1994. p. 75-87.

PAWAR, K. S. Organizational and managerial issues. In: SYAN, C. S. ; MENON, U. **Concurrent engineering: concepts, implementation and practice**. London: Chapman and Hall, 1994. p. 49-74.

PRASAD, B.; WANG, F.; DENG, J. A concurrent workflow management process for integrated product development. **Journal of Engineering Design**, v. 9, Issue 2, p. 121-135, 1998. Editora: Taylor and Francis.

REMENYI, D. et al. **Doing research in business and management**. [S.l.]: Sage, 1998.

SMITH, R. P.; MORROW, J. A. Product development process modelling. **Design Studies**, v. 20, p. 237-261. 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Editora: Elsevier.

SMITH, P. G.; REINERTSEN, D. G. **Developing products in half the time: new rules, new tools**. [S.l.]: Van Nostrand Reinhold, 1998. 298 p.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 1999. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. [S.l.]: McGraw-Hill, 1995.

YAZDANI, B.; HOLMES, C. Four models of design definition: sequential, design centered, concurrent and dynamic. **Journal of Engineering Design**, v. 10, Issue 1, p. 25-37, 1999. Editora: Taylor and Francis.

11.3

Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional

José de Paula Barros Neto, Carlos Torres Formoso e Jaime Evaldo Fensterseifer

Resumo

Algumas mudanças ocorridas nos últimos anos no ambiente de negócios fizeram com que a função produção se tornasse valorizada como uma fonte de vantagem competitiva para as empresas. Em virtude disso, a estratégia de produção passou a ser foco de diversos estudos, os quais têm buscado analisar o seu conteúdo e o processo de formulação. Existem diversos modelos de formulação propostos na literatura, porém eles foram desenvolvidos, na sua maioria, para empresas de grande porte.

A presente pesquisa teve como objetivo propor um modelo de formulação de estratégias de produção específico para pequenas empresas do segmento de construção habitacional. Esse modelo foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica a respeito dos modelos propostos por outros autores e de três estudos de caso realizados em empresas construtoras e incorporadoras do Rio Grande do Sul.

Este estudo correspondeu a um dos subprojetos do projeto Gestão da Qualidade na Construção Civil: Estratégias e Melhorias de Processo em Empresas de Pequeno Porte.

Introdução

Ao longo dos anos 60, começou-se a observar que a busca incessante pelo menor custo através do aumento da produtividade proporcionado pela produção em massa (economia de escala) não era mais suficiente para manter a lucratividade e a competitividade das empresas, pois os clientes tornaram-se mais exigentes, passando a valorizar outros requisitos além dos preços dos produtos. Com o tempo, outros critérios competitivos, tais como flexibilidade, prazo e inovação, foram sendo incorporados ao contexto (BOLWIJN; KUMP, 1991). Nesse contexto, a função produção passou a cumprir um papel fundamental no atendimento desses critérios, e, com isso, despertou-se para a necessidade de analisar a tomada de decisão relativa à produção não mais exclusivamente dentro de uma perspectiva operacional e de curto prazo, mas considerando também uma abordagem estratégica, abrangente e coerente em relação à estratégia competitiva da empresa (HAYES; WHEELWRIGHT, 1984).

Com essa mudança de postura em relação à produção, surgiram estudos com o objetivo de analisar o vínculo entre competitividade e desempenho da produção, fortemente baseados nas áreas de estratégia competitiva e *marketing*. Tais estudos têm se concentrado em dois grandes temas: o conteúdo das estratégias e o seu processo de formulação.

Apesar do desenvolvimento teórico e conceitual decorrente desses estudos, Adam e Swamidass (1989) e McCutcheon e Meredith (1993) defendem a necessidade de realização de mais trabalhos empíricos nesse campo de pesquisa para a validação de algumas argumentações teóricas e, igualmente, para a exploração de algumas lacunas existentes. Uma delas relaciona-se a estudos sobre o processo de formulação das estratégias de produção. Swink e Way (1995) corroboram essas afirmações sugerindo que existe necessidade de realizar trabalhos sobre formulação de estratégia de produção dentro das empresas, por meio de métodos de pesquisa qualitativos e exploratórios, pois, de acordo com seus levantamentos sobre publicações em revistas especializadas, a maioria das pesquisas empíricas existentes é baseada em *surveys*.

Observa-se também que a construção de edificações apresenta algumas características peculiares. É uma indústria altamente fragmentada, cujas tecnologias são, na sua maioria, socialmente difundidas. Faz uso intensivo de mão-de-obra, e suas fábricas (obras) têm um caráter nômade. Existe uma grande variedade de materiais e um elevado número de intervenientes, e a organização da produção está baseada numa estrutura de ofícios. Tais características a diferenciam das demais indústrias,

influenciando diretamente a natureza dos critérios competitivos e das categorias de decisão utilizados para a formulação de estratégias de produção.

Além dessas características, as empresas desse setor industrial caracterizam-se por ser de pequeno porte. Isso apresenta algumas peculiaridades que vão influenciar o processo de formulação de estratégias empreendido pelas empresas. Por exemplo, existe uma forte presença do líder que administra dentro de uma estrutura familiar e toma decisões baseado na intuição. Como consequência, as empresas adquirem uma alta flexibilidade de adaptação às mudanças conjunturais, fazendo com que se modifiquem de forma incremental.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional. Esse modelo foi proposto a partir de três estudos de caso realizados em pequenas empresas construtoras e incorporadoras do Rio Grande do Sul. Os resultados desta pesquisa são apresentados na íntegra por Barros Neto (1999).

Conteúdo da estratégia de produção

O desenvolvimento de um modelo de formulação está diretamente ligado ao estudo tanto do conteúdo da estratégia quanto do processo de formulação. O primeiro está focado no QUE vai ser decidido, enquanto o segundo concerne a COMO tais decisões serão obtidas dentro das organizações. Como no decorrer do texto discutem-se fortemente as questões referentes ao processo de formulação, é importante se discutirem brevemente os aspectos relacionados com o conteúdo das estratégias de produção, pois cada tipo de indústria, principalmente a Construção Civil, tem peculiaridades que precisam ser consideradas no momento da formulação dessas estratégias.

O conteúdo da estratégia de produção pode ser dividido em dois tópicos: critérios competitivos, um conjunto consistente de prioridades que a empresa tem de valorizar para competir no mercado, e categorias de decisão, um conjunto consistente de decisões individuais que incidem sobre a função produção das empresas com o intuito de cooperar no atingimento dos critérios competitivos desejados. No presente trabalho, esses conceitos foram adaptados para a construção habitacional em função das peculiaridades deste setor. No Anexo A, apresenta-se o conteúdo da estratégia de produção do modelo de formulação desenvolvido nesta pesquisa. Cada um dos critérios competitivos e categorias de decisão está apresentado a seguir.

Critérios Competitivos

Custo: quando o atributo valorizado pelo cliente for o preço, há duas dimensões em que a função produção pode atuar. Uma é através do menor custo e a outra, da adequação das atividades construtivas às condições do fluxo de caixa do empreendimento.

Desempenho na entrega: a atuação da função produção no campo de competição e prazo pode ocorrer de duas maneiras: na valorização do reduzido prazo de entrega, quando a rapidez (velocidade) de produção é priorizada; ou na garantia da entrega, quando a conclusão do empreendimento no prazo fixado (confiabilidade de entrega) é o mais importante.

Qualidade: o critério competitivo qualidade pode ser cumprido, nesse setor industrial, com o atendimento rigoroso das especificações de materiais e memoriais descritivos. Outra maneira de se obter um produto de boa qualidade e atender às necessidades dos clientes é através do desenvolvimento de projetos bem detalhados e compatibilizados, permitindo à função produção executar, da melhor maneira possível, o que foi determinado. Porém, há detalhes nos processos construtivos que fogem tanto do escopo dos projetos quanto das especificações, por mais minuciosos que eles sejam. Desse modo, a função produção das empresas deve estar preparada para obter uma boa qualidade de execução de seus processos construtivos. Isso pode ocorrer, por exemplo, através de treinamento da mão-de-obra, da utilização de ferramentas adequadas, de desenvolvimento de procedimentos e da racionalização da produção.

Flexibilidade: a flexibilidade mais evidenciada no setor da Construção Civil é a de produto que, no segmento habitacional, pode ocorrer através da oferta de edifícios com vários tipos de apartamentos ou de um apartamento padrão com algumas possibilidades de mudança na sua distribuição interna, por exemplo.

Inovação: este critério competitivo, na construção de edificações, fica evidente através de novas concepções arquitetônicas ou de novos materiais de construção (acompanhamento das inovações oriundas da indústria de materiais de construção e os reflexos delas na escolha dos clientes) e novas formas de construir (verificação do grau de interesse dos clientes em novos processos construtivos que proporcionem novas formas arquitetônicas, novos aproveitamentos dos espaços ou *status* diferenciado).

Serviços: a prestação de serviços está sendo cada vez mais valorizada pelos clientes e funcionando como um diferenciador na hora da decisão de compra. Dian-

te disso, pode-se dividir esse critério em duas dimensões: atendimento durante a execução da obra e assistência técnica. A primeira dimensão está diretamente ligada à presteza da empresa, ou seja, à rapidez, à cortesia e à competência no atendimento ao cliente durante a execução do empreendimento. A segunda relaciona-se com a prestação de serviços, pois, após a conclusão da obra e o início de utilização dos imóveis, podem surgir problemas que requeiram reparos. Esses consertos, normalmente, ficam sob a responsabilidade da função produção, que deve agir com rapidez, presteza, cordialidade e responsabilidade.

Categories de decisão

Tecnologia de produção: nesta categoria, define-se como a empresa vai executar as várias operações existentes na construção (por exemplo, alvenaria, formas, transporte de materiais, estrutura), quais serão as tecnologias de transporte vertical e horizontal utilizadas nas obras e também como introduzir novos materiais e tecnologias.

Meios produtivos: esta categoria abrange as decisões ligadas à definição dos tipos e quantidades dos meios físicos, técnicos e gerenciais necessários para a empresa realizar a contento as suas atividades de produção, visando a atender os seus objetivos competitivos.

Suprimentos: esta categoria está relacionada com o fornecimento de serviços e materiais para o setor de produção da empresa. Busca-se definir o que será desenvolvido pela empresa e o que será fornecido por terceiros, considerando que a opção escolhida deverá proporcionar a realização de atividades mais baratas, mais rápidas e de melhor qualidade.

Força de trabalho: as decisões inerentes a esta categoria estão diretamente ligadas às decisões de como recrutar, contratar, motivar e desenvolver a força de trabalho da função produção utilizadas nos empreendimentos da empresa, considerando as necessidades de cada um dos objetivos estratégicos.

Controle da qualidade: independentemente do objetivo estratégico que a empresa almeja para cada nicho de mercado em que ela atua ou pretende atuar, uma qualidade mínima dos empreendimentos precisa ser garantida, e é o que as questões referentes a esta categoria abordam, buscando definir, entre outras coisas, critérios, procedimentos e responsáveis por esse controle.

Organização e planejamento da produção: as decisões referentes a esta categoria referem-se a como a empresa deve organizar e planejar a produção para que

a construção de seus empreendimentos seja realizada dentro dos prazos, custos, qualidade e riscos estabelecidos.

Análise dos modelos apresentados na literatura

Existem vários modelos de formulação de estratégias de produção propostos na literatura. Podem-se destacar os modelos propostos por Slack (1993), Platts e Gregory (1992), Voss (1992), Hill (1995), Fine e Hax (1985) e Garvin (1993). No entanto, todos são prescritivos, generalistas e desenvolvidos, na maioria das vezes, para grandes empresas de manufatura que se diferenciam substancialmente das empresas de construção habitacional de pequeno porte, conforme foi discutido acima.

A análise dos modelos desenvolvidos pelos referidos autores indica alguns pontos em comum. Todos possuem a mesma estrutura básica, buscando relacionar as necessidades de mercado com o desempenho da produção. Nessa perspectiva, as empresas trabalham dentro de um processo hierárquico de cima para baixo (*top-down*), buscando definir as oportunidades e ameaças do ambiente externo e compará-las com as potencialidades e fraquezas do ambiente interno (produção). Assim, são determinadas as ações a serem realizadas para que a produção dê suporte às vantagens competitivas da empresa. As principais diferenças entre os modelos estão relacionadas à ênfase dada por alguns autores às ligações produção-mercado (HILL, 1995; SLACK, 1993; VOSS, 1992) e por outros à operacionalização do processo de formulação (PLATTS; GREGORY, 1992; FINE; HAX, 1985; GARVIN, 1993).

Esse processo hierárquico caracteriza-se como pertencente à escola prescritiva, pelo qual se busca um alinhamento entre as estratégias competitiva e de produção. Porém, nota-se que alguns autores preocupam-se em ressaltar a necessidade de se evitar a dissociação entre formulação e implementação (PLATTS; GREGORY, 1992; FINE; HAX, 1995), enquanto outros enfatizam a importância da criatividade durante o processo de discussão (GARVIN, 1993; VOSS, 1992).

Apesar dessa forte presença da postura hierárquica de cima para baixo, dois modelos (FINE; HAX, 1995; PLATTS; GREGORY, 1992) ressaltam a importância de uma auditoria para analisar as decisões estruturais e infra-estruturais existentes na função produção das empresas e, com isso, verificar formas de melhor alinhar os dois tipos de estratégia (competitiva e de produção). Essas auditorias apontam para uma direção de valorização da análise interna da função produção, que, se for aprofundada,

poderá contribuir para se conhecerem algumas competências das empresas que poderão dar suporte, posteriormente, às suas estratégias de produção.

Assim, pode-se inferir que os modelos apresentados têm uma forte ênfase no alinhamento estratégico entre a estratégia competitiva da empresa e a sua estratégia de produção, porém alguns autores despertam, não de maneira explícita, para a necessidade de se conhecer mais profundamente a função produção das organizações antes de se formularem as suas estratégias de produção.

Observa-se também que não existe um modelo melhor que o outro e que cada um tem contribuições a serem observadas. O modelo de Slack (1993) fornece uma matriz importância-desempenho que facilita o entendimento dos critérios competitivos e direciona as decisões ligadas a eles. O modelo de Platts e Gregory (1992) mostra a importância da figura do facilitador, da realização dos *workshops* após reflexões individuais e dos questionários para comandar o processo de formulação, além de mostrar de forma explícita o cruzamento das dimensões competitivas com as categorias de decisão. Já o modelo de Fine e Hax (1985) mostra a ligação existente entre as categorias de decisão e as outras funções da empresa (compras, vendas, financeiro, etc.), a ligação explícita entre as unidades estratégicas de negócios e manufatura, e também a necessidade de definição de ações específicas e detalhadas de cada categoria de decisão, dando margem para a utilização da técnica de formulação de planos de ação 5W1H. O modelo de Hill (1995) desenvolve o conceito de critérios qualificadores e ganhadores de pedido e realça com bastante veemência a necessidade de as empresas observarem cuidadosamente o mercado ao qual pertencem quando estão desenvolvendo suas estratégias de produção. Garvin (1993), por sua vez, destaca a figura das Iniciativas Estratégicas da Produção (IEPs), do desdobramento dos critérios em dimensões e da busca de relações de causa e efeito entre as dimensões competitivas e ações. O modelo de Voss (1992) ressalta a importância da busca de causas motivadoras para dar início ao processo de formulação e também reforça a necessidade de haver um idealizador, um alavancador do processo que incentive os demais a formularem estratégias de produção.

Por fim, Platts (1993) apresenta algumas características para um processo de formulação obter êxito, entre as quais se pode destacar a necessidade de procedimentos bem definidos e de registros dos resultados do processo, e também a definição

clara das estratégias de entrada nas empresas, de tal forma que elas entendam os objetivos do trabalho e se motivem para realizá-lo.

Vale ressaltar que todos os modelos analisados subentendem que as empresas estão fortemente motivadas para formular as suas estratégias de produção. Além disso, somente o trabalho de Platts e Gregory explicita as formas de validação de seu modelo em algumas empresas. Por fim, esses modelos foram desenvolvidos para empresas de manufatura, sem referências ao porte delas. Porém, acredita-se que essas empresas sejam de médio a grande porte devido à tradição de se estudar a teoria de formulação de estratégias em empresas desse porte.

Contribuições teóricas para o modelo de formulação de estratégias de produção proposto

Diante do apresentado na Seção 3 deste artigo, pôde-se definir e justificar as principais contribuições para o modelo de formulação de estratégias de produção apresentado a seguir.

Primeiramente, deve-se considerar a necessidade de se realizar um bom contato inicial com as empresas, apresentando os conceitos relacionados com a estratégia de produção, bem como mostrar-lhes as contribuições de um processo de formulação de estratégias de produção. Esse procedimento, se bem-feito, tende a facilitar o trabalho dos responsáveis pelo processo.

O outro ponto importante a ser valorizado é o uso da matriz importância-desempenho, que ajuda as empresas na visualização e priorização de seus principais problemas, pois estabelece a relação dos objetivos dos clientes com o desempenho da concorrência. Além disso, essa matriz é uma ferramenta de fácil uso por parte das empresas.

Além dessa matriz, o uso de processos de auditoria interna da função produção é também importante porque propicia o conhecimento interno das organizações, possibilitando a detecção de problemas a serem discutidos e trabalhados durante a formulação, e facilitam o desenvolvimento do processo de formulação, pois é possível identificar, entre outros aspectos, quais são as pessoas mais influentes em relação à função produção e quais são as principais características dessa função. Com isso, pode-se adaptar esse processo às peculiaridades da empresa.

Outro assunto relevante para o processo está relacionado com o uso de planilhas para armazenamento das informações e organização do processo de formulação. Essas planilhas devem ser desenvolvidas para todas as etapas do processo. Juntamente com isso, deve-se buscar utilizar ferramentas simples, como, por exemplo, a técnica de estruturação de ações 5W1H, pois ela facilita a montagem dos planos de ação e é bem conhecida por empresas envolvidas em programas da qualidade.

Da mesma forma, devem ser realizados *workshops* como fórum de discussão das percepções de cada participante, com o objetivo de facilitar o processo de definição consensual dos vários itens do processo (tais como objetivos, estratégias e ações). No entanto, deve-se também incentivar o trabalho individual de cada um dos participantes antes das plenárias, com o intuito de eles conhecerem melhor o assunto a ser discutido, tornando, portanto, a discussão mais proveitosa.

Por fim, é importante que se utilize a figura do facilitador, pois ele tem um papel fundamental no desenvolvimento do processo de formulação. Deve coordenar o encadeamento de todo processo, dirimir dúvidas dos participantes, dirigir as reuniões, motivar os participantes a expressar as suas opiniões, incentivar o pensamento mais abrangente e sistêmico, questionar as respostas de cada participante, com o objetivo de enriquecer as discussões, e buscar o consenso.

Com isso, verifica-se que existem muitas contribuições a partir da revisão bibliográfica. Porém, elas foram sendo confirmadas, negadas ou complementadas durante o desenrolar dos estudos empíricos.

Método de pesquisa

A Figura 1 apresenta o delineamento da pesquisa, que foi iniciada com a revisão bibliográfica do estado da arte sobre o processo decisório estratégico e a estratégia de produção (conteúdo e processo). A partir disso, partiu-se para o desenvolvimento da primeira versão do modelo. Com essa versão elaborada, tentou-se trabalhar com as empresas na formulação de uma estratégia de produção. Para isso, foram preparadas algumas atividades de sensibilização das empresas que mostrassem a necessidade de se desenvolver estrategicamente a função produção de cada uma delas. Porém, as empresas não se motivaram suficientemente com os argumentos apresentados sobre a importância da estratégia de produção para a sua competitividade.

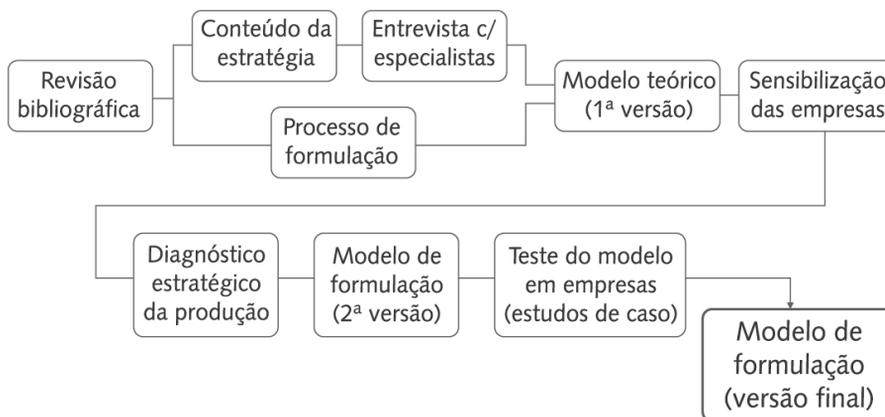


Figura 1 - Delineamento da pesquisa

Resolveu-se, então, com o intuito de motivá-las, expor os seus problemas na função produção através do desenvolvimento de um relatório aprofundado, com base em um diagnóstico estratégico. A realização desse relatório proporcionou um contato mais aprofundado do pesquisador com as empresas, e, durante a fase de levantamento de informações e elaboração do documento, percebeu-se que alguns conceitos e percepções estabelecidos precisavam ser repensados. Além disso, observou-se que a forma como se pretendia trabalhar com as empresas, ao longo do processo de formulação, precisava ser avaliada. Desse modo, percebeu-se a necessidade de elaborar uma nova versão do modelo de formulação.

Com a segunda versão elaborada, iniciou-se a fase de estudos de casos, na qual o modelo de formulação foi aplicado à realidade das empresas e, com isso, buscou-se ajustá-lo e validá-lo. Desse modo, ao final do processo de formulação, obteve-se a versão definitiva do modelo, a partir da avaliação conjunta, envolvendo tanto a equipe de pesquisa quanto os participantes do processo.

Com o objetivo de validar o processo de elaboração do modelo de formulação proposto, trabalhou-se com três pequenas empresas de construção habitacional do Rio Grande do Sul. Procurou-se analisar cada uma delas de forma abrangente, apesar de ter sido dada maior ênfase à função produção. Isso possibilitou um melhor entendimento sobre elas, aumentando também os conhecimentos da equipe de pesquisa sobre o funcionamento de cada uma delas quanto à formação de empreendimentos e incorporações e ao gerenciamento dos recursos financeiros, por exemplo. No Quadro 1, são apresentadas as principais características das empresas, porém sem referenciar seus nomes.

Critérios econômicos	Critérios técnicos	Critérios mercadológicos
<p>Diminuição da quantidade de ferragens necessárias.</p> <p>Diminuição do volume de madeira em relação às janelas de madeira padrão.</p> <p>Vantagens na instalação em canteiro.</p> <p>Preço competitivo.</p> <p>Possibilidade de produção em escala.</p>	<p>Atendimento das normas brasileiras de desempenho.</p> <p>Garantia da estanqueidade em relação ao ar e água.</p> <p>Garantir a durabilidade.</p> <p>Garantia de desempenho mecânico adequado.</p> <p>Possibilidade de apropriação do projeto por pequenas empresas.</p>	<p>A preocupação com a estanqueidade deve ser visível e se diferenciar das janelas existentes no mercado.</p> <p>Oferecer vão luz maior do que as janelas existentes no mercado e estar de acordo com exigências da legislação-diferencial.</p> <p>A durabilidade precisa ser visível no produto.</p> <p>O desenho da janela deve se diferenciar das tipologias convencionais.</p>

Quadro 1 - Caracterização das empresas participantes do diagnóstico estratégico da produção

Modelo de formulação de estratégias de produção proposto

A Figura 2 apresenta esquematicamente o modelo de formulação de estratégias de produção proposto. Cada uma das etapas está apresentada nos itens a seguir.

Reunião de apresentação

Dois dos pontos falhos do modelo proposto inicialmente foram a falta de um conhecimento inicial sobre os objetivos finais do trabalho de formulação e uma conseqüente falta de motivação, por parte das empresas, para se envolver no processo de formulação.

Diante disso, antes da realização de qualquer atividade referente ao processo de formulação, é preciso fazer uma reunião de apresentação do modelo, na qual se mostra o processo de formulação, detalhando cada uma de suas partes, os critérios competitivos e categorias de decisão utilizadas, e também apresentam-se as potenci-

ais contribuições que esse processo de formulação pode trazer, utilizando, para isso, exemplos de decisões estratégicas bem ou mal-sucedidas. É recomendável também a realização de atividades lúdicas, tais como jogos ou exercícios de simulação, pois elas facilitam o entendimento dos conceitos.

Diagnóstico estratégico da produção

O processo inicia-se com o desenvolvimento do diagnóstico estratégico da função produção, que tem como objetivo analisá-la em comparação com o contexto estratégico no qual a empresa está inserida. Para isso, foi elaborado um roteiro e um conjunto de planilhas (BARROS NETO, 1999).

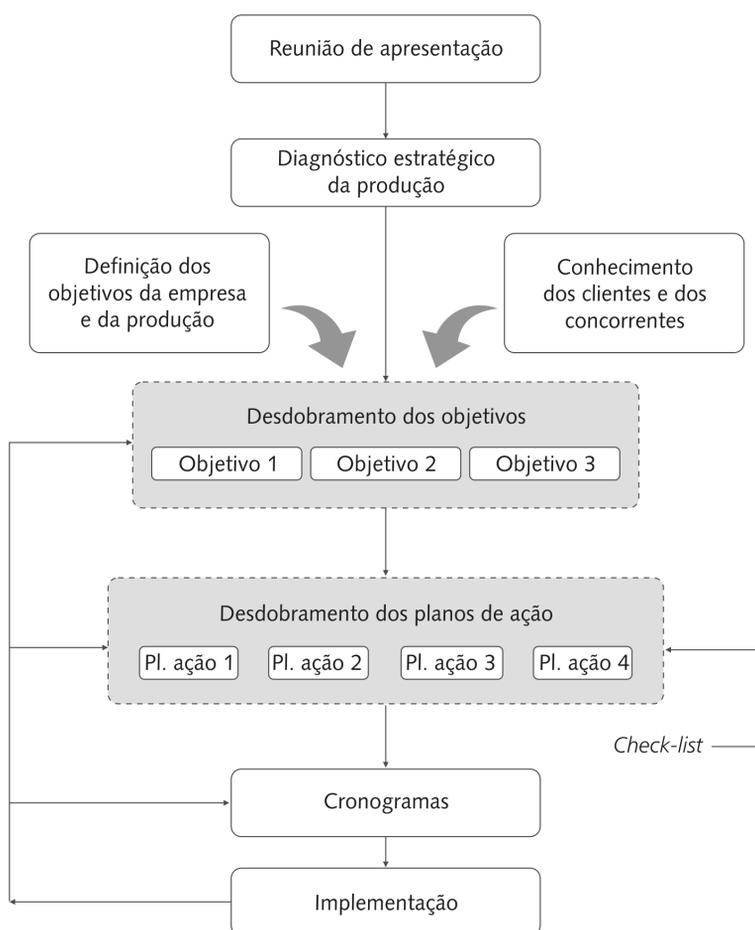


Figura 2 — Processo de formulação do modelo final

Aplicam-se também os questionamentos a respeito da importância dada pelos clientes aos critérios competitivos e do desempenho da empresa nestes critérios, em relação à concorrência. Depois, faz-se o cruzamento desses dois questionários e obtém-se a matriz importância-desempenho, desenvolvida por Slack (1993). Essa matriz deve ser elaborada para cada nicho de mercado em que a empresa trabalhe.

A partir a montagem dessa matriz, analisa-se o desempenho da função produção em relação aos critérios competitivos em pior situação dentro da matriz (localizados na zona não-apropriada ou na zona de melhoramento) e identificam-se os pontos fortes e fracos desse desempenho.

De posse do relatório final do diagnóstico, faz-se uma reunião com a cúpula da empresa para apresentação do desempenho da função produção em relação aos critérios competitivos escolhidos. Aproveita-se, então, para se discutirem os problemas da referida função anotados no relatório, selecionando os principais. Dependendo da profundidade da discussão, pode haver necessidade de mais de uma reunião.

Definição dos objetivos da empresa e da produção

As empresas, mesmo não explicitando as suas estratégias, têm objetivos a serem perseguidos. Desse modo, antes de se iniciar o processo de definição de estratégias de produção, é importante analisar esses objetivos, pois através deles podem ser identificadas perspectivas e intenções da empresa e, com isso, analisar a sua influência sobre a função produção. Além disso, existem os objetivos que a empresa imagina para a sua função e que devem estar contemplados nesta etapa.

322

Ao final desta etapa, devem ser registrados os principais objetivos da empresa relacionados com a função produção. Nesta etapa, o facilitador deve estar consciente de que, no momento de definição dos objetivos mais importantes, pode haver disputa de poder entre grupos e pessoas da empresa. Essa é uma atividade salutar, porque propicia a discussão e questionamentos entre os membros, fornecendo também mais informações para o facilitador sobre a organização. Porém, a disputa deve ser bem gerenciada, para não gerar constrangimentos, e o facilitador deve estar preocupado com a busca de uma solução negociada ao final do processo.

Conhecimento dos clientes e concorrentes

Juntamente com a definição dos objetivos da empresa apresentados na seção anterior, é interessante ressaltar a necessidade de se conhecerem melhor as características dos clientes e concorrentes de cada nicho de mercado para que a empresa possa se posicionar estrategicamente. Algumas informações sobre esses dois intervenientes foram obtidas a partir do preenchimento da matriz importância-desempenho utilizada no diagnóstico. Entretanto, os dados dessa matriz são muito agregados e foram obtidos sem uma discussão entre os participantes.

Por essa razão, elaborou-se um outro conjunto de planilhas para a coleta desses dados, a partir da realização de discussões. Com relação aos clientes, devem-se definir as características gerais de cada grupo e os seus principais desejos, bem como o conseqüente desdobramento (ou tradução) destes para a função produção da empresa.

No caso da análise da concorrência, as planilhas ajudam a organizar a discussão a respeito dos concorrentes, tanto diretos quanto potenciais. Também provocam questionamentos a respeito do desempenho desses dois tipos em relação à empresa.

Ao final das discussões e preenchimento das planilhas, deve-se juntar estes resultados às informações obtidas sobre os principais problemas relacionados pelo diagnóstico e sobre os objetivos da empresa e sua função produção. Com isso, deve-se fazer uma discussão entre os participantes para selecionar os principais objetivos a serem analisados durante a formulação de estratégias. Nesta fase, pode-se usar uma técnica de escolha de prioridades, caso não haja consenso entre os participantes.

Conforme indica a Figura 2, na confluência das três setas, neste ponto devem também ser definidos os critérios competitivos a serem valorizados no processo. Isso é necessário porque vários deles podem ter surgido a partir do diagnóstico, da escolha dos objetivos empresariais e do posicionamento estratégico, fazendo com que haja um conjunto de critérios relacionados com essas informações. Com isso, é preciso selecionar os principais critérios, que, por sua vez, devem estar alinhados com os objetivos escolhidos para a formulação. Os critérios selecionados devem ser relembrados constantemente para que os participantes os tenham sempre em mente.

Desdobramentos dos objetivos

Após a seleção dos objetivos, é necessário que se analise por que eles ainda não foram implementados pela empresa. Para isso, pode-se utilizar o **fluxograma explicativo** (Anexo B), não se esquecendo de atrelar as conseqüências da obtenção desses objetivos aos critérios competitivos selecionados.

Nesta fase, os participantes, se acharem necessário, podem priorizar os objetivos a serem desdobrados em causas e conseqüências, trabalhando primeiramente aqueles que forem considerados prioritários. Depois que eles tenham sido transformados em planos de ação e estiverem em andamento, retorna-se aos outros objetivos para realizar também os seus desdobramentos. Isso se repete até que todos os objetivos selecionados tenham sido desdobrados.

Desenvolvimento dos planos de ação

Na continuação do processo, detalham-se os planos de ação que devem ser empreendidos para que os objetivos sejam alcançados. Para facilitar a realização desta etapa, utiliza-se uma planilha, na qual se deve detalhar, entre outras informações, as ações a serem feitas, o período de realização e os responsáveis pela implementação.

Inicialmente, não se deve fazer um detalhamento muito grande desses planos de ação, sob pena de eles não serem atendidos de acordo com o previsto. Esse excesso de preciosismo pode fazer com que os participantes se preocupem mais em detalhar o plano e acompanhá-lo rigorosamente que em implementá-lo de acordo com as circunstâncias e características das empresas.

Após a elaboração dos planos de ação, deve-se submetê-los a um *check-list*, no qual se verificará se os participantes não se esqueceram de abordar algum assunto ou questão importante para a sua implantação. Caso haja algum esquecimento, volta-se ao início desta etapa e prepara-se um novo plano de ação que contemple essa lacuna. Esse *check-list* tem como referência os questionamentos inerentes a cada categoria de decisão – um exemplo está apresentado no Anexo C.

Esta também é uma fase de priorização. Primeiramente, caso os objetivos não tenham sido priorizados na etapa anterior do processo, deve-se fazê-la neste momento, escolhendo-se os principais a serem implementados, juntamente com a seqüência

de implementação. Caso já tenha havido a priorização, pode-se, então, definir os planos que serão realizados primeiro e, conseqüentemente, os que virão depois.

Cronogramas de implementação

Para finalizar o processo de formulação, é importante que sejam definidas metas para os planos de ação em termos de duração em cronogramas. Assim, pode-se verificar o desenvolvimento das ações ao longo do tempo e, desse modo, monitorar mais facilmente a implementação.

Análise dos estudos de casos

O Quadro 2 apresenta uma descrição geral dos três estudos de caso desenvolvidos. Inicialmente, descrevem-se os participantes, o local de realização das reuniões, a quantidade de reuniões realizadas e o número de horas utilizadas no desenvolvimento do processo de formulação. Em seguida, apresentam-se os responsáveis pelo processo na empresa, os quais tiveram as atribuições de marcar ou desmarcar as reuniões, de armazenar as planilhas e informações, de acompanhar o desenrolar do processo e de servir de referência para tirar as dúvidas dos outros componentes do grupo. Também, tem-se a definição de como os objetivos foram selecionados (se a partir do diagnóstico ou das discussões sobre objetivos da empresa e seus reflexos na função produção), juntamente com a apresentação do momento (no processo de formulação) no qual se realizaram as priorizações de objetivos. Por fim, faz-se a análise da utilização das planilhas aplicadas ao processo e do grau de detalhamento dos planos.

Cada uma das empresas apresentou peculiaridades durante o processo de formulação que merecem ser comparadas. Observa-se que o processo foi desenvolvido por, no máximo, quatro pessoas e que nele estavam envolvidos os diretores e donos das empresas. Esse é um reflexo do tamanho das empresas e mostra um ambiente não-burocratizado, pois os donos ou diretores estão, muitas vezes, envolvidos tanto com as questões administrativas da empresa quanto com as atividades operacionais. Dessa forma, as decisões tomadas durante o processo de formulação podem ser rapidamente implementadas no setor produtivo.

		EMPRESAS					
		A		C		B	
Participantes		Dois engenheiros e os dois diretores, porém, durante o processo, estes dois afastaram-se e uma arquiteta juntou-se ao grupo		Dois engenheiros (um de escritório e outro de obras) e os dois sócios e diretores, mas um deles participou apenas eventualmente		O dono da empresa e os dois diretores (administrativo e técnico)	
Local de realização das reuniões		Sede da empresa e NORIE/UFRGS (eventualmente)		Sede da empresa (duas reuniões) e plantão de vendas (restante das reuniões)		Sede da empresa	
Quantidade de reuniões		13	2 de 1h	7	1 de 6h	8	1 de 1h
			10 de 1h30		5 de 2h		3 de 2h
			1 de 2h		1 de 1h30		4 de 3h
Horas de trabalho		19		17h30		19	
Responsável na empresa		Inicialmente um dos engenheiros e depois a arquiteta		Engenheiro do escritório		Dono da empresa	
Definição dos objetivos a serem estruturados		Valorização maior dos problemas relacionados no diagnóstico estratégico		Junção dos problemas do diagnóstico estratégico com os objetivos da função produção da empresa		Valorização dos objetivos da função produção	
Período da priorização		Após a definição dos objetivos		Após a elaboração dos planos		Após a definição dos objetivos	
Planilhas	Cientes e concorrentes	Utilizados individual e coletivamente		Utilizados coletivamente		Utilizados coletivamente	
	Fluxograma	Utilizado individual e coletivamente		Utilizado coletivamente		Utilizado coletivamente	
	Checklist	Utilizado, porém sem muito interesse		Utilizado e valorizado		Utilizado e valorizado	
Grau de detalhamento dos planos		Alto (cada ação associada a um verbo)		Baixo (sem entrar muito em detalhes)		Baixo (sem entrar muito em detalhes)	

Quadro 2 — Resumo das informações dos estudos de caso

Outra constatação está relacionada com o local de realização das reuniões de formulação, pois, quando elas se realizam na própria sede da empresa, tendem a ser interrompidas sistematicamente. Desse modo, deve-se procurar realizá-las em um local onde os participantes possam se dedicar plenamente ao trabalho de formulação. Quando isso não for possível, deve-se solicitar que o trabalho seja realizado em um local da empresa onde as pessoas possam ser importunadas somente em casos de urgência. Com relação à quantidade de reuniões e ao número de horas despendidas, nota-se que a realização de sete ou oito reuniões é suficiente para o desenvolvimento do processo de formulação e que, quanto maior a concentração em um pequeno número de reuniões relativamente longas, melhor o aproveitamento do tempo. Ou seja, se as reuniões puderem ser concentradas e ter uma duração de seis horas, por exemplo, o rendimento será melhor. A utilização de um turno para o desenvolvimento da formulação também se mostrou apropriado.

O quinto aspecto está relacionado com a figura do representante, que foi selecionado em virtude de seu interesse pelo processo de formulação no decorrer do processo. No início dos trabalhos, a seleção desse representante foi realizada a partir de alguns critérios, tais como relacionamento pessoal, função exercida na empresa, indicação de terceiros, etc. Esses representantes normalmente eram pessoas mais ligadas às atividades de escritório, tipicamente no setor de planejamento ou projetos e tinham um perfil de profissional organizado e metódico.

No que diz respeito à definição dos objetivos específicos (desdobramento do objetivo geral que está relacionado com os critérios competitivos selecionados) para a função produção, não se observou a predominância dos objetivos da empresa discutidos no início do processo sobre os problemas apontados no diagnóstico ou vice-versa, pois cada empresa fez sua opção em função de uma dessas vertentes. Porém, observa-se que o mais interessante é a mistura das duas vertentes, pois os problemas estratégicos surgiram a partir da observação de um elemento externo à empresa, enquanto os objetivos são desejos dos membros da organização. Desse modo, deve-se incentivar o confronto dessas duas abordagens para se obter uma síntese dos objetivos estratégicos da função produção. Com relação ao período de priorização dentro do processo, verifica-se que duas empresas realizaram esta atividade durante a escolha dos objetivos específicos, enquanto a outra a fez somente após a elaboração dos planos de ação. Essa diferenciação ocorreu porque a equipe de pesquisadores deu a liberdade aos participantes de escolherem entre alguns objetivos, entre alguns planos, pois nos momentos da escolha era questionado se haveria priorização

ou se todos seriam desenvolvidos. Observa-se, contudo, que cada uma dessas opções tem suas vantagens, porque a primeira possibilita que se desenvolvam mais rapidamente os planos de ação, de forma a propiciar um retorno mais rápido do processo, embora seja necessário retornar posteriormente para o desenvolvimento dos outros objetivos. Por outro lado, a segunda opção faz com que se demande mais tempo na elaboração de todos os planos, mas, ao final desse processo, o conjunto deles estará definido, faltando apenas decidir quais serão os primeiros a serem implementados. Assim, sugere-se que haja liberdade de escolha durante o processo, pois somente de acordo com as circunstâncias e as características da empresa é que se poderá escolher a forma mais adequada de se priorizar.

Em relação às planilhas, observou-se que elas foram bem aceitas pelos participantes. Porém, a tentativa de trabalhar, primeiro, individualmente e, depois, em reuniões de discussões não foi uma atividade bem-sucedida, pois quase nenhum dos participantes (em todas as empresas) fazia a atividade antes das reuniões, deixando para realizá-las somente neste momento. Sendo assim, mais uma vez deve-se dar a liberdade ao facilitador de escolher a melhor maneira de trabalhar com as planilhas. Entretanto, deve-se insistir no seu preenchimento individual seguido de reuniões de discussões. Na empresa A, as discussões foram mais proveitosas quando se conseguiu que os participantes pensassem antes no assunto que seria discutido nas reuniões.

Por fim, percebe-se que duas empresas trabalharam com detalhamentos de planos mais agregados, enquanto uma os desenvolveu mais minuciosamente. A primeira opção pareceu ser a mais viável, pois define as grandes ações a serem empreendidas, ficando o detalhe delas para ser feito durante a fase de execução. Além disso, esse detalhamento minucioso demanda muito tempo e não traz muitas contribuições estratégicas. Por outro lado, o não-detalhamento vai ao encontro do que foi abordado como crítica ao formalismo exagerado do planejamento estratégico.

328

Em relação ao papel do facilitador, observou-se que os participantes não trabalhavam no desenvolvimento das tarefas se não fossem cobrados por esse elemento externo às organizações. Essa necessidade de cobrança foi reforçada várias vezes e por mais de um participante. Eles justificavam que essa postura do facilitador forçaria os participantes a mudar de atitude e a se incorporar à nova cultura. No entanto, até o final do trabalho, não se observaram muitos avanços nessa mudança cultural.

O uso do *check-list* foi bem aceito pelos participantes, que, durante a sua aplicação, referenciaram a sua profundidade e abrangência. A partir do *check-list*, obser-

vou-se que as ações, inicialmente, não foram escolhidas de acordo com as categorias de decisão (como previsto na literatura). Mas isso foi intencional para que os participantes não ficassem presos a idéias formadas e também serviu para a equipe de pesquisadores avaliar os questionamentos existentes, bem como verificar a necessidade de novos.

A utilização do fluxograma explicativo também foi positiva por facilitar a identificação das causas que dificultavam o desenvolvimento dos objetivos, organizando, por sua vez, o processo de elaboração dos planos de ação.

Teve-se oportunidade, nos estudos de caso, de acompanhar o início da implantação das estratégias nas empresas. Em virtude da defasagem do trabalho nas empresas, a mais adiantada era a empresa A, que, por conseguinte, servirá de base para esta discussão. Percebeu-se, nesta fase, que as empresas, após o processo de formulação, continuam precisando de cobrança para que ações sejam implementadas. Isso é evidenciado porque, na maioria das vezes, os participantes somente executam as tarefas quando há reunião marcada, o que indica que é recomendável um facilitador para acompanhar o desenvolvimento do processo de formulação, após a sua elaboração.

Na empresa A, observou-se o desenvolvimento dos dois planos de ação previstos inicialmente na fase de formulação. Alguns procedimentos de execução foram desenvolvidos, discutidos com os mestres de obras (houve uma reunião de discussão entre os mestres, os engenheiros e o diretor executivo) e introduzidos nos canteiros juntamente com alguns equipamentos e ferramentas para dar suporte às novas formas de execução. Até a conclusão deste trabalho, esses procedimentos estavam sendo utilizados normalmente.

As outras ações implementadas diziam respeito ao desenvolvimento de planilhas para acompanhamento de consumos de materiais, que também foram desenvolvidas, aprimoradas nas obras e que, atualmente, vêm sendo utilizadas. Porém, observou-se que o plano de ação relativamente detalhado, juntamente com o seu cronograma, não foi seguido. No início do processo de implementação, observavam-se sempre o plano de ações e os cronogramas para verificar as atividades a serem realizadas. Porém, no decorrer do processo, a observação desse plano foi sendo esquecida, e os participantes começaram a implementar as ações de acordo com as circunstâncias. Ressalta-se, no entanto, que ao final do processo o objetivo esperado tinha sido implementado. Com isso, corrobora-se a idéia de que um nível grande de detalhes não contribui muito para a melhoria do processo.

Considerações finais

De acordo com o lado esquerdo da Figura 1, observa-se que existe a previsão de revisões periódicas de objetivos, planos de ação e cronogramas a partir dos resultados da implementação. Isso é necessário porque o processo de formulação deve ir se ajustando às circunstâncias e problemas com que a empresa vai deparando no decorrer da implementação.

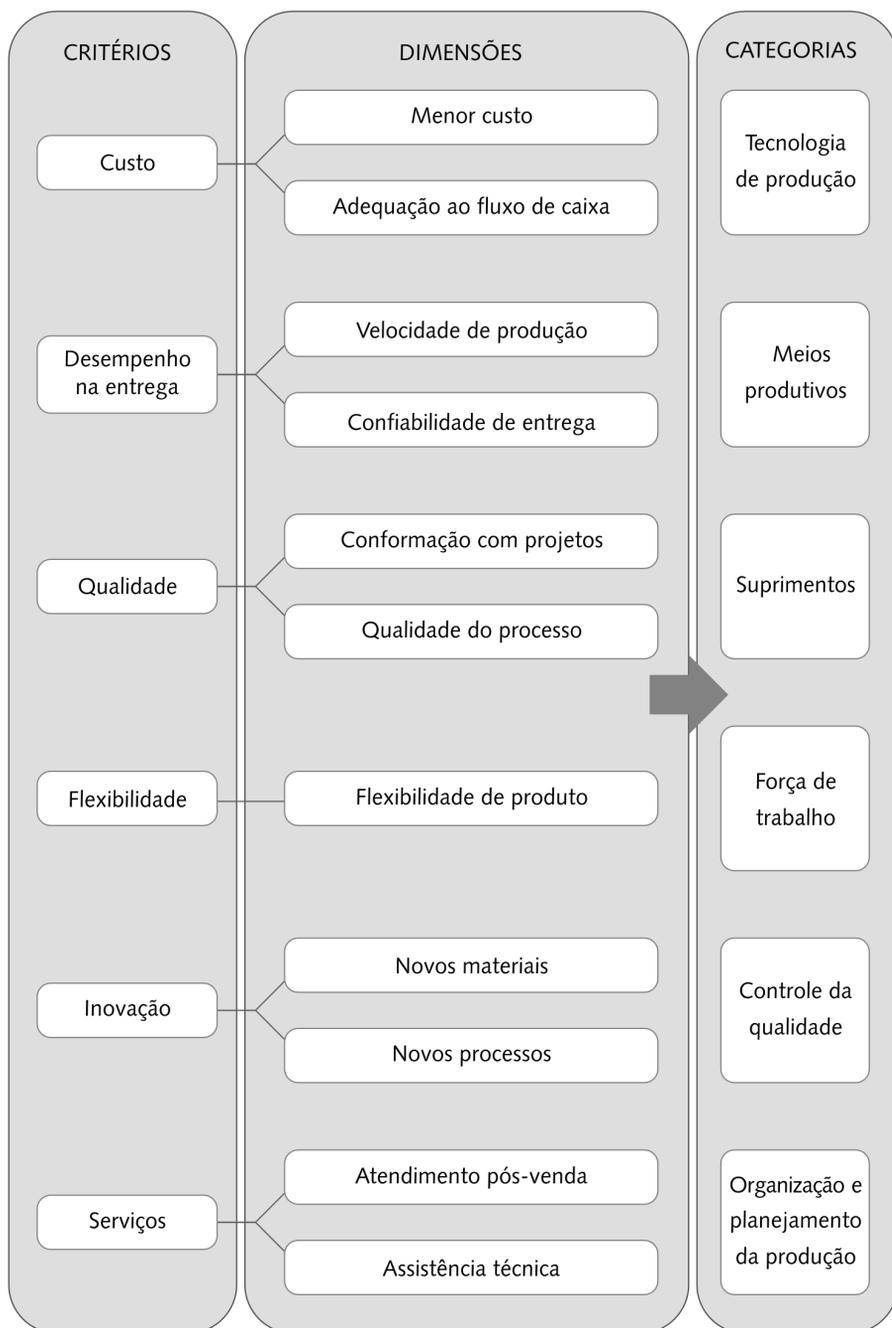
Com relação ao tempo para a formulação, observa-se no Quadro 1 que o uso de 20 horas é razoável para se desenvolverem, pelo menos, os planos de ação iniciais. Além disso, a produtividade das reuniões aumenta quando são realizadas ininterruptamente durante, no mínimo, três horas e em um local fora da sede da empresa. Deve-se salientar, porém, que a realização do diagnóstico estratégico não está incluído nessa quantidade de horas.

Outro ponto importante a ser abordado refere-se ao cuidado de sempre posicionar os participantes com relação à etapa em que eles se encontram dentro do processo. Desse modo, propicia-se um melhor entendimento do encadeamento das etapas e facilita-se a visão da melhoria que se quer atingir ao final da formulação. Ainda com relação às reuniões, os participantes devem estar cientes de que não há uma quantidade certa de reuniões nem para o processo, nem para cada uma de suas etapas. Isso ocorre porque a formulação de estratégias é baseada em discussões, e quanto mais ela for incentivada, melhor. Deve-se ter o cuidado de evitar desvios do assunto em discussão, fato muito comum nesse tipo de trabalho.

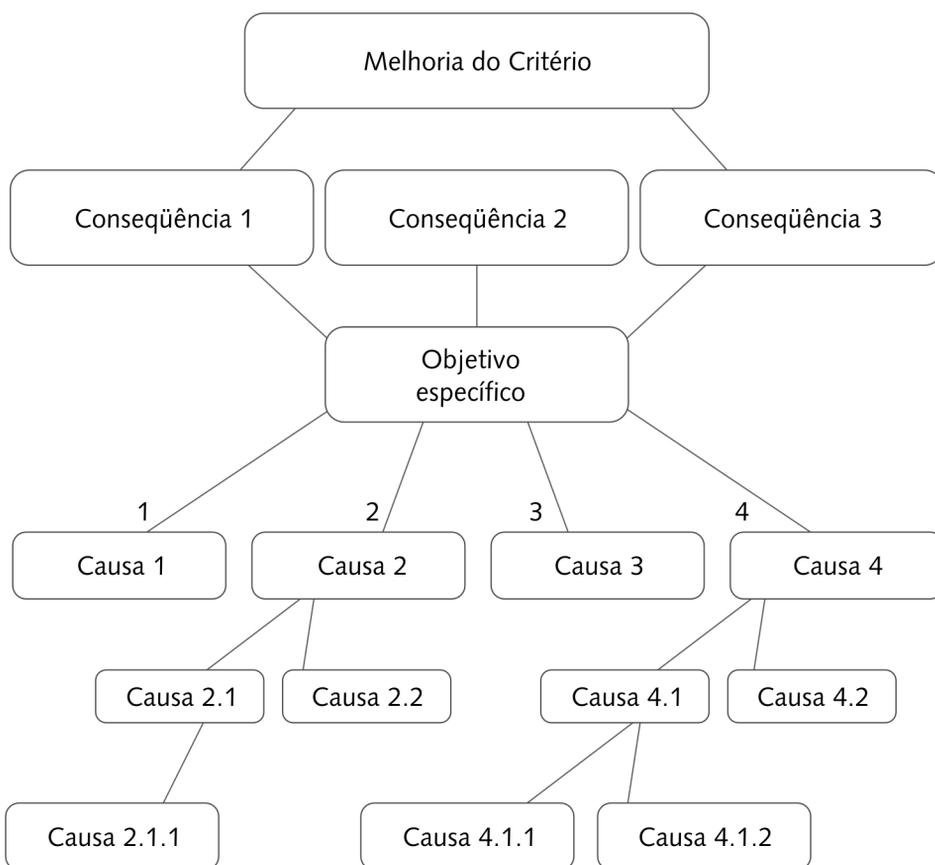
Outro cuidado que se deve ter nesse tipo de trabalho está relacionado com a necessidade de adaptação do processo às características das empresas. Ou seja, o processo esboçado na Figura 1 serve de roteiro para a formulação de estratégias. As formas de executá-lo têm de ser flexíveis e ajustadas às peculiaridades de cada empresa.

Defende-se, também, que o trabalho de formulação seja realizado pelo maior número possível de funções dentro da organização, principalmente na etapa de detalhamento de planos de ação, pois é necessário, muitas vezes, apoio de outros setores da empresa.

ANEXO A — Conteúdo da estratégia de produção na versão final do modelo de formulação



ANEXO B – Fluxograma explicativo para definição das causas e conseqüências do não-atingimento dos objetivos



ANEXO C – Exemplo de um *check-list* para avaliação das ações definidas durante o processo de formulação

CATEGORIAS DE DECISÃO	PRINCIPAIS TÓPICOS A SEREM AVALIADOS	Sim	Não	N.S.A
Tecnologia de Produção				
	Avaliar e modificar o processo construtivo?			
	Padronização dos processos construtivos?			
	Racionalização dos processos?			
	Avaliar e modificar os processos e a tecnologia de transportes existentes?			
	Introdução de novos materiais?			
	Introdução de inovações tecnológicas?			

Referências bibliográficas

ADAM, E. E.; SWAMIDASS, P. M. Assessing operations management from a strategic perspective. **Journal of Management**, p. 181-203, 1989.

BARROS NETO, J. P. **Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional**. 1999. 346 f. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 1999.

BOLWIJN, P. T.; KUMP, T. Manufacturing in the 1990s: productivity, flexibility and innovation. **Long Range Planning**, v. 23, p. 44-57, 1991.

CROWE, T. J.; NUÑO, J. P. Deciding manufacturing priorities: flexibility, cost, quality and service. **Long Range Planning**, v. 24, p. 88-95, 1991.

FINE, Charles H.; HAX, Arnolndo C. Manufacturing Strategy: A Methodology and an Illustration. **Interfaces** 15, p. 28-46, Nov./Dec. 1985.

GARVIN, D. A. Manufacturing Strategic Planning. **California Management Review**, p. 85-106, 1993.

HAYES, R.; WHEELWRIGHT, S. **Restoring our competitive edge: competing through manufacturing**. London: John Wiley & Sons, 1984.

HILL, T. **Manufacturing Strategy: text and cases**. London: MacMillan Business, 1995.

McCUTCHEON, D. M.; MEREDITH, J. R. Conducting case study research in operations management. **Elsevier Science Publishers B. V.**, 1993.

PLATTS, K. W.; GREGORY, M. J. A. Manufacturing Audit Approach to Strategy Formulation In: VOSS, C. **Manufacturing strategy: process and contents**. [S.l.]: Chapman & Hall, 1992, cap. 3.

PLATTS, K. W. A process approach to researching manufacturing strategy. **International Journal of Operation e Production Management**, v. 13, n. 8, p. 4-17, 1993.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**: atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo: Atlas, 1993.

SWINK, K.; WAY, M. H. Manufacturing strategy: propositions, current research, renewed directions. **International Journal of operations e production management**, v. 15, n. 7, p. 4-26, 1995.

VOSS, C. A. Manufacturing strategy formulation as a process. In: VOSS, C. **Manufacturing strategy: process and contents**. [S.l.]: Chapman & Hall, 1992. cap. 6.

11.4

Proposta de método para o planejamento de canteiros de obra

Tarcisio Abreu Saurin e Carlos Torres Formoso

Resumo

Este trabalho consistiu no desenvolvimento de um método para o planejamento de canteiros de obra, tratando esta atividade como um processo gerencial que envolve estudos durante a etapa de projeto e durante toda a etapa de produção da edificação. O método foi concebido a partir de um conjunto de levantamentos e estudos de caso realizados em canteiros de obra situados em sete diferentes cidades do Rio Grande do Sul. De acordo com o método proposto, o processo de planejamento envolve quatro etapas: diagnóstico, padronização, planejamento e manutenção dos canteiros. As etapas e suas interfaces são detalhadas ao longo do artigo.

Este estudo correspondeu a um dos subprojetos do projeto Gestão da Qualidade na Construção Civil: Estratégias e Melhorias de Processo em Empresas de Pequeno Porte.

Introdução

A indústria da Construção Civil, em especial o subsetor Edificações, é freqüentemente citada como exemplo de setor atrasado, com baixos índices de produtividade e elevados índices de desperdícios de recursos, apresentando, em geral, desempenho inferior à indústria de transformação. Um dos principais reflexos dessa situação são os altos índices de perdas de materiais, conforme constatado em estudos como os realizados por Soibelman (1993) e Pinto (1989).

A mão-de-obra da construção é com freqüência citada como a responsável por esse quadro de ineficiências, sendo comum rotular os operários de displicentes ou incapazes. Entretanto, os operários, muitas vezes, não recebem as instruções de trabalho necessárias e não dispõem dos instrumentos e materiais adequados, ou mesmo de um local em boas condições para executar suas atividades (HANDA, 1988). Assim, é uma atitude simplista culpar a mão-de-obra pelo baixo desempenho da construção, uma vez que existem diversos estudos que apontam a ausência ou insuficiência de planejamento como uma das principais causas dessa situação (LAUFER; TUCKER, 1987; SOIBELMAN, 1993).

O planejamento do canteiro tem sido um dos aspectos mais negligenciados no gerenciamento da construção, sendo as decisões tomadas à medida que os problemas surgem, no decorrer da execução (HANDA, 1988). Em consequência, os canteiros de obra muitas vezes deixam a desejar em termos de organização e segurança, fazendo com que, longe de criar uma imagem positiva das empresas no mercado, acabem por recomendar distância aos clientes.

Apesar de as vantagens operacionais e econômicas de um eficiente planejamento de canteiro serem mais óbvias em empreendimentos de maior porte e complexidade (RAD, 1983), é amplamente reconhecido que um estudo criterioso do *layout* e da logística do canteiro deve estar entre as primeiras ações para que sejam bem aproveitados todos os recursos materiais e humanos empregados na obra, qualquer que seja seu porte (SKOYLES; SKOYLES, 1987; TOMMELEIN, 1992; MATHEUS, 1993; SOILBELMAN, 1993; SANTOS, 1995).

Embora se reconheça que o planejamento do canteiro desempenha um papel fundamental na eficiência das operações, cumprimento de prazos, custos e qualidade da construção, os gerentes geralmente aprendem a realizar tal atividade somente

através da tentativa e erro, ao longo de muitos anos de trabalho (TOMMELEIN, 1992). Rad (1983) também identificou a inexistência de métodos definidos para o planejamento do canteiro, observando, em pesquisas com a gerentes de obra, que os planos em geral são elaborados com base na experiência, no senso comum e na adaptação de projetos passados para as situações atuais.

Considerando a necessidade de que o planejamento de canteiro siga procedimentos estruturados, este trabalho apresenta um método para o planejamento de canteiros de obra. O método é resultante da realização de levantamentos e estudos de caso em quarenta canteiros de obra de sete diferentes cidades do Rio Grande do Sul. Os estudos envolveram o diagnóstico, o planejamento e a padronização de canteiros de obra. Parte dos levantamentos e estudos é discutida mais detalhadamente na dissertação de mestrado de Saurin (1997).

Principais conceitos

Definição de planejamento de canteiro

O planejamento de um canteiro de obra pode ser definido como o planejamento do *layout* e da logística das suas instalações provisórias, instalações de segurança e sistema de movimentação e armazenamento de materiais. O planejamento do *layout* envolve a definição do arranjo físico de trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem (FRANKENFELD, 1990). De outra parte, o planejamento logístico estabelece as condições de infra-estrutura para o desenvolvimento do processo produtivo, estabelecendo, por exemplo, as condições de armazenamento e transporte de cada material, a tipologia das instalações provisórias, o mobiliário dos escritórios ou as instalações de segurança de uma serra circular. De acordo com a definição adotada, considera-se que o planejamento de assuntos de segurança no trabalho não relacionados às proteções físicas, tais como o treinamento da mão-de-obra ou as análises de riscos, não fazem parte da atividade de planejamento de canteiro. Tal delimitação deve-se à complexidade e às particularidades do planejamento da segurança.

Objetivos do planejamento de canteiro

O processo de planejamento do canteiro visa a obter a melhor utilização do espaço físico disponível, de forma a possibilitar que homens e máquinas trabalhem

com segurança e eficiência, principalmente através da minimização das movimentações de materiais, componentes e mão-de-obra. Tommelein (1992) dividiu os múltiplos objetivos que um bom planejamento de canteiro deve atingir em duas categorias principais:

(a) objetivos de alto nível: promover operações eficientes e seguras e manter alta a motivação dos empregados. No que diz respeito à manutenção da motivação dos operários, destaca-se a necessidade de fornecer boas condições ambientais de trabalho, tanto em termos de conforto como de segurança do trabalho. Ainda, entre os objetivos de alto nível, pode ser acrescentado à definição de Tommelein o cuidado com o aspecto visual do canteiro, que inclui a limpeza e impacto positivo perante funcionários e clientes. Não seria exagero afirmar que um cliente, na dúvida entre dois apartamentos (de obras distintas) que o satisfaçam plenamente, decida comprar aquele do canteiro mais organizado, uma vez que isso pode induzir uma maior confiança em relação à qualidade da obra;

(b) objetivos de baixo nível: minimizar distâncias de transporte, minimizar tempos de movimentação de pessoal e materiais, minimizar manuseios de materiais e evitar obstruções ao movimento de materiais e equipamentos.

Tipos de canteiros

De acordo com Illingworth (1993) os canteiros de obra podem ser enquadrados em um dos três seguintes tipos: restritos, amplos e longos, e estreitos. No Quadro 1 é caracterizado cada um desses tipos.

O primeiro tipo de canteiro (restrito) é o mais freqüente nas áreas urbanas das cidades, especialmente nas áreas centrais. Devido ao elevado custo dos terrenos nessas áreas, as edificações tendem a ocupar uma alta percentagem do terreno em busca de maximizar sua rentabilidade. Em decorrência disso, Illingworth (1993) afirma que os canteiros restritos são os que exigem mais cuidados no planejamento.

Illingworth (1993) também destaca duas regras fundamentais que sempre devem ser seguidas no planejamento de canteiros restritos:

- (a) sempre atacar primeiro a fronteira mais difícil; e
- (b) criar espaços utilizáveis no nível do térreo tão cedo quanto possível.

A primeira regra recomenda que a obra se inicie a partir da divisa mais problemática do canteiro. O principal objetivo é evitar a realização de serviços em tal divisa nas fases posteriores da execução, quando a construção de outras partes da edificação dificulta o acesso a esse local. Os motivos que podem determinar a criticalidade de uma divisa são vários, tais como a existência de um muro de arrimo, vegetação de grande porte ou um desnível acentuado.

A segunda regra aplica-se especialmente a obras nas quais o subsolo ocupa quase a totalidade do terreno, dificultando, na fase inicial da construção, a existência de um *layout* permanente. Exige-se, assim, a conclusão, tão cedo quanto possível, de espaços utilizáveis no nível do térreo, os quais possam ser aproveitados para locação de instalações provisórias e de armazenamento, com a finalidade de facilitar o acesso de veículos e pessoas, além de propiciar um caráter de longo prazo de existência para as referidas instalações.

Tipo	Descrição
1. Restritos	A construção ocupa o terreno completo ou uma alta percentagem desse. Acessos restritos.
Exemplos	Construções em áreas centrais da cidade, ampliações e reformas.
2. Amplos	A construção ocupa apenas uma parcela relativamente pequena do terreno. Há disponibilidade de acessos para veículos e de espaço para as áreas de armazenamento e acomodação de pessoal.
Exemplos	Construção de plantas industriais, conjuntos habitacionais horizontais e outras grandes obras como barragens ou usinas hidroelétricas.
3. Longos e estreitos	São restritos em apenas uma das dimensões, com possibilidade de acesso em poucos pontos do canteiro.
Exemplos	Trabalhos em estradas de ferro e rodagem, redes de gás e petróleo e alguns casos de obras de edificações em zonas urbanas.

Quadro 1 – Tipos de canteiro. Adaptado de Illingworth (1993)

O processo de planejamento do canteiro

O planejamento do canteiro deve ser tratado como um processo gerencial como qualquer outro, incluindo ciclos de coleta de informações, tomada de decisões, avaliação das ações implementadas e retroalimentação do processo. É sob essa ótica que foi elaborado o método apresentado neste trabalho, o qual considera a existência de quatro etapas para o planejamento de canteiros:

- (a) diagnóstico de canteiros de obra existentes;
- (b) padronização das instalações e dos procedimentos de planejamento;
- (c) planejamento do canteiro de obra propriamente dito; e
- (d) manutenção da organização dos canteiros, baseando-se na aplicação dos princípios dos programas 5S.

Diagnóstico

Ferramentas utilizadas

O diagnóstico dos canteiros de obra existentes deve ser a primeira atividade executada em um programa de melhorias na área, uma vez que são gerados subsídios para a realização das etapas de padronização e planejamento. O método de diagnóstico proposto consiste na aplicação conjunta de três ferramentas: uma lista de verificação (*checklist*), elaboração de croqui do *layout* e registro fotográfico.

Lista de verificação

A lista de verificação é a mais abrangente das ferramentas e permite uma ampla análise qualitativa do canteiro, no âmbito da logística e do *layout*, segundo os seus três principais enfoques: instalações provisórias, segurança no trabalho e movimentação e armazenamento de materiais (MAM).

Cada um desses três grupos envolve diversos elementos do canteiro. Um elemento do canteiro é definido como qualquer aspecto da logística, no âmbito dos três grupos, que mereça atenção no planejamento, podendo ser tanto um refeitório, quanto o elevador de carga ou o armazenamento de cimento. Todos os elementos devem satisfazer certos requisitos ou padrões mínimos de qualidade para o desempenho satisfatório de suas funções.

Os requisitos de qualidade de cada elemento foram definidos a partir da con-

sulta a várias fontes: normas sobre armazenamento de materiais e segurança na obra (respectivamente, NBR 12655 e NR-18), um inventário de melhorias de qualidade e produtividade na Construção Civil (SCARDOELLI et al., 1994), um manual sobre segurança em canteiros (ROUSSELET; FALCÃO, 1988), além de requisitos definidos a partir de sugestões de profissionais com experiência na área e daqueles decorrentes de noções básicas de *layout* e logística.

Os requisitos foram definidos da forma mais objetiva possível, tentando-se, assim, possibilitar a verificação visual da sua existência ou não, dispensando medições, consultas a outras pessoas ou a projetos da obra. Para ilustrar o que foi exposto, são mostrados na Figura 1 exemplos dos requisitos de qualidade que a lista define para o elemento elevador de carga.

	Sim	Não	Não se aplica
B12 - Elevador de carga			
B12.1 - A torre do guincho é revestida com tela			
B12.2 - As rampas de acesso à torre são dotadas de guarda-corpos e rodapés, sendo planas ou ascendentes no sentido da torre (NR-18)			

Figura 1 – Exemplo de requisitos definidos no *checklist*

A visita ao canteiro para aplicação da lista deve ser feita sem pressa, tendo em vista o extenso rol de itens (128) e a atenção requerida para a correta compreensão do conteúdo da lista e o seu preenchimento. Contudo, tais exigências não impedem que a aplicação demande pouco tempo, variando com o porte da obra e com a experiência do aplicador no uso da ferramenta. A partir de estudos realizados, pode-se estimar o tempo para aplicação da lista em torno de uma hora, para edificações de porte médio (quatro a oito pavimentos).

Caso o aplicador não seja funcionário da empresa ou não trabalhe na obra em questão, é imprescindível que, na ocasião da visita ou com antecedência, explique-se ao mestre-de-obras ou engenheiro da obra os objetivos do levantamento e os procedimentos para a coleta de dados.

Embora a lista destine-se a uma análise qualitativa dos canteiros, o resultado dela pode ser expresso quantitativamente por uma nota. É possível atribuir uma nota

para todo o canteiro e uma nota para cada grupo, sendo a nota global do canteiro a média aritmética das notas dos grupos. A existência de notas fornece parâmetros para a comparação entre diferentes canteiros e propicia a formação de valores para *benchmarking*.

O sistema de pontuação adotado estabelece que cada requisito de qualidade, de qualquer elemento, possui valor igual a 1 ponto. O item recebe o ponto caso esteja assinalada a opção *sim*. Na lista, existe uma tabela, ao final de cada grupo, onde devem ser anotados os pontos obtidos (PO), os pontos possíveis (PP) e a nota do grupo, a qual é a relação entre PO e PP. Os pontos obtidos correspondem ao total de itens com avaliação positiva, enquanto os pontos possíveis correspondem ao total de itens com avaliação positiva ou negativa. Para fins de atribuição da nota, são desconsiderados os itens marcados com *não se aplica*.

Já a nota global do canteiro é calculada pela média aritmética das notas dos três grupos. Embora esta nota possa ser calculada, seu significado para a análise do desempenho do canteiro é secundário, se comparado ao significado das notas dos grupos. As notas dos grupos são mais úteis por agregar somente o desempenho de elementos semelhantes do canteiro, devendo, por isso, ser priorizadas na comparação de diferentes canteiros.

Qualquer empresa que utilizar a lista como uma ferramenta de controle, pode estabelecer o seu próprio sistema de pontuação, baseando-se na realidade de seus canteiros e nas suas prioridades estratégicas. Entretanto, se a empresa deseja comparar o seu desempenho com o de um concorrente ou com a média do setor, é necessário optar por um sistema comum de pontuação. É nesse contexto que se insere a ferramenta proposta, pretendendo-se que ela seja utilizada na comparação de diferentes obras e empresas.

Especialmente no grupo segurança, o número de requisitos não aplicáveis pode variar significativamente conforme a fase da obra e o tipo de transporte vertical utilizado (por exemplo, grua ou guincho), podendo distorcer a comparação entre diferentes obras. Desse modo, não é lógica, por exemplo, a comparação pura e simples das notas obtidas por um canteiro na fase de infra-estrutura e outro na fase de execução da estrutura e alvenarias, embora a lista possa ser aplicada em ambas as obras.

A lista já foi aplicada em canteiros de obras de diversas cidades. A Figura 2 apresenta as notas médias resultantes da aplicação da lista em um grupo de 40 can-

teiros de obra, situados em sete cidades do Rio Grande do Sul. O cálculo das notas obedeceu aos critérios explicados anteriormente.

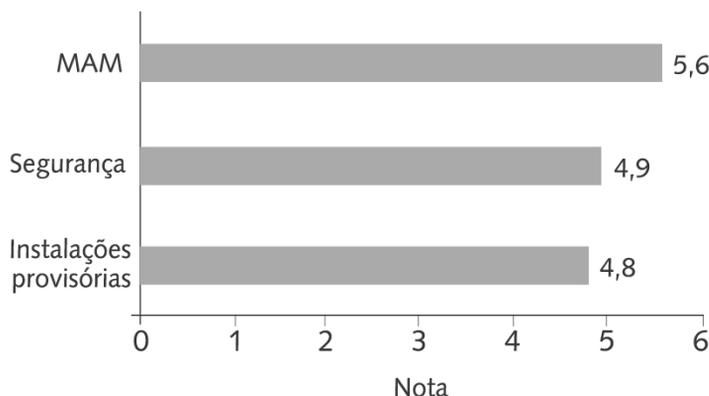


Figura 2 – Resultados da aplicação do *checklist* em 40 canteiros no RS

Os canteiros analisados pertencem a 28 empresas construtoras de pequeno porte envolvidas há alguns anos na implantação de ações de melhorias, seja por meio de parcerias com universidades, com o SEBRAE, por certificação com base nas normas da série ISO 9000, por consultorias ou mesmo de forma autônoma. Com base nessas características, pode-se considerar que as empresas se destacam positivamente no setor em termos de avanços gerenciais e tecnológicos, representando exemplos das melhores práticas dessa natureza no Rio Grande do Sul.

Dos 40 canteiros onde se aplicou o *checklist*, 20 são da Região Metropolitana de Porto Alegre, incluindo as cidades de Canoas, Novo Hamburgo e São Leopoldo, e 20 são de cidades do interior do Rio Grande do Sul, divididos entre Santa Maria, Passo Fundo e Santa Rosa. Deve ser enfatizado que a amostra de canteiros não é estatisticamente representativa dos canteiros de obra das cidades analisadas. Os canteiros são todos de obras de edificações de múltiplos pavimentos, residenciais ou comerciais, podendo ser considerados restritos em sua maioria, de acordo com a classificação apresentada.

Elaboração do croqui do *layout*

A análise da(s) planta(s) de *layout* é útil para a identificação de problemas relacionados ao arranjo físico propriamente dito e permite observar, por exemplo, a localização equivocada de alguma instalação ou o excesso de cruzamentos de fluxo em determinada área.

A necessidade dessa ferramenta surge do fato de a grande maioria dos canteiros não possuir uma planta de *layout*, situação que acaba obrigando a elaboração de um croqui na própria obra, durante a visita de diagnóstico. Considerando essa necessidade, são apresentadas a seguir algumas diretrizes para a elaboração de croquis do *layout* do canteiro. Tais diretrizes também são aplicáveis à elaboração das plantas de *layout*.

Inicialmente, recomenda-se desenhar croquis de todos os pavimentos necessários à perfeita compreensão do *layout* (subsolo, térreo e pavimento tipo, por exemplo). Sugere-se utilizar folha A4 e consultar o projeto arquitetônico, disponível no próprio escritório da obra. Nos canteiros convencionais, uma aproximação da escala 1:200 será suficiente, não sendo, porém, necessária muita rigidez na transferência de escala. Nos croquis, devem constar no mínimo os seguintes itens:

- (a) definição aproximada do perímetro dos pavimentos, diferenciando áreas fechadas e abertas;
- (b) localização de pilares e outras estruturas que interfiram na circulação de materiais ou pessoas;
- (c) portões de entrada no canteiro (pessoas e veículos) e acesso coberto para clientes;
- (d) localização de árvores que restrinjam ou interfiram na circulação de materiais ou pessoas, inclusive na calçada;
- (e) localização das instalações provisórias (banheiros, escritório, refeitório, etc.), inclusive plantão de vendas;
- (f) todos os locais de armazenamento de materiais, inclusive depósito de entulho;
- (g) localização da calha ou tubo para remoção de entulho;
- (h) localização da betoneira, grua, guincho e guincheiro, incluindo a especificação do(s) lado(s) pelo(s) qual(is) se fazem as cargas no guincho;
- (i) localização do elevador de passageiros;
- (j) localização das centrais de carpintaria e aço;
- (l) pontos de içamento de formas e armaduras;
- (m) localização de passarelas, rampas e/ou escadas provisórias com indicação aproximada do desnível; e
- (n) linhas de fluxo principais.

Registro fotográfico

Na apresentação dos resultados do diagnóstico, é interessante incluir documentação visual da situação encontrada, podendo ser utilizadas tanto filmagens quanto

fotografias. Uma vez no canteiro, é comum que o observador fique em dúvida sobre o que fotografar e, em consequência, deixe de registrar problemas importantes. Para evitar essa situação, foi elaborada uma listagem dos principais pontos do canteiro que devem ser fotografados, escolhidos com base na sua importância logística e pelo fato de serem tradicionais focos de problemas. A listagem é composta por 13 itens:

- (a) armazenamento de areia;
- (b) armazenamento de tijolos;
- (c) armazenamento de cimento;
- (d) entulho (em depósito ou não);
- (e) condições do terreno por onde circulam caminhões;
- (f) refeitório, vestiários e banheiros com as respectivas instalações;
- (g) detalhamento do sistema construtivo das instalações provisórias;
- (h) fechamento de poços de elevadores;
- (i) corrimãos provisórios de escadas;
- (j) sistema de fixação das treliças das bandejas salva-vidas na edificação;
- (l) acesso ao guincho nos pavimentos;
- (m) proteção contra quedas no perímetro dos pavimentos; e
- (n) sistema de drenagem.

Na reunião de apresentação dos resultados do diagnóstico, as fotografias podem desempenhar um importante papel como instrumento de apoio à argumentação, visto que constituem um registro indiscutível da realidade observada. O relatório pode incluir ao lado de cada fotografia de uma situação negativa uma outra fotografia, a qual mostre um exemplo de solução para a deficiência encontrada. Se possível, os exemplos positivos devem ser de outras obras da empresa, indicando a disponibilização fácil das soluções.

Padronização

Justificativa para a padronização

Em meio às diversas práticas gerenciais, cujo uso se disseminou no movimento pela qualidade total, a padronização destaca-se como uma das mais importantes e mais eficazes, podendo trazer uma série de benefícios à empresa, facilitando as atividades de planejamento, controle e execução.

Contudo, a padronização não é uma prática a ser utilizada indiscriminadamente, fazendo-se necessário um estudo criterioso da sua real necessidade e profundidade de implantação. Assim, as empresas que trabalham com diversos tipos de obras, em diferentes regiões, devem avaliar quais são os serviços e procedimentos comuns passíveis de padronização, adotando padrões somente para eles.

Pode haver variações significativas nas instalações de canteiro, conforme o tipo de obra. Um prédio de apartamentos, um conjunto habitacional, uma estrada, uma usina hidrolétrica ou uma planta industrial podem apresentar canteiros tão distintos quanto as tecnologias empregadas. Desse modo, a padronização deve ser encarada como uma prática mais recomendada para empresas que constroem obras com tipologia e tecnologia semelhantes, como é o caso da grande maioria das construtoras e incorporadoras de edificações.

Conforme Maia et al. (1994), entre os principais critérios para determinar quais os processos a serem padronizados na construção de edifícios devem estar a sua importância em termos de custo e o seu grau de repetição. A padronização das instalações de canteiro é fortemente justificada e recomendada pelo segundo critério (repetição), pois qualquer obra, independentemente do porte ou tecnologia, necessita de tais instalações. Para empresas que constroem obras com características semelhantes, a repetição assume um caráter ainda mais forte, existindo a possibilidade de as instalações de canteiro serem praticamente idênticas em todas as obras, respeitadas as particularidades intrínsecas ao *layout* de cada canteiro. Especificamente no que diz respeito às instalações de canteiro, a padronização pode trazer os seguintes benefícios:

- (a) diminuição das perdas de materiais, como decorrência do reaproveitamento, da melhor qualidade e da utilização mínima de componentes nas instalações (somente o especificado pelo padrão, nada mais);
- (b) facilidade para o planejamento do *layout* dos novos canteiros, pois muitos dos padrões são dados necessários à realização da atividade;
- (c) contribuição para a formação de uma imagem da empresa no mercado, lembrando que a qualidade do padrão é o fator que determina se essa imagem é positiva ou negativa;
- (d) conformidade com os requisitos da NR-18, evitando multas e prevenindo acidentes;
- (e) possibilidade de elaboração de um modelo básico de Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho (PCMAT) a partir dos padrões estabelecidos. Dessa forma, o PCMAT refletirá a realidade da empresa, ao contrário do que aconte-

ceria se a sua elaboração não considerasse as reais práticas (padrões) da empresa; e

(f) estabelecimento da base a partir da qual o processo de introdução de melhorias nos canteiros é implantado.

Apesar desses benefícios potenciais, são poucas as empresas que possuem seus canteiros padronizados. Durante o já citado diagnóstico junto a 40 canteiros no Rio Grande do Sul, foi constatado o pouco uso da padronização e observadas as seguintes práticas:

(a) as melhorias existentes em um canteiro não eram estendidas aos demais, ainda que tratassem de instalações simples, como o uso de dosadores de água ou depósitos para entulho;

(b) a improvisação e a falta de uma estratégia definida acerca da tipologia das instalações provisórias era visível, não existindo nenhum documento que registrasse o sistema utilizado pela empresa. Desse modo, detectava-se o uso, dentro da mesma empresa, de diferentes sistemas em chapas de compensado ou o uso não criterioso de sistemas em alvenaria e compensado; e

(c) as instalações de segurança também eram improvisadas, salientando-se itens como os corrimãos provisórios de escadas, proteção no poço do elevador e andaimes. Algumas dessas instalações, como os guarda-corpos do poço do elevador, eram indevidamente retiradas pelos operários para uso em outros locais da obra, o que, em parte, se devia ao caráter precário das instalações.

Etapas da padronização

A padronização dos canteiros pode ser normalmente realizada em um período que varia de dois a três meses, incluindo quatro etapas: diagnóstico, reuniões do grupo de padronização, elaboração do manual de padrões e elaboração do plano de implantação e controle.

348

O **diagnóstico** deve envolver, de preferência, todas as obras da empresa, conforme discutido no item anterior. Tendo em vista a padronização, o diagnóstico deve atingir os seguintes objetivos:

(a) identificar padrões já existentes e padrões novos que necessitarão ser elaborados;

(b) identificar as deficiências mais frequentes e graves nos canteiros, as quais poderão ter seus respectivos novos padrões priorizados para implantação; e

(c) justificar a necessidade do trabalho de padronização e demonstrar a importância do planejamento do canteiro, a partir do relato dos problemas detectados.

No fechamento da etapa, deve ser feita uma reunião, contando com a presença de mestres, engenheiros de obra e diretores, em que sejam apresentadas e discutidas as conclusões do diagnóstico, além de sugeridas soluções para os problemas encontrados. Nessa reunião, também devem ser definidos os participantes do grupo de padronização e quais instalações serão padronizadas. Esse grupo não deve ter um número excessivo de participantes (seis pessoas é um bom limite máximo) e deve envolver engenheiros, mestres-de-obra e técnicos em segurança. É fundamental que um ou mais dos componentes do grupo detenha poder de decisão dentro da empresa, de forma que, com base nos recursos e necessidades dela, seja dada agilidade às decisões, facilitando o processo de implantação do padrão estabelecido.

Reunião	Assuntos
1	Apresentação dos resultados do diagnóstico e apresentação do cronograma ao grupo de trabalho
2	Sistema construtivo das instalações provisórias, tapumes e placa da empresa
3	Portão para veículos, portão para pessoas, acesso coberto, guarita do vigia, escritório, almoxarifado, refeitório
4	Vestiário, instalações sanitárias, escadas permanentes, rampas e escadas provisórias, escadas de mão, aberturas no piso
5	Poço do elevador, proteção periférica, sinalização de segurança, EPI e uniforme, instalações elétricas, caixa de capacetes para visitantes
6	Bandejas salva-vidas, andaimes suspensos, proteção contra incêndio, elevador de carga, serra circular, elevador de passageiros, vias de circulação, entulho
7	Produção de argamassa, armazenamentos de cimento, agregados, blocos cerâmicos, armaduras, tubos de PVC e eletrodutos, planejamento de <i>layout</i> , programa de avaliação da organização do canteiro
8	Entrega do manual ao grupo e elaboração do plano de implantação e controle

Quadro 2 – Exemplo de programação das etapas de padronização de canteiros

Desde a primeira reunião de padronização, já devem ser definidos um coordenador e um responsável pela redação preliminar dos padrões estabelecidos, os quais deverão também elaborar o manual de padronização no seu formato final. Ao coordenador do grupo caberá conduzir as reuniões a partir de uma listagem dos itens a serem discutidos. O Quadro 2 apresenta um exemplo de programação das reuniões de padronização, incluindo uma sugestão de itens a serem abordados. As reuniões geralmente têm duração de uma hora a uma hora e trinta minutos, e recomenda-se que sejam realizadas semanalmente.

A definição dos padrões deve considerar basicamente quatro fatores:

- (a) a capacitação técnica e financeira da empresa, de modo a se planejarem padrões viáveis de implantação;
- (b) a estratégia de produção (mesmo que ela só exista de forma implícita), de modo que os padrões sejam coerentes com as prioridades e objetivos estratégicos da empresa. Por exemplo, se a empresa visa a reduzir custos com transporte de materiais, pode ser interessante padronizar o uso de *pallets* no transporte de blocos e cimento;
- (c) *benchmarks*, os quais serão úteis para a elaboração de padrões novos e revisão dos já existentes; e
- (d) os requisitos da NR-18, para padronização das instalações de segurança e áreas de vivência.

Em relação à elaboração do manual, os padrões devem ser concebidos assumindo-se que eles têm caráter evolutivo, isto é, eles podem e devem ser alterados quando for viável implantar uma solução mais eficiente que a atual. Como decorrência das inevitáveis alterações, não é recomendável elaborar um manual único com todos os padrões, sendo mais interessante desagregá-los em diversos manuais particulares. Uma sugestão é agrupar os padrões em nove manuais, conforme a proposta apresentada abaixo:

- (a) sistema construtivo das instalações provisórias;
- (b) instalações provisórias – acessos à obra: tapumes, placa da empresa, portão para pessoas, portão para veículos, acesso coberto;
- (c) instalações provisórias – áreas de vivência e de apoio: plantão de vendas, guarita do vigia, escritório, almoxarifado, refeitório, vestiário e instalações sanitárias;
- (d) segurança na obra – proteções contra quedas de altura: escadas, escadas de mão, poços de elevadores, proteção contra queda na periferia dos pavimentos,

aberturas no piso, bandejas salva-vidas, andaimes suspensos, elevador de passagens;

(e) segurança na obra – elevador de carga;

(f) segurança na obra – instalações complementares: sinalização de segurança, EPIs e uniforme, caixa de capacetes para visitantes, instalações elétricas, proteção contra incêndio, serra circular;

(g) movimentação e armazenagem de materiais: vias de circulação, entulho, produção de argamassa e concreto, armazenamentos de cimento, agregados, blocos, aço e tubos de PVC;

(h) planejamento de *layout*: envolve diretrizes para dimensionamento e locação das instalações de canteiro; e

(i) manutenção da organização dos canteiros: programa 5S.

A redação dos padrões deve ser em linguagem simples e objetiva, priorizando-se a colocação de figuras. Também deve ser observada a necessidade de padronização da própria documentação, ou seja, de seus cabeçalhos, rodapés, caracteres alfanuméricos e capas. Caso a empresa já possua certificação com base nas normas da série ISO 9000, ou deseje obtê-la, os padrões dos canteiros devem adotar a hierarquia e formato da documentação da qualidade da empresa. Uma alternativa simples para a apresentação dos padrões consiste na redação deles sob a forma de *checklists*, que apenas referenciem as páginas do manual nas quais podem ser encontradas as figuras necessárias à sua interpretação.

Após o término da elaboração dos manuais, faz-se necessário estabelecer um plano de implantação e controle dos padrões. Tal plano pode ser elaborado utilizando-se da técnica do 5W2H (o quê, quem, quando, onde, por quê, como, quanto custa), respondendo a cada uma das sete questões para os padrões considerados prioritários. Além do plano de ação, outras medidas podem ser adotadas para facilitar a disseminação, implantação e controle dos padrões:

(a) realizar reuniões de treinamento com mestres, engenheiros e encarregados não participantes do grupo de padronização. Tais reuniões têm os objetivos de divulgar o plano de implantação, explicar o conteúdo dos manuais e esclarecer aspectos técnicos de cada padrão;

(b) avaliar periodicamente a aplicação dos padrões em todas as obras da empresa. Essa tarefa pode ser feita utilizando-se *checklists* correspondentes aos padrões de cada manual;

(c) alterar os manuais sempre que algum padrão for modificado.

Planejamento do canteiro

Etapas do planejamento de canteiro

O planejamento de canteiro deve ser realizado por meio de um procedimento sistematizado, que compreende cinco etapas básicas:

(a) **Análise preliminar:** esta etapa envolve a coleta e a análise de dados, sendo fundamental para a execução qualificada e ágil das demais etapas. A não-realização completa e antecipada da análise preliminar pode provocar interrupções e atrasos durante as etapas posteriores, visto que faltarão as informações necessárias para a tomada de decisões. As empresas que possuem suas instalações de canteiro padronizadas realizarão com maior facilidade esta etapa, uma vez que boa parte das informações requeridas estão prontamente disponíveis. As principais informações que devem ser coletadas nesta etapa são as seguintes:

- **Programa de necessidades do canteiro:** devem ser listadas todas as instalações de canteiro que deverão ser locadas, estimando-se a área aproximada necessária para cada uma delas. Para tanto, recomenda-se o uso de um *checklist* como o apresentado na Figura 3.
- **Informações sobre o terreno e o entorno da obra:** devem estar disponíveis informações tais como a localização de árvores na calçada e dentro do terreno, preexistência de rede de esgoto, passagem de rede de alta tensão em frente ao prédio, desníveis do terreno, rua de trânsito menos intenso caso o terreno seja de esquina, etc. Mesmo que essas informações estejam representadas nas plantas dos vários projetos, é recomendável a conferência *in loco*;
- **Definições técnicas da obra:** devem estar definidas as principais tecnologias construtivas adotadas, a fim de que se possam estimar os espaços necessários para a circulação, estocagem de materiais e áreas de produção. São exemplos de definições dessa natureza o tipo de estrutura (concreto usinado, pré-moldados, estrutura de aço, etc.), tipo de argamassa (ensacada, pré-misturada ou feita na obra), tipo de bloco de alvenaria ou de revestimento de fachadas;
- **Cronograma de mão-de-obra:** deve ser estimado o número de operários no canteiro para três fases básicas do *layout*, ou seja, para a etapa inicial da obra, a etapa de pico máximo de pessoal e a etapa final ou de desmobilização do canteiro;

Instalações provisórias - áreas de vivência e de apoio	OK	Dimensões estimadas
a - Quarto do funcionário residente		
b - Escritório		
c - Almojarifado da empresa		
d - Almojarifado dos empreiteiros		
e - Refeitório		
f - Vestiário		
g - Área de lazer		
h - Instalações sanitárias		
i - Bebedouros		
j - Acesso coberto para pessoas		
k - Portão de veículos		
l - Portão para pessoas		
m - Plantão de vendas		
Instalações de movimentação e armazenamento de materiais	OK	Dimensões estimadas
a - Elevador de carga (guincho) e posto do guincheiro		
b - Grua		
c - Betoneira		
d - Baia de areia		
e - Baia de brita		
f - Baia de argamassa pré-misturada		
g - Estoque de cimento		
h - Estoque de blocos		
i - Estoque de armaduras		
j - Estoque de tubos de PVC		
k - Estoque de gesso		
l - Caçamba ou baia para entulho		
m - Central de carpintaria		
n - Central de aço		

Figura 3 – Lista de verificação para pré-dimensionamento das instalações de canteiro

- **Cronograma físico da obra:** a elaboração do cronograma de *layout* requer a consulta ao cronograma físico da obra, uma vez que é normal a existência de interferências entre ambos. Embora o cronograma físico original possa sofrer pequenas alterações para viabilizar um *layout* mais eficiente, deve-se, na medida do possível, procurar tirar proveito da programação estabelecida sem alterá-la. Entretanto, são comuns situações que exigem, por exemplo, o retardamento da execução de trechos de paredes, rampas ou lajes para viabilizar a implantação do canteiro. Além dessas análises de atrasos ou adiantamento de serviços, o estudo do cronograma físico permite a coleta de outras informações importantes para o estudo do *layout*. São exemplos a verificação da possibilidade de que certos materiais não venham a ser estocados, simultaneamente, com outros (blocos e areia, por exemplo), o prazo de liberação de áreas da obra passíveis de uso por instalações de canteiro, prazo de início da alvenaria (para reservar área de estocagem de blocos), etc.; e
- **Consulta ao orçamento:** com base no levantamento dos quantitativos de materiais e no cronograma físico, podem ser estimadas as áreas máximas de estoque para os principais materiais;

(b) **Arranjo físico geral:** a etapa de definição do arranjo físico geral, também denominado macro-*layout*, envolve o estabelecimento do local em que cada área do canteiro (instalação ou grupo de instalações) irá situar-se, devendo ser estudado o posicionamento relativo entre as diversas áreas. Nessa etapa, por exemplo, define-se, de forma aproximada, a localização das áreas de vivência, áreas de apoio (escritório e almoxarifado) e da área do posto de produção de argamassa;

(c) **Arranjo físico detalhado:** envolve o detalhamento do arranjo físico geral, ou a definição do micro-*layout*, no qual é estabelecida a localização de cada equipamento ou instalação dentro de cada área do canteiro. Nesta etapa define-se, por exemplo, a localização de cada instalação dentro das áreas de vivência, ou seja, definem-se as posições relativas entre vestiário, refeitório e banheiro, com as respectivas posições de portas e janelas;

(d) **Detalhamento das instalações:** definido o arranjo físico do canteiro, faz-se necessário planejar a infra-estrutura necessária ao funcionamento das instalações. Dessa forma, com base nos padrões da empresa, devem ser estabelecidos, por exemplo, a quantidade e tipos de mesas e cadeiras nos refeitórios, quantidades e tipos de armários nos vestiários, técnicas de armazenamento de cada material, tipo de pavimentação das vias de circulação de materiais e pessoas, local e forma

de fixação das plataformas de proteção, etc.;

(e) **Cronograma de implantação:** esse cronograma deve apresentar graficamente o seqüenciamento das fases de *layout*, além de explicitar as fases ou eventos da execução da obra (concretagem de uma laje, por exemplo) que determinam uma alteração no *layout*. O cronograma é útil para a divulgação do planejamento, para a programação da alocação de recursos aos trabalhos de implantação do canteiro, e, ainda, para o acompanhamento da implantação, facilitando a identificação e análise de eventuais atrasos. A Figura 4 apresenta um exemplo de cronograma de *layout*.

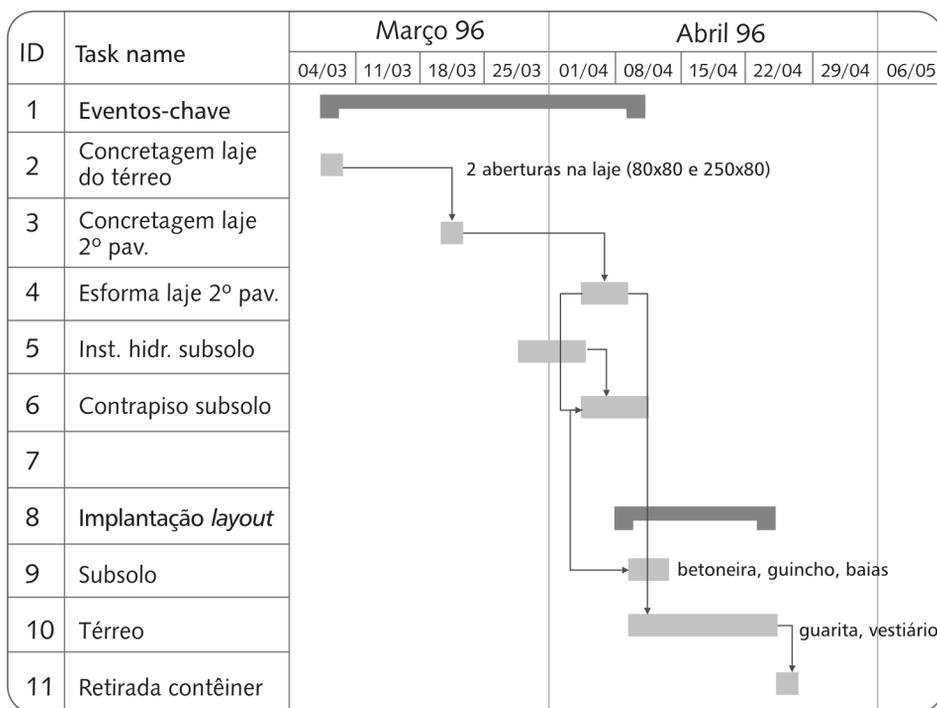


Figura 4 – Exemplo de cronograma de *layout*

Quando planejar o canteiro?

O *layout* deve ser estudado a partir do momento em que estiver disponível o anteprojeto arquitetônico do edifício. Contudo, nessa etapa, ainda não há necessidade de dimensionar e locar com precisão as instalações.

A consideração do *layout* já nessa etapa tem como principal objetivo permitir que, na medida do possível, no projeto arquitetônico e nos projetos complementares possam ser consideradas as necessidades do projeto do canteiro de obra. Tal prática tende a evitar que o projeto do canteiro seja, como ocorre muitas vezes, uma mera consequência das restrições impostas nos projetos executivos.

Obviamente, as interferências do canteiro nos outros projetos não irão implicar mudanças radicais na concepção inicial dos projetos. Embora as mudanças devam se limitar a intervenções de pequeno impacto, elas podem ser fundamentais para a viabilização de um *layout* eficaz. Entre os assuntos que podem ser objeto de intervenção podem ser citadas a largura, ou o dimensionamento, de uma rampa para passagem de caminhões ou a execução de um detalhe na fachada para a colocação de uma grua.

Esse *layout* definido antes do início da obra deve apresentar o arranjo do canteiro para três fases básicas: etapa inicial da obra, etapa de pico máximo de pessoal e etapa final ou de desmobilização do canteiro. Ao longo da execução da obra, tal planejamento necessitará ser constantemente atualizado, em decorrência do caráter dinâmico das obras. Considera-se que o melhor mecanismo para viabilizar a atualização é a integração do planejamento de *layout* ao processo de planejamento e controle da produção (PCP). A partir da análise dos planos de produção, torna-se possível antecipar fatos que podem implicar ajustes no *layout* inicialmente estabelecido. São exemplos a chegada de novos materiais no canteiro ou o ingresso de novas equipes. Tendo em vista a necessidade de integração, é importante que o processo de PCP seja hierarquizado, por exemplo, em níveis de longo, médio e curto prazo de planejamento (FORMOSO et al., 1999). Estudos conduzidos por Alves (2000) indicaram que a atualização do *layout* do canteiro pode ser feita de modo mais eficiente por meio da integração com o nível de médio prazo de planejamento da produção, para o qual quatro ou cinco semanas são horizontes de planejamento típicos. Com tal horizonte, geralmente não há dificuldades em providenciar os eventuais rearranjos de espaço no canteiro.

Quem deve executar o planejamento do canteiro?

O planejamento do canteiro deve preferencialmente ser coordenado pelo gerente técnico da obra. Além de esse, é fundamental a participação do mestre-de-obras e de representantes dos empreiteiros. Caso o estudo seja feito ainda durante a etapa de anteprojeto, deve ser elaborada uma planta de anteprojeto do canteiro para

ser encaminhada a todos os projetistas, a fim de que todos verifiquem a existência de eventuais interferências em seus projetos.

Programa de manutenção da organização do canteiro

É comum que exista, entre os profissionais da Construção Civil, a percepção de que canteiros de obra são locais sujos e desorganizados, características determinadas pela natureza do processo produtivo e pela baixa qualificação da mão-de-obra. Os diagnósticos realizados nos 40 canteiros de obra confirmaram que, na maior parte dessas obras, a desorganização dos canteiros realmente corrobora essa percepção. Entretanto, algumas obras mostraram-se significativamente superiores às demais em termos de limpeza e organização. A causa identificada para essa melhor situação foi a existência, nessas empresas, de programas de envolvimento dos funcionários com a gestão do canteiro. Tais programas, por meio de treinamento, colocação de metas, avaliação de desempenho e premiações, conscientizavam e estimulavam os trabalhadores a manter a obra limpa e organizada.

Esses programas têm como base os princípios dos programas 5S, os quais visam a criar nas organizações um ambiente propício à implantação de programas de qualidade, por meio do desenvolvimento de cinco práticas ou sentidos nos indivíduos: descarte (*seiri*), ordem (*seiton*), limpeza (*seiso*), asseio (*seiketsu*) e disciplina (*shitsuke*) (OSADA, 1992).

A primeira prática, o **descarte**, tem como princípio identificar materiais ou objetos que são desnecessários no local de trabalho e encaminhá-los ao descarte, retirando-os do canteiro de obra. Além de liberar áreas do canteiro, o descarte pode resultar em benefícios financeiros através da venda dos materiais.

A segunda prática, a **organização**, visa a estabelecer lugares certos para todos os objetos, diminuindo o tempo de busca por eles. A implementação da prática pode se dar por meio de comunicação visual e padronização. A definição de lugares certos para cada documento no escritório, o etiquetamento de prateleiras de materiais no almoxarifado ou o uso de uma cor diferente nos capacetes dos visitantes são exemplos de meios de desenvolver essa prática.

A terceira prática, a **limpeza**, visa, além de tornar mais agradável o ambiente de trabalho, a melhorar a imagem da empresa perante clientes e funcionários e facilitar a manutenção dos equipamentos e ferramentas. Um local mais limpo é mais

transparente, permite a identificação visual de problemas e facilita o acesso aos equipamentos.

A quarta prática, o **asseio**, tem como objetivos conscientizar os trabalhadores acerca da importância de manter a higiene individual, assim como de manter condições ambientais de trabalho satisfatórias, tais como os níveis de ruído, iluminação e de temperatura. A última prática, a da **disciplina**, visa a desenvolver a responsabilidade individual e a iniciativa dos trabalhadores, podendo ser desenvolvida com treinamento. Esta prática pode ser medida, por exemplo, por meio dos níveis de utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI).

Diversas empresas de construção têm implantado programas de manutenção da organização dos canteiros com base nesses princípios, porém, em muitos casos, sem a utilização do termo 5S (é comum o programa SOL – segurança, organização e limpeza) e sem um estudo mais aprofundado de suas recomendações de implantação, o que tem limitado sua eficiência. Tratando especificamente da aplicação do programa 5S à organização dos canteiros, sugerem-se as seguintes diretrizes para implantação:

(a) **definir critérios objetivos de avaliação:** devem ser listados os itens do canteiro a ser avaliados, e estabelecidos os critérios de avaliação para cada item. Na avaliação da limpeza do canteiro, por exemplo, poderia ser utilizado um *checklist* semelhante ao apresentado abaixo:

	Sim	Não	Não se aplica
1 - As paredes dos barracos estão limpas, sem restos de argamassa ou qualquer tipo de sujeira visível			
2 - Inexiste água empoçada em locais de circulação			
3 - Os banheiros estão limpos e não exalam mau cheiro para as instalações vizinhas			

Figura 5 – Exemplo de *checklist* para avaliação da limpeza do canteiro

É necessário observar que os critérios de avaliação devem ser alterados na medida em que já estiverem incorporados à rotina do canteiro, sendo substituídos

por critérios novos ou mais exigentes. Considerando-se que os resultados da avaliação de diferentes itens devem ser expressos sob uma unidade comum de medida, a nota atribuída ao item limpeza, com base na aplicação do *checklist*, pode ser enquadrada em faixas de desempenho, representadas por cores, conforme o exemplo abaixo:

- nota de 0 a 5 = faixa vermelha;
- nota de 5,1 a 8,0 = faixa amarela;
- nota de 8,1 a 10,0 = faixa verde.

Da mesma forma que nesse exemplo, qualquer outro critério de avaliação poderia ter seu resultado adaptado às faixas apresentadas. O item de avaliação *reclamações de vizinhos*, por exemplo, poderia ter critérios estabelecendo que, em uma dada semana, situar-se-ia na faixa verde caso não houvesse reclamação, situar-se-ia na faixa amarela caso houvesse uma reclamação, e na faixa vermelha caso houvesse mais de uma;

(b) **estabelecer avaliadores e periodicidade de avaliação:** a avaliação não deve ser feita unicamente por alguém diretamente interessado no seu resultado, tal como o mestre, os operários ou o engenheiro da obra. Assim, é recomendável que, além da participação de membros internos à obra, exista também um avaliador externo, como, por exemplo, outro engenheiro da empresa ou um consultor. Quanto à periodicidade de avaliação, a prática mais comum é a avaliação semanal, podendo ou não ter dia e horário prefixados. O fato de não haver um dia preestabelecido é normalmente vantajoso, uma vez que evita a organização circunstancial do canteiro;

(c) **estabelecer sistema de premiação:** devem ser tomados alguns cuidados na definição da premiação, uma vez que ela constitui importante fator de motivação dos funcionários envolvidos no programa. Inicialmente, deve-se estabelecer se a premiação (e não a avaliação) será individual ou coletiva. Recomenda-se que a definição da premiação seja feita em conjunto com os trabalhadores, podendo ser alterada no decorrer do tempo. Outro assunto importante é o estabelecimento do patamar de desempenho necessário para receber a premiação. Nesse sentido, sugere-se a definição de um limite mínimo de desempenho, acima do qual todas as obras da empresa serão premiadas, mesmo que alguma obra se sobressaia às demais. Um sistema de concorrência entre obras poderia ser utilizado paralelamente a esse, dando um prêmio adicional para a melhor obra. Contudo, o uso

exclusivo do sistema de concorrência não é recomendável, já que poderia ocorrer favorecimento de obras com determinadas características ou fases de execução mais fáceis de serem gerenciadas;

(d) **forma de expressar os resultados:** o resultado da avaliação assim como os seus itens e critérios devem ser expressos no canteiro da forma mais transparente e objetiva possível, de modo que todos os trabalhadores possam compreender seu significado. A Figura 6 apresenta uma boa prática de divulgação dos resultados do programa 5S, adotando-se faixas de desempenho representadas por cartões coloridos.

5S TRABALHANDO COM QUALIDADE					
MÊS JULHO					
ÍTEM	1ª SEM	2ª SEM	3ª SEM	4ª SEM	5ª SEM
LIMPEZA DA OBRA	●	●	●	●	
SOLICITAÇÃO DE VIZINHOS	●	●	●	●	
CONSERVAÇÃO DE FERRAMENTAS	●	●	●	●	
CONSERVAÇÃO DE EQUIPAMENTOS C/MOTOR	●	●	●	●	
CONSERVAÇÃO CALÇADA/TAPUME	●	●	●	●	
RECOLHIMENTO DE MATERIAIS	●	●	●	●	
DESPERDÍCIO DE MATERIAIS	●	●	●	●	
USO EPI E UNIFORMES-SELF	●	●	●	●	
USO EPI E UNIFORMES-EMPREIT.	●	●	●	●	
ACIDENTES DO TRABALHO	●	●	●	●	
TOTAL DE PONTOS NA SEMANA	25	26	23	23	
TOTAL DE PONTOS NO MÊS ████					
CAMPEÃO DO MÊS ████████████████					
NÚMERO DE DIAS S/ACIDENTES DE TRABALHO ████					
<ul style="list-style-type: none"> ● VERMELHO = 0 PONTO ● AMARELO = 1 PONTO ● VERDE = 3 PONTOS 					

360

Figura 6 – Exemplo de quadro de apresentação de resultados do programa 5S de fácil compreensão

Considerações finais

Este artigo apresentou um método para o planejamento de canteiros de obra cujo desenvolvimento compreende quatro etapas: diagnóstico, padronização, planejamento e manutenção de canteiros de obra. A etapa de diagnóstico indica os pontos fortes e fracos dos canteiros existentes na empresa, servindo de base para as etapas de padronização e planejamento. Na etapa de padronização, são documentados os padrões das instalações de canteiro e os procedimentos de planejamento. A partir do diagnóstico e dos padrões, são planejados o *layout* e a logística de novos canteiros. Diretrizes detalhadas para tal planejamento podem ser encontradas no trabalho de Saurin (1997). Implementado o *layout*, um programa baseado nos princípios dos programas 5S visa a manter a organização e limpeza dos canteiros. Os resultados da avaliação de manutenção retroalimentam o processo, gerando informações para o refinamento do planejamento.

Referências bibliográficas

- ALVES, T. C. L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras**: proposta baseada em estudos de caso. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Preparo, controle e recebimento de concreto. Rio de Janeiro, 1992.
- FRANKENFELD, N. **Produtividade**. Rio de Janeiro: CNI, 1990. (Manuais CNI).
- FUNDACENTRO. **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção: NR-18**. Brasília, 1999.
- HANDA, V.; LANG, B. Construction site planning. **Construction Canada**, v. 85, n. 5, p. 43-49, 1988.
- FORMOSO, C. T. et al. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. São Paulo: SINDUSCON/SP, 1999.
- ILLINGWORTH, J. R. **Construction: methods and planning**. London: E & FN Spon, 1993.
- LAUFER, A.; TUCKER, R. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, v. 5, p. 243-266, 1987.
- MAIA, M. A. et al. Sistema de padronização para execução de edifícios com participação dos operários. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, n. 15, p. 39-53, 1994.
- MATHEUS, M. F. L. **The knowledge-use level: an approach to construction site layout**. 1993. Dissertation (M.Sc.) - University of Salford, Salford, 1993.
- OSADA, T. **Housekeeping, 5S's**: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. São Paulo: Instituto IMAM, 1992.

PINTO, T. P. **Perdas de materiais em processos construtivos convencionais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, 1989. 33 p.

RAD, P. F. The layout of temporary construction facilities. **Cost Engineering**, v. 25, n. 2, p. 19-26, 1983.

ROUSSELET, E.; FALCÃO, C. **A segurança na obra**: manual técnico de segurança do trabalho em edificações prediais. 2. ed. Rio de Janeiro: Senai, 1988.

SANTOS, A. **Método alternativo de intervenção em obras de edifícios enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais**: um estudo de caso. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 1995.

SAURIN, T.A. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 1997.

SCARDOELLI, L. et al. **Melhorias de qualidade e produtividade**: iniciativas de empresas de construção civil. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1994. 280 p.

SKOYLES, E. R.; SKOYLES, J. **Waste prevention on site**. London: Mitchell, 1987.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações**: sua incidência e controle. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 1993.

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

11.5

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

Maurício Moreira e Silva Bernardes e Carlos Torres Formoso

Resumo

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

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

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

Introdução

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

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

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

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

Processo de planejamento e controle da produção

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

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

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

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

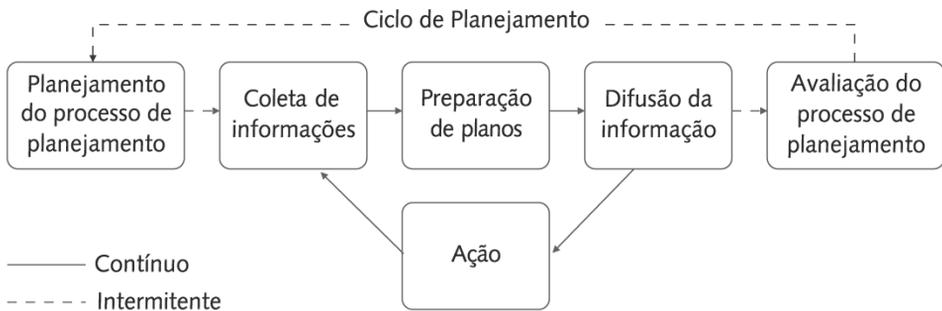


Figura 1 – As cinco fases do ciclo de planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987)

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

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

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

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

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

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

Convencionalmente, segundo a dimensão vertical, são três os níveis hierárquicos do planejamento: estratégico, tático e operacional. No nível estratégico, são definidos o escopo e as metas do empreendimento a serem alcançadas em determinado intervalo de tempo (SHAPIRA; LAUFER, 1993). Nesse nível, as decisões tomadas para a preparação dos planos estão relacionadas a questões de longo prazo (HOPP; SPEARMAN, 1996). No nível tático, enumeram-se os meios e suas limitações para que essas metas sejam alcançadas. Segundo Davis e Olson (1987), o planejamento tático refere-se à identificação de recursos, estruturação do trabalho, além de o recrutamento e treinamento de pessoal. Finalmente, o nível operacional refere-se à seleção do curso das ações por meio das quais as metas são alcançadas (EILON¹, 1971 apud LAUFER; TUCKER, 1987). Laufer e Tucker (1987) relacionam, nesse contexto, o planejamento operacional com as decisões a serem tomadas no curto prazo. Ainda segundo estes autores, as decisões supracitadas são referentes às operações de produção da empresa.

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

¹EILON, S. *Management Control*. London: Macmillan, 1971.

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

Planejamento de longo prazo

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

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

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

369

Planejamento de médio prazo

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

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

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

A execução do *Lookahead* é fundamentada na análise do plano de longo prazo preparado. Desse modo, o responsável por sua elaboração identifica, por meio de um processo de triagem² (*screening*), as atividades que devem ser incluídas no plano de médio prazo, bem como as que serão postergadas nesse horizonte de planejamento (TOMMELEIN; BALLARD, 1997). Uma forma de auxiliar esse processo é utilizar os requisitos de qualidade do plano de curto prazo (TOMMELEIN; BALLARD, 1997), os quais são apresentados no item seguinte.

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

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

²A denominação "processo de triagem" é apresentada como significado de *screening* no trabalho de ALVES (2000).

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

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

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

Planejamento de curto prazo

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

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

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

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

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

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

PPC = 2/3 = 66.67 %

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

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

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

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

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

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

Programação de recursos

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

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

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

Responsabilidade pelo desenvolvimento do planejamento

O tempo dispensado à elaboração do planejamento deve ser livre de pressões, facilitando, assim, os processos de deliberação e ponderação, indispensáveis à tomada de decisão (LAUFER; TUCKER, 1988). Normalmente, o ambiente no qual a gerência³ está envolvida não possui essas características. Estudos realizados por Mintzberg (1973) mostram que as atividades da gerência são caracterizadas pelo curto espaço de tempo utilizado para desenvolvê-las, além de serem consideradas variadas e fragmentadas. Esses estudos revelaram que cerca de dois terços a quatro quintos do tempo de profissionais que assumem cargos de gerência são gastos emitindo ou recebendo informações (MINTZBERG, 1973; KOTTER, 1982).

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

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

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

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

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

Desenvolvimento do modelo

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

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

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

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

Preparação do processo de planejamento e controle da produção

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

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

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

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

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

Quadro 1 – Características das empresas estudadas

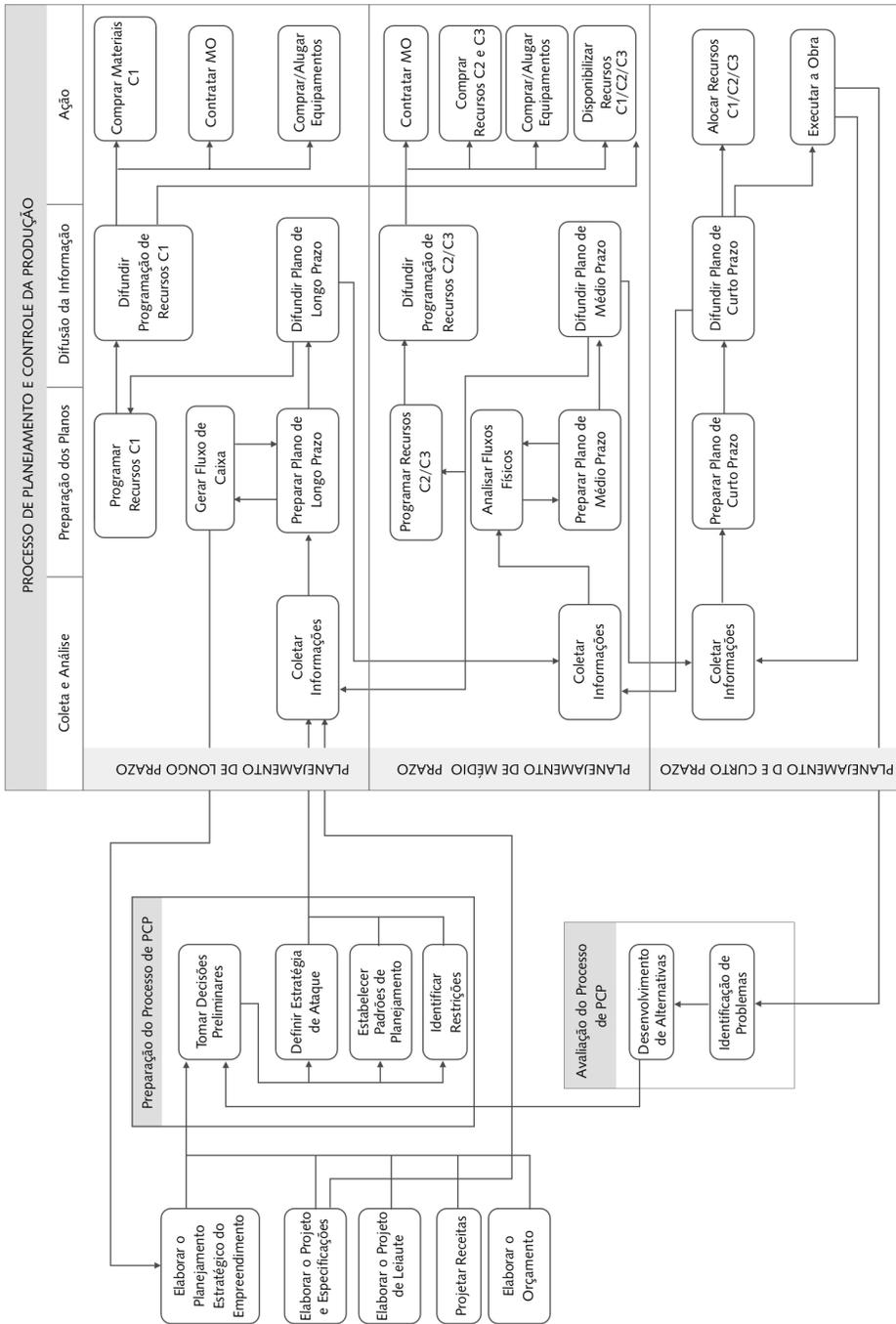


Figura 4 – Modelo de planejamento e controle da produção

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Planejamento de longo prazo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Planejamento de médio prazo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Planejamento de curto prazo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Avaliação do processo de planejamento e controle da produção

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

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

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

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

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

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

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

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

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

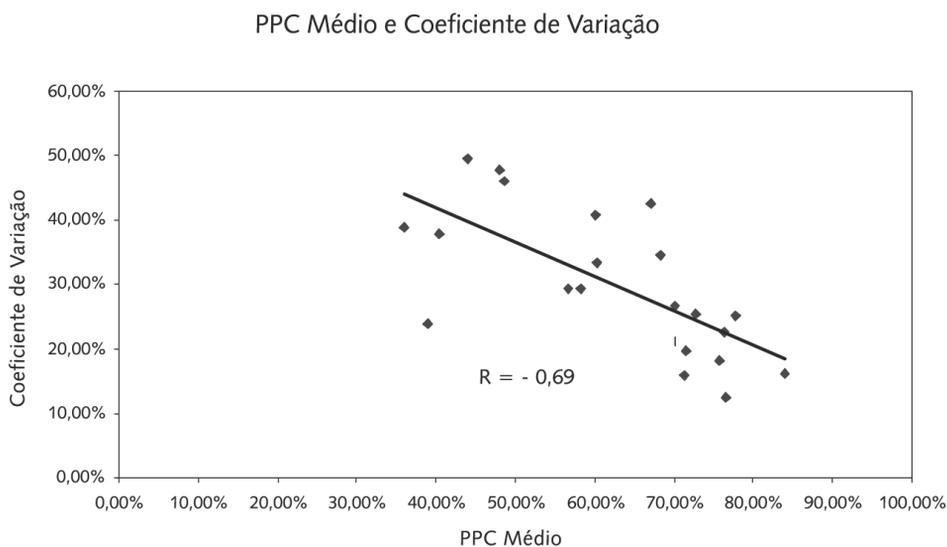


Figura 5 – Correlação linear entre o PPC médio e seus coeficientes de variação

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

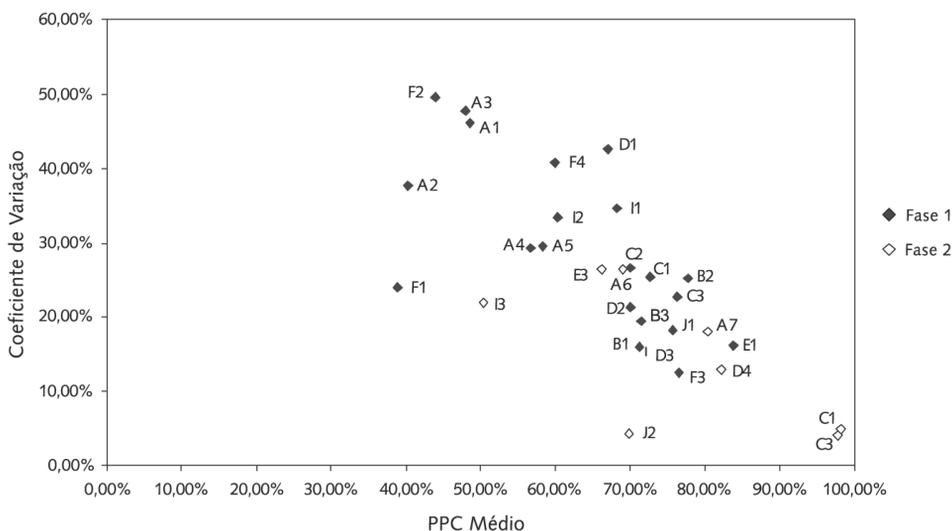


Figura 6 – Comparação entre o PPC Médio e o Coeficiente de Variação das obras analisadas na fase 1 (durante a implementação) e na fase 2 (após a implementação)

Considerações finais

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

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

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

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

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

Referências bibliográficas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

394

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, London, United States, n. 5, p. 243-266, 1987.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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