

**A ATIVIDADE DE PROJETO DIRECIONADA À RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA
E O DESAFIO DE EQUILIBRAR CONCEITOS TÉCNICOS E GERENCIAIS
NO ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL**

Helen Ulrich – hulrich@sc.usp.br

Departamento de Engenharia de Produção - Escola de Engenharia de São Carlos – USP
Av. Dr. Carlos Botelho, 1465. São Carlos–SP, CEP 134560-250.

José Benedito Sacomano - sacomano@zaz.com.br

Departamento de Engenharia de Produção - Escola de Engenharia de São Carlos – USP
Av. Dr. Carlos Botelho, 1465. São Carlos–SP, CEP 134560-250.

***Resumo.** A atividade de projeto é fundamental na busca pela racionalização da construção, pois é a fase que mais influencia os resultados do empreendimento. No setor da construção civil, o qual vem passando por sérias mudanças visando estratégias competitivas baseadas em qualidade e produtividade, é crescente a consciência de que o projeto precisa ser elaborado dentro de altos níveis de qualidade, para garantir a eficiência durante a execução da obra. Esta reformulação da atividade de projeto representa um desafio ao ensino de engenharia, pois delinea um novo perfil dos profissionais envolvidos, englobando visão sistêmica do processo e domínio de técnicas tanto construtivas quanto gerenciais. Este trabalho caracteriza os novos conceitos na atividade de projeto, procurando evidenciar potenciais problemas quanto à sua introdução no currículo de engenharia civil. Também apresenta as experiências do GPEPC – Grupo de Pesquisa em Engenharia de Produção Civil em abordar conceitos de gerenciamento no curso de engenharia civil da Escola de Engenharia de São Carlos – USP durante a disciplina Gerenciamento na Construção Civil: observações sobre o interesse dos alunos, desenvolvimento de vídeos didáticos, um multimídia e um site da disciplina. Destaca ainda a publicação do livro “Gerenciamento na Construção”, escrito por professores do Departamento de Engenharia de Produção.*

***Palavras-chave:** Projeto, Qualidade, Construção Civil.*

1. INTRODUÇÃO

O cenário atual da construção no Brasil é marcado por uma série de mudanças, englobando globalização, maior exigência dos clientes/usuários, desenvolvimentos tecnológicos, inovações por parte da indústria de materiais e componentes, mudança na cultura do setor, entre outros. As empresas do setor estão buscando reformular suas estratégias produtivas para sobreviver em um mercado cada vez mais competitivo, principalmente

através da *racionalização de produtos e processos*, caracterizada pela evolução tecnológica e organizacional de processos construtivos tradicionais. (NOVAES, 1996)

A busca de competitividade através de estratégias competitivas baseadas em qualidade e produtividade mostrou-se uma alternativa bastante viável para atingir esse objetivo, várias empresas construtoras estão reformulando seus processos com base em sistemas de qualidade, procurando assim o aumento da produtividade e conseqüente redução nos custos de produção.

O principal desafio encontrado pelas empresas na adoção de programas de gestão da qualidade e evolução organizacional do setor é a integração entre as diversas fases do empreendimento, bem como a gestão das interfaces entre competências dos diferentes agentes. Segundo MELHADO (2000), o processo de produção de edifícios é caracterizado por uma sucessão de fases, com níveis de decisão hierarquizados, responsabilidades dispersas e baixo grau de integração entre os agentes. Para obtenção de níveis satisfatórios de qualidade durante o empreendimento como um todo, é fundamental que exista coerência e continuidade entre as diversas etapas. Caso contrário, as medidas para melhoria da qualidade adotadas serão perdidas na passagem de uma fase para outra, ou ao longo de uma mesma fase.

As etapas anteriores à execução, de planejamento e projeto, mostram-se fundamentais na busca pela melhoria do processo de produção como um todo e da qualidade do produto final, já que têm influência decisiva nas demais etapas. É durante a etapa de projeto que são estabelecidas todas as características finais do edifício. Também as soluções adotadas no projeto vão definir a eficiência da etapa de execução, através da escolha coerente de metodologias construtivas e detalhamento adequado para eliminar erros e improvisações no canteiro de obras.

Assim, é importante que o projeto seja elaborado de maneira a atender todas as especificações de desempenho, as necessidades dos clientes e que o seu próprio processo de elaboração seja feito da forma mais eficiente possível, bem como deve contemplar considerações sobre os custos envolvidos durante todo o processo. Disso decorre a necessidade de haver na etapa de projeto metodologias para garantia e controle da qualidade do mesmo, onde a inserção de conceitos provenientes da engenharia de produção mostram-se bastante úteis.

Sobre a aplicação de conceitos, princípios e metodologias da engenharia de produção na construção civil, FORMOSO (1999) considera que conceitos de administração de empresas e engenharia de produção deveriam fazer parte da formação básica do engenheiro civil. Conceitos de TQC (*Total Quality Control*) e *lean production* – ou *lean construction* na construção civil – já estão sendo absorvidos com sucesso pelo setor, abrangendo também outros conceitos muito utilizados na indústria tais como: *just in time*, qualidade total, benchmarking, reengenharia, engenharia simultânea, etc.

Este artigo aborda os novos conceitos e tendências da atividade de projeto, na busca pela racionalização dos processos de construção de edifícios e evolução do setor, considerando um desafio incorporá-los ao currículo tradicional de engenharia civil.

2. RACIONALIZAÇÃO A PARTIR DO PROJETO

É presente no setor da construção civil atualmente um grande número de iniciativas e experiências de programas de racionalização, eliminação de desperdícios, melhoria da qualidade e produtividade por parte das empresas construtoras e de projetos, além de diversos Congressos, palestras, cursos e artigos técnicos relacionados com a qualidade na construção civil no Brasil. Este movimento pela qualidade é reflexo da ênfase pela qualidade que vem ocorrendo em todos os setores produtivos e sinal de que a conscientização começa a ser presente no setor.

Além de possibilitar a melhoria da qualidade ao longo das etapas subsequentes, a fase de projeto assume papel potencial na introdução da maioria das medidas que visam a racionalização da construção, pois o custo destas medidas quando implementadas na fase de projeto é quase sempre muito menor que as implementadas nas fases posteriores. Assim, por possuir caráter estratégico para a qualidade do empreendimento, todas as medidas que visem a melhoria do processo de projeto são de extrema relevância para o progresso do setor como um todo.

2.1 Tendências quanto ao papel do projeto

O setor da construção civil começa a dar sinais da conscientização da importância do papel do projeto no processo de produção. Uma grande tendência na implantação de programas de garantia da qualidade na construção civil é a valorização da atividade de projeto e o reconhecimento da necessidade de integração entre *projeto* e *execução*. Outras tendências observadas no mercado da construção civil quanto à mudança do papel do projeto são apresentadas por MELHADO (1997):

- Pressões quanto ao atendimento a padrões contratuais
 - avaliação da capacidade dos projetistas em atender às demandas de cada contrato
 - pressão para estruturação interna do escritório para atender à qualidade
 - cobrança de conteúdo de informações e prazos
 - diferencial de atuação do projetista pela capacitação técnica
- Inclusão crescente de informações voltadas à produção
 - incorporação de alterações tecnológicas
 - demanda por projetos que tratem do processo de produção
 - eficiência das atividades construtivas como sinônimo de qualidade do produto final
 - engenheiros de nível gerencial, nas construtoras, vêm exercendo a coordenação de projetos
 - emprego crescente da informática
 - busca da “engenharia simultânea”: coordenação e não apenas compatibilização final
 - necessidade de retroalimentação para novos empreendimentos
- Tendências de evolução no processo de projeto
 - projeto para produção
 - projeto enquanto serviço (solução de problemas)
 - multidisciplinaridade do projeto + coordenação imparcial e isenta
 - padronização de processos nos escritórios de projeto
 - revisões de normas técnicas e manuais de associações de projetistas
 - uso de sistemas de informação (não apenas equipamentos de informática)
 - parcerias escritórios de projeto - construtoras

2.2 O conceito de construtibilidade

Segundo FRANCO & AGOPYAN (1993) a **construtibilidade** é, dentre os princípios empregados para o desenvolvimento do projeto, aquele que fundamenta as medidas de racionalização do processo construtivo. E apresentam a definição de construtibilidade dada pelo CII (“Construction Industry Institute”): “*É o uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e da operação em campo para se atingir os objetivos globais do empreendimento.*”

Os autores apontam cinco princípios de racionalização na fase de projeto:

- construir numa mesma seqüência;
- reduzir o número de operações na construção;

- simplificar o projeto dos elementos;
- padronizar os componentes da construção;
- coordenar dimensionalmente os materiais.

A construtibilidade resulta em racionalização do processo pois, como considera a importância da experiência construtiva e a integração do projeto e construção numa visão holística, torna mais efetiva a aplicação de recursos na construção.

2.3 Qualidade de projeto

Para que a atividade de projeto seja realizada segundo os princípios da racionalização, ela deve ser desenvolvida de acordo com padrões de qualidade satisfatórios, seguindo uma metodologia de garantia e controle da qualidade. Essencial para a eficiência do processo total de produção, a qualidade de projeto irá repercutir em todas as demais fases subsequentes.

MESEGUER (1991) distingue a qualidade de projeto em três aspectos diferentes:

- a) a qualidade da solução proposta (aspectos funcionais e técnicos, estética, custo, prazo)
- b) a qualidade da descrição da solução (desenhos, especificações)
- c) a qualidade da justificativa da solução (cálculos, explicações)

SOUZA et. al. (1994) também abordam os aspectos mencionados quanto à solução adotada e descrição da solução e ainda inclui o aspecto da *qualidade no processo de elaboração do projeto*, que engloba: diretrizes de projeto, integração entre projetos, análise crítica do projeto e controle de recebimento.

As soluções de projeto devem passar também por uma análise segundo critérios de construtibilidade e desempenho, garantindo que estas soluções são adequadas à execução. A idéia de que um melhor desempenho só pode ser obtida com o aumento de custos é combatida por FRANCO & AGOPYAN (1993), que afirmam que “*muitas das falhas verificadas nas edificações podem ser atribuídas à falta de conhecimento tecnológico no emprego dos processos e materiais, sobretudo aqueles inovadores*”.

PICCHI (1993) amplia e detalha os componentes da qualidade do projeto e respectivos aspectos principais, mostrados no quadro 1.

Quadro 1: Componentes da qualidade de projeto (PICCHI, 1993; p. 304)

| Componentes da qualidade do projeto | Sub-componentes | Principais aspectos relacionados |
|---|--|--|
| Qualidade do programa | | Pesquisas de mercado Necessidades dos clientes Antecipação de tendências |
| Qualidade da solução | atendimento ao programa | |
| | atendimento a exigências psico-sociais | Funcionalidade Estética Proteção Status |
| | atendimento a exigências de desempenho | Segurança Habitabilidade Desempenho no tempo Economia na utilização |
| | atendimento a exigências de otimização da construção | Racionalidade Padronização Construtibilidade Integração de projetos Custo da obra |
| Qualidade na apresentação | | Clareza de informações Detalhamento suficiente Informações completas Facilidade de consulta |
| Qualidade do processo de elaboração de projetos | | Prazo Custo de elaboração de projetos Comunicação e envolvimento dos profissionais |

2.4 Controle da qualidade de projetos

A função do controle é garantir a qualidade do projeto, assegurando sua compatibilidade com os condicionantes e expectativas determinadas para o empreendimento. Assim, um efetivo controle da qualidade mostra ser o principal fator de sucesso para o projeto. (FRANCO & AGOPYAN, 1993)

O processo de produção de projetos, bem como as atividades de controle do mesmo são esquematizados na Figura 1.

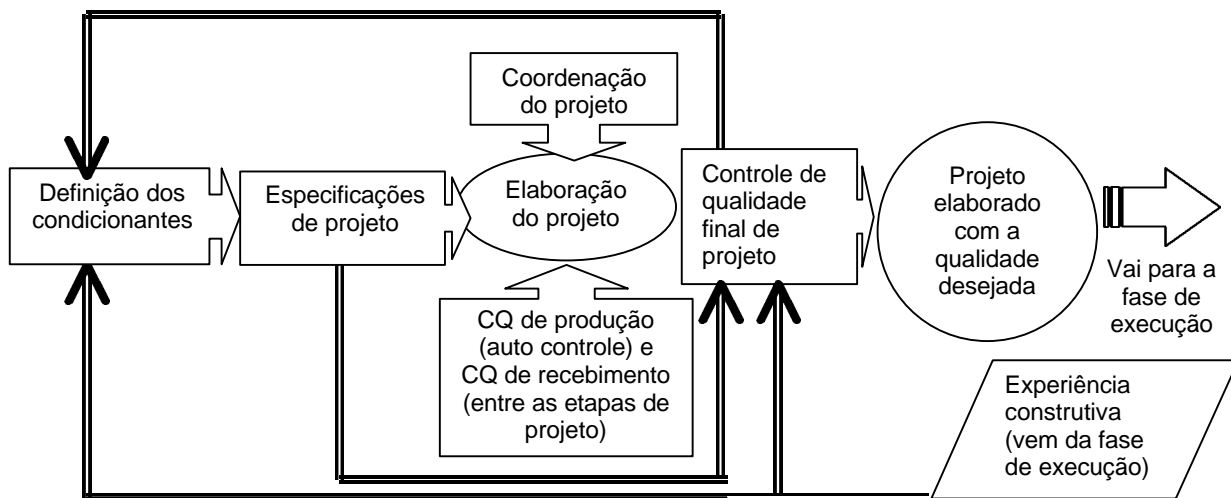


Figura 1: esquema de produção dos projetos (FRANCO & AGOPYAN, 1993)

Simplificadamente, NOVAES (1996) cita as ações relativas ao controle de qualidade dos projetos:

- Sistematização das informações e indicadores da qualidade e da produtividade de interesse do projeto
- Identificação e padronização das informações e indicadores
- Formatação e transmissão das informações
- Coordenação de projetos durante o processo de elaboração: controle e compatibilização de projetos
- Análise crítica de projetos
- Registros de alterações: revisão de projetos e projeto *as built*
- Realimentação do processo.

Assim, de maneira geral, a atividade de controle pressupõe a comparação do estado atual com um padrão preestabelecido, para que, caso ocorram divergências entre eles, seja possível tomar providências em tempo hábil e corrigir desvios prontamente.

2.5 O fluxo de informações durante a atividade de projeto

Essencial para o sucesso da gestão do processo de projeto é a definição e transmissão sistematizada de informações que caracterizam o produto projeto, o que torna a comunicação entre os agentes um assunto fundamental. O fluxo de informações durante o processo de projeto envolve a clara comunicação de todos os condicionantes (ou entradas) do projeto aos projetistas, juntamente a uma coordenação de projetos eficaz.

A sistematização do fluxo de informações no processo de projeto vem sendo objeto de estudo por parte de muitos autores. As principais dificuldades para a perfeita comunicação entre os agentes surge da falta de uma linguagem comum a todos os agentes, já que os profissionais envolvidos têm formações diferentes e características intrínsecas a cada especialidade e ao fato da própria informação ser uma entidade em contínua definição e produção, tornando muito rápido o processo de comunicação.

Diante da necessidade de integração no momento do projeto das várias necessidades e visões existentes ao longo do ciclo de produção e utilização do edifício, uma nova metodologia de projetos vem sendo discutida e analisada, baseada nos conceitos e premissas da engenharia simultânea (atualmente empregada com sucesso no desenvolvimento de novos produtos em muitas indústrias).

O principal fundamento da **Engenharia Simultânea** é trazer para as primeiras fases de desenvolvimento do produto todos os participantes do processo, levando em consideração as necessidades dos clientes internos (envolvidos no processo de produção) e externos (compradores e usuários).

FABRÍCIO & MELHADO (2000) adaptam o conceito para o caso específico da construção civil, já que os objetivos para aplicação da engenharia simultânea são análogos aos da indústria de manufatura: aumento de produtividade, diminuição dos prazos de concepção e disposição do produto, ampliação da qualidade e redução dos custos. Assim, apresentam o conceito de **Projeto Simultâneo**, *“entendido como uma adaptação (ao setor) da engenharia simultânea que busca a convergência, no projeto do edifício, dos interesses dos diversos agentes participantes do ciclo de vida do empreendimento, considerando precoce e globalmente as repercussões das decisões de projeto na eficiência dos sistemas de produção e na qualidade dos produtos gerados, envolvendo aspectos como construtibilidade, habitabilidade, manutenibilidade e sustentabilidade das edificações.”*

3. O DESAFIO DE INCORPORAR NOVOS CONCEITOS AO CURRÍCULO TRADICIONAL

Preparar os estudantes dos cursos de graduação em engenharia civil para as mudanças que aparecem a cada dia no setor é ao mesmo tempo uma tarefa importante e difícil. O currículo tradicional evidencia as habilidades técnicas na preparação do aluno para o mercado, e deixa em segundo plano o ensino das habilidades gerenciais, fundamentais para o seu sucesso profissional dentro de um mercado cada vez mais competitivo.

Mesmo com todos os avanços em pesquisa nas áreas de gestão dos processos na construção civil, qualidade e novas tecnologias, pouco espaço tem sido dedicado às mesmas nos currículos de engenharia, salvo raríssimas exceções.

TATUM (1987) discute as difíceis decisões que devem ser tomadas ao tentar balancear tópicos técnicos e gerenciais no ensino de engenharia e propõe um currículo que engloba, além da parte técnica, matérias sobre comportamento humano, organização da construção civil, técnicas de controle, relações entre construção civil e indústria, estratégia e marketing, finanças, entre outros. O programa proposto é baseado na idéia de que o entendimento de princípios técnicos e gerenciais básicos permitirão aos alunos recém formados obter muito mais rapidamente a experiência e o conhecimento necessários para administrar empreendimentos da construção civil.

Seguindo esta mesma idéia, foram apresentados neste trabalho conceitos sobre a atividade de projeto que atendem à necessidade de uma nova visão do processo de produção na construção, mais sistêmica e com enfoques de gestão da qualidade.

O Grupo de Pesquisa em Engenharia de Produção Civil – GPEPC, da Escola de Engenharia de São Carlos, atua junto aos alunos do quinto ano do curso de graduação em engenharia civil na disciplina Gerenciamento da Construção Civil, através do desenvolvimento de material didático como vídeos, um multimídia e a manutenção de um site da disciplina. Outro destaque foi a publicação de um livro sobre Gerenciamento na Construção Civil, desenvolvido por professores do Departamento de Engenharia de Produção e membros do GPEPC a partir das experiências e observações das necessidades dos alunos durante o curso.

O contato direto com os alunos de graduação de engenharia civil possibilitou observar que há um crescente interesse por parte dos mesmos quanto aos conceitos de gerenciamento apresentados. Muitos alunos matriculam-se em matérias da Engenharia de Produção buscando novos conhecimentos na área, e alegam que o fazem porque estão cientes das novas exigências do mercado.

Ironicamente, mesmo crescendo o interesse pela disciplina por parte dos alunos, este ano houve uma mudança no currículo, que diminuiu o número de créditos da disciplina, obrigando os professores a deixarem de lecionar alguns módulos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor da construção civil no Brasil encontra-se em contínua mudança, reformulando seus processos produtivos e buscando estratégias competitivas baseadas em qualidade e produtividade para sobreviver em um mercado cada vez mais competitivo. O setor começa a absorver conceitos e técnicas de gestão presentes em outros setores industriais, geralmente com muito sucesso.

Esta reformulação do setor exige uma nova postura dos profissionais envolvidos, relacionada ao conhecimento de técnicas gerenciais e visão sistêmica do processo de construção, que, por sua vez, representa um verdadeiro desafio aos cursos de engenharia civil: o de preparar os alunos para esta nova realidade.

Assim, faz-se necessária a atualização do currículo tradicional de engenharia civil, reservando maior espaço ao ensino dos novos conceitos que surgem no setor, evidenciados em várias pesquisas científicas. A absorção destes conceitos pelos alunos representará um grande avanço na educação, pois ressalta o papel da universidade como elemento transformador, formando profissionais mais competentes e, portanto, atuando na evolução do setor como um todo.

Agradecimentos

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo fornecimento dos recursos financeiros que viabilizam o desenvolvimento da pesquisa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FABRÍCIO, M.M.; MELHADO, S.B. Projeto Simultâneo e a Qualidade ao Longo do Ciclo de Vida do Empreendimento. In: *VIII ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Salvador – BA, UFBA/UEFS/UNEB, 2000. /anais em cd-rom/
- FORMOSO, C.T. /entrevista a E. Santin/ Planejar: possível e necessário. *Téchne*. São Paulo, n. 42, p. 18-22, set/out, 1999.
- FRANCO, L.S.; AGOPYAN, V. *Implementação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto*. Boletim Técnico BT/PCC/94: Escola Politécnica – USP, 1993
- MELHADO, S.B. *O Processo de Projeto no Contexto da Busca de Competitividade*. In: Seminário Internacional: Gestão e Tecnologia na Produção de Edifícios – São Paulo, 1997.
- MELHADO, S.B. A Qualidade na Construção de Edifícios e o Tratamento das Interfaces entre os Sistemas de Gestão dos Diversos Agentes. In: *VIII ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Salvador – BA, UFBA/UEFS/UNEB, 2000. /anais em cd-rom/
- MESEGUER, A.G. *Controle e Garantia da Qualidade na Construção*. Trad. Roberto José Falcão Bauer, Antonio Carmona Fº, Paulo Roberto do Lago Helene, São Paulo, Sinduscon-SP/Projeto/PW, 1991.
- NOVAES, C.C. *Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais*. São Paulo. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica – USP, 1996.
- PICCHI, F. A. *Sistemas de Qualidade: uso em empresas de construção de edifícios*. São Paulo. Tese (Doutorado), Escola Politécnica - USP, 1993.

SOUZA, R. et al. *Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras*. SindusCon-SP/SEBRAE, 1994.

TATUM, C.B. Balancing Engineering and Management in Construction Education. *Journal of Construction Engineering and Management*. v.113, n.2, jun 1987, p. 264 – 272.