

# **PROJETOS PARA PRODUÇÃO COMO INSTRUMENTOS DA MELHORIA DA QUALIDADE DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES**



**C. C. NOVAES**

Prof. Dr. - Universidade Federal de São Carlos, Brasil  
Departamento de Engenharia Civil  
E-mail: cnovaes@power.ufscar.br

## **SUMÁRIO**

A ausência de dados ou mesmo a omissão, no conjunto dos projetos, de especificações e informações quanto à tecnologia construtiva das soluções propostas, demonstram a importância da elaboração de projetos para produção, os quais são contemplados neste trabalho, seja quanto aos momentos da sua inserção no processo de projeto e aos relacionamentos dos mesmos com os projetos do produto, seja quanto à sua composição e à atribuição de responsabilidades pela sua elaboração.

## **1. INTRODUÇÃO**

Durante as etapas de planejamento e projeto de uma edificação, momentos em que são ainda baixos os custos acumulados no processo de produção, são maiores as possibilidades de interferências, seja quanto à definição das características finais dos produtos, seja quanto aos custos da produção [1]. No entanto, o custo relativamente inferior das atividades do processo de projeto mascara a sua verdadeira importância para a totalidade da economia da edificação, acrescentando que muitos problemas relacionados com insuficientes informações de projeto afetam significativamente o desempenho das atividades da produção e do produto final. [2]

Entende-se caber distinção entre dois conceitos para projeto. Um estático, referente a projeto como produto, constituído por elementos gráficos e descritivos, ordenados e elaborados de

acordo com linguagem apropriada, destinado a atender às necessidades da etapa de produção. E outro, dinâmico, que confere ao projeto um sentido de processo, através do qual as soluções são elaboradas e compatibilizadas. [3]

Considerado como elemento de informação, no contexto dos processos construtivos, o projeto, de acordo com esta conceituação, assume um caráter tecnológico, devido às soluções presentes nos detalhamentos dos vários projetos elaborados, e um caráter gerencial, por sua função de apoio às decisões do planejamento da produção.

No entanto, o projeto tem deixado a desejar, tanto sob o aspecto tecnológico, quanto sob o gerencial, sobretudo nos processos construtivos tradicionais, empregados majoritariamente nas edificações brasileiras. A dissociação entre projeto e produção provoca, durante o processo de elaboração, omissões nos detalhamentos e ausência de completção na composição dos projetos resultantes, atribuindo à gerência da edificação, por conseqüência, indevida responsabilidade por decisões.

A incorporação de mecanismos destinados à obtenção de melhorias na qualidade do projeto-processo implica em enfocá-lo através das atividades que se desenvolvem nas interfaces da etapa de projeto e nas interfaces das etapas do processo construtivo; enquanto que para o projeto-produto, a melhoria da qualidade resulta da verificação da conformidade das soluções adotadas, compatibilizadas e analisadas criticamente, durante o seu processo de elaboração, às exigências produtivas, de desempenho e do empreendimento.

Sob ambos os enfoques, assumem importância as atividades que se desenvolvem no âmbito da coordenação de projetos, no sentido do estabelecimento preciso daquelas exigências, sobretudo das que interessam aos agentes da promoção do empreendimento e da produção da edificação, requisito essencial para definições quanto ao grau de detalhamento e de completção a ser observado pelo conjunto dos projetos elaborados. [4]

Inserido nessa temática, este trabalho tem por objetivo destacar a importância da elaboração de projetos para produção, em complementação aos projetos do produto, usualmente elaborados.

## **2. A IMPORTÂNCIA DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO**

Para a maioria dos empreendimentos no setor Edificações no Brasil, no que diz respeito aos resultados da etapa de projeto, estes, via de regra, resumem-se aos projetos do produto: de arquitetura, de estrutura e fundações e de instalações prediais, com relacionamentos e detalhamentos que dependem do grau de organização e de sistematização de procedimentos do conjunto dos agentes envolvidos, no âmbito da coordenação de projetos.

Em geral, quando inseridos em processos construtivos de mesma base tecnológica, cada especialidade apresenta semelhanças no detalhamento de seus projetos, mesmo quando destinados para edificações distintas e independente das particularidades dos processos de trabalho utilizados nas mesmas.

No entanto, em função do nível de desenvolvimento tecnológico exigido pelo processo construtivo, em resposta às estratégias econômico-produtivas impostas pelos agentes da promoção e da produção, o nível de construtibilidade dos projetos e de racionalização construtiva pode variar. Para a maioria das edificações, considerada a complexidade dos processos construtivos e a heterogeneidade de racionalização construtiva incorporada, a falta de completação verificada no conjunto dos projetos, seja na sua composição, seja no detalhamento de cada projeto em particular, tem conduzido a baixos níveis de construtibilidade. [5]

Além das representações gráfico-descritivas e especificações técnicas usualmente contidas, muito pouco é contemplado nos projetos, com respeito às tecnologias construtivas das suas soluções, sem o estabelecimento de prescrições relativas ao modo de executar e à sucessão das etapas de trabalho [6]. Do ponto de vista da economia do processo construtivo, esta falta de completação e detalhamento nos projetos pode conduzir a previsões orçamentárias com resultados, muitas vezes, distantes da realidade das edificações.

A ausência de dados ou mesmo a omissão, no conjunto dos projetos, de especificações e informações quanto à tecnologia inerente à execução das soluções propostas, assim como, a ausência de informações que permitam a integração geométrica, tecnológica e produtiva entre componentes e subsistemas, demonstram a importância da elaboração de **projetos para produção**, relacionados com a caracterização do sistema construtivo e dos processos de trabalho empregados na produção.

### 3. RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA E PROJETOS PARA PRODUÇÃO

O nível de completação e de detalhamento alcançado no conjunto dos projetos para produção depende das necessidades impostas pelas alterações introduzidas no processo de trabalho, devido aos níveis diferenciados de incorporação de racionalização construtiva, porém, com conseqüências também diferenciadas, em termos de qualidade e produtividade. Assim, os projetos para produção a serem elaborados, que têm por princípios básicos a organização do trabalho, o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade, dependem das características tecnológicas e produtivas do processo de produção, levando-se em consideração a heterogeneidade existente no setor da construção de edifícios no Brasil.

Um parcela dos projetos para produção deve ser elaborada em paralelo com a elaboração dos projetos do produto, contemplando, com enfoque no produto, a caracterização dos elementos construtivos horizontais (pisos e coberturas dos edifícios) e verticais (vedações verticais internas e fachadas), de forma a antecipar, no projeto, a completa integração dimensional, produtiva e tecnológica entre componentes e subsistemas, servindo-se, inclusive, das representações já desenvolvidas pelos demais projetos.

Outra parcela dos projetos para produção deve ser elaborada simultaneamente ao planejamento da produção, tendo, dentre seus objetivos, especificar as seqüências de atividades e serviços da execução das obras, as composições de trabalhadores para as atividades, a disposição das instalações provisórias e a organização dos canteiros, além de outras questões vinculadas à

capacidade organizacional e produtiva das empresas construtoras. [7]

Dessa forma, alguns conteúdos podem ser destacados para desenvolvimento em projetos para produção de edificações:

- projeto do canteiro, incluindo o suprimento das infra-estruturas (água, energia, comunicações, etc.) necessárias para a implantação e operação de atividades no canteiro ou em usina, dimensionamento e localização adequada de equipamentos, áreas de trabalho, instalações provisórias e seus acessos;
- projeto de fôrmas para execução de estrutura de concreto armado, contemplando a seqüência das atividades de fôrma e desforma;
- projeto de concretagem, com composição da equipe de operários, identificação e especificação de equipamentos, estabelecimento do percurso lógico para atividades de concretagem, em função dos equipamentos utilizados, sua localização e circulação na área da concretagem;
- projetos para produção seriada de componentes (por exemplo, pré-montagem de *kits* para instalações prediais);
- projeto de vedações, contemplando detalhamento de cintas, vergas e contra-vergas, marcações de fiadas, modulações, amarrações, grauteamentos, fixações e ligações com componentes da estrutura, compatibilização com componentes e traçados das instalações prediais;
- projeto de impermeabilização de fundações, vedações verticais internas e pisos em ambientes molháveis, fachadas e cobertura;
- projeto de revestimentos, contemplando as especificações e atividades relativas à execução das diversas camadas exigidas para assentamento dos acabamentos; paginação de componentes dos acabamentos;
- projetos de forros e esquadrias, contemplando montagem e fixação nos componentes da estrutura e das vedações;
- projeto de lajes racionalizadas;
- projeto de contrapisos.

#### **4. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PROJETOS PARA PRODUÇÃO**

Conforme considerado, levando-se em conta as heterogeneidades organizacional, tecnológica e produtiva presentes no setor da construção de edifícios no Brasil, a diversidade dos projetos para produção encontra correspondência com a intensidade de racionalização construtiva incorporada ao processo construtivo.

Tendo em vista a observação da prática produtiva no setor, foram efetuadas pesquisas em empresas construtoras atuantes em cidades do estado de São Paulo, inseridas em programas de modernização tecnológica e organizacional, as quais permitiram a constatação da presença de projetos adicionais àqueles considerados de elaboração freqüente. Dentre os projetos para produção observados, dois são, de modo sucinto, conceituados e caracterizados a seguir: projeto de vedações e projeto de lajes racionalizadas.

#### 4.1. Projeto de vedações

A compatibilização de interferências existentes entre as soluções necessárias para a representação dos planos horizontais e verticais dos edifícios torna-se mais complexa, na medida em que estes planos pertencem a ambientes, cujas funções no edifício exigem maior atenção no atendimento às exigências de desempenho. Por exemplo, em ambientes servidos por instalações prediais e sujeitos à umidade - cozinhas, sanitários e áreas de serviços. Ou ainda, na medida em que protegem os edifícios do ambiente externo (fachadas e coberturas); ou separam ambientes internos adjacentes, funcionalmente distintos, por exemplo, ambientes sociais e de serviços.

As pesquisas citadas permitiram-nos constatar a presença de projetos de alvenaria, como consequência do atual emprego generalizado de processos construtivos tradicionais, nos quais as vedações são executadas em alvenaria de blocos (de concreto ou cerâmicos), com posterior revestimento argamassado e acabamento em pintura ou com componentes cerâmicos. Destaca-se a importância da elaboração de projeto de alvenaria desde a fase de anteprojeto, conjuntamente com os projetos de arquitetura, estrutura e instalações. [8]

As definições dos componentes das vedações, tipificados e padronizados, sob a ótica do produto; e dos correspondentes procedimentos para sua montagem ou assentamento, sob a ótica da produção, devem ocorrer em atendimento às condições de exposição, em especial às condições ambientais do local, visando contribuir para os confortos térmico e acústico nos ambientes do edifício e para a estanqueidade das fachadas e coberturas.

O nível de detalhamento do projeto de vedações refere-se não apenas à modulação do subsistema vedações, em função das dimensões de seus componentes e dos componentes das estruturas, das instalações e das esquadrias, que interagem nos planos verticais dos edifícios, mas também à integração e compatibilização física, dimensional, produtiva e tecnológica, entre os mesmos.

A qualidade alcançada na execução das vedações encontra-se relacionada com a qualidade alcançada na execução da estrutura, para o que importa a regularidade geométrica dos componentes estruturais adjacentes (ângulos, prumos, níveis) e o comportamento mecânico dos mesmos. Dessa forma, as deformações verificadas nos componentes da estrutura necessitam ser compatibilizadas com as propriedades dos materiais e componentes constituintes das vedações, procurando-se evitar, desde o projeto, a ocorrência de fissuras, destacamentos, etc., através de dispositivos previamente previstos, como juntas de dilatação e controle, fixações rígidas (encunhamentos) ou flexíveis (argamassa fraca) nos componentes estruturais, etc., que possibilitem desempenho harmônico e solidário entre estruturas e vedações.

É importante considerar que a elaboração do projeto de vedações, ao necessariamente integrar a composição das vedações com os componentes estruturais e das instalações prediais, contribui para a compatibilização de soluções, aspecto do controle da qualidade do projeto, durante as atividades da coordenação de projetos. [9]

## 4.2. Projeto de lajes racionalizadas

Ainda como exemplo ilustrativo de elaboração de projetos para produção, identificado nas pesquisas realizadas, pode ser citada a decisão pela produção de lajes racionalizadas, com superfície suficientemente nivelada e com textura apropriada para a execução dos revestimentos, que pode proporcionar reduções no consumo de tempos e de recursos materiais e humanos, pela possibilidade de eliminação, total ou parcial, de contrapisos, ou mesmo, pela diminuição de suas espessuras.

Determinados condicionantes são apontados para a obtenção de lajes racionalizadas, por sua vez, relacionados com a elaboração de outros projetos para produção [10]:

- definição precisa do posicionamento de componentes das instalações, com vistas à terminalidade dos serviços executados;
- sistema de fôrmas compatível com a precisão do nivelamento desejado para a superfície da laje;
- utilização de aparelho de nível (eventualmente, a laser);
- emprego de referenciais de níveis mais precisos que as guias de madeira comumente empregadas na concretagem;
- respeito aos prazos mínimos recomendados para a desforma da laje;
- definição prévia do caminhamento da concretagem;
- cuidados no reescoramento.

Porém, a execução de lajes racionalizadas exige a elaboração dos projetos em sintonia com as soluções construtivas correspondentes. Assim, o projeto de arquitetura deve especificar os níveis para os pisos acabados, indicando as regiões e respectivos valores para os desníveis entre ambientes. De acordo com as soluções propostas pela produção, para a obtenção daqueles desníveis durante a execução, há a necessidade de detalhamento das camadas que compõem os sistemas de piso, considerando-as segundo suas espessuras e segundo as propriedades de seus materiais constituintes.

Em sintonia com estas soluções construtivas, deve ser elaborado projeto de fôrmas para as lajes, prevendo níveis para as mesmas, compatibilizado com estas informações.

Adicionalmente, o detalhamento do projeto de estrutura deve atender às táticas adotadas para a racionalização nos procedimentos de concretagem e na produção e emprego de fôrmas e armaduras, em termos, por exemplo, dos diâmetros preferenciais para as barras ou da possibilidade de emprego de telas soldadas para armadura de lajes, ou ainda, da variabilidade permitida para dimensões dos componentes.

Os condicionantes apontados para a obtenção de lajes racionalizadas incorporam a elaboração de projeto para produção, destinado a orientar os serviços de concretagem da laje e que contém [11]:

- definição das frentes de concretagem, em função da posição do elevador de cargas e da

- geometria do edifício;
- definição do caminhamento da concretagem, delimitando os painéis, em função da dimensão da régua de sarrafeamento;
- posicionamento de taliscas;
- posicionamento de componentes das instalações, que eventualmente são embutidos na espessura da laje;
- posicionamento dos caminhos empregados para circulação de operários e equipamentos, durante a concretagem.

## **5. CONCLUSÕES**

A elaboração dos projetos para produção pode ser vista, portanto, segundo dois enfoques, conforme tenham por função subsidiar a produção das edificações complementando a representação de elementos construtivos, sob a ótica do produto, e atender à exigência de inclusão nos projetos, de informações adequadas às necessidades das atividades a serem realizadas durante a produção [12].

Dessa forma, uma parcela desses projetos deve ser gradativamente elaborada, em paralelo com a elaboração dos projetos do produto (projeto de vedações, por exemplo), nas fases que compõem o processo de projeto, possibilitando a troca de informações entre os mesmos; enquanto outra parcela, destinada a caracterizar os procedimentos de execução, deve ser elaborada após o processo de projeto (projeto de concretagem, por exemplo), durante o planejamento da produção, servindo-se das informações contidas nos projetos do produto e para produção, elaborados anteriormente.

Assim, as responsabilidades pela elaboração dos projetos para produção são divididas entre profissionais de projeto, contratados externamente às estruturas técnicas dos agentes da promoção e da produção, e profissionais da empresa construtora, pela maior proximidade destes com as particularidades dos procedimentos produtivos e com a potencialidade da empresa, em termos, por exemplo, de recursos humanos e de equipamentos.

Fica claro que os conteúdos dos projetos do produto e para produção, por necessidade de relacionamento com procedimentos e técnicas empregadas durante a produção, devem respeitar as particularidades tecnológicas e organizacionais dos processos construtivos adotados, assim como, as exigências de desempenho de materiais, componentes, subsistemas e do produto final.

A padronização e registro de soluções construtivas e de procedimentos da produção, para consideração durante a elaboração dos projetos do produto e para produção, além de evitar a centralização de conhecimentos em pessoas, contribui para que, durante a elaboração dos projetos, seja ampliada a incorporação de dados e informações acerca de aspectos produtivos e reduzida a possibilidade de consideração de soluções tendenciosas e conflitantes.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Hammarlund, Y.; Josephson, P.-E. - *Sources of quality failures in building*. European Symposium on Management, Quality and Economics in Housing and Other Building Sectors. E&FN Spon, 1991, pp.671-680.
- [2] Austin, S.A. *et al* - *Manipulating the flow of design information to improve the programming of building design*. Construction Management and Economics. v.12, nº5, p.445-455, 1994.
- [3] Marques, G.A.C. - *O Projeto na Engenharia Civil*. São Paulo, 1979. 117p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- [4] Cnudde, M. - *Lack of quality in construction - Economic losses*. European Symposium on Management, Quality and Economics in Housing and Other Building Sectors. E&FN Spon, 1991, pp.508-515.
- [5] Novaes, C.C. - *Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais*. São Paulo, 1996. 389p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- [6] Farah, M.F.S. - *Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional*. São Paulo, 1992. 297p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- [7] Melhado, S.B. - *Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção*. São Paulo, 1994. 294p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- [8] Melhado, S.B.; Barros, M.M.S.B. - *Qualidade do projeto na construção de edifícios*. São Paulo, EPUSP/ITQC, 1993. /Apostila do curso Qualidade e Produtividade na Construção Civil/.
- [9] Novaes, C.C. *Projeto de vedações como instrumento da compatibilização de projetos na construção de edifícios*. I Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho. Recife, 1999. v.1, pp.281-289.
- [10] Souza, A.L.R. *et al*. - *Projeto e inovação tecnológica na construção de edifícios: implantação no processo tradicional e em processos inovadores*. São Paulo, EPUSP, 1995. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP/Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/145).
- [11] Souza, A.L.R. *et al*. - Op. cit.
- [12] Melhado, S.B. - Op. cit.