

# ESTUDO DA SEQÜÊNCIA DE ETAPAS DO PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS: CENÁRIO E PERSPECTIVAS

## Marcio Minto Fabrício

Escola Politécnica - USP, Dep. de Eng. de Construção Civil, Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, Cidade Universitária, , São Paulo - SP, CEP 05508-900 - Fone: (011) 818-5422; E-mail: fabricio@pcc.usp.br

## Josaphat Lopes Baía

Escola Politécnica - USP, Dep. de Eng. de Construção Civil, Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, Cidade Universitária, , São Paulo - SP, CEP 05508-900 - Fone: (011) 818-5422; E-mail: josaphat@pcc.usp.br

## Silvio Burrattino Melhado

Escola Politécnica - USP, Dep. de Eng. de Construção Civil, Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, Cidade Universitária, , São Paulo - SP, CEP 05508-900 - Fone: (011) 818-5164; E-mail: silviobm@pcc.usp.br

### Abstract

This paper starts with an introduction about the main characteristics of the design process in the building construction sector and criticises its deficiencies in terms of efficiency and introduces the concept of concurrent design in order to improve this process.

It also describes a case-study, involving a quality program into a group of 22 enterprises, including building companies and design offices, which are implementing some changes in the design process.

The paper ends with a methodological proposal to the building design process based on the concurrent design principles.

**Área:** 4 Engenharia do Produto

**Keywords:** building design, design sequence, concurrent engineering.

### 1. Introdução

Como em outras indústrias, na construção de edifícios, os projetos têm um papel fundamental na qualidade dos produtos e na eficiência dos sistemas de produção.

Apesar dessa importância, os projetos têm sido tratados pelas empresas de construção como uma atividade secundária que é, via de regra, delegada a projetistas independentes, contratados por critérios preponderantemente de preço do serviço.

Outra característica dos projetos no setor é que eles são orientados para a definição do produto sem considerar adequadamente a forma e as implicações quanto à produção das soluções adotadas.

Mesmo as especificações e detalhamentos de produto, muitas vezes, são incompletas e falhas, sendo resolvidos durante a obra, quando a equipe de produção acaba decidindo sobre determinadas características do edifício não previstas em projeto.

O estudo de COLE (1990) apud KOSKELA et. al. (1997) aponta como principais causas dos problemas nos projetos o “*briefing*” deficiente, inadequações do conhecimento técnico

dos projetistas e a falta de planejamento do processo de projeto.

Assim, respeitando as características setoriais e as peculiaridades da produção de edifícios, é preciso buscar alternativas que garantam um processo de projeto mais eficaz em relação às obras e à qualidade dos edifícios gerados.

Com esse propósito, o presente trabalho discute redefinições no processo de projeto pautadas pelas premissas da *Engenharia Simultânea*, dando ênfase à análise das etapas de projeto e a sua seqüência.

## **2. Caracterização do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**

O processo de projeto na construção de edifícios é composto por várias especialidades de projeto (arquitetura, estruturas, sistemas prediais, etc.) as quais desenvolvem as soluções em nível crescente de detalhamento, cumprindo diferentes etapas de projeto.

Desta forma, o processo de projeto se dá através da sucessão de diferentes etapas, em que a liberdade de decisões entre alternativas vai sendo substituída pelo amadurecimento e desenvolvimento das soluções adotadas (MELHADO, 1994).

Constata-se que na construção de edifícios existe uma relação hierárquica entre a arquitetura e todos os demais projetos que compõem o edifício. De acordo com MELHADO (1997), as normas técnicas em vigor, bem como os textos institucionais que tratam do assunto, consideram o projeto de arquitetura como o responsável pelas indicações a serem seguidas pelos projetos de estruturas e instalações.

No processo de projeto convencionalmente utilizado no setor é comum que uma etapa de projeto de determinada especialidade dependa, para ser iniciada, do término de uma etapa de diferente especialidade, cujo grau de aprofundamento e maturação das decisões é equivalente ao da etapa (da outra especialidade) que se inicia. Por exemplo, a etapa de anteprojeto de estruturas e fundações tem como pré-requisito a etapa de anteprojeto de arquitetura.

Percebe-se assim, que a fase de concepção do edifício ocorre de forma separada do desenvolvimento do projeto, ou seja, *“a atuação do projetista de arquitetura ocorre previamente e sem a interação com os demais projetistas”* (MACIEL, 1997).

O projeto de arquitetura é desenvolvido a partir da pesquisa de mercado e aquisição do terreno e depois, é aprovado nos órgãos competentes, para obtenção de recursos financeiros e lançamento do empreendimento no mercado.

Somente após a etapa de lançamento, é feita a contratação dos demais projetistas que irão participar do desenvolvimento do projeto. Desta forma, a atuação dos diversos projetistas envolvidos no processo não ocorre de maneira conjunta e o projeto é elaborado sem a efetiva contribuição de todos os participantes ao longo das diferentes etapas do processo de projeto.

Além disso, observa-se que, durante o desenvolvimento do projeto, praticamente não existe a participação da construtora e do usuário mas, por outro lado, a influência do incorporador é bastante significativa.

De acordo com BAÍA (1998), durante os estudos de caso nas empresas que participam do programa, foi possível constatar algumas dificuldades com relação a implantação do fluxo do processo de projeto proposto:

- baixo grau de compromisso dos profissionais e empresas de arquitetura com a estratégia e metas dos contratantes (custos, prazos, atendimento ao usuário final); situação

agravada devido à falta de estratégia de produto por parte dos contratantes;

- ausência de metodologias adequadas para levantamento das necessidades dos clientes, tanto o investidor como o usuário final;
- excesso de retrabalho no processo de desenvolvimento do projeto, em função de alterações por parte do contratante e da falta de integração entre os diversos agentes participantes;
- o controle de qualidade durante o processo de projeto é incipiente; sendo ainda necessário o desenvolvimento de procedimentos de controle eficazes, de fácil utilização que sirvam de base para tomadas de decisões nos projetos futuros e em andamento;
- não existe uma troca sistemática de informações entre o escritório de projeto e a obra, não promovendo assim a aplicação dos princípios de racionalização e construtibilidade desde a etapa inicial do processo de projeto;
- ausência de coordenação do processo de projeto do edifício, ou seja, não há um trabalho conjunto entre a construtora, os demais projetistas e o escritório de arquitetura durante o processo de projeto do edifício.

Todos os fatores acima citados, com relação ao processo de projeto do edifício, contribuem para uma falta da qualidade do projeto como um todo, pois esse é desenvolvido sem uma visão sistêmica, na qual todas as necessidades e exigências dos diversos clientes do processo deveriam ser consideradas.

### **3. Projeto Simultâneo**

Uma alternativa potencialmente importante para a melhoria do desempenho dos projetos em relação ao atendimento das necessidades dos usuários dos edifícios e dos clientes intermediários - envolvidos na produção - é a apropriação, no setor, da metodologia de desenvolvimento de produtos com Engenharia Simultânea (E.S.) utilizada nas indústrias de transformação.

Tal metodologia tem permitido o desenvolvimento de produtos com expressivos ganhos em termos de redução do tempo de lançamento de novos produtos no mercado, conseguido através do paralelismo na realização de atividades de projeto e o conseqüente encurtamento do tempo global de desenvolvimento do produto. Por outro lado, a E.S. propicia a eliminação de muitos problemas de produção e de uso decorrentes do projeto, o que é potencializado por uma maior interação entre as fases de projeto e a consideração precoce das necessidades dos vários envolvidos no ciclo de vida do produto.

Diante das peculiaridades do setor de construção, uma solução alternativa para aplicação de alguns dos princípios da E.S. foi desenvolvida (FABRICIO & MELHADO, 1998), dando ênfase à realização integrada das várias especialidades de projeto de produto e de processo. Assim, a denominação *Projeto Simultâneo* visa marcar as adaptações na metodologia de desenvolvimento de produto com E.S. para as realidades e possibilidades imediatas do setor.

O termo *Projeto Simultâneo* se mostra uma denominação de fácil assimilação pelos profissionais do setor, uma vez que, fazem parte do processo de projeto, projetos de arquitetura e de outras especialidades das engenharias.

As bases do *Projeto Simultâneo*, derivadas da Engenharia Simultânea são dadas, segundo FABRICIO & MELHADO (1998), pela:

- realização em paralelo de várias “etapas” do processo de desenvolvimento de produto,

em especial, desenvolvimento conjunto de projetos do produto e para produção;

- integração no projeto de visões de diferentes agentes do processo de produção, através da formação de equipes multidisciplinares;
- fomento à interatividade entre os participantes da equipe multidisciplinar com ênfase para o papel do coordenador de projetos como fomentador do processo;
- forte orientação para a satisfação dos clientes e usuários (transformação das aspirações dos clientes em especificações de projeto).

Do ponto de vista operacional, o *Projeto Simultâneo* está associado, à realização em paralelo de atividades de projeto de forma a trazer para a concepção do produto a participação de vários especialistas envolvidos em diferentes “fases” do ciclo de produção do empreendimento, buscando considerar precocemente as necessidades e visões dos clientes.

#### **4. Cenário atual e perspectivas**

Desde o início de 1997, por meio de uma ação cooperativa entre entidades do setor de projetos e entidades representativas de empresas contratantes de projeto, foi iniciado o Programa de Gestão da Qualidade no Desenvolvimento de Projeto na Construção Civil, coordenado pelo Centro de Tecnologia de Edificações - CTE, que visa o desenvolvimento de uma metodologia específica de gestão da qualidade para as empresas de projeto.

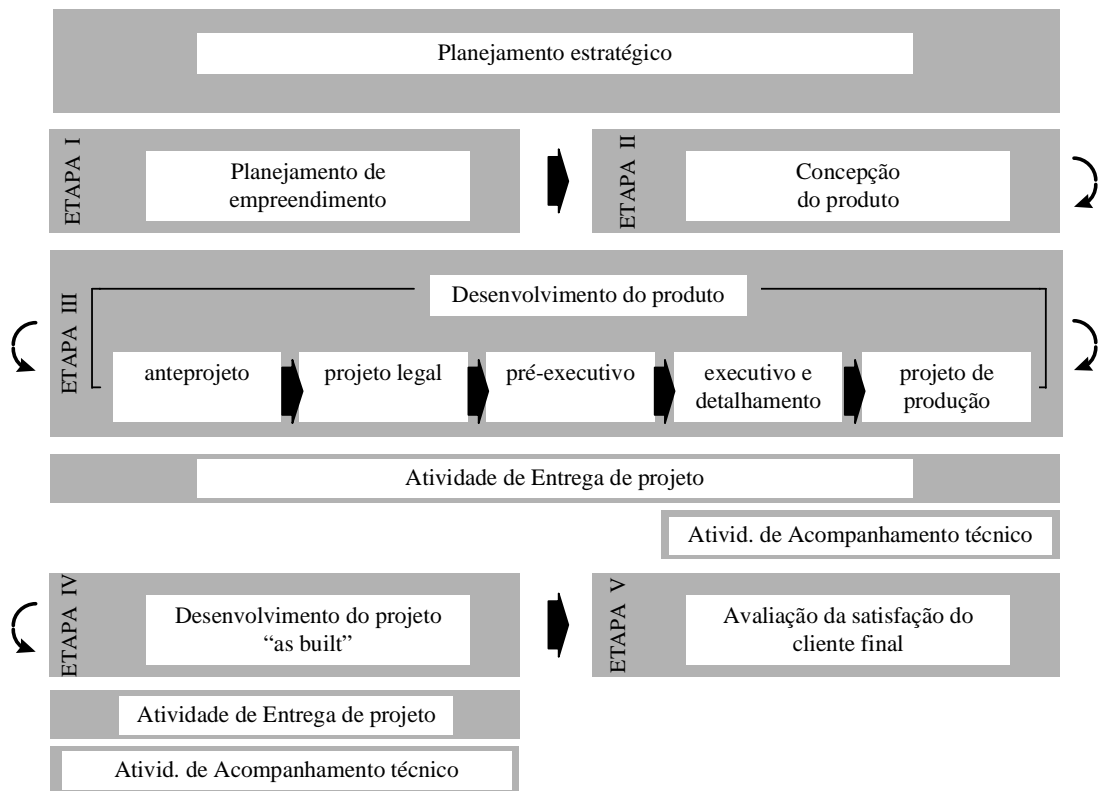
Participam desse programa 06 (seis) empresas de projeto de arquitetura, 04 (quatro) empresas de projeto estrutural, 02 (duas) empresas de projeto de sistemas prediais e 10 (dez) empresas construtoras e incorporadoras, totalizando 22 (vinte e duas) empresas.

Essas empresas de projeto e construtoras e incorporadoras discutiram o fluxo de atividades do processo de projeto do edifício, identificando quais os principais aspectos que afetam a qualidade, relacionados com as etapas de caracterização e concepção do produto a ser desenvolvido; desenvolvimento do produto; entrega do projeto e acompanhamento da execução; e avaliação da satisfação dos clientes finais quanto ao projeto.

Como resultado dessa discussão, de acordo com o CTE (1998), o fluxo de atividades de desenvolvimento técnico foi dividido em sete grandes etapas, sendo que como pré-requisito existe uma fase de planejamento estratégico - figura 1. Já a etapa I consiste no planejamento de empreendimentos, que visa, entre outras coisas, constatar a viabilidade de um produto definido a partir das necessidades de mercado.

A etapa II, denominada de concepção do produto, caracteriza o produto quanto a: ambientes, processos construtivos, formas e geometria. Na etapa III, ocorre o desenvolvimento do produto, que é subdividido em cinco estágios de desenvolvimento: anteprojeto; projeto legal; projeto pré-executivo; projeto executivo; e projeto para produção. Na etapa IV, o projeto “*as built*” é desenvolvido e, finalmente na fase VII é feita uma avaliação da satisfação do cliente final. Observa-se, ainda, que a atividade de entrega do projeto ocorre ao longo das etapas III e IV, e que a atividade de acompanhamento técnico da execução da obra inicia-se a partir da conclusão do projeto executivo até a elaboração do projeto “*as built*”.

Atualmente, esse fluxo de atividades de desenvolvimento técnico do projeto está em discussão, pois ainda há divergências entre as empresas de arquitetura, de projeto de engenharia e construtoras e incorporadoras quanto à nomenclatura das etapas e o escopo de cada uma delas, principalmente durante a etapa III de desenvolvimento do produto.



**Figura 1.** Fluxo geral de etapas do desenvolvimento de projeto (adaptado de CTE, 1998)

Mesmo sendo este um modelo evoluído em relação ao processo de projeto tradicional no setor, ele ainda guarda características de desenvolvimento seqüencial de produtos, que limita as possibilidades de interações entre os projetistas, uma vez que muito da liberdade para propor soluções alternativas em determinada especialidade de projeto fica restringida por soluções e um grau de detalhamento já atingido em outra especialidade.

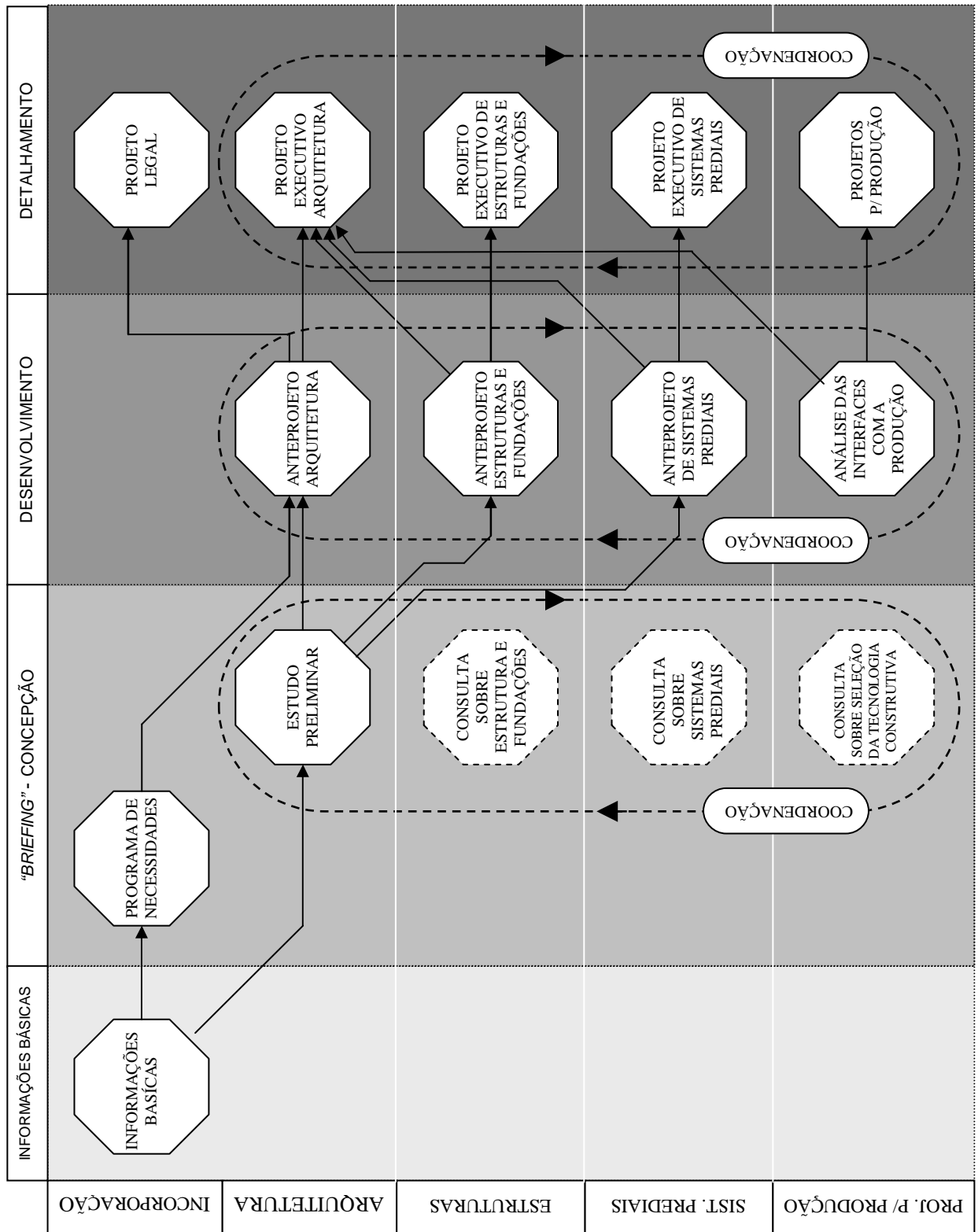
## 5. Proposta para o desenvolvimento simultâneo de projetos

Para que se possa desenvolver o edifício de forma integrada e simultânea, como propõe o conceito de *Projeto Simultâneo*, é necessário estabelecer uma seqüência de atividades que permita que conteúdos de projetos distintos (referentes a diferentes especialidades), mas em níveis de amadurecimento semelhantes, sejam tratados e resolvidos paralelamente.

Contudo, para viabilizar o início de determinada parte (ou atividade) de projeto é necessário que um bloco de informações pré-requisito estejam disponíveis, envolvendo conteúdos desenvolvidos anteriormente na mesma ou em diferente especialidade do projeto.

Assim, é conveniente, e necessário, que o processo de projeto seja dividido não só em suas etapas, mas que estas sejam subdivididas de forma a delimitar as várias atividades em cada etapa do projeto de cada especialidade. Esta subdivisão do processo tem como objetivo permitir que informações determinada(s) por alguma(s) atividade(s) (subdivisão das etapas) de uma dada especialidade estejam disponíveis para serem utilizadas e criticadas por outras especialidades de projeto sem que toda a etapa da primeira especialidade esteja definida e, demande, para ser alterada, a realização de retrabalho e a redefinição de soluções já desenvolvidas.

A partir desta maior subdivisão do processo de projetos é possível configurar uma seqüência para os projetos que preveja a realização de etapas de mesmo grau de detalhamento mas de diferentes especialidades de forma paralela e interativa - figura 2.



**Figura 2.** Proposta para a seqüência do projeto (fases II e III) privilegiando o paralelismo e a interatividade entre etapas de projeto

Com algumas atividades ou operações já terminadas em determinada especialidade de projeto é possível desencadear o desenvolvimento de atividades referentes a outra especialidade com estágio de detalhamento similar, ampliando sensivelmente a interatividade entre os projetistas que podem coordenar as soluções ao invés de não discutir a compatibilização entre projetos já desenvolvidos e praticamente fechados, quando a proposição de alterações substanciais significaria um grande retrabalho e uma volta a estágios de projetos já vencidos.

Desta forma, as tentativas de compatibilizar especialidades de projetos em etapas acabadas dão lugar ao desenvolvimento coordenado entre as várias especialidades de projeto.

Analisando a matriz composta pela figura 2, que corresponde às etapas II e III da figura 1, podemos identificar a ordenação dos projetos segundo as especialidades de projeto, no eixo horizontal e, na vertical, de acordo com quatro estágios de desenvolvimento e maturação do projeto, representando um encurtamento da seqüência de atividades.

No primeiro estágio, está contida a etapa de levantamento e apresentação de informações básicas sobre as características do terreno e de sua ocupação que fica sob responsabilidade da incorporadora.

No segundo estágio, estão agrupadas as atividades de geração do programa de necessidades a ser atendido no desenvolvimento do produto e o estudo preliminar de arquitetura que vão desenvolver o conceito do produto e já devem considerar informações e as experiências de outras especialidades de projeto e do pessoal da produção, de forma a coordenar conceitualmente as visões do incorporador e do arquiteto com a dos demais especialistas e analisar as repercussões das alternativas consideradas nos estudos preliminares em relação às possibilidades tecnológicas e construtivas.

O terceiro estágio é composto pelo desenvolvimento interativo dos diversos anteprojetos de forma a coordenar as soluções de diferentes especialidades de projeto visando amarrar as decisões de especialidades e otimizar globalmente o projeto. Por fim, no quarto estágio, são detalhadas as soluções das especialidades de projeto do produto que subsidiam a definição final dos projetos para produção dos subsistemas críticos de obra.

## **6. Conclusões**

O processo de desenvolvimento de produtos na construção de edifícios apresenta uma série de deficiências que vão repercutir negativamente na qualidade dos produtos gerados e na eficiência da construção.

O pobre desempenho dos projetos, frente a seus clientes internos e externos, está intimamente associado a pouca interatividade entre os agentes envolvidos no processo de projetos do setor. Como alternativa a este quadro, a utilização do conceito de *Projeto Simultâneo* se mostra potencialmente promissor na busca por processos de projetos orientados ao desenvolvimento integrado das várias especialidades de projeto, com significativas repercussões na qualidade do projeto.

Para operacionalização dos Projetos Simultâneos foram propostas alterações no encadeamento das etapas de projeto de forma a privilegiar o paralelismo entre etapas de projeto e a interatividade entre os executores destas etapas, de forma a buscar um processo de projetos orientado à análise precoce das repercussões das especificações adotadas e de alternativas que propiciem uma ampliação do desempenho dos projetos segundo uma visão global do empreendimento.

## **7. Referências Bibliográficas**

- BAÍA, J.L. *Sistema de gestão da qualidade em empresas de projeto: aplicação ao caso dos escritórios de arquitetura*. São Paulo, 1998. Exame de Qualificação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. /não publicado/
- CTE - CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. *Programa de gestão da qualidade no desenvolvimento de projeto na construção civil*. São Paulo, 1998. /não publicado/
- FABRICIO, M.M. & MELHADO, S.B. Projeto Simultâneo e a Qualidade na Construção de Edifícios. In. *Anais do Seminário Internacional de Arquitetura*. NUTAU - FAUUSP. São Paulo, 1998.
- KOSKELA, L.; BALLARD, G.; TANHUNPÄÄ, V. Towards Lean Design Management. In. *Seminário de Lean Construction*, 1997.
- MACIEL, L.L. *O projeto e a tecnologia construtiva na produção dos revestimentos de argamassa de fachada*. São Paulo, 1997. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- MELHADO, S.B. O processo de projeto no contexto da busca de competitividade. In. *Anais do Seminário Internacional - Gestão e Tecnologia na Produção de Edifícios*. São Paulo, EPUSP/PCC, 1997, p. 7-51.