

PROJETO SIMULTÂNEO E A QUALIDADE AO LONGO DO CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO

FABRICIO, Márcio M. (1); MELHADO, Silvio B. (2)

(1) Eng. Civil, Mestre em Arquitetura, Doutorando em Engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil - Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2, n° 271, CEP 05508-900 São Paulo (SP) Brasil. Correio eletrônico: fabricio@pcc.usp.br

(2) Eng. Civil, Doutor em Engenharia, Professor do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2, n° 271, CEP 05508-900 São Paulo (SP) Brasil - Correio eletrônico: silviobm@pcc.usp.br

RESUMO

Tendo em vista a coordenação e aprimoramento dos projetos e a otimização do ciclo de vida global do empreendimento, o artigo toma como referencial os conceitos e a metodologia de desenvolvimento de produtos com *Engenharia Simultânea* na indústria seriada e analisa as possibilidades de utilização desta metodologia no setor de construção de edifícios.

Para tanto, é caracterizado o conceito de *Projeto Simultâneo* (orientado à indústria da construção) e são discutidas as alterações necessárias nos processos de projeto do setor para aplicação do mesmo.

ABSTRACT

Seeking design process improvement and projects optimisation this paper takes as a referential *Concurrent Engineering* products development concept and methodology used in mass production industry and also analyses the application opportunity of this methodology in the building industry.

For this purpose, *Concurrent Design* concept (oriented for building industry) is presented and the necessities adjustments in the building design process are discussed.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de maneira geral (incluindo o setor de construção) passa por um momento de intensa competição. No cerne deste *processo*, as crescentes exigências dos agentes sociais e a instabilidade dos mercados demandam, das empresas, a capacidade de articularem globalmente os intervenientes nos seus processos de produção na busca por qualidade dos produtos, eficiência e flexibilidade na produção, de maneira a responder os desafios de uma sociedade mais exigente e em constante alteração.

As crescentes pressões ecológicas e econômicas têm levado as pessoas e os governos a procurarem, cada vez mais, com a qualidade e a sustentabilidade dos produtos desde a sua produção até a sua disposição final na natureza.

Esse contexto de incremento das exigências sociais frente aos produtos e aos processos tem levado as empresas a buscarem novos e mais ágeis métodos para desenvolverem novos produtos.

Várias empresas, em especial aquelas que produzem produtos complexos, ligadas às indústrias automobilística, aeroespacial, micro-eletrônica, têm conseguido ampliar e agilizar sua capacidade de amadurecer novas tecnologias e transformar estas em novos produtos de qualidade, através da implantação e da utilização do processo de *Engenharia Simultânea (E.S.)* nas fases de concepção e desenvolvimento de produto. A realização de projetos através da E.S. parte da premissa que os produtos devem ser desenvolvidos levando-se em conta o seu ciclo de vida e as demandas dos clientes internos (envolvidos no processo de produção) e externos (compradores e usuários) que são *ouvidos*, precocemente, desde a concepção do produto.

Na construção, o ciclo de vida dos empreendimentos de edifícios são bastante longos (da ordem de décadas) e compreendendo diversas fases, que vão da montagem das operações (concepção e promoção do empreendimento) ao descarte (demolição) ou reabilitação (recuperação das condições de uso) das edificações, passando pelas fases de projeto, construção, uso e manutenção.

Nas etapas iniciais do empreendimento (programação e projeto), os custos envolvidos são relativamente modestos, enquanto que a possibilidade de intervenção e de agregação de qualidade ao longo das etapas subseqüentes é bastante alta.

Assim, os processos de concepção e projeto do edifício são estratégicos para qualidade ao longo do seu ciclo de vida e, a busca de novos métodos e processos que possam considerar precocemente a totalidade das questões envolvidas no projeto são de extrema relevância para o sucesso dos empreendimentos e para o progresso do setor.

2. QUALIDADE AO LONGO DO CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO

Conforme destaca GARVIN (1994) o conceito de qualidade tem diversas interpretações de acordo com as expectativas e interesses de quem o utiliza. Assim, ao longo da produção e do uso de um produto diferentes funções e características são valorizadas e consideradas como componentes importantes da qualidade.

Por exemplo, na fase de construção de um edifício a qualidade é avaliada com base em critérios de produtividade dos processos, atendimento às especificações dos projetos, número de acidentes de trabalho, etc.; em outra etapa do empreendimento, como a de lançamento e venda, os critérios de avaliação da qualidade do empreendimento consideram aceitação do produto pelos clientes, velocidade de venda, facilidade na tramitação de contratos, etc.

Para os clientes e usuários finais, a qualidade do empreendimento tende a ser avaliada por um lado, por critérios mais subjetivos e por outro, por critérios mais complexos e multiparamétricos que vão sendo mudados e incrementados ao longo do uso e da vida do edifício. Assim, por exemplo, a *manutenibilidade* e a *habitabilidade* do edifício podem não ser consideradas adequadamente no momento da compra do imóvel por motivos de negligência ou de falta de parâmetros e capacidade de julgamento dos clientes mas, ao longo do tempo de uso assumem um papel relevante na avaliação que os usuários farão do edifício.

Na verdade, cada interpretação dada para a qualidade reflete uma preocupação mais ou menos parcial frente a um dado problema e o ideal é que os processos de projeto e de produção contemplem todas interpretações e aspirações da qualidade.

Se se adotar o raciocínio de que a qualidade pode assumir diferentes significados de acordo com a conveniência de cada agente e de cada processo, pode-se concluir que ao longo do ciclo de vida do edifício diversos interesses são postos em jogo e com isso a “qualidade” pode assumir diferentes dimensões.

Muitas dessas dimensões estão diretamente relacionadas ao processo de concepção e projeto do edifício que deve ser capaz de considerá-las e otimizá-las conjuntamente de forma a contribuir para construção de empreendimentos com qualidade para todos as pessoas envolvidas na sua produção, uso e manutenção e em todas as fases do seu ciclo de vida.

Gerir o processo de desenvolvimento de novos produtos de forma interativa entre os agentes e considerado as repercussões dos projetos e especificações nas várias fases da vida do produto é justamente o propósito da metodologia de engenharia simultânea que será estudada a seguir.

3. CONCEITO E CARACTERÍSTICAS DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Os primeiros estudos sobre Engenharia Simultânea e a sua utilização sistemática por empresas ocidentais remontam à segunda metade da década de oitenta. A denominação "*Concurrent Engineering*" ou Engenharia Simultânea (termo mais coerente com a literatura e também adotado neste trabalho) foi proposta e caracterizada primeiramente em 1988, num relatório do *Institute for Defense Analysis (I.D.A.)* do governo americano. Entretanto, várias das principais características de desenvolvimento de projetos, através da engenharia simultânea, podem ser encontrados na indústria japonesa anteriormente a este período sendo, em parte, responsáveis pelo sucesso alcançado por seus produtos de exportação na década de setenta e oitenta e tornando as práticas de desenvolvimento de projetos das empresas japonesas referência para a indústria ocidental (FABRICIO; MELHADO, 1998).

Atualmente, vários trabalhos e empresas se dedicam à compreensão e implantação da engenharia simultânea e apresentam caracterizações para esta com algumas diferenças que dão destaque a um ou outro aspecto do conceito, privilegiando uma ou outra dimensão mais importante para o caso em questão.

Em sua versão do conceito, HALL (1991) coloca que a "*Engenharia Simultânea –E.S. -, também denominada Engenharia Concorrente ou Engenharia Paralela, tem sido definida ... como o projeto simultâneo do produto e seu processo de manufatura*".

Dando ênfase à integração entre produto e processo, STOLL (1988) defende que no desenvolvimento de produtos sejam realizadas, paralela e coordenadamente as soluções e especificações do produto com as metas de processo (como prazos, custos, etc.) e considerando-se as características do sistema de produção da empresa (tecnologia de produção, máquinas e ferramentas disponíveis e a capacitação dos recursos humanos).

Incorporando a necessidade de interação entre as diversas fases do ciclo de vida do produto a idéia de que esta será gerada pela participação, nos projetos, de pessoas com várias especialidades e com diversas visões do produto - equipes multidisciplinares e interdepartamentais - , MOTTECY (1990) apud. SANTOS (1995) coloca engenharia simultânea como "*(...) a integração e colaboração entre as áreas especialistas que*

estão envolvidas no projeto." E destaca que, para tanto, "forma-se um grupo de trabalho responsável pelo projeto, composto de especialistas de várias áreas, que devem agir de uma maneira multidisciplinar, discutindo simultaneamente todos os aspectos do projeto".

Por fim, em algumas definições, o conceito é relacionado com os objetivos da utilização da engenharia simultânea. Com essa conotação pode-se citar a definição de MUNIZ Jr. (1995): *"E.S. é o processo no qual grupos interdepartamentais trabalham interativamente e formalmente no projeto do ciclo de vida completo do produto / serviço para encontrar e realizar a melhor combinação entre as metas de qualidade, custo e prazo".*

Em síntese, pode-se observar alguns pontos básicos destacados nas conceituações e que caracterizam a engenharia simultânea.

O primeiro deles é a realização em paralelo de várias "etapas" do processo de desenvolvimento de produto, de forma a reduzir o tempo de projeto e ampliar a integração entre as interfaces de projetos.

Nesta linha, uma atenção especial é dada para o desenvolvimento do processo de produção (através da seleção da tecnologia de produção, realização de projetos para produção e o planejamento da produção) - simultaneamente à concepção e projeto do produto objetivando integrar, de maneira mais efetiva, as características e especificações do produto com o planejamento de sua produção e o sistema de produção da empresa.

Além do paralelismo de atividades e da redução do tempo de lançamento de novos produtos, a simultaneidade no desenvolvimento do produto e do processo busca a maximização da manufaturabilidade (que poderíamos entender como construtibilidade - especificamente para a indústria de construção) através, principalmente, da implicação de produtos, eliminação de etapas e interfaces de processos (ligado à análise e engenharia de valor - A.V. e à realização de projetos para Manufatura e Montagem – D.F.M.A.)

Outro ponto central nas definições de Engenharia Simultânea, e em certa medida viabilizador do primeiro, é a integração no projeto de visões de diferentes agentes do processo de produção como, distribuição, comercialização e marketing, assistência técnica, etc. conformando equipes de projeto multidisciplinares capazes de considerar, precocemente, as demandas dos clientes internos do processo de produção e o desempenho do produto ao longo de seu ciclo de vida.

Para controlar o fluxo de informações gerados no processo de projeto e fomentar a interação entre os participantes da equipe multidisciplinar é necessária a presença de um chefe ou coordenador de projetos que tem a responsabilidade sobre o processo de desenvolvimento do produto em questão.

Por fim, uma forte orientação para a satisfação do cliente final (externo) e atendimento ao mercado é condição *sine qua non* para o sucesso do desenvolvimento de um novo produto; e a engenharia simultânea tem, e deve ter, como ponto de partida, identificar novas necessidades e desejos dos clientes e atendê-los rapidamente por meio de um processo de projeto que garanta agilidade na geração e materialização de novos conceitos de produto.

4. APLICABILIDADE DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Segundo JOUINI; MIDLER (1996), as práticas de gestão não são “pacotes” que podem ser transferidos de um setor industrial para outro. As dinâmicas industriais próprias de cada setor, a história e capacitação dos profissionais envolvidos e os conflitos na articulação das interfaces entre agentes devem ser consideradas para adaptar e reinventar os métodos de gestão dentro dos contextos setoriais próprios.

A indústria de construção e a natureza do empreendimento de edifícios apresentam uma série de características próprias que condicionam as lógicas das empresas do setor e a aplicação de novas técnicas produtivas e de projeto. Na tabela 1, apresenta-se uma análise das principais características da construção de edifícios que interferem na possibilidade de aplicação de métodos de engenharia simultânea no desenvolvimento dos empreendimentos do setor.

Tabela 1 Peculiaridades da construção que interferem na aplicação da engenharia simultânea.

Natureza do empreendimento de construção	Na construção, o planejamento e programação do empreendimento, concepção e projeto, e produção são muito mais pulverizados (a cargo de diferentes agentes) que na manufatura; O negócio da construção de edifícios envolve aspectos imobiliários que condicionam o sucesso do edifício à capacidade de incorporar terrenos, deslocando parte os requisitos de sucesso do empreendimento da esfera produtiva para área imobiliária.
Tipo e características do produto	A complexidade do edifício envolvendo uma forte interação com as dinâmicas urbanas coloca um fator de difícil controle e previsão para ser tratado. O longo ciclo de vida faz com que seja precária as condições de planejamento de todas as transformações e solicitações que o edifício sofrerá durante sua existência.
Cultura e aspectos relacionais	As relações entre agentes são muito mais sazonais e contratuais pautadas pelo ciclo de empreendimentos não repetitivos; Ao contrário da manufatura, na construção, os clientes costumam interferir significativamente na gestão interna do empreendimento e na sua produção
Fornecedores	Predomina no setor uma forte fragmentação e heterogeneidade entre os tipos de fornecedores (indústrias, subempreiteiros, projetistas, etc.) que participam do empreendimento; Por diversas razões geográficas e de mercado, a manutenção dos mesmos fornecedores, em diferentes empreendimentos, é bastante dificultada; Dados os diferentes portes das empresas envolvidas, o poder de negociação com os fornecedores é mais restrito e variado conforme o tipo de fornecedor;
Escala de produção	A construção costuma trabalhar com pequenas escalas - o que reduz, relativamente, a possibilidade de amortização dos custo do projeto.
Limitações do canteiro	Na construção o local de produção (canteiro) é muito mais sujeito a variações e intempéries.

Outra questão importante tratada em FABRICIO et. al. (1999) refere-se à pertinência dos objetivos da engenharia simultânea no setor de construção.

Na manufatura, a aplicação da engenharia simultânea tem permitido expressivas reduções no tempo de lançamento de novos e inovadores produtos no mercado, o que é possibilitado pelo paralelismo de atividades no desenvolvimento dos produtos e, também, tem propiciado a eliminação de muitos problemas de produção e de uso decorrentes do projeto através da maior e precoce interação entre os vários envolvidos no ciclo de vida do produto.

Como identifica TAHON (1997), globalmente os fatores de evolução da indústria manufatureira e da construção são os mesmos: aumento de produtividade, diminuição dos prazos de concepção e disposição dos produtos, ampliação da qualidade e redução dos custos.

Dessa forma, segundo o autor, os objetivos para aplicação da engenharia simultânea na construção são análogos aos da manufatura.

Contudo, na construção brasileira, as duas principais metas da engenharia simultânea (redução dos prazos de projeto e lançamento de novos empreendimentos e consideração no projeto do ciclo de vida do edifício) devem ser ponderadas frente à realidade setorial e suas necessidades de desenvolvimento.

É comum no Brasil que os prazos para desenvolvimento dos projetos sejam bastante reduzidos. Isto é conseguido, na maioria das vezes, às custas de projetos pouco amadurecidos e carentes de detalhamento o que torna bastante difícil pensar em maiores reduções nos prazos de projeto, mesmo com a realização em paralelo de atividades.

Portanto, o desafio no setor não é propriamente desenvolver mais rapidamente novos projetos, mas desenvolver em um tempo adequado um projeto de qualidade e com maturidade. É provável que as práticas mais abrangentes da engenharia simultânea acabem significando algum acréscimo no tempo e esforço demandados no projeto mas, em contrapartida, gerem projetos com menos erros e incompatibilidades entre especialidades e com maior construtibilidade, podendo significar ganhos muito mais importantes nos prazos de execução das obras.

Um ponto delicado associado à engenharia simultânea é a proposição de novos conceitos de produto. Essa capacidade deve ser tratada com cautela, uma vez que os mercados são consolidados e apresentam uma imagem tradicional de produto bastante arraigada no imaginário dos clientes que, na maioria, ficam receosos face a inovações radicais.

Por outro lado, a capacidade de desenvolver e propor inovações referentes a tecnologias construtivas que respeitem as aspirações dos clientes, podem contribuir para a competitividade das empresas, uma vez que o processo tradicional de construção está marcado por uma série de problemas e ineficiência que comprometem os custos de construção e a qualidade dos produtos gerados.

Pode-se afirmar que, no setor, o objetivo de integrar efetiva e precocemente os vários aspectos do empreendimento otimizando o ciclo de vida do produto já no projeto, torna-se prioritário, dados os tradicionais desperdícios, patologias, etc. que, em grande parte, poderiam ser evitados com melhores projetos e uma maior articulação entre os projetos de diferentes especialidades.

Em síntese, como coloca (TAHON, 1997), para a implantação de práticas de engenharia simultânea na construção, é indispensável definir modelos e métodos próprios que possam responder aos problemas específicos do setor.

5. PROJETO SIMULTÂNEO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Considerando as peculiaridades do empreendimento de construção e do estágio atual de desenvolvimento do setor, FABRICIO; MELHADO (1998) argumentam que um primeiro passo rumo a evolução nas práticas de gestão no desenvolvimento de novos empreendimentos pode ser dado através da aplicação de práticas da engenharia simultânea e, propõem o conceito de *Projeto Simultâneo* fundamentado em um enfoque restrito aos agentes envolvidos na programação e no projeto (promotor/ programador, projetistas do produto, projetistas de produção e planejadores) da engenharia simultânea.

Portanto, o conceito de *Projeto Simultâneo* deve ser 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.

Para a implementação de um ambiente de concepção de novos empreendimentos segundo o conceito de projeto simultâneo, as incorporadoras, os projetistas e demais agentes do processo de produção devem ser capazes de transformar suas práticas cotidianas de projeto, abarcando iniciativas como:

- a aproximação entre incorporadora e projetistas de forma a configurar grupos articulados e orientados à melhoria contínua dos projetos;
- a conformação de equipes multidisciplinares de projeto buscando desenvolver de forma simultânea e integrada as várias características do produto (envolvendo sua produção, comercialização, utilização e manutenção);
- a utilização da tecnologia da informação na geração de projetos, orientada à interatividade, ao compartilhamento de informações e à simultaneidade de intervenções dos vários especialistas envolvidos.

Porém, as principais alterações que se fazem necessárias referem-se aos valores culturais e comportamentais das empresas envolvidas no processo de produção de edifícios, de forma a substituir o confronto pela integração entre os agentes e orientar as práticas de desenvolvimento de produto para a busca da otimização global dos empreendimentos e com uma perspectiva incremental, durante a obra e nos empreendimentos subsequentes (FABRICIO; MELHADO, 1998).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade do empreendimento ao longo do seu ciclo de vida apresenta diversas dimensões que refletem as aspirações e interesses de diversos agentes e as fases e mudanças sofridas pelo empreendimento e pelo edifício ao longo do tempo.

Para considerar nos projetos essa multiplicidade de dimensões são necessárias novas práticas de gestão voltadas à multidisciplinariedade e à interatividade no processo de elaboração do projeto.

A engenharia simultânea tem representado uma importante ferramenta no desenvolvimento amplo, considerando o ciclo de vida, de novos produtos na indústria seriada. Sua aplicabilidade na construção de edifícios deve ser ponderada pelas peculiaridades setoriais que demandam adaptações e simplificações, de forma a viabilizar sua aplicação.

O conceito de projeto simultâneo (derivado da engenharia simultânea) permite agregar as metodologias e experiências de desenvolvimento de produtos, bem sucedidas em outros setores, consideradas as necessidades específicas do setor de construção e de seu processo de projeto, buscando a configuração de novos ambientes de geração e desenvolvimento de projetos, orientados ao incremento da qualidade na produção, utilização e manutenção dos edifícios .

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FABRICIO, M.; MELHADO, S.; BAÍA, J. “A Brief Reflection on the Improvement of the Design Process Efficiency in Brazilian Building Projects.” In: **Proceedings of the 7th Annual Conf. Intl. Group for Lean Construction. International Group for Lean Construction**, Berkeley, 1999.
- FABRICIO, M.; MELHADO, S. ‘Projeto Simultâneo e a Qualidade na Construção de Edifícios.’ In. **Seminário Internacional: Arquitetura e Urbanismo: Tecnologias para o Século XXI**. Anais: FAU-USP, São Paulo, 1998.
- GARVIN, D. A. What does Product Quality Really Mean? In: **Management Review**, 1984 (p.25-43)
- HALL, D. **Concurrent Engineering**: defining terms and techniques. In. IEEE Spectrum, Jul. 1991 (p. 24-25)
- JOUINI, S.; MILDLER C. “**L’ingénierie concourante dans le bâtiment.**” Paris, Plan Construction et Architecture / GREMAP, 1996.
- MOTTECY, J. Electronic Models: The key for Simultaneous Engineering. In. **AUTOFACT**, 1990
- MUNIZ Jr., J. **A utilização da Engenharia Simultânea no aprimoramento contínuo e competitivo das organizações**. EPUSP, São Paulo, 1995. (Dissertação de Mestrado)
- SANTOS, J. P. A. **O projeto do produto em ambiente de engenharia simultânea**. EESC-USP, São Carlos, 1995. (Dissertação de Mestrado)
- STOLL, H. W. Design for manufacture. In. **Manufacturing Engineering**, 1988 (v.100, n. 1, p.67-73)
- TAHON, C. Le pilotage simultané d’un projet de construction. Collection Recherche, Paris, 1997 (n.87)