



PROJETAR 2003

I SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE ENSINO E PESQUISA EM PROJETO DE ARQUITETURA
NATAL DE 07 A 10 DE OUTUBRO, RN/BRASIL. PPGAU-UFRN

PROCESSO PROJETUAL NA ARQUITETURA: NOVOS PARADIGMAS ATRAVÉS DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA

SOUZA FILHO, J. Aureliano de (1); GOUVINHAS, Reidson P. (2);

(1) Mestrando, Programa de Pós-graduação de Engenharia de Produção (PEP) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – e-mail: jasf0810@yahoo.com.br

(2) Prof. Dr., Programa de Pós-graduação de Engenharia de Produção (PEP) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – e-mail: reidson@ct.ufrn.br

Programa de Pós-graduação de Engenharia de Produção – Campus Central da UFRN – Caixa Postal 1551 - CEP 59078-970 – Natal-RN – Tel (+55) 0 (XX) 84 211 9239

RESUMO

Apresenta os princípios da engenharia simultânea, sugerindo sua adequação ao processo de desenvolvimento de edificações. Parte de uma abordagem histórica do desenvolvimento do processo projetual, mostrando o percurso que faz essa atividade desde sua gênese - a partir do ato técnico - passando pelo progressivo surgimento de cisões e especializações na cadeia produtiva da edificação, até atingir sua configuração fragmentada e seqüencial que caracteriza o modelo contemporâneo de desenvolvimento de edificações. Destaca, então, a revisão desse modelo contemporâneo, que ocorre desde a década de 1970 no Brasil e culmina com a proposta de inclusão da engenharia simultânea no processo projetual de edificações, a qual propõe uma abordagem mais ampla, integrada e sistêmica da atividade projetual. Desse ponto, passa a conceituar e caracterizar os elementos básicos da engenharia simultânea e apresenta seus principais objetivos, discutindo brevemente alguns limites e potenciais da sua aplicação no processo de desenvolvimento de edificações.

Palavras-chave

Processo de projeto; revisão de paradigmas; engenharia simultânea.

ABSTRACT

This work presents the principles of the simultaneous engineering and suggests its application to the buildings construction sector. The work starts with a historical analysis of the projectual process, showing its development since its origin (starting of technical act) passing throughout progressive arising of specializations at the building productive chain up to its present configuration that is characterized by the contemporary model of buildings development. The review of this contemporary model has occurred since 1970 in Brazil and it has culminated with the proposal of inclusion the simultaneous engineering in the building projectual process. This approach proposes a wide, integrated and systematic model applied to the projectual activity. Therefore, it starts to concept and to characterize the essencial elements and main objectives of simultaneous engineering, taking into account its limitations and potential for its application at the building construction sector.

Keywords

Project process; review of paragons; simultaneous engineering.

INTRODUÇÃO

A prática e entendimento sobre a atividade projetual vêm passando por uma redefinição de paradigma, que aparentemente ainda não se apresenta claramente para os arquitetos - principalmente nos centros onde o mercado da construção ainda não se encontra amadurecido e competitivo - e mesmo no meio acadêmico, é raro encontrar uma abordagem dessa redefinição teórica e prática na arquitetura. A visão da atividade projetual como prática predominantemente do exercício da arquitetura vem sendo questionada, e a discussão da atividade projetual tomada como processo intelectual, vem dando lugar a uma visão mais abrangente, sistêmica e gerencial.

No contexto histórico essas mudanças apresentam-se com um amadurecimento natural na gestão dos processos em busca de um alinhamento com as novas demandas geradas pela integração comercial e financeira a nível mundial, a abrangente disponibilidade de informações e o fortalecimento dos direitos do consumidor.

Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo apresentar os princípios da engenharia simultânea, sugerindo sua adequação ao processo de desenvolvimento de edificações, tendo em vista a tendência contemporânea no sentido da integração e cooperação entre os agentes desse processo. Dessa forma, não se procura demonstrar aqui como a engenharia simultânea poderia ser aplicada no processo projetual de edificações, mas apenas esclarecer e divulgar o conceito, cuja introdução no processo projetual de edificações vem sendo discutida e praticamente é desconhecido no campo da arquitetura.

O texto parte de uma revisão histórica do processo de projeto, procurando demonstrar que a tendência de desenvolvimento segue no sentido da integração, da cooperação e da racionalização dos meios, princípios que são amplamente contemplados pela engenharia simultânea e encerra com a apresentação das principais características e objetivos desse novo enfoque, realizando breves comentários acerca de alguns limites e potenciais de sua introdução no processo projetual de edificações.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO NA ARQUITETURA

Nos primórdios da civilização, a construção de artefatos pelo homem era dominada pela técnica. Os atos técnicos são aqueles que promovem a reforma das circunstâncias (naturais) eliminando a necessidade advinda dessas circunstâncias (Vargas, 1985). Portanto, a técnica não está comprometida com a necessidade em si ou com o seu contexto, mas sim com a eliminação dessa necessidade.

A natureza da técnica é procedimental, dirigida à resolução prática e direta dos meios para obtenção de um fim, sem preocupações relativas ao contexto das necessidades que a promove ou a sua própria aplicação. O cerne da técnica é a experiência, e a idéia de planejamento é inconsistente. É a partir da experiência que as práticas são desenvolvidas e tornam-se modelos ou regras para a atividade ou produto de origem. Nesse contexto a atividade de projeto ainda é inexistente, pois não ocorre a necessidade de planejar a ação. Esta já possui uma configuração básica definida pela experiência e sobre essa ação não se verifica um ato deliberado de cogitar os resultados da experiência.

O projeto, entendido como *proposta ou hipótese de solução para uma situação particularmente insatisfatória da organização do entorno humano* (Silva, 1991), portanto não é uma condição imprescindível na atividade de construção de uma edificação. O projeto se torna necessário quando o inesperado passa a participar do processo construtivo. Ao longo da história, os aspectos que definirão a necessidade do projeto, bem como sua compreensão e prática, serão, principalmente, a evolução da técnica e do conhecimento científico, a divisão

social do trabalho e o crescimento da complexidade das atividades e relações sociais (Silva, 1991, Fabricio 2002).

No século I a.C., a obra *De Architecture* (Marcus Vitruvius Pollio) lança as bases para um tratamento teórico e formal da construção (Fabrício 2002). Nessa obra, Vitruvius trata de aspectos relativos à formação, às condições mecânicas, estéticas, construtivas e formais, dentre outras, da atividade edificatória e passa a ter forte influência sobre a prática construtiva até o Renascimento. A obra de Vitruvius, não representa o pleno surgimento da atividade projetual, pois a prática construtiva ainda será fundamentada sobre a autoridade de modelos consagrados. Todavia, *De Architecture*, desencadeou o processo que desvinculou o saber do fazer, ou seja, tornou o conhecimento de determinada técnica independente da experiência de sua aplicação prática. É a semente para o surgimento da divisão social do trabalho na atividade construtiva, processo que foi incrementado progressivamente a partir do Renascimento.

No Renascimento, foram dados os primeiros passos no sentido do desenvolvimento da ciência. É quando se observa o surgimento da técnica moderna, quando amadurece a mentalidade que se alimenta tanto do saber fazer da técnica como do saber teórico das ciências, e que culminará com o aparecimento da tecnologia. A tecnologia, por sua vez, consolidará a antecipação da atividade de planejamento sobre a técnica. É a valorização da racionalização sobre a experimentação. Com o estabelecimento da tecnologia, é que teremos o estabelecimento categórico da atividade de projeto como prática de planejamento desvinculada do fazer.

Contudo, mesmo no Medievo podia-se encontrar o estabelecimento de funções que simbolizavam a dicotomia a partir da qual se desenvolveu o campo da tecnologia. Por um lado havia o técnico ou artesão, aquele que sabe fazer por experiência ou aprendizado, por outro, o servo alheio aos instrumentos que utiliza. Essa condição funcional encontra eco ainda nesse início do século XXI na relação técnico x operário.

Apesar do evidente vínculo entre tecnologia e projeto, não foi necessário esperar até meados do século XX – quando se deu a consolidação da tecnologia – para observar o surgimento pleno da atividade de projeto. Foi no Renascimento, já com o incipiente desenvolvimento da tecnologia, que o projeto passou a desempenhar um papel específico ao longo do processo de construção. O evento que caracterizou esse novo paradigma foi projeto da cúpula da *Catedral de Santa Maria del Fiore* em Florença, desenvolvido por Filippo Brunelleschi no século XV.

“Para as metodologias de projeto, os desenhos e esboços de Brunelleschi são precursores de uma nova forma de pensar a obra, alicerçada no conhecimento e no planejamento. Eles também denotam a gênese da separação entre criação e execução, estabelecendo uma nova forma de saber abstrato e, relativamente, desvinculado das práticas operárias. (...). Portanto, é no renascimento que surgem as primeiras experiências do que hoje chamamos de projeto e inicia-se o uso sistemático do desenho como principal ferramenta de pensar e representar o projeto.” (Fabrício, 2002: 107-8).

Ao longo do século XVIII e XIX, com o surgimento da ciência moderna e amadurecimento da tecnologia, e com o desencadeamento da revolução industrial, “...o projeto começa a ser a forma tecnológica de estudo e desenvolvimento dos produtos e sua execução.” (Fabrício, 2002:109). A criação das escolas de engenharia, como *École Nationale de Ponts et Chaussées* (1747), simboliza o surgimento do projeto como atividade profissional, mas também expressa o incremento da complexidade dos artefatos humanos, que conduziu ao inevitável surgimento de especialidades na própria área de projeto. Dessa forma, o período que vai do século XVIII e XIX, marcam tanto a clara separação entre a concepção e a execução bem como a cisão entre as diversas especialidades de projetistas.

No século XX, a tecnologia, compreendida como “...tratado das aplicações de conhecimentos científicos ao estudo dos materiais e processo utilizados pela técnica...” (Vargas, 1985), se consolida como ramo com consistência própria após a I Guerra Mundial. A cisão entre as diversas especialidades envolvidas no processo de desenvolvimento de uma construção será reafirmada e ampliada gradativamente, com o incremento da complexidade das atividades e das relações sociais. As preocupações dos profissionais com o próprio campo de domínio sobrepujaram aquelas com o processo global de construção, tornando seu desenvolvimento fragmentado e seqüenciado.

Na primeira metade do século XX, o próprio movimento moderno, que marcou uma grande renovação na arquitetura no aspecto formal, não teve o mesmo impacto sobre o processo projetual. Como observa Elvan Silva in COMAS (1986), o movimento moderno “...ocupou-se da forma arquitetônica, mas descuidou da questão da produção da arquitetura, enquanto fenômeno sócio-econômico, e do processo de concepção, enquanto posicionamento ideológico e pragmático.” (19).

Na verdade, o processo de projeto foi negligenciado até meados do século XX, quando os procedimentos legados pelo academicismo passaram por uma revisão (Silva, 1986, McGinty in Catanese e Snyder, 1984). São destacados na literatura¹ trabalhos, tais como: *Community and Privacy* (1963), de Serge Chermayeff e Christopher Alexander; *Notes on the Synthesis of Form* (1966), de Christopher Alexander; e *Design Methods* (1972) de J. Christopher Jones. Outro trabalho que não pode deixar de ser mencionado é *Design Methods in Architecture* (1971), de G. Broadbent.²

Todavia, é importante observar que mesmo esses trabalhos não seriam capazes de resolver o conflito entre o processo de projetos de edificações e a cadeia produtiva de edificações. A revisão do processo projetual, em meados do século XX, teve seu enfoque voltado para o processo intelectual³ da projeção, ignorando a amplitude do desenvolvimento de edificações. A discussão continuou restrita ao âmbito das especialidades, não conseguindo superar o contexto fragmentado e seqüenciado do desenvolvimento de edificações e mantendo o arquiteto no seu ostracismo em relação à cadeia produtiva de edificações. Esse será o quadro que caracterizará o desenvolvimento projetual contemporâneo na arquitetura.

QUADRO CONTEMPORÂNEO DO PROCESSO PROJETUAL EM ARQUITETURA

O quadro atual no desenvolvimento de novos empreendimentos de edificações caracteriza-se pelo fluxo seqüencial de desenvolvimento e pela ausência de vínculo com o processo construtivo. A baixa interatividade e articulação entre os envolvidos – resultado desse contexto no desenvolvimento dos produtos imobiliários - somadas aos conflitos oriundos de interação contratual entre os agentes, são considerados os principais responsáveis pela obstrução de melhorias no processo de projeto (Fabricio, Melhado e Baía, 1999).

Essas mesmas características são apontadas por Andery, Guidugli e Fonseca (2001), quando caracterizam o desenvolvimento de produtos na construção civil, especificamente no setor de habitações públicas. Identificam a persistência de uma visão segmentada da cadeia produtiva,

¹ Silva (1986) e McGinty in Catanese e Snyder (1984).

² BROADBENT et al. **Metodología del diseño arquitectónico**. Barcelona: Gustavo Gili, 1971. Colección Arquitectura y Crítica. (Edição espanhola).

³ O processo intelectual de projeto diz respeito aos aspectos relacionados à criatividade e às estratégias mentais e metodológicas de resolução de problemas (Fabricio 2002). São exemplos clássicos desse tipo de abordagem os modelos de projeto, que no âmbito da arquitetura são comumente apresentados pela seqüência: programa – partido – estudo preliminar – anteprojecto – projeto executivo (Silva, 1986).

uma nítida separação entre o projeto e sua execução, e uma cultura de litígio e minimização de responsabilidades por parte do contratado.

Observando especificamente a precariedade com que a documentação da obra na construção civil brasileira é tratada, Giadon, Mendes Junior e Scheer (2002) identificam que essa prática conduz a alteração de pedidos, disputas contratuais, aumento de custos, comprometimento da qualidade, frustrações e insatisfações dos clientes.

Em pesquisa realizada junto a engenheiros de obras em empresa construtora de Fortaleza, avaliando questões relacionadas a dificuldades de execução decorrentes de deficiências no processo projetual, Sales et al (2001) identificam a existência de problemas construtivos ocasionados por indefinições ou falhas de projetos, ausência de projetos para execução de uma obra de qualidade, incompatibilidade entre projetos, detalhamento insuficiente de projetos, paralisações na execução devido à entrega atrasada de projetos, e conflitos na solicitação de pedidos aos setores de suprimentos devido à insuficiência dos projetos.

Tavares Júnior, Possamai e Barreto Neto (2002) apontam que a não compatibilização de projetos compromete a qualidade da edificação, conduz a um maior índice de retrabalhos e acréscimos no custo da obra.

Lana e Andery (2002), acrescentam ainda que

“...de maneira geral, falta aos profissionais intervenientes nessa cadeia uma visão holística do empreendimento – onde todos eles tenham um foco orientado ao cliente final -, e falta-lhes o entendimento de como o valor – atendimento de suas expectativas – é gerado e evolui ao longo da cadeia. Prevalece entre esses profissionais uma mentalidade contratual, caracterizada por uma contínua negociação a respeito de obrigações e responsabilidades. Isso implica em que o processo construtivo seja segmentado, onde as soluções, ao longo da cadeia, desde as etapas iniciais, vão trocando sucessivamente de mãos, de maneira seqüencial, sem mecanismos que garantam uma efetiva sinergia e interação entre os diversos projetistas e engenheiros de obra.”

Dessa forma, a percepção de uma crise no âmbito sócio-econômico da atividade projetual na construção civil brasileira é compartilhada e destacada pelos pesquisadores que tratam do desenvolvimento do processo de projeto no setor. De um modo geral, persiste a caracterização do processo de projeto de edificação em torno dos seguintes fatores: fluxo seqüencial de desenvolvimento; ausência de integração entre os agentes do processo; separação arbitrária entre projeto e execução; e relações contratuais na prestação dos serviços.

Nesse sentido, os paradigmas que encerram o desenvolvimento de projeto de edificações no Brasil encontram-se em uma posição desfavorável diante de um mercado cada vez mais exigente e criterioso. A globalização, o aumento da competitividade, o crescimento das expectativas e exigências dos clientes relativas aos produtos que consomem e a escassez de demanda e recursos no setor da construção, tendem, em maior ou menor grau, a desfavorecer a manutenção de um contexto produtivo onde há comprometimento da qualidade, disputas contratuais, retrabalhos e elevação de custos, frustrações e insatisfações dos clientes internos e externos.

REVISÃO DE PARADIGMA NO PROCESSO PROJETUAL NA ARQUITETURA

O contexto sócio-econômico contemporâneo tem conduzido a algumas mudanças significativas na postura dos prestadores de serviços no setor da construção civil brasileira, o que muitas vezes tem sido atribuído ao fenômeno da globalização. Porém, como observa Fabricio (2002), os impactos diretos da globalização sobre a construção civil são restritos,

contudo, as mudanças econômicas e culturais, em parte derivadas da globalização, influenciaram transformações no setor.

Restrições de demanda e escassez de recursos na década de 1980 e início de 1990, devido a cortes no crédito público para construção, tornaram o mercado consumidor mais criterioso na aplicação de seus investimentos, bem como conduziu à necessidade de redução de custos pelas empresas construtoras. Um processo crescente de conscientização do consumidor, que culminou com surgimento do Código do Consumidor (Lei nº 8.078, de 11 de Setembro de 1990), e pressões por maior transparência nos contratos públicos, exigiu que as empresas de construção dessem maior atenção ao consumidor, bem como à gestão no desenvolvimento de seus empreendimentos.

Diante desse quadro, Fabrício (2002) observa que a principal estratégia das empresas de construção dominantes foi a adoção de mecanismos de aumento de produtividade e melhoria da qualidade, como forma de reduzir os custos e incrementar sua competitividade⁴. A estratégia da gestão da qualidade alcança agora presença marcante no âmbito das construtoras de edificações, destacando-se a valorização das certificações ISO 9001 e ISO 9002.

Seguindo essa tendência, o paradigma contemporâneo na construção de edifícios, caracterizado pelo fluxo seqüencial de desenvolvimento, ausência de integração entre os agentes do processo, separação arbitrária entre projeto e execução e relações contratuais na prestação dos serviços, vem sendo questionado em favor de postura mais multidisciplinar, integrada, simultânea, e pautada em parcerias. Uma grande vantagem dessa nova postura é o deslocamento do foco de discussão do processo intelectual da projeção para o processo de gestão do desenvolvimento de empreendimentos. Significa a superação da fragmentação gerada pelas especialidades que teve sua origem na Antiguidade Clássica com a obra *De Architecture* (séc. V a.C.) de Vitruvius.

Segundo Fabrício (2002) a idéia do projeto como um processo multidisciplinar e incremental existe desde a década de 1970, o que representa o primeiro esforço na superação das deficiências no processo de desenvolvidos de edificações que predominou até meados do século XX.

A tendência em perceber o processo de projeto de um ponto de vista sistêmico, tem ampliado a idéia da multidisciplinaridade, incluindo novas características que agregam mais valor aos produtos desenvolvidos. Uma das propostas nesse sentido tem sido a Engenharia Simultânea, a qual tem encontrado ampla aceitação entre as empresas de produtos seriados, tais como a Honda, Volkswagem, e BMW, e que deste a década de 1990 tem sua introdução discutida no setor da construção de edificações.

A discussão sobre a inclusão da Engenharia Simultânea na construção de edificações ainda é recente no Brasil, mas internacionalmente pode-se destaca alguns grupos e eventos, tais como: CEC (*Concurrent Engineering in Construction*⁵), evento internacional já com duas edições 1997 e 1999; IGLC (*Internacional Group for Lean Design*⁶); grupo de trabalho TG33 (*Concurrent Engineering in Construction*) no CIB (*International Council for Research and*

⁴ Outro fator tem estimulado a adoção de programas de qualidade pelas empresas de construção é a exigência, por parte de algumas instituições de financiamento, da adoção de sistemas de gestão da qualidade para liberação de crédito. Esse fato é abordado por Fabrício (2002), que apresenta os exemplos da Caixa Econômica Federal (CEF) e da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU).

⁵ <http://cic.vtt.fi/cec99/index.html> - acessado em 01/06/2003

⁶ <http://cic.vtt.fi/lean> - acessado em 01/06/2003

*Innovation in Building and Construction*⁷); GEMAP (*Groupe de Réflexion sur le Management de Projets*)⁸).

No Brasil, as primeiras publicações que abordam a Engenharia Simultânea no projeto de edifícios são provavelmente, de acordo com Fabrício (2002), *O modelo do “concurrent engineering” em novos empreendimentos*⁹ e *A engenharia simultânea e a fase de projeto da indústria da construção civil*¹⁰. Mais recentemente destacam-se as contribuições dos Professores Dr. Silvio Burrattino Melhado da Escola Politécnica da USP e Dr. Márcio Minto Fabrício da Escola de Engenharia de São Carlos da USP.

ENGENHARIA SIMULTÂNEA

O surgimento da Engenharia Simultânea está associado ao processo desenvolvimento da qualidade dos produtos desencadeado no Japão em meados do século XX, que culminaria com a ampliação da participação japonesa no mercado internacional de automóveis e produtos eletrônicos na década de 1980.

Os princípios de produção japoneses, envolviam maiores investimentos na fase de desenvolvimento do produto, constituição de equipes multidisciplinares, a realização das fases de trabalhos o mais paralelamente quanto possível, e forte orientação ao mercado. Esses procedimentos de trabalho permitiram a redução do tempo de desenvolvimento de produtos, a redução dos custos globais de investimentos, e melhoraram a qualidade dos produtos japoneses, tornando-os altamente competitivos no mercado internacional (Hartley, 1998).

O crescimento da demanda pelos produtos japoneses que se seguiu interferiu e instaurou crises em setores da indústria de outras nações, a exemplo da indústria automobilística americana, e forçou e estimulou a adoção dos procedimentos empregados nas indústrias japonesas pelas concorrentes internacionais, o que foi responsável pela ampla adoção de princípios de qualidade no desenvolvimento de produtos nas principais indústrias de produtos seriados do mundo em diversos setores, tais como, automobilístico, aero-espacial, e eletrônico (Honda, Mazda, Nissan, Departamento de Defesa Norte-Americano, Northrop, Digital Equipment, GM, Chrysler, Ford, Volkswagem, BMW, Adam Opel, Rover Group).

As práticas de desenvolvimento de produtos japonesas passaram então a ser estudadas, dando origem ao que se denominou engenharia simultânea. Portanto, a engenharia simultânea não é um sistema desenvolvido em laboratório. Trata-se de um enfoque de gestão de projetos desenvolvido no interior das indústrias seriadas, que foram posteriormente sistematizadas e nomeadas de engenharia simultânea.

A primeira definição formal de engenharia simultânea foi dada pelo *Institute for Defense Analysis* (IDA) do governo americano:

“Engenharia Simultânea: uma abordagem sistêmica para integrar, simultaneamente projeto do produto e seus processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem é

⁷ http://cic.vtt.fi/cib_tg33/index – acessado em 03/06/2003

⁸ ver Fabrício (2002).

⁹ PLONSKI, G.A.; FARINHA, J.M.B.B. O modelo do “concurrent engineering” em novos empreendimentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1992, São Paulo, **Anais...** São Paulo: ABEP – Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 1992. V.1, p.1-6.

¹⁰ CASTELLS, E.J.F.; LUNA, M.M.M. A Engenharia simultânea e a fase de projeto da indústria da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1993, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ABEPRO, 1993.

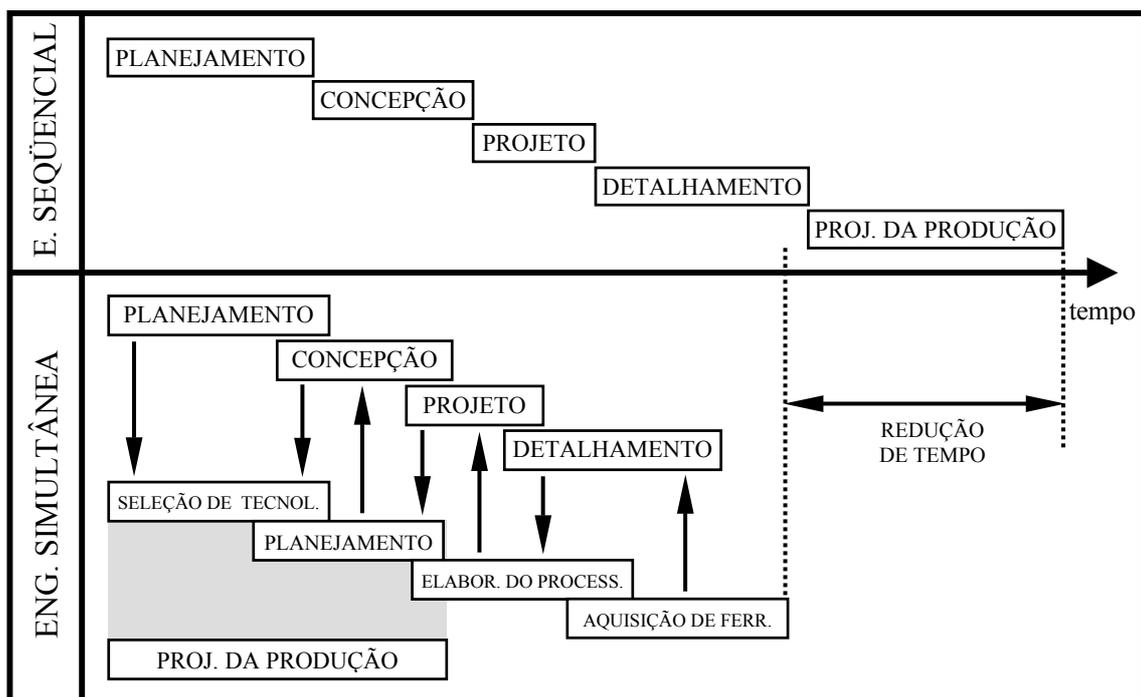
buscada para mobilizar os desenvolvedores (projetistas), no início, para considerar todos os elementos do ciclo de vida da concepção até a disposição, incluindo controle da qualidade, custos, prazos e necessidades dos clientes”. (Institute for Defense Analyses – IDA, 1988) apud SCPD (2003) apud Fabrício (2002).

O conceito do IDA apresenta elementos característicos da engenharia simultânea, mas como observa Fabrício (2002), os conceitos são diversificados, privilegiando uma ou outra dimensão no processo de desenvolvimento de produtos conforme o enfoque adotado ou privilegiado pelo pesquisador ou empresa, não existindo um consenso em torno do termo.

Elementos da engenharia simultânea

Apesar da variedade de definições, alguns elementos básicos da engenharia simultânea, identificados em Hartley (1998), Sohlenius (1992) e Fabrício (2002) merecem ênfase, tais como:

- *Realização em paralelo das várias atividades do processo de desenvolvimento do produto e da produção.* Na engenharia simultânea as diversas etapas do desenvolvimento do produto são realizadas o mais paralelamente quanto possível. Dessa forma, os diversos especialistas não passam a desenvolver suas atividades uns após os outros (por cima do muro). As atividades são sobrepostas, permitindo uma maior integração e troca de informações entre os especialistas, bem como a prematura percepção das restrições dos planos em desenvolvimento (figura 1);



Adaptado de Weck et al (1991) apud Takahashi (1996) apud Fabrício (2002).

Figura 1 – Comparação do fluxo de desenvolvimento do processo de projeto entre a engenharia simultânea e a engenharia seqüencial.

- *Estabelecimento de equipes multidisciplinares trabalhando ao longo de todo processo de desenvolvimento do projeto.* A integração de diversas especialidades - que podem ir do planejamento à execução - no processo de desenvolvimento de produtos, permite que a

definição do produto integre a contribuição de diversos interesses e pontos de vista desde as primeiras fases de sua definição. O desenvolvimento do produto deixa então de ser função de um único indivíduo, passando a ser responsabilidade de um grupo multidisciplinar, que se mantém mais ou menos constante a momentos que podem chegar, inclusive, sua deposição do produto. Dessa forma, a engenharia simultânea procura eliminar a fragmentação funcional ao longo do processo de desenvolvimento de produtos, o que reduz a quantidade de retrabalho em estágios avançados do desenvolvimento do produto (figura 2);

- *Valorização do projeto desde as primeiras fases da concepção do produto, integrando produto e processo de desenvolvimento.* As decisões da fase de projeto são aquelas que maior impacto têm sobre os custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos, e quanto mais cedo são amadurecidas as soluções, melhores são os resultados. São nas fases iniciais de concepção do produto que são comprometidas as maiores partes dos recursos necessários ao desenvolvimento de um empreendimento, segundo Hartley (2002) algo entre 60 e 80%. No sistema convencional ou engenharia convencional, mudanças nos planos são realizados em estágios avançados do empreendimento, quando os custos de modificações são maiores. Esse princípio da engenharia simultânea implica em maiores investimentos nas fases iniciais de desenvolvimento do produto, contudo o custo global acaba sendo menor do que na engenharia convencional (figura 3);

- *A percepção do produto envolve todo seu ciclo de vida.* O produto não é visto mais como um objeto estático e limitado às prerrogativas de uma especialidade, mas como um artefato envolvido em um contexto sócio-econômico diversificado e dinâmico, que envolve o contexto do imaginário do cliente, o seu planejamento, projeto, produção, utilização, readaptação, e seu descarte e possível reaproveitamento.

- *Forte orientação para satisfação das demandas do cliente e do mercado.* O atendimento das demandas dos clientes é uma premissa contemporânea no desenvolvimento de produtos. Esse aspecto pode ser verificado pela ampla aplicação do conceito de qualidade¹¹ - conceito atualmente relacionado à satisfação do cliente - em vários setores da indústria. A busca da qualidade desde as fases iniciais do processo de desenvolvimento do produto é um dos princípios da engenharia simultânea; *Investimento em educação e treinamento.* Aquisição de conhecimentos e habilidades são elementos que potencializam a aplicação da engenharia simultânea e permitem um melhoramento contínuo do processo. Nesse sentido, a documentação se apresenta como uma atividade essencial na manutenção e difusão do conhecimento para realimentação do processo e sua melhoria;

- *Uso de ferramentas.* A aplicação da engenharia simultânea encontra apoio no amplo uso de ferramentas que auxiliam no desenvolvimento sistematizado dos processos, permite a realização de simulações a custos reduzidos e viabilizam sistemas de comunicação informatizados que possibilitam uma integração ampla e ágil entre os agentes do processo. Destacam-se ferramentas, tais como: sistemas CAD/CAM (*Design/Manufacture Aided Computer*), redes de computadores, DFM (*Design for Manufacture*), DFA (*Design for Assembly*), FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*), QFD (*Quality Function Deployment*), VA (*Value Analysis*), ISO9000, Taguchi, *Brainstorming*, *Pugh's Matrix* etc.

¹¹ Grau com que um conjunto de características inerentes preenchem exigências - do original: "degree to which a set of inherent characteristics fulfills requirements" (7). AMERICAN NATIONAL STANDARD. ANSI/ISSO/ASQ Q9000-2000. **Quality management systems: fundamentals and vocabulary.** Milwaukee, Wisconsin, 2000.

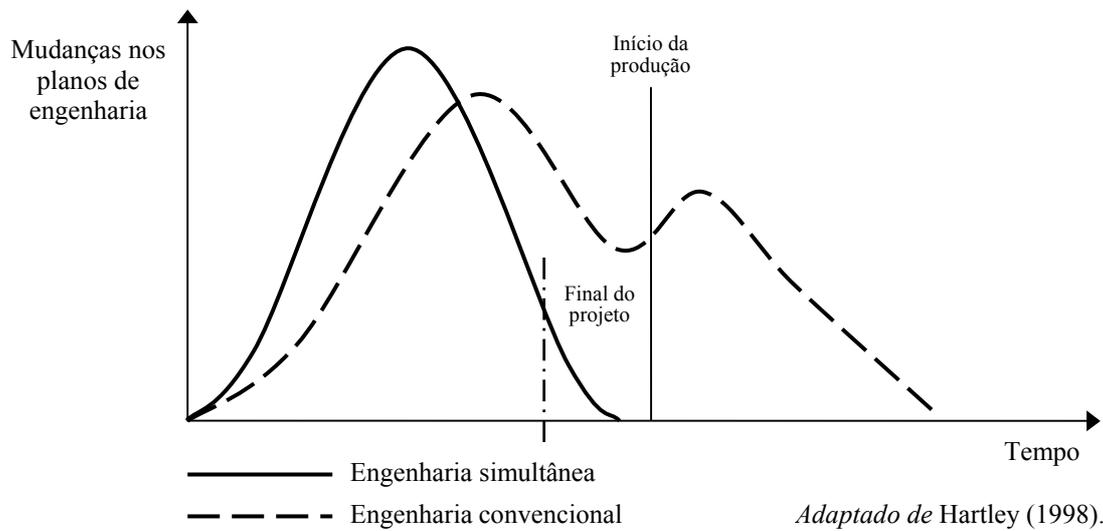


Figura 2 – Comparação das mudanças nos planos de engenharia entre a engenharia simultânea e a engenharia convencional.

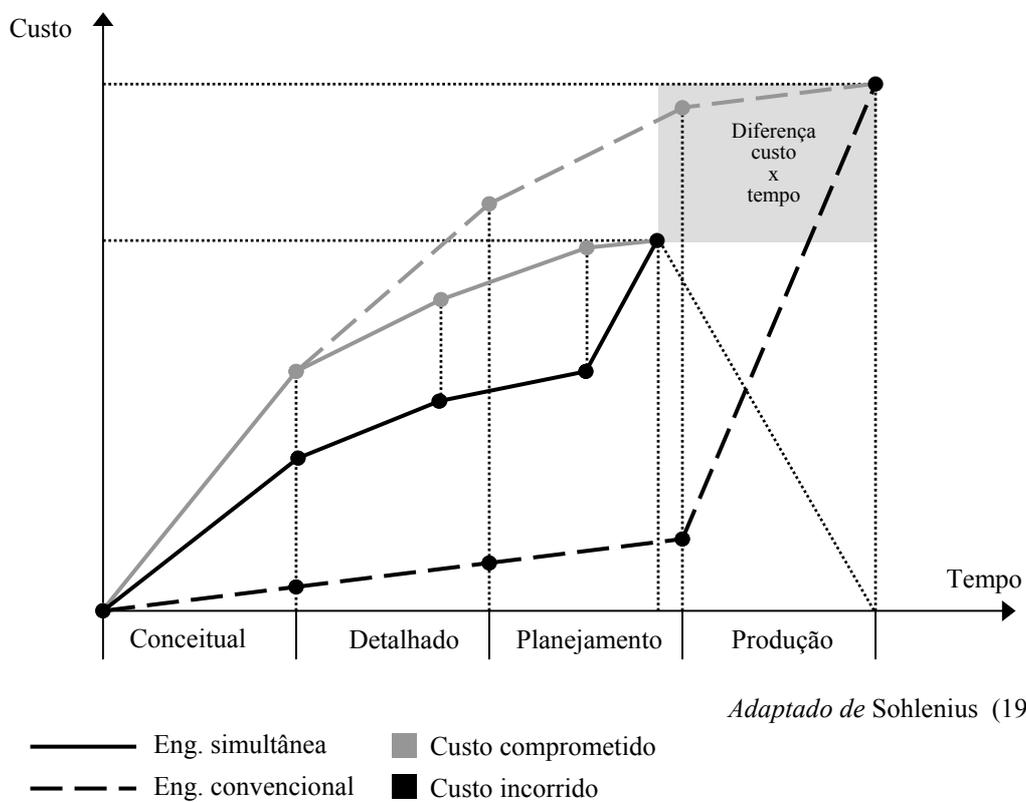


Figura 3 – Comparação da relação custo x tempo entre a engenharia simultânea e a engenharia convencional.

Objetivos da engenharia simultânea e seus limites no setor da construção civil

A engenharia simultânea foi desenvolvida no meio da indústria de produtos seriados, portanto seus objetivos estão, até certo ponto, comprometidos com o contexto específico dessa tipologia industrial. Todavia, seus objetivos podem ser ampliados a outros setores da economia, desde que sejam consideradas as devidas adaptações. Fabrício (2002) desenvolve em sua tese de doutorado uma análise abrangente sobre a adaptação da engenharia simultânea no setor da construção de edificações. Algumas das características do setor de construções, de fato, frustram alguns objetivos da engenharia simultânea, mas outros são adequados ao setor, implicando, todavia, na necessidade de uma revisão da cultura organizacional das empresas – provavelmente, o maior desafio da introdução da engenharia simultânea, não só no setor da construção civil.

Dessa forma, considerando as observações levantadas por Fabrício (2002), é possível destacar os seguintes objetivos da engenharia simultânea:

- *Reduzir do tempo de desenvolvimento de novos empreendimentos.* A redução do tempo está associada a uma particularidade da indústria de produtos seriados, onde a rapidez em atender as demandas de mercado é um fator de competitividade. No setor da construção de edificações, o tempo de entrega não chega a ser um fator determinante. As construtoras costumam, inclusive, ampliar o tempo de execução da obra para se adaptar a capacidade de liquidez do cliente, de modo a equilibrar o fluxo de caixa da empresa;
- *Introduzir inovações que agreguem valor aos produtos e atendam a novas demandas dos clientes.* O trabalho multidisciplinar e simultâneo, permite uma maior distribuição de informações entre os agentes de desenvolvimento do produto, de modo a divulgar e facilitar a introdução de inovações. Todavia, a implementação de inovações no setor da construção de edificações também encontra limites. Inovações conceituais são restritas, pois os empreendimentos são mais valorizados por sua dimensão fundiária (localização, infraestrutura urbana, vizinhança etc.). Melhorias tecnológicas tendem a se concentrar na procura de novas formas de racionalização das construções tradicionais. As inovações ocorrem de modo mais evidente no que se refere à gestão dos processos, a exemplo da ampla aplicação de sistemas de qualidade;
- *Propiciar projetos mais robustos e capazes de interferir positivamente na produtividade.* Os elementos que constituem a engenharia simultânea permitem que os planos de execução do produto estejam mais ajustados, tanto no que diz respeito ao detalhamento quanto à tecnologia e know-how, aos meios de produção necessários à sua construção. Esse aspecto permite a redução de custos com retrabalhos, execução e desperdícios, resultados que são desejáveis pela indústria da construção civil;
- *Redução dos custos globais no desenvolvimento do produto.* Um maior investimento nas fases iniciais do projeto implicará em melhores resultados quanto ao custo, velocidade de desenvolvimento e qualidade dos empreendimentos. Todavia, o setor da construção de edificações não percebe o projeto como um investimento, mas como custo necessário, postura que conduz a uma insuficiente aplicação de recursos nas fases iniciais de desenvolvimento do empreendimento;
- *Melhorar a qualidade dos produtos e processos produtivos para encontrar os requisitos dos clientes dentro do menor custo possível.* O cliente tem se tornado um foco de atenção em todos os setores da economia, e produzir com orientação ao cliente tem se configurado como qualificador ou premissa para manutenção da competitividade das empresas.

CONCLUSÃO

Os procedimentos empregados no desenvolvimento de edificações, caracterizados principalmente pela fragmentação e fluxo sequencial, vêm sendo questionados e revisados em favor de uma visão mais abrangente, sistêmica e gerencial do processo de projeto.

O desenvolvimento do projeto seguiu uma linha contínua de fragmentação em especialidades desde o seu surgimento até o final do século XX, sem uma contrapartida que preservasse a necessária integração de conhecimentos e habilidades ao longo da cadeia produtiva da edificação.

Os resultados desse contexto do processo de projeto são freqüentemente abordados na literatura e também no meio profissional da construção, estando comumente associados à identificação de uma crise no processo desenvolvimento de edificações.

Contudo, desde a década de 1970, o caráter multidisciplinar da atividade projetual é colocado em discussão, tendência que se tornará gradativamente mais ampla, culminando nos últimos anos com a proposta de inclusão da engenharia simultânea no desenvolvimento de edificações.

A engenharia simultânea é um enfoque de gestão do processo de projeto desenvolvido no setor industrial de produtos seriados, cujo princípio essencial é a realização em paralelo das várias atividades do processo de desenvolvimento do produto e da produção, através de equipes multidisciplinares. Seus principais objetivos são a redução dos custos, a redução dos prazos de desenvolvimento e a melhoria da qualidade dos produtos.

Nem todos os aspectos da engenharia simultânea, como definida na indústria de produtos seriados, são passíveis de aplicação no desenvolvimento de edificações. Características peculiares ao setor da construção, tais como a ligação do produto ao local de implantação e as restrições de crédito no setor, tornam inviáveis o simples rebatimento da engenharia simultânea no desenvolvimento de edificações. O próprio termo tem sido questionado, sugerindo-se a sua substituição por “projeto simultâneo”, quando aplicado à construção civil (Fabrício, 2002).

Todavia, a maior dificuldade na implantação da engenharia simultânea no desenvolvimento de edificações, provavelmente, não ocorrerá em função de uma peculiaridade do setor da construção civil. A aplicação da engenharia simultânea necessita de uma ampla e consistente renovação do comportamento organizacional, sendo esta um dos maiores obstáculos à aplicação da engenharia simultânea em diversos setores produtivos. A engenharia simultânea requer um ambiente colaborativo e multidisciplinar, requer uma visão ampla e não fragmentada dos produtos e dos processos, requer conhecimento e disciplina, requer orientação para o cliente e para mercado, requer busca pela melhoria continua da qualidade.

Por outro lado, o potencial para aplicação da engenharia simultânea deve ser seriamente considerado, não só pelos benefícios financeiros que pode trazer para empresas, mas por que envolve uma filosofia de gestão que se ajusta à própria natureza da atividade projetual. A atividade projetual é eminentemente multidisciplinar, interativa e iterativa. Esses aspectos são observáveis tanto na dimensão social quanto intelectual do processo de projeto (Fabrício, 2002).

Na perspectiva social, o processo de projeto requer a participação de diversos agentes, com conhecimentos e interesses distintos, interagindo em diversas fases do processo para tomada das decisões e formulações que visam subsidiar a criação e a produção de um empreendimento, passando ainda pelo seu uso e manutenção.

Já sob o ângulo intelectual e técnico, o projeto se caracteriza como um processo em que informações são criadas e tratadas por diferentes estratégias mentais e metodológicas, de forma inter-relacionadas e mutuamente dependentes, e resultam das atividades mentais de cada projetista tanto quanto da interação entre os múltiplos agentes envolvidos no projeto e, também, do ambiente técnico que suporta tais processos intelectuais.

Dessa forma, a engenharia simultânea deve ser observada, antes de tudo, como uma oportunidade para revisão teórica e prática dos procedimentos e teorias desenvolvidas acerca do processo projetual de edificações, pois introduz questões que demonstram a ineficiência e a inadequação dos sistemas tradicionais às demandas contemporâneas. No momento em que o mundo busca por melhor qualidade de vida, condena o desperdício, reclama pela preservação do meio ambiente, e troca informações em altas velocidades, os sistemas tradicionais de projeto já não são mais adequados.

A idéia da inserção da engenharia simultânea no processo projetual de edificações será desenvolvida em trabalho de dissertação a ser apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PEP/UFRN). Essa dissertação objetivará a caracterização e estabelecimento de um modelo de gestão do processo de projeto de edificações para o município de Natal, com o intuito de avaliar suas conseqüências para qualidade do projeto e verificar as possibilidades de melhoria desse modelo através dos princípios da engenharia simultânea.

BIBLIOGRAFIA

ANDERY, P. R. Pereira, GUIDUGLI FILHO, Roberto R., FONSECA, A. V. Mascarenhas. Desenvolvimento de produtos na construção civil: uma proposta para o gerenciamento de projeto em construções públicas habitacionais. In CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 3, 2001. **Anais...** Florianópolis, 2001. 1 CD-ROM.

COMAS, Carlos Eduardo (org). **Projeto arquitetônico disciplina em crise, disciplina em renovação**. São Paulo: Projeto, 1986.

FABRICIO, Márcio Minto. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

FABRICIO, Márcio M., MELHADO, Silvio B., BAÍA, Josaphat L. Brief reflection on improvement of design process efficiency in Brazilian building projects. In Annual Conference International Group for Lean Design, 7, 1999. **Proceedings...** Berkeley: University of California, 1999.

GIADON, André Carneiro, MENDES JUNIOR, Ricardo, SCHEER, Sérgio. A avaliação da implantação do gerenciamento eletrônico de documentos no processo de projeto. In WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002. **Anais...** Porto Alegre: PUC-RS, 2002. 1 CD-ROM.

HARTLEY, John R. **Engenharia simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

LANA, Maria da Penha Campos Vieira, ANDERY, Paulo Roberto Pereira. Integração projeto-produção: um novo paradigma cultural. In WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2, 2002. **Anais...** Porto Alegre: PUC-RS, 2002. 1 CD-ROM.

MCGINTY, Tim. Projeto e processo de projeto. In SNYDER, James, CATANESE, Anthony J. (coord). **Introdução à arquitetura**. Rio de Janeiro, 1984.

SALES, Alessandra Luize Fontes et al. Problemas encontrados em obras devido às falhas no processo de projeto: visão do engenheiro da obra. In WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002. **Anais...** Porto Alegre: PUC-RS, 2002. 1 CD-ROM.

SILVA, Elvan. **Uma introdução ao projeto arquitetônico**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1991.

SOHLENIUS, G. Concurrent Engineering. In CIRP, 4, 1992. **Annals...**

TAVARES JÚNIOR, Wandemberg, POSSAMAI, Osmar, BARROS NETO, José de Paula. Um modelo de compatibilização de projetos de edificações baseado na engenharia simultânea e FMEA. In WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2, 2002. **Anais...** Porto Alegre: PUC-RS, 2002. 1 CD-ROM.

VARGAS, Milton. **Metodologia da pesquisa tecnológica**. Rio de Janeiro: Globo, 1985.