

Aplicabilidade da Engenharia Simultânea na Indústria da Construção Civil

Leandro Perotti (UTFPR – Ponta Grossa) lperotti1@gmail.com
Rosângela F. Stankowitz (UTFPR – Curitiba) rosangelas@utfpr.edu.br
João Luiz Kovaleski (UTFPR – Ponta Grossa) kovaleski@utfpr.edu.br
Marcos William Kaspchak Machado (UTFPR – Ponta Grossa) wkm@marcoskaspchak.com.br

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo, avaliar a possibilidade de implantação da Engenharia Simultânea (ES) para desenvolvimento de projetos da indústria da construção civil. Em um ambiente cada vez mais competitivo, novos métodos de gestão de projetos são necessários na busca de otimização de tempo e recursos para o desenvolvimento de novos produtos com diferenciação e melhor qualidade. Neste contexto, destaca-se a ES como alternativa para otimizar os processos de projetos em empresas que desenvolvem produtos constantemente, como é o caso da indústria da construção civil. Através da revisão bibliográfica aqui apresentada concluiu-se que a ES é realmente eficiente no que se propõe, desta forma, pode ser útil na de minimização de prazos, redução de custos e perdas no processo produtivo, melhoria da qualidade das obras, melhor atendimento às necessidades e requisitos dos clientes e redução do *stress* entre os setores de projeto e produção em diversos setores produtivos. Na construção civil, conforme visto em diversos estudos, apesar das suas particularidades, certamente podem ser aplicadas as boas práticas da ES, basta adapta-las à realidade de cada empresa.

Palavras-chave: Engenharia Simultânea, Construção Civil, Projetos, Desenvolvimento de Produtos.

Applicability of Concurrent Engineering in Construction Industry

Abstract

This study aimed to assess the possibility of implementation of Concurrent Engineering (CE) for better development of the construction industry projects. In an increasingly competitive environment, new project management methods are need in the search for optimization of time and resources to develop new products with best quality and differentiation. In this context, there is the CE as an alternative to optimize design processes in companies that develop products constantly, such as the construction industry. Through literature review presented here it was concluded that the CE is really effective when it proposes, therefore, may be useful in times minimizing, reducing costs and losses in the production process, improve the quality of works, the best care customer needs and requirements and reducing stress among the sectors of design and production in various productive sectors. In construction, as seen in several studies, despite its peculiarities, they can certainly be applied good practices of CE, simply adapts them to the reality of each company.

Key words: Concurrent Engineering, Construction, Projects, Product Development.

1. Introdução

As mudanças ocorridas na economia brasileira das últimas décadas, devido à concorrência global, têm levado vários setores a se adaptarem a essa nova realidade. A construção civil tardiamente tem percebido essas mudanças e começou a se posicionar de forma diferente em relação ao mercado. Setores como o automobilístico há tempos já utilizam ferramentas avançadas de gestão de projetos e produção como é o caso da Engenharia Simultânea (ES). As empresas da indústria da construção civil, diante dos novos desafios de um mercado cada vez mais acirrado, com redução recente do nível de aquecimento do setor está carente do uso de ferramentas avançadas para conseguir um diferencial diante da concorrência e se manterem competitivas.

Num contexto de acirramento da competição e de valorização da estratégia de diferenciação pela melhoria da qualidade, do desenvolvimento tecnológico e da inovação, ganham importância a capacidade e a agilidade das empresas em desenvolver novos produtos e serviços, e os métodos de gestão do processo de projeto passam por revisões de forma a orientar o projeto aos novos condicionantes da competitividade industrial (FABRICIO, 2002).

Os métodos tradicionais de desenvolvimento de projetos na construção civil por etapas sequenciais já não são mais suficientes para atender a uma demanda cada vez maior de obras com prazos cada vez menores e margens reduzidas. A produtividade dos setores de desenvolvimento de produtos tem sido questionada e exigida para que se torne mais eficiente para agilizar a conclusão dos projetos em tempo recorde, com menor quantidade de erros.

Diante desta perspectiva, surge a ES como alternativa para uma melhor organização das atividades de projeto com o objetivo de minimização de prazos, redução de custos, minimização de perdas no processo produtivo, melhoria da qualidade das obras, melhor atendimento às necessidades e requisitos dos clientes e redução do *stress* entre os setores de projeto e produção.

Os setores de projetos também são responsáveis pelas inovações tecnológicas lançadas no mercado, e neste assunto a construção civil deixa a desejar, pois é reconhecidamente um dos setores da economia que menos inova, porém, assim como em outros setores isto está mudando, o ciclo de vida dos produtos, está ficando cada vez menor e exigindo alterações constantes para as empresas permanecerem competitivas.

Em resposta às demandas, as empresas passaram a utilizar práticas relacionadas à organização simultânea do desenvolvimento do produto. De sua parte, a comunidade acadêmica tem procurado entender este novo processo através da busca de um referencial teórico, bem como buscar soluções que permitam a aplicação prática do conceito estabelecido. A partir dessas novas abordagens vários trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de contribuir para a melhoria do processo de produção. Entretanto, um assunto que deve ser investigado é o porquê de as empresas ainda não conseguirem aplicar as abordagens da ES no processo de projeto desde a concepção do produto (PEDRINI, 2012).

O objetivo deste trabalho é avaliar a possibilidade de implantação da ES para desenvolvimento de projetos da indústria da construção civil. Para atingir este objetivo, realizou-se uma pesquisa qualitativa, exploratória, através do levantamento bibliográfico das principais publicações e trabalhos já elaborados sobre o tema ES. Serviram de suporte para o estudo, livros, teses, e

artigos de periódicos. A partir da revisão bibliográfica, identificaram-se vários trabalhos que transcreveram a teoria e aplicação da ES.

Além da breve introdução já apresentada e desta descrição da metodologia utilizada, o artigo apresenta mais cinco seções. A terceira seção define a ES sob a ótica de diversos autores. A seção quatro, apresenta cinco trabalhos onde os autores descreveram os resultados de trabalhos recentes realizados sobre o tema em empresas de diversos ramos de atividade. A quinta seção, trata da ES na construção civil, abordando características deste setor de produção e conciliando com as teorias da ES. A seção seis, realiza uma breve explanação sobre os maiores desafios para implantação da ES na visão dos autores pesquisados. Para finalizar, apresenta-se as considerações finais dos autores deste trabalho e conclusões acerca da aplicabilidade da ES para melhor desenvolvimento de projetos da indústria da construção civil.

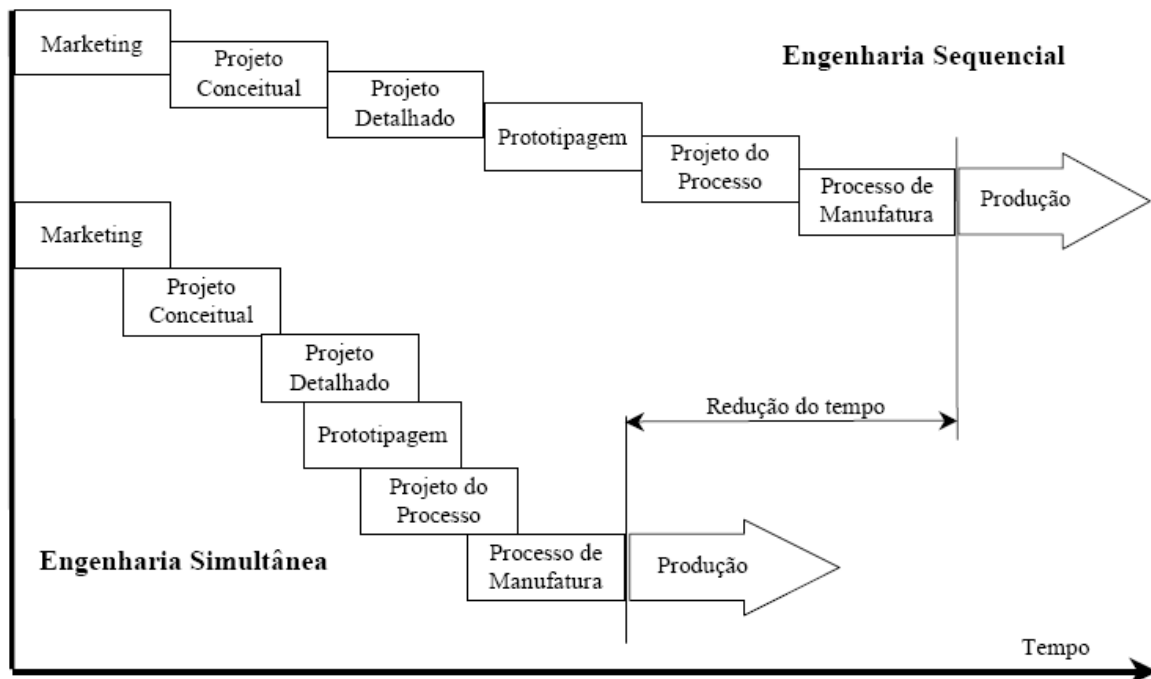
2. Engenharia simultânea

A engenharia sequencial, ou tradicional, como também é conhecida, é o modelo que por muito tempo, tem sido utilizado pelas empresas, provavelmente pela sua simplicidade na divisão de tarefas dos seus integrantes, mas isto está mudando. A nova proposta de ES defendida por diversos autores, com algumas pequenas divergências entre as teorias, provavelmente seja o que há de melhor na gestão de projetos e há um consenso de que esta teoria é muito melhor que a anterior.

Na abordagem tradicional o projeto do produto é desenvolvido de forma sequencial, cada etapa só se inicia após a conclusão da etapa anterior. Esta abordagem é um reflexo da divisão do trabalho, onde o trabalhador é especializado e focado apenas em sua atividade isolada. A engenharia sequencial, também conhecida como “engenharia por cima da cerca”, projeta os produtos que, quando concluídos, são “atirados” por cima do muro do departamento de engenharia de produção. Quando os engenheiros de produção identificam possibilidades de melhoria, o projeto já se encontra em etapas avançadas, onde as possibilidades de alterações no produto se tornam mais difíceis e mais onerosas. Segue-se um período de pânico devido à necessidade de retrabalhar os componentes para que a produção possa iniciar. Essas alterações implicam em produtos de qualidade duvidosa e fazem com que as pessoas responsáveis em gerir essas mudanças gastem esforço e tempo consideráveis com retrabalho (HARTLEY, 1998).

Os primeiros estudos de ES, tal como é entendida hoje, e a sua utilização por empresas ocidentais aconteceram no início da década de 1980, quando foi iniciado um estudo conduzido pela DARPA (Defense Advanced Research Project Agency), uma agência do governo americano, sobre formas de se aumentar o grau de paralelismo das atividades de desenvolvimento de produtos. O resultado desse trabalho definiu o termo “Concurrent Engineering”, tornando-se uma importante referência para novas pesquisas nessa área (PEDRINI, 2012).

Uma das figuras que melhor representa a sistemática da ES é a descrita por Back e Ogliari (2001) conforme exposto abaixo, onde podemos observar como é possível a redução do prazo de entrega de um projeto por meio da sobreposição das atividades envolvidas no seu desenvolvimento.



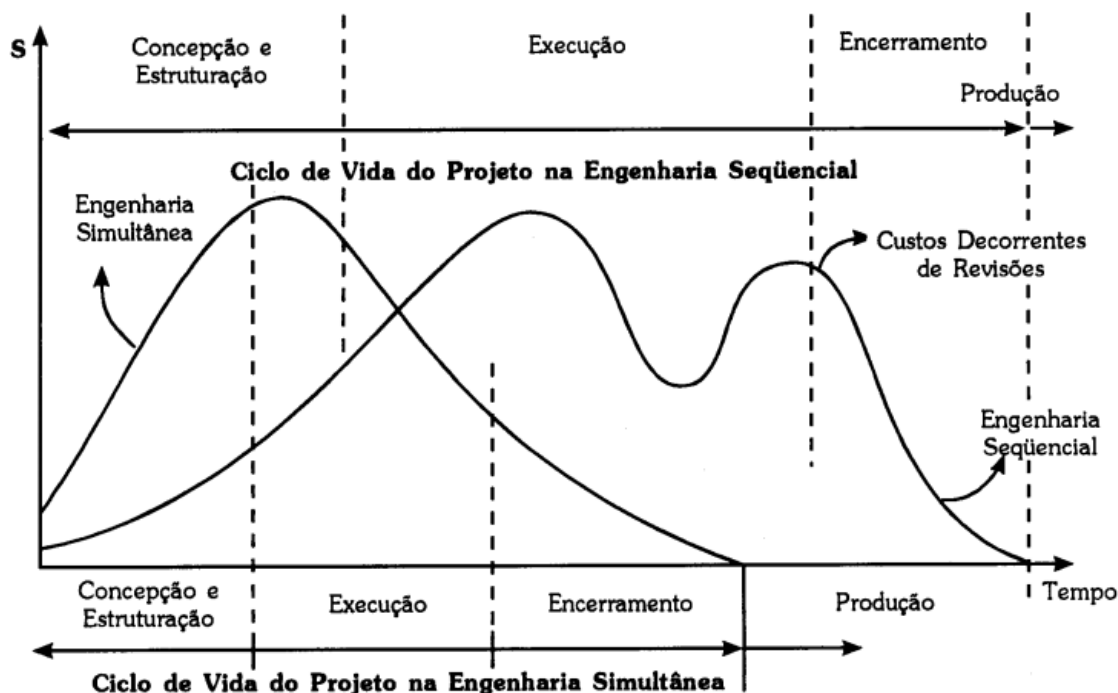
Fonte: Adaptado de (BACK; OGLIARI, 2001)

Figura 1 - Engenharia Sequencial x Engenharia Simultânea

A principal motivação para a introdução da engenharia simultânea é a necessidade de reduzir o tempo de desenvolvimento (lead time) de novos produtos e de desenvolver melhores produtos do ponto de vista tanto dos clientes externos como internos. A redução de prazos é alcançada normalmente pela sobreposição das etapas subsequentes do processo de desenvolvimento do produto (por exemplo, concepção, projeto, protótipo, etc.). Ao mesmo tempo, esta sobreposição cria oportunidades de interação entre os profissionais envolvidos nas diferentes etapas do processo, possibilitando melhorar a captação de requisitos (FORMOSO et al., 2006).

Engenharia Simultânea pressupõe a integração das atividades de desenvolvimento de produtos, em uma abordagem sistemática, onde todos os processos, desde a manufatura até o suporte estão relacionados. Desse modo, os agentes envolvidos nos processos têm uma visão holística da produção, levando em consideração desde o planejamento, o desenvolvimento e a concepção do produto, conhecendo as exigências e requisitos dos clientes (PEDRINI, 2012).

A figura 2, adaptada de Kruglianskas (1993), representa o ciclo de vida dos projetos na engenharia sequencial e na ES, onde os custos de projeto na ES são antecipados para a fase de concepção e estruturação, porém não são prolongados e reincidentes e os projetos são concluídos em menor tempo. Na engenharia tradicional os custos se tornam maiores devido ao arrastamento ao longo do tempo e a inúmeras revisões de projetos necessárias nas fases de execução e encerramento para a produção.



Fonte: Adaptado de (KRUGLIANSKAS, 1993)

Figura 2 - Ciclo de vida de um projeto de desenvolvimento do produto

A ES 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. Associada à redução do tempo de desenvolvimento do produto está a busca pela introdução de inovações tecnológicas que agreguem valor ao produto e atendam a novas demandas dos clientes (FABRICIO, 2002).

3. Resultados de trabalhos recentes

Trabalhos recentes nos mostram que onde foram aplicados os princípios da ES, houveram significativos ganhos em termos de tempo, qualidade e custo de projetos. Na sequência temos alguns dos principais trabalhos desenvolvidos e aplicados em empresas de diversos segmentos.

Soares e Nunes (2015), aplicando a metodologia da ES no desenvolvimento de projetos de moldes de injeção, concluíram pelos resultados obtidos que, houve viabilidade da metodologia aplicada, resultando em menores custos de produção, melhoria no processo de produção, redução de retrabalhos e menor tempo de desenvolvimento de projeto.

Lotif e Elias (2013), aplicando a ES em uma indústria de confecção no estado do Ceará, concluíram que com a integração dos setores, o produto é desenvolvido com um custo mais baixo devido a tomada de decisões em conjunto em etapas iniciais do projeto obtendo um produto com a melhor relação custo/benefício. Dessa maneira, evitou-se retroceder no fluxo de desenvolvimento e consequentemente o retrabalho de toda a equipe. A maior dificuldade por eles encontrada foi a resistência às mudanças, afinal, mudar a cultura de uma organização e a forma de pensar das pessoas é um grande desafio e exige muito trabalho de treinamento, conscientização e motivação até que a nova forma de trabalhar seja assimilada e se torne rotina natural de trabalho.

Pedrini (2012), analisando o nível de aplicação dos conceitos de ES em duas grandes empresas de construção civil concluiu que 47,15% das questões totais avaliadas pelos profissionais, têm conceito “não bom”, que é suficiente para evidenciar que é preciso promover mudanças. Desta forma, fica evidente a necessidade de aplicabilidade do paradigma contemporâneo de desenvolvimento integrado de produto, enfatizando a realização precoce e concomitante de todas as especialidades e profissionais de projeto, com decisões tomadas multidisciplinarmente. A valorização do projeto, o envolvimento e a integração dos agentes desde a concepção do produto, o investimento em recursos tecnológicos e a gestão do processo são fatores, na abordagem da ES, importantes, indispensáveis e diferenciais no desenvolvimento do produto que precisam ser aplicados na construção civil.

Pereira et al. (2010), ao estudarem uma empresa têxtil concluíram que os resultados obtidos após a implantação da ES foram muito positivos. Ela modificou o relacionamento entre as pessoas, na organização, deixando de procurar “culpados”, conseguindo antecipar futuros problemas e resolvendo-os e não apenas na fase de controle. A nova forma de trabalho provocou um maior comprometimento de todos os envolvidos no processo de solução de problemas.

Rezende e Andery (2009) avaliaram a utilização de princípios da ES no processo de projeto de um grande viaduto e concluíram que uma maior integração entre projeto e produção, com uma efetiva participação do construtor no processo de projeto, utilizando pressupostos da ES, permitiu a racionalização construtiva e a redução de custos da obra.

4. Engenharia simultânea na construção civil

Na construção civil há particularidades com relação aos agentes intervenientes e às lideranças. Reconhecidamente, o setor trabalha intensamente com muitos agentes de diferentes especialidades, intervindo em momentos diversos e em profundidades também diversas. Mesmo na fase de projeto isso é percebido: o projeto de arquitetura é feito em conjunto com vários outros: os projetos dos sistemas de água, eletricidade, o projeto de estruturas, etc. Cada qual é feito, em geral, por equipes e até mesmo empresas diferentes (FERREIRA, 2007).

A expressão ES abriga diversos conceitos que defendem, principalmente, ações que levem à otimização do tempo de produção de bens pela indústria. Na construção civil, a expressão não foi incorporada, mas as ideias nela contidas passaram a estar, de certa forma, presentes nos estudos sobre o melhor gerenciamento dos empreendimentos de construção. (PEDRINI, 2012).

Segundo Fabricio (2002), o processo de projeto de edifícios pode ser otimizado e qualificado pela introdução de novas práticas de gestão baseadas nas premissas da ES, mas devem ser

adaptadas ao ambiente do setor e às necessidades e possibilidades particulares dos empreendimentos de edificações.

O processo de desenvolvimento do produto na construção civil é caracterizado por sua elevada complexidade, principalmente no que diz respeito às características próprias do setor, do produto e dos diferentes profissionais envolvidos. O processo de desenvolvimento geralmente se inicia a partir do planejamento realizado de maneira inadequada. Assim, as fases subsequentes são alimentadas, comumente, com informações inconsistentes, o que leva a perdas. Além disso, por vezes, a estratégia, o mercado e o produto não estão alinhados coerentemente (PEDRINI, 2012).

Para que o projeto chegue a termo com eficiência, a necessidade de coordenação e de colaboração é imensa. Pode-se dizer também que o esforço por colaboração é mais necessário ainda e a coordenação é mais difícil em empreendimentos de construção civil do que em indústrias com produção em massa, justamente por não se tratar de uma produção em massa ou de linha de montagem. Além disso, a colaboração na fase de projeto é essencial para que todos os outros passos possam ser bem coordenados. Colaborar em outras fases é necessário, mas é muito mais eficiente quando a colaboração se inicia no projeto. A colaboração no projeto prepara muita coisa para a colaboração nas fases subsequentes (FERREIRA, 2007).

5. Desafios para implantação da engenharia simultânea

A implantação da ES tem sido bastante discutida na literatura especializada, o que é justificável, considerando que as profundas mudanças organizacionais e culturais requeridas não são, via de regra, facilmente aceitas. Assim como existe uma série de relatos sobre o sucesso da implantação da ES, existe também uma série de exemplos mal sucedidos, devido principalmente ao pouco cuidado com questões como conscientização, apoio, treinamento e comprometimento. A espera de resultados imediatos também tem sido uma grande causa para o descrédito da filosofia (BACK; OGLIARI, 2001).

A prática de desenvolvimento da Engenharia Simultânea requer uma constante e ampla interação entre departamentos e entre especialidades, de forma a integrar pessoas em grupos multidisciplinares e interdepartamentais. Para a mobilização de uma força tarefa multidepartamental é essencial romper com as barreiras hierárquicas rígidas e estabelecer organogramas matriciais ou funcionais cruzados na conformação das equipes de projeto. (FABRICIO, 2002).

Projetistas e construtores devem participar ativamente da fase de desenvolvimento do projeto para que o processo executivo seja contemplado no projeto de forma adequada. O acompanhamento da execução das obras pelos projetistas é importante para a criação da alça de retroalimentação capaz de levar soluções de ordem prática para projetos futuros (REZENDE; ANDERY, 2009).

Para controlar o fluxo de informações geradas 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 (FABRICIO, 2002).

Back e Ogliari (2001), propõe várias premissas para que a aplicação da ES seja efetuada de forma coerente para se obter resultados satisfatórios, dentre elas podemos destacar cinco essenciais:

a) para não se tornar apenas mais um projeto de engenharia, a implantação da ES deve ser liderada por um membro da alta gerência. Gerentes médios não possuem poder para a completa implantação da ES. Além disso, o representante da alta gerência deve estar suficientemente comprometido, com disponibilidade de tempo para o aprendizado e para trabalhar junto à equipe;

b) o cálculo da relação custo/benefício para a implantação de um ambiente de ES não é fácil considerando que os resultados são alcançados a longo prazo e que é difícil estabelecer uma métrica precisa para a avaliação do progresso e do próprio resultado da adoção da filosofia. O custo também não é fácil de ser estimado devido ao caráter contínuo do programa de implantação. Além disso, a tendência para a busca de retornos imediatos e palpáveis é um grande erro que tem desmotivado, já no início, o esforço para a implantação da ES;

c) os objetivos devem ser claros e bem definidos. Índices de desempenho também devem ser definidos como, por exemplo, tempo de desenvolvimento. A definição quanto aos objetivos almejados também é importante para a escolha do modelo de ES a ser adotado. Uma boa estratégia é definir inicialmente objetivos a curto prazo para o planejamento da implementação da engenharia simultânea;

d) é importante que os objetivos e a política da empresa sejam esclarecidos e bem entendidos por todos. Uma boa forma de convencer sobre os benefícios da ES é esclarecer o quanto ela pode contribuir para que os objetivos da empresa sejam atingidos. A falta de políticas e objetivos claros é uma grande barreira para a implantação da ES. É importante ainda promover o envolvimento e o treinamento de todos os integrantes, através de uma gestão participativa, e procurar envolver de alguma forma clientes e fornecedores;

e) outro ponto importante é o estabelecimento do número de integrantes para a equipe. Os autores são unânimes ao recomendar que as equipes de projeto multidisciplinares não devem ser demasiadamente grandes, a fim de evitar problemas como dificuldade de comunicação, dispersão e baixa produtividade.

Há necessidade de transformação cultural, de maneira que os projetistas entendam a importância do desenvolvimento paralelo dos projetos; assim como os benefícios da utilização das ferramentas e inovações tecnológicas para desenvolvimento, comunicação e intercâmbio de informações entre os envolvidos (PEDRINI, 2012).

As ferramentas de TI como as Intranet, ambientes *web* e outros meios de compartilhamento de dados, assim como conferências *on-line* e programas de compatibilização de projetos também são de grande importância para alavancar o sucesso de implantação da ES. Nem sempre as pessoas envolvidas nos processos de um mesmo projeto se encontram no mesmo ambiente, cidade e até mesmo país, mas com os modernos meios de comunicação essas dificuldades podem ser superadas.

7. Considerações finais

Diante das teorias e estudos apresentados neste trabalho, pode-se concluir que quando bem aplicada, a ES é realmente eficiente no que se propõe. Quanto ao objetivo proposto neste trabalho, avaliar a possibilidade de implantação da Engenharia Simultânea (ES) para desenvolvimento de projetos da indústria da construção civil, pode-se perceber que a ES pode ser útil na minimização de prazos, redução de custos, perdas do processo produtivo, melhoria da qualidade das obras, melhor atendimento às necessidades e requisitos dos clientes e redução do *stress* entre os setores de projeto e produção em diversos setores produtivos. Na construção civil, apesar das suas particularidades, certamente podem ser aplicadas as boas práticas da ES, basta adapta-las à realidade de cada empresa. A breve investigação aqui apresentada sobre a ES, não teve como objetivo esgotar o assunto. Acredita-se que novos trabalhos de pesquisa nesta área são necessários para demonstrar a sua eficiência e divulgar ainda mais a sua metodologia e aplicabilidade, principalmente ao setor da construção civil que no Brasil carece de evolução.

Referências

BACK, N.; OGLIARI, A. *Desenvolvimento do Produto: Engenharia Simultânea*. UFSC, 2001. Disponível em: <http://alvarestech.com/temp/PDP2011/emc6605.ogliari.prof.ufsc.br/Restrito/DES_PRO_ES_TEXTO_GDP.pdf>.

FABRICIO, M. M. *Projeto simultâneo na construção de edifícios*. Universidade de São Paulo, 2002. Disponível em: <http://globalconstroi.com/images/stories/Manuais_tecnicos/2010/projecto_simultaneo_const_edificios/Projeto_Simultaneo_TESE1.pdf>.

FERREIRA, S. L. *Da Engenharia Simultânea ao modelo de informações de construção (Bim): Contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa*. CESEC UFPR-BR, 2007. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-44.pdf>>.

FORMOSO, C. T.; TRESCASTRO, M.; CODINHOTO, R. *Planejamento e controle integrado do projeto e da produção em ambientes simultâneos na construção civil*, UFBA, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/MBA%20Disciplinas%20Arquivos/Gestao%20Producao/Texto5UFBA2007%20Planejamento.pdf>>.

HARTLEY, J. R. *Engenharia Simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos*. Porto Alegre: Artes médicas, 1998.

KRUGLIANSKAS, I. *Engenharia Simultânea: organização e implantação em empresas brasileiras*. Revista de Administração, v. 28, n. 4, p. 104–110, 1993. São Paulo. Disponível em: <www.rausp.usp.br/download.asp?file=2804104.pdf>.

LOTIF, S. A. L.; ELIAS, S. J. B. *Proposta de implantação da engenharia simultânea em uma indústria de confecção no estado do Ceará*. Abepro, 2013. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_181_034_22619.pdf>.

PEDRINI, M. K. *Engenharia simultânea: planejamento e controle integrado do processo de produção/projeto na construção civil*. Universidade Federal do Espírito Santo, 2012. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_3898_ManuelaKautscherPedrini.pdf>.

PEREIRA, É. C. O.; PISKE, F.; OLIVEIRA, G. P. DE; et al. *Engenharia simultânea: um estudo de caso em uma empresa têxtil*. Revista Produção Online, v. 1, n. 1, p. 0–7, 2010. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/viewArticle/590>>.

REZENDE, P. E.; ANDERY, P. R. P. *A utilização de princípios da engenharia simultânea no processo de projeto de pontes e viadutos.* Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 3, p. 53–87, 2009. Disponível em: < www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50952>.

SOARES, E. L.; NUNES, F. L. *Aplicabilidade da engenharia simultânea orientada pela corrente crítica no desenvolvimento de projetos de molde de injeção.* Espacios, v. 36, n. 8, p. 15, 2015. Disponível em: < <http://www.revistaespacios.com/a15v36n08/15360815.html> >.