



FATORES CRÍTICOS DA GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA ENGENHARIA SIMULTÂNEA: UM ESTUDO DE CASO EM OBRA DE INFRAESTRUTURA URBANA

Ana Beatriz G. M. Moraes
(IBMEC)

Rubiao G. Torres Junior
(IBMEC)

Alessandra de Souza Furtado
(Universidade Gama Filho)

Resumo

A nova realidade na economia brasileira nos impõe uma necessidade de crescimento rápido visando sanar os principais problemas de infraestrutura do país. Nesse contexto, novas modalidades de contratações foram criadas, dentre elas o EPC (Engineering, Procurement, Construction) que tem como objetivo principal unir as três partes do empreendimento em apenas um grupo, facilitando e agilizando o desenvolvimento do mesmo. No entanto, os prazos exíguos para desenvolvimento do empreendimento fez com que os empreendedores buscassem formas de otimizar o mesmo adotando assim a prática da engenharia simultânea, onde os projetos executivos são desenvolvidos em paralelo ou com pouca defasagem da fase de construção. Esse trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo analítico de identificação dos fatores-críticos de gestão do processo de projetos na Engenharia Simultânea, estabelecendo como base as boas práticas de gestão de projeto e levando em consideração as nove áreas de conhecimento do PMI, integração, escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicação, risco e aquisições conforme apresentado na revisão bibliográfica.

A idéia central foi entender os fatores de desempenho, criar um modelo analítico e testá-lo em um projeto específico de Engenharia Simultânea de infraestrutura urbana no subsistema viário.

Ao ser medido o quanto cada fator impacta o processo de projetos e seu respectivo desempenho na Engenharia Simultânea, verificou-se os três fatores mais críticos no projeto estudados

sendo aqueles que, comparando a importância com o desempenho, mais afetam o resultado do projeto como críticos. São fatores-críticos o custo, a comunicação e o risco do projeto.

Respectivamente, esses fatores referem-se ao quão aderente é o processo de projetos de Engenharia Simultânea ao seu orçamento e seus custos estimados, ao quanto o fator comunicação garantiu a geração, coleta, distribuição, armazenamento, recuperação e destinação final das informações sobre o projeto, e, finalmente quanto o processo de projeto poderia obter resultados melhores se tivessem seus riscos mapeados considerando seu possível impacto, urgência e probabilidade de ocorrência, dando ciência às partes interessadas no projeto quanto à existência de cada risco de execução dentro dos prazos, recursos e indicadores estabelecidos. Os fatores críticos compõem os aspectos prioritários a serem sanados para o sucesso da gestão do processo de projetos com Engenharia Simultânea. A aplicação em um estudo de caso evidenciou que este modelo poderá ser utilizado em outros projetos similares. Finalmente, pode-se observar que o suc

Palavras-chaves: Gestão de Projetos, Engenharia Simultânea, Construção Civil, Infraestrutura Urbana

1 - Introdução

A nova realidade na economia brasileira nos impõe uma necessidade de crescimento rápido visando sanar os principais problemas de infraestrutura do país. Nesse contexto, novas modalidades de contratações foram criadas, dentre elas o EPC (Engineering, Procurement, Construction) que tem como objetivo principal unir as três partes do empreendimento em apenas um grupo, facilitando e acelerando o desenvolvimento do mesmo. No entanto, os prazos exíguos para desenvolvimento do empreendimento fez com que fossem buscadas outras formas de otimizar o mesmo adotando assim a prática da engenharia simultânea, onde os projetos executivos são desenvolvidos em paralelo ou com pouca defasagem da fase de construção.

1.1 – Situação Problema

Por se tratar de uma técnica relativamente nova no setor da construção civil, a gestão de projetos de engenharia simultânea é um fator crítico com impacto direto no sucesso do mesmo. Pode-se dizer que o principal problema na Engenharia Simultânea está no alinhamento da fase de projetos com a fase de construção e montagem. Em função desse fator principal, surge a questão-problema deste trabalho “Como identificar e mitigar os fatores críticos de gestão do processo de projeto na Engenharia Simultânea?”

1.2 Objetivo do Artigo

Esse trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo analítico de identificação dos fatores-críticos de gestão do processo de projetos na Engenharia Simultânea, estabelecendo como base as boas práticas de gestão de projeto e levando em consideração as nove áreas de conhecimento do PMI, integração, escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicação, risco e aquisições conforme apresentado na revisão bibliográfica.

A idéia central é entender os fatores de desempenho de gestão do processo, criar um modelo analítico e testá-lo em um projeto específico de Engenharia Simultânea de infraestrutura urbana no subsistema viário.

Ao ser medido o quanto cada fator impacta o processo de projetos e seu respectivo desempenho na Engenharia Simultânea, verificou-se os três fatores mais críticos no projeto estudados sendo aqueles que, comparando a importância com o desempenho, mais afetam o resultado do projeto como críticos. São fatores-críticos o custo, a comunicação e o risco do projeto.

Respectivamente, esses fatores referem-se ao quanto aderente é o processo de projetos de Engenharia Simultânea ao seu orçamento e seus custos estimados, ao quanto o fator comunicação garantiu a geração, coleta, distribuição, armazenamento, recuperação e destinação final das informações sobre o projeto, e, finalmente ao quanto o processo de projeto poderia obter resultados melhores se tivessem seus riscos mapeados considerando seu possível impacto, urgência e probabilidade de ocorrência, dando ciência às partes interessadas no projeto quanto à existência de cada risco de execução dentro dos prazos, recursos e indicadores estabelecidos.

Os fatores críticos compõem os aspectos prioritários a serem sanados para o sucesso da gestão do processo de projetos com Engenharia Simultânea. A aplicação em um estudo de caso evidenciou que este modelo poderá ser utilizado em outros projetos similares. Finalmente, pôde-se observar que o sucesso de um projeto com a utilização da Engenharia Simultânea dependerá do nível de integração de seus fatores, o que se coaduna com a visão sistêmica por partir do princípio de que não existe fator que trabalhe de forma isolada dos demais.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 O Projeto na Construção Civil

O setor da construção civil vem recebendo uma demanda crescente de investimentos públicos e privados em obras pesadas. Sabe-se que a fase de projeto é fator de desempenho determinante em um empreendimento de construção civil, mais que isso, ele determina grande parte das possibilidades de ganhos financeiros durante sua

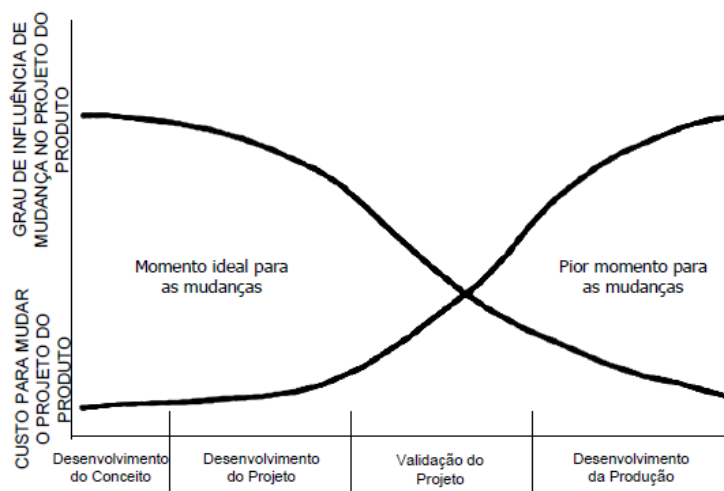
construção, através da redução de desperdício, métodos e patologias construtivas, e soluções de engenharia.

Valeriano (1998) define projeto como um conjunto de ações executadas de forma coordenada, por uma organização transitória, na qual são alocados insumos, sob a forma de recursos (humanos, compras, transporte, etc.) para em um dado prazo alcançar um objetivo determinado. Valeriano definiu ainda o projeto de engenharia como elaboração e consolidação de informações destinadas à execução de uma obra ou à fabricação de um produto ou ainda ao fornecimento de um serviço ou execução de um processo. Na construção civil, o objetivo do projeto é informar o design e as características físicas do produto, ou seja, projetos de arquitetura, estrutural, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, geometria e terraplenagem, através de inovações tecnológicas no processo produtivo e construtibilidade do empreendimento.

Franco (1992) considera o projeto como a fase em que as decisões tomadas “trazem maior repercussão nos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos” conforme ilustra o gráfico 1 a seguir. Segundo Boothroyd; Dewhurst e Knight (1994), a partir da contabilidade tradicional de custos, o projeto representa aproximadamente 5% do custo total de um produto, sendo cerca de 70% do custo do produto fortemente influenciado quanto o mesmo encontra-se na fase de projeto, já os restantes 30% têm a função de distribuir os custos de material, custos diretos e indiretos. Desta forma, a partir da definição do produto apenas 30% do custo podem ser afetado por iniciativas de melhorias.

Na construção civil, é comum a prática de desenvolvimento do projeto desassociado da atividade de produção. O projeto é frequentemente considerado fator isolado no desenvolvimento de um empreendimento, sendo desconsiderado seu tempo mínimo de execução, custo e importância no aspecto das importantes definições que deveriam ser consideradas na fase de projeto e acabam sendo postergadas para solução na obra.

Gráfico 1 - Curva de Custo e Nível de Influência durante o projeto (Krumenauer, 2000)



Ratificando o exposto no gráfico 1, Barros & Dornelles (1991) ressaltaram a importância da tomada de decisões ainda na fase de projeto, pois é quando as mudanças são menos traumáticas para o empreendimento.

Nos últimos anos, a preocupação com a fase de projeto na construção civil tornou-se maior por ser uma das principais fontes de melhoria de desempenho do produto, redução dos custos de produção, diminuição de ocorrência de falhas tanto no produto quanto no processo e, como não dizer otimização das atividades de execução. Segundo Fabrício (2002) diversas são as habilidades intelectuais e motoras requeridas dos projetistas no processo de criação do projeto. As principais estão relacionadas à capacidade de análise e síntese de informações e problemas, à criatividade e ao raciocínio, ao conhecimento (ligado ao campo da memória e das técnicas de armazenamento de informação) e à capacidade de comunicação e interação entre diferentes indivíduos.

O processo de projeto possui uma característica criativa e pessoal, pois somente quando o projeto está completo é que o resultado do trabalho pode ser visto e este é o principal problema do gerenciamento do processo de projeto. Oliveira (2004) afirma que o projeto pode assumir o encargo fundamental de agregar eficiência e qualidade ao produto se for incorporado de forma antecipada e adequada à idealização do sistema construtivo e explorado seu caráter estratégico de indução da racionalização e redutor dos custos dos empreendimentos.

Como o projeto é um processo criativo, muitos problemas ocorrem durante seu desenvolvimento e, muitas vezes, informações importantes para a fase de construção e

montagem acabam sendo desenvolvidas de forma equivocada e até mesmo errôneas. Estudos comprovam que mencionam que os principais problemas encontrados nos projetos de construção civil são erros de cotas, níveis e alturas, incompatibilidade entre diferentes projetos, falha na especificação do material, erro no levantamento das quantidades e detalhamento inadequado ou até mesmo falta de detalhamento. O Quadro 1 apresenta o macro grupo de problemas de projetos.

Quadro 1 – Macro grupo de problemas de projetos (Adaptado de Glavan e Tucker 1997)

Grupo	Problemas
Plantas	- Interferências; - Discrepâncias; - Omissão; - Erro.
Programação e planejamento	- Falta informação; - Falta de detalhes por parte dos projetistas; - Falta de desenhos.
Concepção do Projeto	- Erros de projetos; - Mudanças nos projetos.
Especificação	- Necessidade de esclarecimento de informações; - Especificações Incompletas; - Mudanças de especificações durante o processo.

As dificuldades encontradas na fase de projeto podem causar prejuízos irreparáveis tanto para a projetista quanto para a construtora, desta forma, é importante o entendimento entre as partes envolvidas, neste caso, equipe de projeto e equipe de construção e montagem, que a fase de projetos na construção civil é parte fundamental para o desenvolvimento de um empreendimento e mitigar tais problemas é importante a todos.

2.2 Gestão de Projetos pelo PMI

2.2.1 A Gestão de Projetos – GP

Segundo o PMBOK, o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos. Um dos principais objetivos da gerência de projetos é manter os riscos de fracasso em um nível tão baixo quanto necessário durante o ciclo de vida do projeto,

potencializando, ao mesmo tempo, as oportunidades de ocorrência de eventos favoráveis do projeto. Além disso, o PMBOK apresenta o ciclo de vida, constituído das diversas fases de desenvolvimento dos projetos, possibilitando a avaliação de similaridades que podem ser encontradas entre os projetos, independentemente de seu contexto, aplicabilidade ou área de atuação.

Heldman (2009) diz que os ciclos de vida de um projeto são os mesmos ciclos experimentados pelos pais ao acompanhar o crescimento de seus filhos até a fase adulta. Os filhos começam como bebês e dão muitas alegrias aonde quer que vá. Entretanto, a princípio não os conhecemos muito bem. Assim, nós os acompanhamos em seu crescimento e avaliamos suas necessidades. Com o passar do tempo, eles amadurecem e crescem (e custa muito dinheiro nesse processo), até o dia em que a responsabilidade dos pais em relação a eles termina.

Os projetos começam exatamente do mesmo modo e percorrem uma trajetória semelhante. Alguém apresenta uma excelente ideia para um projeto e solicita apoio para tal. Depois de aprovado, o projeto passa pelas fases intermediárias até a fase final, quando é concluído e encerrado.

O gerenciamento de projeto é um empreendimento integrado e requer que cada processo de projeto seja alinhado de forma apropriada com os outros processos para facilitar a coordenação. Os processos de gerenciamento de projetos são agrupados em cinco categorias:

- **Iniciação:** São processos realizados para definir um novo projeto ou uma nova fase de um projeto existente através da obtenção de autorização;
- **Planejamento:** São processos realizados para definir o escopo do projeto, refinar os objetivos e desenvolver o curso de ação necessário para alcançar os objetivos para os quais o projeto foi criado;
- **Execução:** São processos realizados para executar o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto para satisfazer as especificações do mesmo;
- **Monitoramento e Controle:** São processos necessários para acompanhar, revisar e regular o progresso e o desempenho do projeto, identificar todas as áreas nas quais serão necessárias mudanças no plano e iniciar as mudanças correspondentes;

- Encerramento: São processos executados para finalizar todas as atividades de todos os grupos de processos, de forma a encerrar formalmente o projeto ou a fase.

Um processo pode ser definido como um conjunto de ações e atividades inter-relacionadas, que são executadas para alcançar um produto, resultado, ou serviço predefinido.

As fases do ciclo de vida de um projeto são grupos de processos. O PMBOK (2008) afirma que dividir um projeto em fases facilita o uso de processos conforme apropriado para orientar o projeto com eficácia em direção à conclusão de forma controlada.

Os grupos de processos de gerenciamento de projetos estão ligados pelos objetivos que produzem. Pode-se dizer que as saídas de um processo se tornam entradas para outro processo ou são entregas do projeto. Além disso, os grupos de processos raramente são eventos distintos ou únicos; eles são atividades sobrepostas que ocorrem em diversos níveis de intensidade durante todo o projeto,

Além das cinco fases de projetos instituídas pelo PMBOK, a GP também é explicada através das nove áreas de conhecimento. Dessa forma, os processos constituintes de cada fase devem atender aos requisitos das nove áreas de conhecimento, que são as seguintes:

- Gerenciamento da Integração;
- Gerenciamento do Escopo;
- Gerenciamento do Tempo;
- Gerenciamento do Custo;
- Gerenciamento da Qualidade;
- Gerenciamento de Recursos Humanos;
- Gerenciamento das Comunicações;
- Gerenciamento de Riscos do Projeto;
- Gerenciamento de Aquisições do Projeto.

Como pode ser percebida pela descrição anterior, cada uma das áreas de conhecimento tem um detalhamento específico e uma abrangência própria. Porém elas devem estar integradas a todo o momento. No entanto, além da integração entre si das nove áreas de conhecimentos, cada uma das cinco fases do projeto, (Iniciação, Planejamento,

Monitoramento e Controle, Execução e Encerramento), ou grupo de processos deve estar alinhada às áreas de conhecimento.

2.2.1 Benefícios da Gestão de Projetos

O GP proporciona inúmeras vantagens através da eficácia em conseguir resultados desejados dentro do prazo e do orçamento definido, no entanto, dificilmente um projeto se inicia e termina exatamente como foi planejado. Problemas, falhas e desvios normalmente acontecem. Algumas falhas são decorrentes de obstáculos externos, fora do controle da organização e outros gerenciais, mas que podem ser mitigados ou até mesmo evitados com um gerenciamento de projetos eficaz.

Uma grande vantagem do gerenciamento de projetos é que ele não está restrito apenas a projetos grandiosos, complexos e de alto custo. Pode ser aplicado a empreendimentos de todos os tamanhos e níveis de complexidade. Logo, nenhum empreendimento pode ser considerado tão pequeno que não se beneficie do gerenciamento de projetos.

O sucesso de um projeto está ligado à forma como suas atividades estão relacionadas e são realizadas. A capacidade da organização em propiciar o ambiente para a execução do projeto tem consequências diretas na forma de sua realização e, por consequência, na facilitação de seu sucesso.

Para Vargas (2008), os benefícios que uma organização pode obter com o uso de gerenciamento de projetos são o aumento da confiança e da segurança do empreendedor, melhor controle dos projetos, melhor administração de mudanças e maior número de projetos bem sucedidos devido à melhora no desempenho, ao aumento da eficiência e da eficácia.

Dentre os benefícios que a organização obtém com o gerenciamento de projetos, destacam-se o comprometimento com os objetivos e a melhoria da tomada de decisão.

Segundo o autor (idem), pode-se afirmar que o Gerenciamento de Projetos:

- Evita surpresas durante a execução dos trabalhos;
- Permite desenvolver diferenciais competitivos através do uso de metodologia;
- Antecipa situações desfavoráveis que poderão ocorrer, permitindo ações preventivas e corretivas;
- Adapta os trabalhos às expectativas do mercado e do cliente;

- Favorece e auxilia a tomada de decisões;
- Disponibiliza orçamentos antes do início dos gastos;
- Aumenta o controle gerencial de todas as fases do projeto a serem implementadas;
- Facilita e orienta eventuais revisões da estrutura do projeto;
- Aperfeiçoa a alocação de pessoas, materiais e equipamentos;
- Reduz ociosidades e sobrecargas.

2.3 Engenharia Simultânea - ES

2.3.1 História e Origem

Segundo Peralta (2002) o marco da Engenharia Simultânea ocorreu em 1986 quando o *Institute for Defense Analysis* (IDA) apresentou um relatório “*The Role of Concurrent Engineering in Weapons Acquisition*”, que tinha o objetivo de propor uma sistemática para integração de um projeto simultâneo baseado no relacionamento de processos, produção e assistência incluindo qualidade, custo, prazo e necessidade dos usuários. Ele era uma resposta do setor industrial norte americano ao crescimento dos japoneses no mercado mundial de eletro-eletrônicos e de automóveis.

Passamani (2002) conceitua a ES como um método de trabalho onde as equipes de projeto se comunicam intensamente e conseguem acessar e compartilhar informações pertinentes ao projeto e às atividades envolvidas com rapidez e agilidade, dispendo de autonomia e exercendo intensa interação com cliente e fornecedores internos e externos.

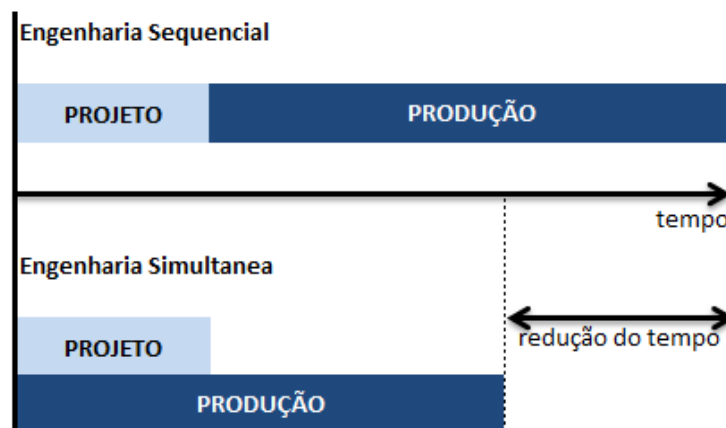
Os principais objetivos da ES são a redução do tempo de desenvolvimento do empreendimento, aumento do valor do produto para o cliente e redução dos custos.

Baseado nos resultados de diversos estudos pode-se dizer que a ES, através da redução de parcelas de atividades que não contribuem de forma direta para o sucesso do projeto, desenvolve condições para a execução de empreendimentos complexos, mesmo quando envolvem alto grau de incerteza, com condução em tempo reduzido, sem aumento de custo e com plena satisfação do cliente final.

Na Engenharia Simultânea, as atividades que normalmente seriam desenvolvidas de forma sequencial ocorrem de forma paralela, podendo antecipar assim, problemas

enfrentados durante a execução, evitando desperdício de tempo e recursos nas ações corretivas. A Figura 1 apresenta de forma simplificada e clara a comparação entre o projeto baseado na engenharia sequencial e o projeto baseado na Engenharia Simultânea.

Figura 1 - Engenharia Simultânea – paralelismo no tempo (Adaptado de Cunha, 2004)



Hartley (1998) afirma que “a Engenharia Simultânea não é uma regra que superpõe a uma operação ineficiente; é uma ferramenta para erradicar as ineficiências e conseguir o máximo das capacidades existentes”. O autor acrescenta ainda, que “a Engenharia Simultânea é, sobretudo, uma busca da melhoria da qualidade e transporta a responsabilidade da qualidade da vigilância nas linhas de fabricação para o projeto”.

2.3.2 Engenharia Simultânea na Construção Civil

A exemplo do que ocorre nos outros setores produtivos, como na indústria seriada, mesmo sem perceber, a ES vem sendo adotada também na construção civil. Neste caso, com os mesmos objetivos da indústria seriada: ampliar a integração entre os projetistas e as partes envolvidas no processo de desenvolvimento do projeto. Kamara et. al (1997) relaciona a ES na indústria da construção civil como forma de aperfeiçoar os processos de projeto e construção a fim de reduzir prazos de entrega e custo do empreendimento. A filosofia da ES é que ainda na fase de concepção do empreendimento haja integração dos intervenientes necessários à execução gerando, ainda na fase inicial decisões acerca

dos projetos, que alinhadas às experiências dos integrantes da equipe tragam benefícios no aspecto da qualidade, custo, tempo e exigências do cliente final.

Na construção civil, a ES ainda é uma técnica nova e que vem ganhando cada vez mais espaço em função dos benefícios que ela pode trazer ao projeto, se alinhada a técnicas de gestão de projetos adequadas. Segundo Fabrício (2002), transpor as técnicas de Engenharia Simultânea para a realidade da construção civil é tarefa que vai além de “importação do conceito”.

Fabrício relata ainda que os fatores determinantes de competitividade e produtividade tanto da construção civil quanto da ES são semelhantes, como, por exemplo, o aumento da produtividade, diminuição de prazos de concepção e execução e redução dos custos do processo e produto. No entanto, mesmo com fatores determinantes semelhantes, é fundamental compreender os pontos divergentes entre o ambiente de produção da indústria seriada e da construção civil, para que então possamos traçar as principais divergências entre os setores e adaptar a ES à Construção Civil e obter de fato, os melhores resultados.

Desenvolver o conceito de ES de forma adequada à especificidade da construção civil é fundamental para entender e adequar a técnica. Nesse sentido, a aplicação da ES na construção civil tem como principais objetivos os listados a seguir:

- Melhorar a qualidade do projeto, em consequência, do produto;
- Aumentar a construtibilidade do projeto;
- Subsidiar a introdução de novas tecnologias e métodos construtivos;
- Reduzir os prazos globais;
- Reduzir os custos.

Segundo Fabrício (2004), a implantação desta filosofia na Construção Civil deve ser baseada nos seguintes elementos:

- Valorização do papel do projeto e integração precoce, no projeto, entre os vários especialistas e agentes do empreendimento – paralelismo das ações e atividades;
- Transformação cultural e valorização das parcerias entre os agentes do projeto – formação de equipes multidisciplinares;

- Reorganização do processo de projeto de forma a coordenar concorrentemente os esforços de projeto – ênfase no papel do coordenador como fomentador do processo;
- Utilização das novas tecnologias de informática e telecomunicações na gestão do processo de projeto – a tecnologia da informação como instrumento básico e indispensável;
- Inclusão do cliente ou consumidor no grupo de interessados diretos no empreendimento, dando-lhe poder de influência, traduzindo suas aspirações em especificações de projeto.

3 Metodologia

Este artigo utilizará o estudo de caso como metodologia para melhor ilustrar o problema em tela.

De acordo com MORAES (2010), a proposta aborda contextos dinâmicos e as decisões estratégicas orientadas para inovação e construção de competências também devem considerar variáveis que, nem sempre, podem ser quantificadas. Para estas situações, a escolha da metodologia indica algumas opções de análise qualitativa e, dentre elas, o estudo de casos.

De acordo com Yin (1994,p.31), os estudos de casos são escolhas adequadas, principalmente quando a intenção é verificar se uma realidade observada pode ser analisada “(...) tendo uma teoria previamente desenvolvida como referência com a qual os resultados do estudo de caso possam ser comparados (...) caracterizando uma generalização analítica.”. De acordo com Lazonick e Andrea (2004, p.5), este método de generalização difere da generalização estatística na qual os dados de uma amostra formam a bases para as inferências. Os autores esclarecem que o estudo de caso tem um papel relevante em exercícios de construção da teoria (Eisenhrdt,1989), ressaltando que devem ser tomadas algumas precauções no sentido de considerar referenciais já consagrados na literatura, evitando assim generalizações equivocadas.

O desenvolvimento do estudo de caso desse trabalho, por sua vez, iniciou-se com a seleção do caso a ser estudado. Para isso, foram utilizados os critérios de relevância do caso, facilidade de acesso às informações e ao corpo técnico e gerencial. Após escolhido

e caracterizado o projeto-caso para esse trabalho, foram aplicadas as pesquisas quantitativa (“Importância X Desempenho dos fatores críticos do processo de projeto na Engenharia Simultânea”) e qualitativa (“Diagnóstico das lacunas do processo de projeto na Engenharia Simultânea”), cujos aspectos específicos, como local de aplicação, universo estudado, instrumento utilizado, estão detalhados no item 3.2. Finalmente, o estudo de caso é encerrado com a análise dos resultados obtidos.

A importância mede a percepção dos profissionais de gerenciamento de projetos quanto à relevância dos fatores de desempenho de projetos para a Engenharia Simultânea. A escala de pontuação do eixo Importância varia de 0 a +100, onde é considerado Importante o fator que atinge a pontuação até +50; Muito Importante quando a pontuação fica entre +50 e +75 e Imprescindível quando a pontuação está entre +75 e +100.

O desempenho mede a percepção do corpo gerencial do projeto específico do estudo de caso quanto ao desempenho obtido pelo projeto em questão quanto aos fatores de desempenho. A escala de pontuação do eixo Desempenho varia de -100 a +100, onde é considerado Muito Ruim o fator que atinge a pontuação de -100 até -50; Insuficiente quando a pontuação fica entre -50 e 0, Bom quando a pontuação está entre 0 e +50 e Muito Bom quando a pontuação atinge os valores entre +50 e +100.

Os fatores de desempenho críticos são aqueles cuja diferença entre a Importância e o Desempenho é grande. Essa diferença representa a lacuna que deve ser analisada pelos gerentes de um projeto para levantar as razões pelas quais esses fatores foram críticos. Assim, evita-se que os mesmos problemas de desempenho ocorram nos próximos projetos de Engenharia Simultânea.

Para o levantamento dessas razões e/ou lições aprendidas, o modelo analítico propõe a aplicação de pesquisa qualitativa, utilizando-se questionário do Apêndice 3, pesquisa essa focada nas lacunas de desempenho prioritárias. São consideradas as lacunas prioritárias as três maiores diferenças obtidas após a mensuração da Importância e Desempenho de cada fator.

4 Estudo de Caso

4.1 Descrição do Projeto

O estudo de caso apresentado a seguir foi realizado em uma empresa de engenharia consultiva, brasileira, criada em janeiro de 1967, neste trabalho denominada PROJETISTA.

A PROJETISTA é segmentada por áreas de negócios sendo as principais a engenharia de infraestrutura e a de energia, com ênfase no setor portuário e em petróleo e gás respectivamente. Outras áreas de negócios nas quais atua tradicionalmente são o setor de desenvolvimento urbano, respondendo por contratos referentes a saneamento, urbanização, drenagem, entre outros; serviços de meio ambiente, onde, além do setor portuário, desenvolveu serviços ambientais para implantação de hidrovias, rodovias e linhas de transmissão.

A CONSTRUTORA é uma empresa com vasta experiência, em escala mundial, em desenvolvimento de projetos e construção em diversos segmentos e especialmente em infraestrutura urbana.

O escopo desenvolvido pela PROJETISTA é um projeto de detalhamento de infraestrutura com foco no desenvolvimento urbano no subsistema viário, cabendo a elaboração dos seguintes projetos:

- Estudos Hidrológicos Projetos Geológico-Geotécnicos;
- Projeto Geométrico, Terraplenagem e Pavimentação;
- Projeto das Estações Terminais;
- Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes, Obras de Arte Especiais (Viadutos e Mergulhões) e Centro de Controle Operacional (CCO);
- Projeto de Sinalização e Iluminação Viária;
- Projeto de Obras Complementares, Urbanização e Paisagismo.

O desenvolvimento do projeto executivo foi todo baseado no projeto básico entregue pela CONSTRUTORA à PROJETISTA no início do projeto.

Foi elaborado pela projetista um plano de gerenciamento do projeto, que tinha o objetivo de definir como o projeto seria executado, monitorado, controlado e encerrado.

O projeto executivo foi iniciado pela PROJETISTA, no mesmo momento em que a CONSTRUTORA mobilizava a equipe de construção e montagem para o canteiro de

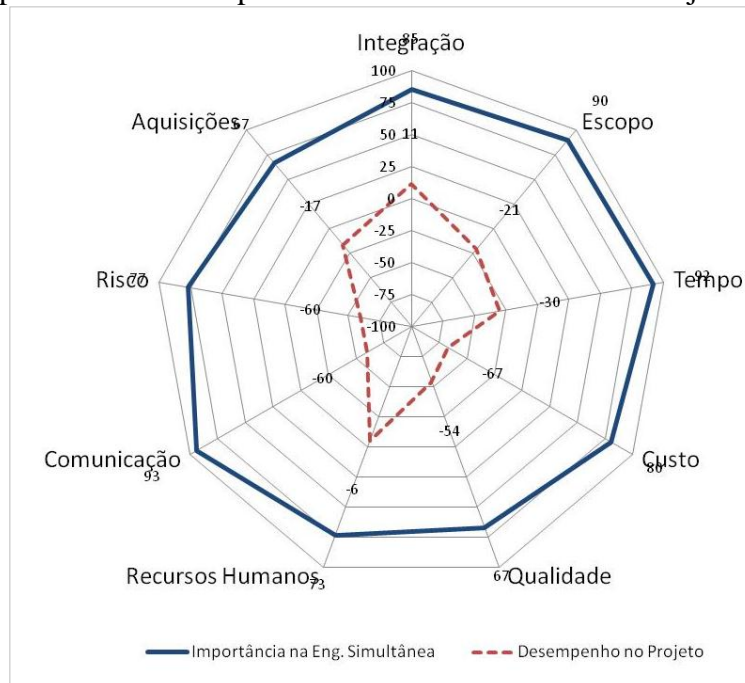
obra, desta forma, não houve defasagem entre o projeto e a fase de construção e montagem.

4.2 Aplicação do Modelo de Análise

A seguir, serão apresentados os resultados da pesquisa medindo o aspecto da importância de cada fator de desempenho em projetos de Engenharia Simultânea, na visão de um grupo de especialistas em gerenciamento de projetos, bem como o nível de desempenho de um projeto de Engenharia Simultânea de infraestrutura urbana no subsistema viário para cada um dos nove fatores, sob o ponto de vista do corpo gerencial que compôs à equipe de projetos da PROJETISTA.

As medições quanto à importância dos fatores de desempenho na Engenharia Simultânea, bem como o desempenho dos mesmos no desenvolvimento de um projeto de infraestrutura urbana foram plotadas no Gráfico 3 a seguir:

Gráfico 3 Importância e Desempenho dos fatores na Gestão de Projetos (Autor, 2011)



A partir do gráfico radar, é possível analisar as lacunas de desempenho existentes no projeto selecionado para o estudo de caso. Quanto menor a lacuna, menos afetado foi o desenvolvimento do projeto pelo mau uso da gestão no referido fator. Assim, caso a importância para o fator seja alta e o desempenho quanto a esse fator tenha sido baixo, o

mesmo é considerado crítico. Desta forma, a medida “importância-desempenho” permite identificar os fatores críticos para a gestão de projetos com Engenharia Simultânea em um projeto de infraestrutura urbana.

Esses fatores críticos não são, necessariamente, aqueles mais importantes para o projeto, eles são os que tiverem pior desempenho no projeto estudado. O cálculo “importância - desempenho” mede o grau de afetação de determinado fator na gestão de um projeto específico de infraestrutura urbana e seu desempenho atual.

A Tabela 4.1 aponta os nove fatores em ordem de criticidade no projeto, evidenciando também o valor da medida “importância - desempenho”. Dessa forma, em ordem de criticidade no projeto estudado, destacam-se o custo, comunicação e risco como os fatores mais críticos no projeto analisado.

Tabela 1 - Criticidade dos fatores de desempenho na Gestão de Projetos com Engenharia Simultânea

ORDEM	FATORES	IMPORTÂNCIA	DESEMPENHO	IMPORTÂNCIA – DESEMPENHO (CRITICIDADE)
1ª	Comunicação	93	-60	153
2ª	Custo	80	-67	147
3ª	Risco	77	-60	137
4ª	Tempo	92	-30	122
5ª	Qualidade	67	-54	121
6ª	Escopo	90	-21	111
7ª	Aquisições	67	-17	83
8ª	Recursos Humanos	73	-6	79
9ª	Integração	85	11	74

Através da pesquisa qualitativa realizada junto ao corpo gerencial do projeto específico estudado, foi possível levantar as razões que fizeram com que os fatores custo, comunicação e risco fossem classificados como críticos. O Quadro 2 resume essa análise.

Quadro 2 – Fatores-críticos para o projeto estudado

Fatores-críticos	Razões
<p>Comunicação</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A comunicação com o empreendedor não foi muito bem trabalhada de forma a entender todas as suas necessidades e expectativas, para evitar retrabalhos e perda de tempo. - A comunicação com o construtor não foi bem afinada, de forma que a projetista desenvolvesse o projeto considerando as práticas desse construtor. - As soluções de projeto nem sempre eram tomadas em conjunto com o empreendedor e o construtor, de forma a maximizar a sua viabilidade técnica e financeira. - O projeto deve ser desenvolvido considerando o andamento da própria obra. - Os documentos técnicos eram enviados para a fase de construção antes de sua finalização e liberação pela projetista. - O profissional da construtora, presente no escritório da projetista, não fazia uso da matriz de comunicação estabelecida e prejudicava o fluxo de comunicação entre os envolvidos no projeto. - Informação quanto ao levantamento topográfico passada pela construtora à projetista estava desatualizado, ocasionando em erro de projeto e conseqüente retrabalho. - As prioridades da obra não eram repassadas para a projetista em tempo hábil para as adequações, verificações e emissão. - Empreendedor e a Construtora não utilizavam a lista de pendências do projeto para resolver os problemas que tinham impacto direto no projeto.
<p>Custo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - O orçamento do projeto não estava alinhado com o real trabalho que deveria ser executado; - Por se tratar de projeto de Engenharia Simultânea, os profissionais contratados tiveram que ter mais experiência profissional o que elevou o custo do projeto; - Os executores do projeto não estavam preocupados com o custo. - Parte do escopo contratado não foi considerado no orçamento do projeto. - Algumas subcontratações custaram mais que o valor previsto. - Excessivo retrabalho. - Recorrentemente, engenheiros, técnicos e operários foram alocados em hora-extra, aumentando o custo do projeto. - Um erro de projeto de Engenharia Simultânea significa além do custo de erro de projeto, também o custo de construção e montagem. - O trabalho extra-escopo desenvolvido não teve seu custo aprovado antes de sua execução. - Constante revisão de projeto pela construtora com o objetivo de

	<p>diminuir o custo da obra, aumentando assim o custo do projeto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - As diversas alterações de projeto por solicitação da construtora não eram registradas formalmente, o que dificultou a negociação de aditivos.
Risco	<ul style="list-style-type: none"> - Não houve identificação formal dos riscos envolvidos no projeto. - Como os riscos não foram identificados de forma correta, não foi possível mitigá-los. - Muito dos problemas ocorridos nos outros fatores seriam evitados se tivesse identificado seu risco. - A técnica de Engenharia Simultânea poderia ter sido estudada se esse risco tivesse sido mapeado.

Com base nos resultados encontrados, é possível observar que os fatores são interdependentes, logo, se um determinado fator não teve um bom desempenho, significa dizer que o mesmo foi impactado pelo mau uso de algum outro fator. Por exemplo, se a comunicação entre as partes interessadas tivesse obtido um bom desempenho, o custo quanto ao retrabalho não teria obtido um resultado ruim. Outro exemplo quanto à interdependência entre os fatores, foi a colocação nas entrevistas, quanto ao fator custo, onde ressaltado que a equipe responsável pelo orçamento precisa conhecer na íntegra o que está orçado, para isso precisa conversar com pessoas com experiência na área antes de assumirem riscos que não conheçam. Depois de ganhar o contrato o Gerente fica em uma situação muito difícil tendo que resolver assuntos que não foram previstos nem orçados. Os entrevistados afirmaram também que com a Engenharia Simultânea na construção civil, mais do que nunca, o foco do projeto deve ser atender às necessidades da obra.

4 - Conclusão

Após aplicação do modelo de análise, pode-se concluir que mesmo se tratando de um projeto de Engenharia Simultânea, em que sua principal característica está no desenvolvimento do projeto em simultaneidade com a fase de construção e montagem, uma defasagem mínima entre o início do desenvolvimento do projeto executivo e início da fase de construção e montagem irá garantir à CONSTRUTORA a frente de trabalho para a obra e permitirá que a projetista desenvolva o projeto de forma mais eficiente e eficaz.

Com a incorporação dos princípios e filosofia da Engenharia Simultânea no processo de projetos, cabe ressaltar que este não é o cenário ideal para o desenvolvimento de um projeto de infraestrutura urbana, no entanto, tem se tornado uma realidade no Brasil e será nos próximos anos, não somente no setor de infraestrutura como nos demais setores. Cabendo assim, a necessidade de adequação das partes interessadas para minimizar seus impactos no empreendimento.

Finalmente, pode-se observar que o sucesso de um projeto com a utilização da Engenharia Simultânea dependerá do nível de integração de seus fatores, logo, não existe fator que trabalhe de forma isolada dos demais. A comunicação e integração entre a projetista e a construtora é fundamental para o sucesso do empreendimento. Mapear e aprender com os fatores críticos de desempenho é fundamental para garantir sucesso em projetos futuros.

Por se tratar de uma técnica nova na engenharia em obras de infraestrutura, o autor sugere que o tema abordado nesse trabalho tenha continuidade, tendo em vista as grandes obras que estão previstas de serem desenvolvidas no Brasil pelo menos até 2016, onde a técnica de Engenharia Simultânea esta sendo adotada com frequência dada a exigüidade de prazos dos mesmos.

A comunicação e integração entre a projetista e a construtora é fundamental para o sucesso do empreendimento. Mapear e aprender com os fatores críticos de desempenho é fundamental para garantir sucesso em projetos futuros.

Referências Bibliográficas

PRASAD, B. **Concurrent Engineering Fundamentals**: integrated product and process organization. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.

BARROS, M.M.S.B., DORNELLES, V.P. **Racionalização de Métodos e Processos Construtivos: ação no plano da obra**. São Paulo, 1991. Seminário de apresentação do Programa de Pós Graduação em Engenharia, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BOOTHROYD, G.; DEWHURST, P. KNIGHT, W. – **Project Design for Manufacture and Assembly**. New York, 1194

- FABRICIO, Márcio Pinto. **O projeto simultâneo na construção de edifícios.** Tese (Doutorado em engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2002.
- FABRICIO, Márcio Pinto. **Projeto Simultâneo: um modelo para gestão integrada da concepção de edifícios.** (Notas de Aula) USP: São Carlos, 2004.
- FRANCO, L. S. – **Aplicação de diretrizes de Racionalização construtiva para a evolução Tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** Tese de Doutorado. Escola Politécnica, Univ. São Paulo, 1992, 319p.
- GLAVANK, J. R & TUCKER, R.L. “**Forecasting design related problems – Case study**”. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 117, nº 1, 1997.
- HARTLEY, John R. **Engenharia Simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos.** Trad. Francisco José Soares Horbe. Porto Alegre: Artes médicas, 1998.
- HELDMAN, Kim. **Gerência de Projetos. Guia para o exame oficial do PMI.** 5. ed. Editora Campus, 2009.
- KAMARA, J.M. et al. **Considerations for the effective implementations of concurrent engineering in construction.** In: CONCURRENT ENGINEERING IN CONSTRUCTION. London 1997.
- OLIVEIRA, J.O. **Gestão do processo de projeto na construção e edifícios.** São Paulo, 2002
- PASSAMANI, R.F. **Organização de Projetos através da Engenharia Simultânea: sugestões para a melhoria da execução de projetos na Faurecia.** Dissertação de Mestrado (Curso de Pós Graduação de Tecnologia, CEFET-PR), 2002
- PERALTA, A. C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na Engenharia Simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** 2002. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- PMI – Project Management Institute. **PMBOK – Um Guia do Conjunto de Conhecimentos de Gerenciamento de Projetos.** Edição 2008. New Square
- VALERIANO, D. L. – **Gerência de Projetos – Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia.** 1998. São Paulo: Makron Books. 1. Ed.
- VIANA VARGAS, Ricardo – **Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo diferenciais Competitivos.** 2009. Rio de Janeiro: Brasport. 7. Ed.

