

Engenharia Simultânea e Pesquisa Operacional

Jeferson José Gomes (CEFET-PR unidade de Ponta Grossa) jjgomes@pg.cefetpr.br

Resumo

O presente artigo tem por objetivo mostrar que a Pesquisa Operacional pode ser utilizada em conjunto com a Metodologia Engenharia Simultânea na Gestão de Desenvolvimento de Produtos. Para a consecução deste objetivo é feito um breve relato da Pesquisa Operacional e da Engenharia Simultânea bem como de algumas ferramentas aplicáveis a esta metodologia. O trabalho também tem o intuito de mostrar que a Engenharia Simultânea traz benefícios sociais à empresa, e que a introdução destes benefícios depende não apenas do campo da investigação científica, mas também do sistema de valores dos atores envolvidos.

Palavras chave: Gestão, Produto, Atores.

1. A Pesquisa Operacional

Desde antes de Cristo os pensadores já se preocupavam em demonstrar as diferentes maneiras de visualizar uma questão. Um importante filósofo jônico Heráclito de Éfeso (540 – 475 A.C.) expressava-se assim diante de uma situação: “não nos banhamos duas vezes no mesmo rio” (CHASSOT), visto que em uma segunda vez, as condições não serão mais as mesmas o rio e nós teremos mudado, pois sempre ocorrerão mudanças.

Blaise Pascal que trabalhou com estudos sobre probabilidade, Auguste Comte que sonhava com um governo guiado pela ciência. Importante também destacar Kant (1724 – 1804) que definia o Iluminismo como: “A saída do homem da sua menoridade, da qual ele é o próprio responsável. (...) ‘*Sapere aude!*’ Tenha coragem de usar seu próprio entendimento” (ARANHA), levando o ser humano a procurar aprofundar o seu conhecimento. Questões eram visualizadas de várias maneiras, o ser humano era encorajado a expressar suas idéias, as ciências foram sendo separadas uma das outras e surgem vários caminhos para o pensamento e a pesquisa humana.

Um pouco antes do início da II Guerra Mundial surge a Pesquisa Operacional que visava naquele momento fornecer fundamentos para as decisões dos líderes militares. Problemas envolvendo o desenvolvimento do radar, contra ataques aéreos, era uma das problemáticas a serem resolvidas.

Nos dias atuais segundo ROY (1993) a Pesquisa Operacional segue por três caminhos: o caminho do realismo e a busca da descrição dos descobrimentos; o caminho axiomático e a busca de normas para prescrever e; o caminho construtivista. Aonde a “ciência da decisão” somente pode ser enquadrada no caminho do realismo e a “ciência da ajuda à decisão” segue pelo caminho construtivista e a busca de hipóteses de trabalho para fornecer recomendações. Entre a ciência da decisão e a ciência da ajuda a decisão encontra-se o caminho axiomático. ROY (1996) comenta que: nós podemos observar que uma ciência da decisão não deveria ser confundida com outra ciência cujo propósito é focado em descrever e estudar como os atores decidem, até mesmo se o propósito desta outra ciência é desenvolver modelos que respondem pelo comportamento dos atores e prevejam algumas das suas decisões.

A Pesquisa Operacional tradicional busca por meio da análise matemática resolver os problemas utilizando modelos padrão preexistentes por meio do caminho do realismo. Desenvolver condições e meios nos quais decisões podem ser baseadas aumentando a coerência entre a evolução do problema e o sistema de valores dos envolvidos (atores), tem-se

então um novo campo da pesquisa operacional, denominado Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão (MCDA) podendo envolver a utilização de um único critério ou de vários critérios.

2. Engenharia Simultânea

Utilizando a definição de (HARTLEY, 1992) temos que “Engenharia Simultânea é uma metodologia de desenvolvimento de produtos, na qual vários requisitos são considerados parte do processo de desenvolvimento de produtos (manufatura, serviço, qualidade entre outros). esses requisitos não servem somente para se atingir as funcionalidades básicas do produto, mas para definir um produto que atenda todas as necessidades dos clientes”.

No entanto, a definição de Engenharia Simultânea deve ser adequada à ênfase atual de se modelar os processos de negócio das empresas, que define a Engenharia Simultânea como sendo a filosofia utilizada no processo de desenvolvimento (ou alteração) de novos produtos, visando:

- Aumento de qualidade do produto, com foco no cliente;
- Diminuição do ciclo de desenvolvimento e;
- Diminuição de custos.

A diferença entre Engenharia Simultânea e Engenharia Sequencial está na formação de força-tarefa para cada novo projeto de produto. O que proporciona a diminuição do tempo de desenvolvimento de novos projetos de produto e também a diminuição de custos conforme a figura 1.

Atividade	Desenvolvimento do Conceito	Desenvolvimento do Projeto	Validação do Projeto	Desenvolvimento da Produção
Marketing Produto Planejamento				
Engenharia				
Testes				
Fabricação				
Engenharia Sequencial				

Atividade	Desenvolvimento do Conceito	Desenvolvimento do Projeto	Validação do Projeto	Desenvolvimento da Produção
Marketing Produto Planejamento				
Engenharia	Viabilidade			
	Projeto da Produção			
Testes	Nova tecnologia			
	Programa principal			
Fabricação	Viabilidade/tolerâncias			
	Estudo das ferramentas			
	Ferramentas			
Engenharia Simultânea				

Fonte: (Hartley, 1992)

Fig. 1: Na Engenharia Sequencial, as funções são executadas sequencialmente; na Engenharia Simultânea, os trabalhos são feitos simultaneamente com o apoio da força tarefa.

A força-tarefa formada tem como características: i) permanecer unida durante toda a duração do projeto do produto, e ii) dedicação integral a equipe por parte de seus membros. A força-tarefa geralmente conta com a participação entre outros de:

- Engenheiros de projeto de produto;
- Engenheiros de fabricação;
- Setor financeiro;
- Setor de compras;
- Pessoal de marketing; e,
- Principais fornecedores.

2.1. Algumas Ferramentas Aplicáveis à Engenharia Simultânea

2.1.1 Casa da Qualidade - QFD

A utilização do QFD inicia-se com a Pesquisa de Mercado e tem como objetivo fazer com que o produto satisfaça as necessidades do cliente, inovando e diferenciando o produto. Ou seja o QFD deve definir o produto segundo as opiniões do cliente.

2.1.2 DFMA e FMEA

O DFMA (Projeto orientado à Fabricação e Montagem) é um programa que avalia os produtos em função de sua facilidade de montagem, e sugere ao projetista as peças que podem ser utilizadas ou eliminadas. A FMEA (Análise de Modos e Efeitos de Falha) tem como objetivo identificar as áreas ou montagens onde é mais provável a ocorrência de falhas do conjunto.

2.1.3 Métodos de Taguchi

Os métodos de Taguchi são uma filosofia para o controle da qualidade e diminuição de custos. A qualidade é medida pelo desvio que uma característica funcional apresenta em relação aos valores estabelecidos. Ruídos (temperatura, umidade, poeira, deterioração, etc.) causam tais desvios e resultam em perda de qualidade, causando prejuízo, o qual pode ser medido por meio da função perda enunciada por Taguchi “em lugar de remover os ruídos, o que pode ser de difícil execução ou pode encarecer o processo produtivo, os métodos de Taguchi ambicionam remover os efeitos negativos gerados pelos ruídos, levando a um projeto robusto, não afetado pelas variáveis do processo de produção”.

2.1.4 Projeto e Fabricação Assistidos por Computador – CAD/CAM

Visando a redução do número de protótipos construídos, deve-se utilizar programas CAD/CAM ou similares, possibilitando o trabalho em paralelo pelos engenheiros de diversas especialidades, ocasionando também uma radical redução nos prazos de execução.

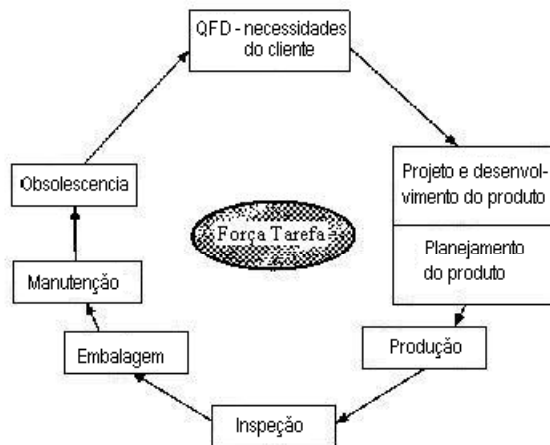
O uso do CAD/CAM permite aos engenheiros de fabricação e aos operadores de máquinas e componentes visualizarem o produto real, tanto na fase conceitual como também após a conclusão do projeto. Sem esta ferramenta, há muita margem de erro ao utilizar-se de desenho sobre papel em duas dimensões.

3. Sistemas de Valores

Em qualquer processo decisório ou de apoio a decisão independente do caminho escolhido para a resolução de um problema é importante definir bem o sistema de valores dos atores envolvidos, porém nada impede que com a evolução deste estudo o sistema de valores venha a ser modificado. Isto ocorre porque seus atores possuem múltiplas posições colocando-se muitas vezes em conflito além dos conflitos entre os atores envolvidos.

As percepções da realidade seguradas por um indivíduo o que ele diz e o que ele escreve sobre o assunto, as perguntas que ele expõe disto, etc. constitui um modo de interagir com a situação real que pode contribuir para a modificação do problema (ROY – 1994).

Com a formação das forças-tarefas para a execução de um novo projeto de produto, primeiramente deve ser realizada uma pesquisa de mercado buscando melhores especificações para o projeto. Deve-se nesta etapa tomar muito cuidado com a possível distorção das “vozes” do cliente expressas nas respostas a questões mal formuladas. A participação de todos os membros da força-tarefa na elaboração das questões e na aplicação da pesquisa de mercado ajuda a evitar este equívoco. Com a pesquisa realizada transforma-se o produto definido pela linguagem do cliente em linguagem técnica, especificações de engenharia. O Controle Total da Qualidade – TQC, ver figura 2 e a utilização de ferramentas na Engenharia Simultânea torna-se responsabilidade da força-tarefa e não de um departamento específico.



Fonte: (HARTLEY, 1992)

Fig. 2: Um laço da qualidade que cobre a vida do produto começa, como no caso da Engenharia Simultânea, com o QFD identificando as necessidades do cliente e termina com a retirada do produto de linha.

4. Gestão com Engenharia Simultânea

A Engenharia Simultânea aplicada a Gestão de Desenvolvimento de Produtos deve ter na empresa um facilitador (gerência executiva) da força-tarefa, preferencialmente alguém da alta gerência, mostrando com isso o comprometimento dos altos escalões da empresa, se este líder for um engenheiro de produto melhor.

O facilitador da força-tarefa tem por objetivo dar o impulso necessário para que o projeto siga em frente e assegurar que não esteja atrelado exclusivamente a um único departamento (caminho). Os atores envolvidos na força-tarefa devem abandonar seus departamentos e trabalharem exclusivamente em benefício do desenvolvimento do novo produto.

O treinamento de pessoal visando a utilização de ferramentas é de vital importância para a aplicação da Engenharia Simultânea. Também é necessário que os engenheiros de projeto de produto adquiram conhecimento sobre os processos de fabricação e que os engenheiros de fabricação sejam treinados para melhorar a sua equipe na aplicação do DFMA e FMEA.

Em uma empresa, desperdício de tempo e operações de equipamentos que não adicionam valor, não geram benefícios necessários para a melhoria do produto. Elevadores de caçamba, armazéns intermediários são alguns exemplos que não agregam valor, e se possível, modificando o projeto ou alguma reestruturação, esses elementos podem ter seu uso reduzidos, simplificados ou eliminados.

Adotada a Engenharia Simultânea, toda a vez que se inicia um novo projeto forma-se uma nova força-tarefa com um novo facilitador e com novos atores. A Engenharia Simultânea não é uma moda passageira, ela tem seu lugar nas empresas, para isso as empresas devem alterar sua estrutura administrativa e reorganizados os departamentos para adaptarem-se a nova filosofia, caso seja necessário deve-se criar novas seções.

Estabelecer e documentar metas desde o princípio do processo é essencial e estas devem ser revisadas e atualizadas regularmente visando auxiliar os atores em torno do que pretendem fazer.

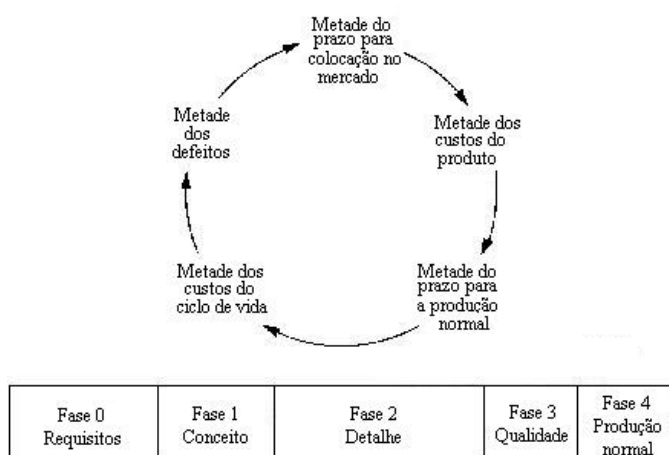
Os diretores têm que estar prontos para estimular qualquer mudança para melhorar a eficiência e apoiar qualquer investimento em treinamento e equipamentos. Devem ressaltar que o aumento dos lucros por meio da melhora da eficácia das atividades é uma meta de todos. A força-tarefa deve ter autonomia, facilitadores fortes e dedicados a Engenharia Simultânea devem ser selecionados para as mesmas, assim como seus membros devem possuir uma grande capacidade técnica.

Dentro da estrutura da força-tarefa, todos têm que saber quais são suas funções e tarefas e devem estar preparados para trabalharem em conjunto, o afastamento de seus departamentos de origem facilita essa integração. Em grandes empresas a força-tarefa pode ser muito grande sendo necessária à divisão em grupos menores, sendo assim, necessária à realização de reuniões gerais regularmente.

Os fornecedores de máquinas e componentes chaves devem envolver-se como atores da força tarefa. No Japão, a empresa tem alguma participação acionária na maioria dos fornecedores chaves e cada um desses fornecedores fabrica componentes para apenas uma empresa (por exemplo para uma Companhia de Automóvel) e isto representa de 60 a 90% do negócio (HARTLEY, 1992).

4.1. O primeiro projeto

A escolha do primeiro projeto ou projeto piloto é fundamental para o sucesso do emprego da Engenharia Simultânea, este sucesso inicia-se com a escolha correta dos membros para a força tarefa, estabelecendo-se em seguida as metas a serem cumpridas (exemplo, figura 3), visando reduzir os prazos e os custos. Paralelamente ao início do projeto piloto, também se iniciam os seminários e treinamento de pessoal em todos os níveis.



Fonte: (HARTLEY, 1992)

Fig. 3: As metas estabelecidas consistiram na redução contínua dos prazos, dos custos dos produtos e dos custos do ciclo de vida.

Ao completar o projeto piloto, os membros da força tarefa são divididos e são iniciadas outras forças tarefas para os projetos seguintes.

5. Processo de Validação

A Engenharia Simultânea conta com a participação de vários atores, bem como a participação do facilitador, mesmo assim dificilmente todas as variáveis e fatores serão possíveis de controlar e ou identificar, mas se houver uma boa definição do sistema de valores isto não se tornará um problema.

Segundo ROY (1996) duas condições devem ser obtidas para se obter a validação: primeiramente deve existir uma comunidade científica suficientemente grande que vê – nestas idéias, modelos, métodos e ou resultados – instrumentos apropriados para os projetos de Ajuda a Decisão; e que exista uma coerente aplicabilidade.

A Engenharia Simultânea possui reconhecimento científico visto que trabalha com diferentes atores de diferentes áreas de atuação e estes atores tem a liberdade de trabalharem por qualquer caminho dentro da Pesquisa Operacional e possui coerente aplicabilidade visto que seu resultado é um produto definido principalmente pelo sistema de valores dos clientes.

6. Considerações Finais

Enquanto o mundo evoluía mais lentamente podia-se trabalhar tranquilamente dentro do caminho do realismo sem maiores preocupações, pois a descrição verdadeira de como o mundo é variava muito pouco. Poucas teorias conservam-se atuais após 20 ou 30 anos, ainda mais nos dias atuais aonde a evolução é de minuto a minuto abrindo as portas para os caminhos axiomático e construtivista, não descartando a importância do realismo em determinados eventos, por isso é importante reconhecer as potencialidades e limitações de cada caminho.

Ao procurar-se aplicar essas ferramentas na Gestão com Engenharia Simultânea em detrimento à Engenharia Sequencial está se levando em consideração que por meio da Engenharia Simultânea consegue-se, em maior intensidade:

- Projetar e fabricar para nichos de mercado por meio da variação de produto ou customização;
- Atender as necessidades do cliente desenvolvendo produtos rapidamente para responder as exigências do mercado empregando técnicas de *time-to-market* (tempo entre a concepção e a disponibilidade para consumo).
- Reduzir o prazo entre o desenvolvimento de projeto e o produto pronto para o mercado através da padronização de peças, tornando os produtos mais flexíveis. Quando possível deve-se padronizar também ferramentas e matéria-prima.
- Outro aspecto importante é que com a utilização da Engenharia Simultânea o engenheiro de fabricação possui tempo para submeter a teste às novas idéias tendo assim a real possibilidade de sugerir mudanças no projeto de produto.

Deve-se ter em mente também que outras ferramentas que não as citadas neste artigo, também podem ser utilizadas na Engenharia Simultânea tais como: TIPS (Teoria da Solução de Problemas Inventivos).

A resolução dos problemas por meio da definição do sistema de valores é obtida com a utilização das ferramentas pelos atores das forças tarefas da Engenharia Simultânea. Ressaltando que o comprometimento da alta direção é fundamental para o sucesso no uso da Engenharia Simultânea e só ocorrerá com uma gestão totalmente comprometida.

Sempre devemos ter em mente que os decisores (atores e facilitadores) tem uma obrigação não só na obtenção de uma solução mas sim na obtenção de uma solução justa, para todos os envolvidos no processo decisório, caso isto não ocorra normas regulamentadoras deverão acalmar o desejo insaciável dos decisores.

Hoje o ciclo de vida dos produtos em muitos casos é bastante curto necessitando assim que entre o desenvolvimento do projeto e a comercialização do produto final não decorra muito tempo, isto é conseguido com a Engenharia Simultânea.

Referências

- ARANHA, M.L. de A. & MARTINS, M.H.P.. Filosofando; introdução a filosofia. 2. Ed. São Paulo, Moderna, 1993
- BACK, N & FORCELLINI, F A. (1997) - Projeto de Produtos. *In*: Apostila do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC.
- CHASSOT, ATTICO, A ciência através dos tempos; 7. Ed. São Paulo: Moderna, 1994
- FIOD NETO, M. (1997) – Taguchi e a melhoria da qualidade: uma releitura crítica. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- HARTLEY, J R. (1992) - Engenharia Simultânea, um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos. / John R. Hartley, tradução Francisco José Soares Horbe – 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas.
- LANDRY, M., JEAN-LOUIS, M. e ORAL M., Model validation in operations research; EJOR 14 (1984) 207-220
- MARINHO, LUIZ CARLOS DE OLIVEIRA, Pode a Pesquisa Operacional ser dialética? In Anais da XVII Reunião da SBPO:1984
- MOREIRA, N P. - Uma proposta de modelagem de informações para integração da manufatura e Engenharia Concorrente. Florianópolis. 1993 Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina
- ROY, B. - Multicriteria Methodology for Decision Aiding, Kluwer Academic Publisher, 1996.
- ROY, B. - On Operacional Reserarch and Decision Aid; EJOR 73 (1994) 23-26
- ROY, B. - Decision Science or Decision Aid Science; EJOR 66 (1993) 184-203
- ROY, B. - Decision – Aid: Na Elementary Introduction with emphasis on Multi Criteria, Investigación Operativa, Vol. 3, Nº 6, 625-635, Elsevier, 1990
- SCNEIDER, H M. A Engenharia Simultânea e sua importância competitiva. *In*: Tecnologia Hoje, nº 82