
Engenharia simultânea e técnicas associadas em empresas tecnologicamente dinâmicas

Isak Kruglianskas

A necessidade de crescente redução do tempo para o desenvolvimento de produtos e processos, em decorrência da demanda incessante do mercado, tem levado as empresas a buscar alternativas que permitam uma compressão do tempo gasto entre a concepção e a inovação de bens e serviços (Gaynor, 1992). De fato, para manterem-se competitivas, as firmas são pressionadas a estar na dianteira no lançamento de novos produtos (Kochan, 1991).

Reduzir os prazos se tornou tão, ou talvez mais, importante que diminuir os custos dos projetos. A empresa pioneira no lançamento de um produto tem melhores condições de estabelecer preços que permitam adequado retorno sobre os gastos com o desenvolvimento, bem como de assegurar melhor fatia do mercado (Mortimer & Hartley, 1990). Não é coincidência, portanto, o fato de as empresas consideradas excelentes, como a *Ford*, a *General Motors*, a *Mercedes-Benz*, a *Hewlett Packard*, a *Boeing*, a *IBM*, a *Clark*, a *Cofap*, a *Consul*, a *Metal Leve*, a *Brastemp* e tantas outras, estarem integrando às suas práticas de gestão da tecnologia a Engenharia Simultânea (ES) (Wheeler, 1991).

Acredita-se que, para competir com as japonesas, as empresas ocidentais deverão reduzir o tempo de desenvolvimento de seus produtos em cerca de 30% (Mortimer & Hartley, 1990), o que explica, portanto, o interesse despertado por abordagens que permitam **reduzir o tempo para o mercado**. A *Digital Equipments*, da Inglaterra, teve de reduzir o seu tradicional prazo de 30 meses para desenvolver uma nova estação de trabalho, na indústria de computadores, para valores entre seis e nove meses, a fim de atender às atuais demandas dos clientes (Kochan, 1991). A *Hewlett Packard* conseguiu, em 1980, reduzir em 70% o tempo necessário para desenvolver um osciloscópio digital quando adotou o enfoque da ES ao invés do uso da tradicional Engenharia Sequencial (Stephen, 1976). Com a utilização da ES, a *Boeing* encurtou em um ano e meio o prazo para liberação dos desenhos do *Boeing-777*, comparativamente ao tempo utilizado para a elaboração dos desenhos do *Boeing-767*. Por sua vez, a *AT&T* reduziu pela metade o prazo para desenvolver o seu sistema 5ESS de comutação eletrônica.

Este trabalho foi apresentado no XVIII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, realizado em São Paulo de 24 a 26 de outubro de 1994. O autor agradece a colaboração de Maria Paula Iughetti Capuzzo como assistente de pesquisa.

Recebido em novembro/94

Isak Kruglianskas é Professor Doutor do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), Supervisor do Programa de Administração em Ciência e Tecnologia (PACTo), Membro do Núcleo de Política e Gestão em Ciência e Tecnologia (NPGCT) e Diretor da Associação Latino-Americana de Gestão Tecnológica (Altec).

A ES, também chamada Engenharia Concorrente, constitui uma estratégia empresarial orientada a possibilitar a aceleração do processo de desenvolvimento de projetos. O termo *Concurrent Engineering* surgiu, historicamente, em 1986, quando foi utilizado pela primeira vez em um relatório do *Institute for Defense Analysis* (IDA). O vocábulo *concurrent* tem o sentido, neste caso, de concomitante. Como em português pode induzir à idéia de concorrência, no sentido de competição entre os integrantes do projeto, torna-se mais interessante traduzi-lo por Engenharia Simultânea (ES) ou Engenharia Paralela, termos também utilizados na literatura sobre o assunto em língua inglesa.

Uma das áreas promissoras para o uso da ES é, sem dúvida, a de desenvolvimento de produtos. Todavia, convém ressaltar que essa abordagem se aplica com sucesso a outros tipos de projetos. Diz-se que o projeto bem-gerenciado converge, naturalmente, para a abordagem da ES. As empresas japonesas praticavam-na há muito tempo, sem lhe dar um nome específico. Para elas, atuar segundo os princípios da ES era bom senso e produzia bons resultados para seus negócios. Pesquisa realizada no Brasil (Kruglianskas, 1993) também revelou que empresas líderes do setor de autopeças migraram para a ES sem, em muitos casos, possuírem prévio conhecimento teórico sobre essa abordagem. Nessas empresas, a evolução para a ES decorreu de busca por maior racionalidade para conseguir manter e aumentar sua competitividade.

A ES surge, no contexto do setor de desenvolvimento de produtos, em contraposição à abordagem tradicional da Engenharia Sequencial, na qual o projeto do produto segue uma trajetória sequencial através das diferentes áreas funcionais da empresa. Procura-se, nos gráficos 1 e 2, tornar mais clara a diferença entre as duas abordagens.

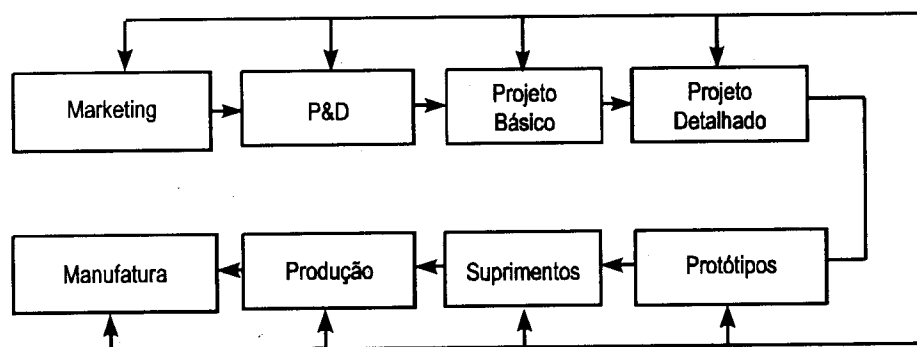


Gráfico 1: Fluxo Típico da Engenharia Sequencial

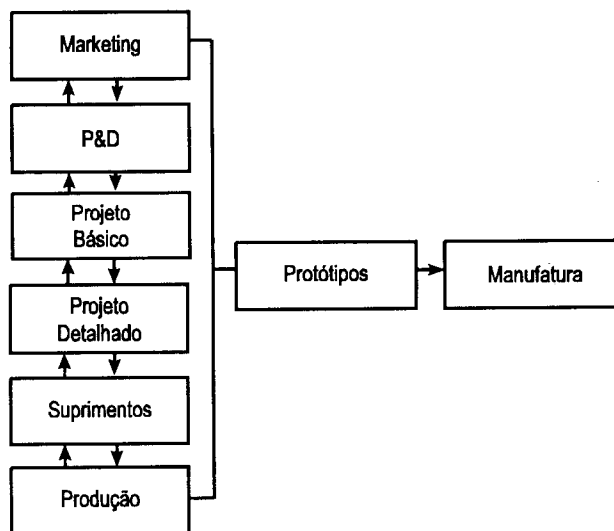


Gráfico 2: Fluxo Típico da Engenharia Simultânea

Na Engenharia Sequencial cada segmento da empresa, após executar a parte que lhe cabe do projeto, transfere a documentação acabada para o setor seguinte e fica na defensiva. Cada unidade organizacional que recebe o material do setor precedente encontrará, invariavelmente, falhas, segundo a perspectiva de sua especialidade, e retornará a documentação ao setor originário para as alterações. Esta dinâmica gera conflitos, produz atrasos, pode aumentar custos e nem sempre melhora a qualidade dos resultados.

A ES é, essencialmente, uma estratégia estabelecida pela empresa como consequência da busca de competitividade. O fundamental, portanto, para a utilização da ES, é o estabelecimento de adequada estruturação da organização, a capacitação e o comprometimento dos recursos humanos, a formulação de políticas e o envolvimento intensivo da Alta Administração.

Apesar de não ser essencial para a prática da ES que a empresa realize pesados investimentos em computadores, softwares sofisticados e equipamentos de última geração, sem dúvida ela poderá, desde que o orçamento permita, ter benefícios se puder dispor de ferramentas que facilitem e agilizem o processo decisório. O avanço tecnológico está permitindo, cada vez mais, a integração dos membros da equipe do projeto.

mesmo que geograficamente distantes. Assim, se a empresa for dotada de equipamentos adequados, os técnicos dos clientes, dos fornecedores ou mesmo de diferentes unidades de negócio da empresa, que estejam participando de um projeto de desenvolvimento, podem acessar as especificações e o andamento do projeto instantaneamente, a qualquer momento, mesmo em diferentes continentes, reduzindo a necessidade de reuniões, relatórios, telefonemas, fax ou outras formas tradicionais de intercâmbio de informações.

Além dos sofisticados meios oferecidos pela informática, como o *Computed Aided Design* (CAD) ou o *Computed Integrated Manufacturing* (CIM), as empresas que adotam a postura da ES têm explorado, com bastante eficácia, conjunto de conceitos, práticas gerenciais e técnicas, como por exemplo *Total Quality Management* (TQM), *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) e *Benchmarking*, que podem facilitar e alavancar os resultados propiciados pela ES. Embora os instrumentos e as abordagens mencionados (que, por simplicidade, passarão a ser denominados de técnicas) não sejam específicos da ES, são descritos na literatura como fortemente associados a ela. Dada esta forte correlação, constatada através de pesquisas bibliográficas (Hall, 1991; Mills *et alii*, 1991; Wheeler, 1991; Kruglianskas, 1993; Ross, 1991) e atuação profissional do autor, entendeu-se como válido pressupor integrarem essas técnicas as práticas gerenciais que favorecem o alcance de bons resultados através da ES.

O objetivo neste artigo é apresentar e discutir os resultados de pesquisa empírica realizada junto a empresas que atribuem alta ênfase à tecnologia. O propósito é constatar em que medida essas empresas estão familiarizadas, utilizam e se beneficiam das técnicas associadas à ES.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quando a competição está centrada na tecnologia, não se pode competir apenas com tecnologia. Não se pode confiar que os cientistas e tecnologistas saibam o que os clientes necessitam e desejam. A competência tecnológica qualifica a empresa a participar da competição, mas são necessárias outras capacidades como a gerência e a habilidade de processar informações para atingir o sucesso empresarial. O desafio é estratégico (HBR, 1989).

A administração de prazos nos ciclos dos projetos é um dos elementos-chave na gestão tecnológica. Não se trata somente de reduzir o tempo entre o desenvolvimento e a manufatura. Envolve a participação de todos aqueles que contribuem, desde a concepção até

a comercialização de novos produtos. Não é simplesmente buscar fontes de perdas de tempo com cafezinhos e conversas inúteis, pois eventuais ganhos neste patamar não tornarão a empresa mais competitiva. A Administração deve verificar a quais atividades estão sendo devotados esforços e o que se está exigindo dos outros em termos de dedicação que não agrega valor. Questão relevante não respondida a tempo por um executivo gera, nos níveis hierárquicos mais baixos, horas de tempo parado de funcionários, as quais se acumulam dia-dia até a questão ser resolvida (Gaynor, 1992).

Os conceitos básicos de ES podem ser aplicados em quase todas as empresas envolvidas com projetos, análises e manufatura. Anteriormente, a ES demandava basicamente o uso de computadores. Hoje, o trabalho em equipe ocupa lugar de destaque igual ao do equipamento. A questão da melhoria da qualidade também é crítica para a ES e pode ser perseguida por meio de cuidado maior com detalhes, como fazer certo da primeira vez e identificar erros prematuramente, quando são mais fáceis de corrigir (Mills *et alii*, 1991).

Para viabilizar a transição para a ES, a Administração deve promover uma nova cultura que reformule as práticas da empresa, as atitudes dos funcionários e a tecnologia existente. A ES cria uma atmosfera na qual o planejamento se torna mais eficaz e o trabalho em equipes transfuncionais e interdisciplinares mais presente. Através dela são colocadas à disposição as ferramentas e técnicas necessárias, bem como o treinamento das pessoas para seu adequado conhecimento e utilização (Beckert, 1991).

A literatura é bastante rica na citação de técnicas utilizadas na prática da ES. Alguns especialistas bem-humorados insinuam que o ambiente das técnicas da ES se assemelha a uma **sopa de letras**. Esta jocosa expressão surgiu do fato de ser a maioria dessas técnicas tratada entre os especialistas por meio de siglas e acrônimos.

Através da revisão bibliográfica procurou-se identificar aquelas técnicas mais citadas e consideradas relevantes (Hall, 1991; Mills *et alii*, 1991; Wheeler, 1991; Kruglianskas, 1993; Ross, 1991). A seguir são apresentadas, de forma resumida, as 21 técnicas selecionadas para este estudo:

1. **Benchmarking** — conjunto de procedimentos através dos quais se comparam parâmetros e especificações de um produto com o(s) concorrente(s) de máximo desempenho.
2. **Computer Aided Design** (CAD) — uso de *softwares* que permitem o aproveitamento de recursos de informática para auxiliar na elaboração de projetos.

3. **Computer Aided Engineering (CAE)** — uso de *softwares* que permitem o aproveitamento de recursos de informática para auxiliar nos cálculos de engenharia.
4. **Controle Estatístico do Processo (CEP)** — conjunto de técnicas e procedimentos, predominantemente estatísticos, aplicados às diversas fases do processo de manufatura para reduzir ou eliminar falhas na qualidade do produto final.
5. **Computer Integrated Manufacturing (CIM)** — uso de *softwares* que permitem o aproveitamento de recursos de informática para conectar equipamentos de manufatura com base de dados do setor de projetos.
6. **Projeto para Manufatura e Montagem (Design For Manufacture and Assembly [DFMA])** — programas de computador que alertam o projetista de produtos sobre implicações de seu trabalho na fase de manufatura. Estes *softwares* contêm dados sobre características de materiais, usinabilidade e parâmetros de montagem, considerando não só cada componente individualmente, mas também o conjunto do sistema.
7. **Diagrama Espinha de Peixe** — também denominado Diagrama de Causa e Efeito de Ishikawa. Consiste em uma representação gráfica através da qual diferentes causas se relacionam com seus efeitos em esquema que se assemelha à coluna central do peixe e suas vértebras a ela convergindo.
8. **Engenharia e Análise do Valor** — abordagem sistemática para identificar a função de um produto, o estabelecimento de seu valor monetário e a determinação da forma de atender a esta função com a qualidade necessária e o menor custo, através do uso da criatividade.
9. **Análise de Falhas (Failure Mode and Effects Analysis [FMEA])** — conjunto de atividades visando a identificar possíveis falhas de um produto ou um processo e suas respectivas causas, as medidas que possam impedir ou reduzir a possibilidade de sua ocorrência e a documentação do processo cujo resultado será a recomendação de alterações para melhorias.
10. **Função Perda (Quality Loss Function)** — consiste em uma equação desenvolvida por Taguchi para calcular o custo decorrente de desvios da qualidade ótima do produto.
11. **Gerenciamento de Informações de Produto (Product Information Management [PIM], também conhecido por Product Data Management [PDM])** — *softwares* que permitem registrar, acessar e controlar dados para o desenvolvimento de projetos de produtos.
12. **Just-in-Time** — método de produção que procura colocar em disponibilidade, somente quando necessários, os materiais requeridos pela manufatura, reduzindo custos de estocagem.
13. **Melhoria Contínua (Continuous Process Improvement [CPI])** — consiste em estudar sistemática e continuamente um processo, visando a seu aprimoramento ao longo do tempo.
14. **Process Decision Program Chart (PDPC)** — método de planejamento que auxilia na seleção dos melhores processos a serem usados para obter resultados desejados, através da avaliação da evolução dos eventos em relação às previsões.
15. **Projeto de Experimento Ortogonal** — técnica desenvolvida por Taguchi para reduzir o número de experimentos necessários ao desenvolvimento de produtos/processos com economia de custos e redução de prazos.
16. **Projeto por Parâmetros** — é utilizado para aperfeiçoar a qualidade, admitindo que não se controlará ou eliminará as causas externas de variabilidade às quais o produto estará sujeito.
17. **Projeto por Tolerâncias** — é utilizada, se necessário, após o Projeto por Parâmetros, para que a qualidade seja melhorada a custo mínimo. A Função Perda é utilizada nesta etapa para justificar os custos adicionais decorrentes de melhorias que serão introduzidas pelo Projeto por Tolerâncias.
18. **Projeto Robusto** — conceito introduzido por Taguchi que procura reduzir a sensibilidade do produto a fontes externas de variabilidade, através do estabelecimento criterioso dos valores que definem os parâmetros do projeto.
19. **Desdobramento da Função Qualidade (Quality Function Deployment [QFD])** — também conhecida como **Casa da Qualidade**. Consiste em

se montar um par de quadros procurando relacionar os desejos do consumidor (atributos do cliente) com as características quantificadas de engenharia. No cruzamento entre as linhas e as colunas dos quadros são analisadas a favorabilidade e a desfavorabilidade das relações desejos dos clientes-especificações da engenharia.

20. **Relação Sinal-Ruído** — conceito utilizado no desenvolvimento do projeto, visando a maximizar a relação entre as características-chave do produto (sinal) e os efeitos das fontes externas de variabilidade (ruídos).

21. **Qualidade Total** (*Total Quality Management* [TQM]) — princípios que enfatizam a busca da qualidade em todas as fases do projeto, da manufatura, da venda e dos demais processos organizacionais por todos na empresa, visando a maximizar valores para o cliente.

A evolução dos processos de gestão da inovação tem mostrado, inequivocamente, que a tendência das empresas é a busca de maiores interação e integração funcional (Kruglianskas, 1982, 1986 e 1987). Idealmente, a ES busca instrumentos e metodologias que permitam a todos os membros da equipe do projeto o acesso compartilhado a informações atualizadas do mesmo, de tal modo que possam armazenar e processar de forma transparente. Esse acesso, no futuro, deverá ser, idealmente, livre de barreiras organizacionais ou geográficas, preservados os sigilos normais impostos pela dinâmica dos negócios.

Os softwares dos tipos CAD, CAM e CAE, por exemplo, embora muito utilizados no ambiente da ES, visam prioritariamente à automação do trabalho de projetar. A ES preocupa-se mais em assegurar a interação dos membros da equipe do projeto, como se estivessem trabalhando lado a lado em um pequeno grupo. As pesquisas em metodologias e os investimentos em novas ferramentas estão orientados à busca dessas condições ideais. O uso de redes de microcomputadores está tornando cada vez mais viável esse objetivo.

METODOLOGIA

Questões de pesquisa

O interesse central deste estudo pode ser enunciado através de seis perguntas sobre a avaliação que as empresas fazem a respeito das 21 técnicas identificadas na literatura. São elas:

- Qual o nível de conhecimento que possuem a respeito das técnicas?
- Qual a importância atribuída às técnicas?
- Com que intensidade utilizam as referidas técnicas?
- Qual o nível de dificuldade que experimentam na utilização dessas técnicas?
- Qual o grau de implantação em que se encontram as referidas técnicas nas empresas?
- Qual a intensidade dos benefícios auferidos pela utilização das técnicas?

Descrição das variáveis

A revisão bibliográfica mostra claramente que a adoção da ES pela empresa não pode ser vista como um conceito maniqueísta e reducionista. O que se pode caracterizar é a ênfase estabelecida pela empresa quanto à adoção da filosofia ou dos princípios da ES. Desta forma, parece fazer mais sentido, ao invés de se afirmar que uma empresa pratica ou não a ES, se caracterizar a ênfase dada pela organização à aplicação da filosofia da ES, a qual se manifesta através de maior ou menor paralelismo na execução das atividades de desenvolvimento de seus projetos — o que pode ser entendido, também, como a transferência/recepção de resultados das diferentes fases do projeto em níveis de finalização mais ou menos intensos —, assim como através do nível maior ou menor de interação das diferentes áreas organizacionais que deles participam. Constata-se, na verdade, que as empresas que vêm procurando dar alta ênfase à ES têm utilizado de forma mais intensa técnicas e abordagens, algumas mais específicas, orientadas ao desenvolvimento de projetos e outras que extrapolam este tipo de atividade, abrangendo aspectos organizacionais mais amplos.

Assim, para cada uma das 21 técnicas, mencionadas anteriormente, foram definidas seis categorias de variáveis, a saber:

- Variáveis Categoria A = **Conhecimento** (sobre a técnica)
- Variáveis Categoria B = **Importância** (atribuída à técnica)
- Variáveis Categoria C = **Intensidade de uso** (da técnica)
- Variáveis Categoria D = **Dificuldade de uso** (da técnica)
- Variáveis Categoria E = **Benefícios** (auferidos pelo uso da técnica)
- Variáveis Categoria F = **Implantação** (da técnica na empresa)

Como foram definidas seis categorias de variáveis para cada uma das 21 técnicas, resultaram 126 variáveis a serem consideradas. Assim, por exemplo, tem-se associada à técnica 1 — *Benchmarking* — as seguintes seis variáveis:

- Variável A1 = Conhecimento da empresa sobre *Benchmarking*.
- Variável B1 = Importância atribuída pela empresa a *Benchmarking*.
- Variável C1 = Intensidade de uso de *Benchmarking* na empresa.
- Variável D1 = Dificuldade no uso de *Benchmarking* na empresa.
- Variável E1 = Benefícios auferidos pela empresa pelo uso de *Benchmarking*.
- Variável F1 = Grau de implantação de *Benchmarking* na empresa.

De forma análoga, definiram-se as demais 120 variáveis associadas às 20 técnicas remanescentes. A mensuração dessas 126 variáveis foi feita através de uma escala do tipo *Likert*, de cinco pontos, que poderia assumir os valores mostrados a seguir:

- 1 = nenhum(a), nulo(a);
- 2 = pouco(a), algum(a);
- 3 = razoável;
- 4 = muito(a), bastante;
- 5 = máximo(a), total.

Amostragem

O método de amostragem utilizado foi o denominado proposital ou intencional, portanto não-aleatório. Procurou-se privilegiar empresas vistas como atribuidoras de considerável ênfase à inovação tecnológica. São empresas que já manifestaram interesse em se associar à Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Industriais (Anpei) ou foram citadas por terceiros como possuidoras de atitudes positivas com relação a investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Foram contatadas cerca de 600 empresas, das quais resultou, após a seleção dos questionários retornados que se mostraram

aproveitáveis, uma amostra constituída por 80 empresas.

O perfil da amostra, no que tange às distribuições setorial e geográfica, é mostrado no gráfico 3.

Procedimentos para coleta e análise dos dados

A coleta de dados foi feita através de um questionário fechado, preenchido pelo próprio respondente. Durante a fase de sua elaboração foi pré-testado junto a quatro empresas, sofrendo vários aprimoramentos. Foi remetido à pessoa mais diretamente relacionada com as atividades de inovação tecnológica na empresa, segundo informações colhidas previamente por meio de pesquisa telefônica. Além do envio dos questionários pelo correio, procedeu-se a contatos telefônicos posteriores, visando a esclarecer dúvidas e estimular a colaboração dos respondentes.

Os dados foram analisados através de gráficos de barras, mostrando a distribuição das frequências das 126 variáveis. Nesses gráficos as variáveis são apresentadas em 21 grupos de seis cada, correspondendo cada um deles a cada uma das 21 técnicas selecionadas na literatura.

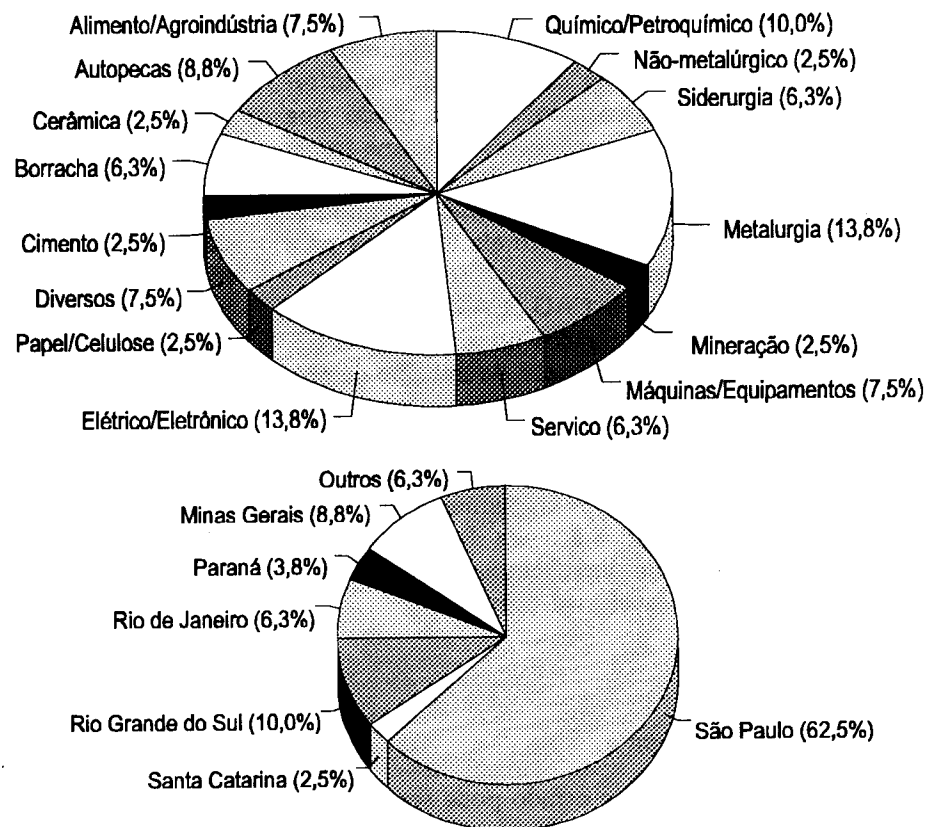


Gráfico 3: Distribuições Setorial e Geográfica da Amostra

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No gráfico 4 constam os resultados constatados para as sete primeiras técnicas (vide o número correspondente a cada técnica no tópico **Revisão bibliográfica**). Nesse gráfico verifica-se, por exemplo, que para a técnica 1 (*Benchmarking*), na amostra considerada, há em termos médios razoável conhecimento sobre a mesma (pouco acima de 3 na escala utilizada); lhe é atribuída importância bastante alta

(acima de 4); sua utilização é considerada moderada (próximo de 2,5); não há grande dificuldade para sua utilização (pouco acima de 2,5); e os benefícios auferidos são vistos como bons (acima de 3), embora o nível de implantação não seja muito alto (pouco abaixo de 2,5). O mesmo tipo de análise pode ser feito para cada uma das demais 20 técnicas consideradas, através dos remanescentes 120 valores assumidos pelas variáveis. Nos gráficos 5 e 6 são apresentados os resultados referentes às demais técnicas estudadas.

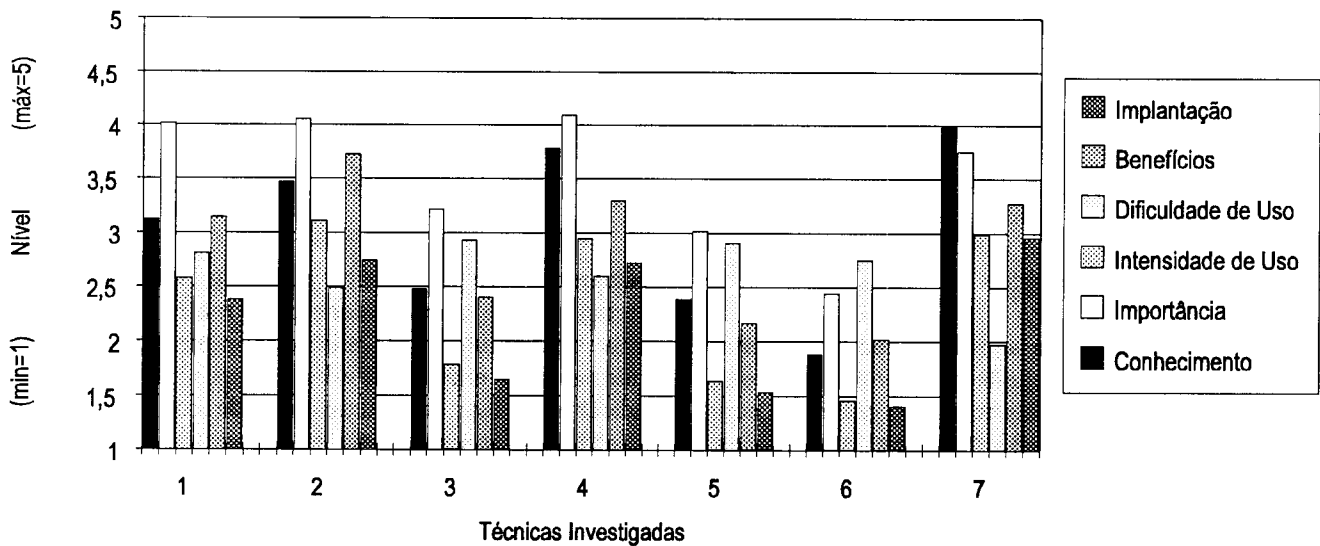


Gráfico 4: Nível Atribuído a Cada Variável de Cada Técnica (1 a 7)

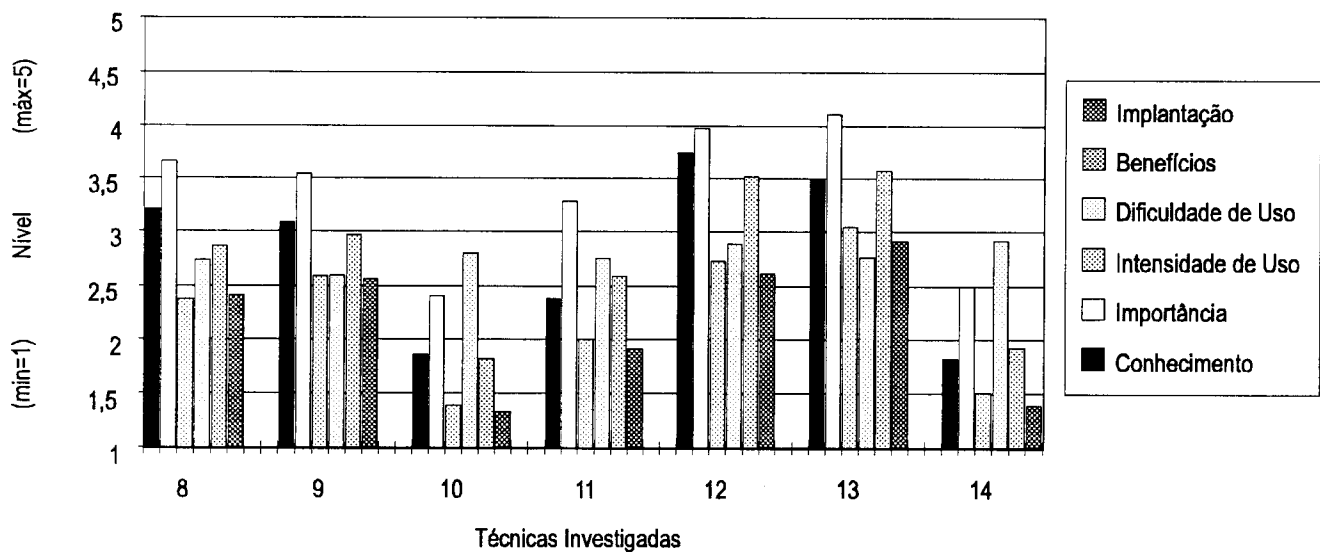


Gráfico 5: Nível Atribuído a Cada Variável de Cada Técnica (8 a 14)

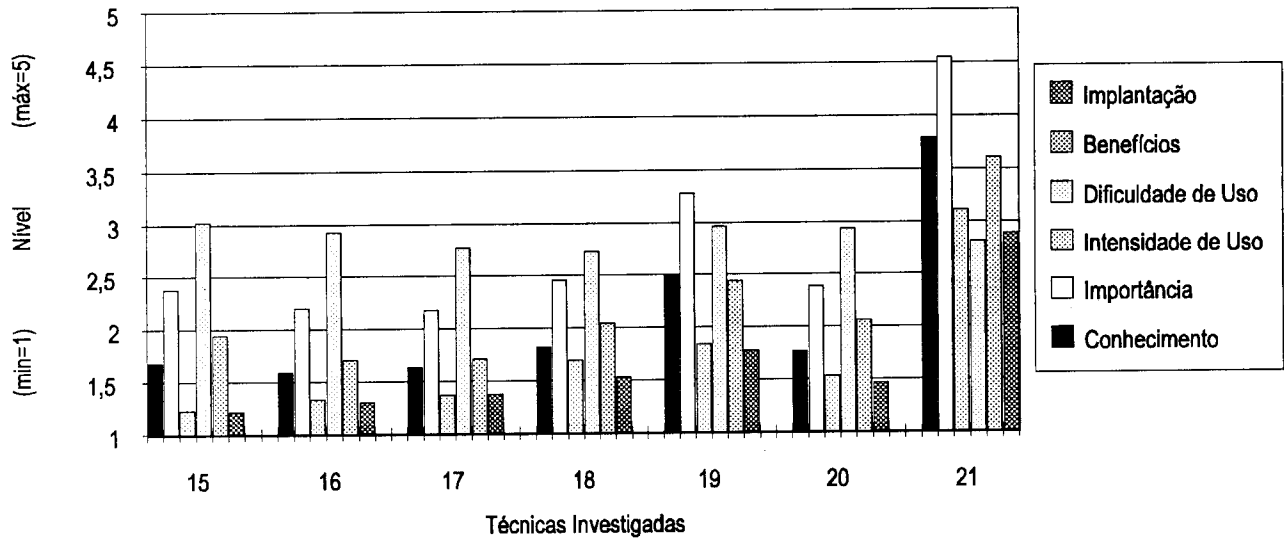


Gráfico 6: Nível Atribuído a Cada Variável de Cada Técnica (15 a 21)

Conhecimento das técnicas

No gráfico 7 mostra-se a distribuição dos valores médios assumidos pelo conjunto de variáveis que compõem cada uma das seis categorias de variáveis, considerando-se o total das 21 técnicas investigadas. Como pode ser observado, o nível de conhecimento do conjunto das técnicas não é muito alto (média das variáveis desta categoria = 2,64, em escala cujo intervalo varia entre um e cinco). Isto sugere, evidentemente, que podem ser feitos maiores divulgação e

treinamento das mesmas junto às empresas. Constitui, portanto, uma oportunidade para maior colaboração entre as instituições de ensino/organizações de consultoria e as empresas. Além disto, esse fato pode indicar ser talvez esta uma área de conhecimento a enfatizar pelas escolas de engenharia e de administração na formação de profissionais.

As cinco técnicas que se revelaram mais conhecidas e as cinco menos conhecidas são mostradas no quadro 1, em ordens decrescente e crescente, respectivamente.

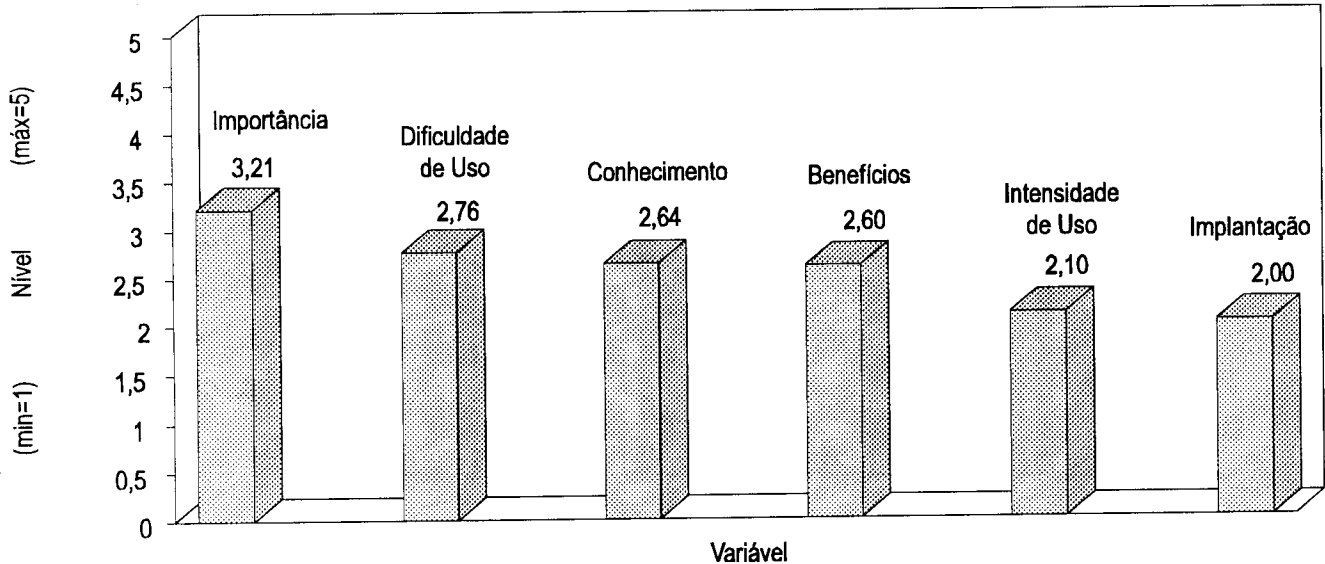


Gráfico 7: Valor Médio Assumido pelas Variáveis para o Conjunto das 21 Técnicas

Quadro 1

Relação das Cinco Técnicas Mais e Menos Conhecidas

Técnicas Mais Conhecidas	Técnicas Menos Conhecidas
7. Diagrama Espinha de Peixe	16. Projeto por Parâmetros
4. Controle Estatístico do Processo (CEP)	17. Projeto por Tolerâncias
21. Qualidade Total (TQM)	15. Projeto de Experimento Ortogonal
12. <i>Just-in-Time</i>	20. Relação Sinal-Ruído
13. Melhoria Contínua	18. Projeto Robusto

Chama a atenção o fato de as técnicas menos conhecidas serem aquelas mais ligadas aos aspectos técnicos do projeto. Isto merece análise mais aprofundada, pois pode ser indicador de deficiências críticas para a melhor utilização da ES em empresas

A ES, também chamada Engenharia Concorrente, constitui uma estratégia empresarial orientada a possibilitar a aceleração do processo de desenvolvimento de projetos.

brasileiras que buscam, e necessitam, ser altamente competitivas. Por outro lado, as técnicas mais conhecidas, como o Diagrama Espinha de Peixe, o CEP e as demais apresentadas no lado esquerdo do quadro 1, parecem já ter tido satisfatória disseminação junto às nossas empresas.

Importância atribuída às técnicas

No gráfico 7 mostra-se, de forma bastante clara, que os respondentes atribuem ao conjunto das técnicas estudadas importância razoavelmente alta (nível médio das variáveis desta categoria = 3,21, em escala variando entre um e cinco). De todas as seis categorias de variáveis estudadas, a Importância

Atribuída às Técnicas foi a que atingiu nível mais alto. Isto sugere que as técnicas selecionadas são efetivamente relevantes no contexto da amostra e, portanto, merecem análises e estudos mais aprofundados.

Priorizando-se as cinco técnicas consideradas mais importantes e as cinco menos importantes, pôde-se construir o quadro 2, no qual elas são apresentadas em ordens decrescente e crescente, respectivamente. Tal configuração sugere

que a técnica considerada mais importante é a Qualidade Total (TQM), a qual na verdade, mais do que uma técnica, é uma abordagem gerencial com alto conteúdo comportamental. A segunda técnica mais importante é, igualmente, de natureza predominantemente administrativa, correspondendo ao *Kaizen* japonês. Ambas são bastante abrangentes. As três últimas mais importantes são técnicas mais específicas, sendo somente uma delas — o CAD — mais orientada à Engenharia. Consistentemente com a análise anterior, as técnicas relacionadas com os aspectos mais técnicos também foram consideradas menos importantes.

Intensidade de utilização das técnicas

Os resultados constantes no gráfico 7 revelam que, considerando-se o conjunto das técnicas pesquisadas, a intensidade de utilização das mesmas é bastante baixa (média das variáveis desta categoria = 2,10, em escala cujo intervalo varia entre um e cinco). Isto sugere, à primeira vista, que há grande potencial para aprimoramento. As melhorias podem representar o fator-chave para o aumento da competitividade das empresas.

Quadro 2

Relação das Cinco Técnicas Mais e Menos Importantes

Técnicas Mais Importantes	Técnicas Menos Importantes
21. Qualidade Total (TQM)	17. Projeto por Tolerâncias
13. Melhoria Contínua	16. Projeto por Parâmetros
4. Controle Estatístico do Processo (CEP)	15. Projeto de Experimento Ortogonal
2. <i>Computer Aided Design</i> (CAD)	20. Relação Sinal-Ruído
1. <i>Benchmarking</i>	10. Função Perda

No quadro 3 são mostradas as técnicas mencionadas como as mais e as menos utilizadas pelas empresas, em ordens decrescente e crescente, respectivamente. Apesar de apresentar pequenas alterações, o conjunto das técnicas mais utilizadas é praticamente o mesmo das consideradas mais importantes, aparecendo o *Computer Aided Design* (CAD) em primeiro lugar. Do mesmo modo, o conjunto das técnicas menos utilizadas guarda boa semelhança com o das técnicas menos importantes.

A ES surge, no contexto do setor de desenvolvimento de produtos, em contraposição à abordagem tradicional da Engenharia Seqüencial, na qual o projeto do produto segue uma trajetória seqüencial através das diferentes áreas funcionais da empresa.

Portanto, os dados são consistentes no sentido de apoiar o pressuposto de que para as técnicas serem implantadas e utilizadas é fundamental que sejam vistas como importantes, ressaltando, por sua vez, a necessidade de atividades de sensibilização na introdução de novas técnicas na empresa.

Dificuldade experimentada na utilização das técnicas

Quando é feita a mensuração do nível de dificuldade manifestado pelos respondentes com relação ao conjunto das técnicas consideradas, verifica-se que ele, como

Quadro 3

Relação das Cinco Técnicas Mais e Menos Utilizadas

Técnicas Mais Utilizadas	Técnicas Menos Utilizadas
2. <i>Computer Aided Design</i> (CAD)	15. Projeto de Experimento Ortogonal
21. Qualidade Total (TQM)	16. Projeto por Parâmetros
13. Melhoria Contínua	17. Projeto por Tolerâncias
7. Diagrama Espinha de Peixe	10. Função Perda
4. Controle Estatístico do Processo (CEP)	6. Projeto para Manufatura e Montagem (DFMA)

consta no gráfico 7, apesar de não ser muito elevado (média das variáveis desta categoria = 2,76, em escala cujo intervalo varia entre um e cinco), é comparativamente alto, só sendo superado pelo nível de importância atribuído ao conjunto das técnicas. Torna-se, portanto, desejável uma pesquisa mais aprofundada para detectar as causas que levam as empresas a ter a percepção de serem essas técnicas tão difíceis. Cabe verificar, por exemplo, se essa dificuldade se relaciona com o entendimento das técnicas ou com a adaptação das mesmas às peculiaridades das empresas, como resistências de caráter cultural por parte das pessoas ou outras razões. No quadro 4 são mostradas as ordenações decrescente e crescente das técnicas consideradas, respectivamente, de maior e menor dificuldade em sua utilização, segundo os respondentes.

As técnicas que se mostraram de mais difícil utilização são aquelas menos conhecidas e divulgadas. Coerentemente, as de mais fácil utilização são as mais

Quadro 4

Relação das Cinco Técnicas Vistas Como de Maior e de Menor Dificuldade em sua Utilização

Técnicas de Maior Dificuldade na Utilização	Técnicas de Menor Dificuldade na Utilização
15. Projeto de Experimento Ortogonal	7. Diagrama Espinha de Peixe
16. Projeto por Parâmetros	2. <i>Computer Aided Design</i> (CAD)
3. <i>Computer Aided Engineering</i> (CAE)	4. Controle Estatístico do Processo (CEP)
5. <i>Computer Integrated Manufacturing</i> (CIM)	9. Análise de Falhas (FMEA)
14. <i>Process Decision Program Chart</i> (PDPC)	8. Engenharia e Análise do Valor

disseminadas. Aparentemente, como sugere o quadro 4, Projeto de Experimento Ortogonal, Projeto por Parâmetros e as demais técnicas ali relacionadas são as que apresentam maiores dificuldades, pois requerem treinamento técnico mais aprofundado e ainda são, relativamente, pouco divulgadas no País. O desenvolvimento de programas de treinamento e pesquisas nesse campo pode, assim, ser bastante oportuno.

Benefícios auferidos com as técnicas

A média dos valores assumidos pelas variáveis integrantes desta categoria, quando se considera o conjunto das técnicas, não é alta (média das variáveis desta categoria = 2,60, em escala cujo intervalo varia entre um e cinco). Como mostra o gráfico 7, situa-se aproximadamente na mesma faixa de valor verificada para a média das variáveis da categoria Conhecimento. Esta constatação permite considerar que o potencial de benefícios a serem auferidos pela maior utilização das técnicas ainda é bastante elevado. Esta análise é bastante consistente com as anteriores, o que reforça as perspectivas de as empresas poderem se beneficiar, e aparentemente muito, dos benefícios potenciais oferecidos pela ES.

No quadro 5 são mostradas as técnicas mencionadas como propiciadoras de maiores e menores benefícios, em ordens decrescente e crescente, respectivamente. Também aqui o conjunto de técnicas que se colocou em primeiro lugar é essencialmente o mesmo revelado como mais importante e mais conhecido, com pequenas variações. As análises feitas anteriormente são bastante consistentes com esta percepção por parte de nossas empresas quanto aos benefícios esperados dessas técnicas, indicando ocuparem elas lugar de destaque.

Implantação das técnicas nas empresas

Dentre todos os valores constatados, como pode ser verificado no gráfico 7, a média obtida no cálculo dos valores assumidos pelas

Quadro 5

Relação das Cinco Técnicas Propiciadoras de Maiores e Menores Benefícios

Técnicas que Propiciam Maiores Benefícios	Técnicas que Propiciam Menores Benefícios
2. <i>Computer Aided Design</i> (CAD)	16. Projeto por Parâmetros
21. Qualidade Total (TQM)	17. Projeto por Tolerâncias
13. Melhoria Contínua	10. Função Perda
12. <i>Just-in-Time</i>	15. Projeto de Experimento Ortogonal
4. Controle Estatístico do Processo (CEP)	14. <i>Process Decision Program Chart</i> (PDPC)

variáveis desta categoria foi a mais baixa (média das variáveis desta categoria = 2,00, em escala cujo intervalo varia entre um e cinco). Dado o fato de ser a importância atribuída às técnicas relativamente alta, é válido se supor que a predisposição para se ampliar a implantação dessas técnicas nas empresas seja elevada.

No quadro 6 constam as técnicas mencionadas como se encontrando com maior grau e menor grau de implantação, em ordens decrescente e crescente, respectivamente. De acordo com o apresentado, é bastante plausível se admitir que, embora o nível de implantação das técnicas nas empresas ainda seja baixo, considerando-as como um conjunto, há algumas delas, como por exemplo Diagrama Espinha de Peixe, Melhoria Contínua, TQM, CAD e CEP, que se encontram em fase bem mais avançada do que as demais e que já obtiveram grande aceitação por parte das empresas, como demonstram as análises feitas anteriormente.

Quadro 6

Relação das Cinco Técnicas que se Apresentam Implantadas nas Empresas em Maior e Menor Grau

Técnicas com Maior Grau de Implantação	Técnicas com Menor Grau de Implantação
7. Diagrama Espinha de Peixe	15. Projeto de Experimento Ortogonal
13. Melhoria Contínua	16. Projeto por Parâmetros
21. Qualidade Total (TQM)	10. Função Perda
2. <i>Computer Aided Design</i> (CAD)	17. Projeto por Tolerâncias
4. Controle Estatístico do Processo (CEP)	14. <i>Process Decision Program Chart</i> (PDPC)

Relações entre as variáveis

A fim de se poder ter uma visão de conjunto da importância relativa das técnicas utilizadas e a intensidade de sua utilização, é apresentada no gráfico 8 a distribuição das técnicas por ordem decrescente da importância a elas atribuída pelos respondentes. Essa análise mostra que a Qualidade Total (TQM) é considerada a técnica mais importante, seguida de Melhoria Contínua, Controle Estatístico do Processo (CEP), *Benchmarking*, *Just-in-Time* e *Computer Aided Design* (CAD). Vale notar que a intensidade de utilização, mesmo para essas técnicas consideradas mais importantes, assume valores bem abaixo dos assumidos pelas variáveis que procuram medir a importância atribuída pelos respondentes.

A ES cria uma atmosfera na qual o planejamento se torna mais eficaz e o trabalho em equipes transfuncionais e interdisciplinares mais presente.

Para a avaliação da significância da diferença entre as variáveis **Importância** e **Intensidade de Uso**, mostradas no gráfico 8, aplicou-se o teste de *Kolmogorov-Smirnov*, considerando o conjunto das respostas atribuídas às 21 técnicas. O nível de significância foi $p < 0,001$, indicando ser a diferença entre elas altamente significativa do ponto de vista estatístico. O fato de a intensidade de uso das técnicas situar-se bem abaixo da importância a elas atribuída sugere haver forte *gap* a ser vencido entre o nível atual e o desejável de utilização das mesmas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados da pesquisa sugerem que as técnicas apresentadas, associadas à abordagem preconizada pela ES, foram em geral consideradas bastante importantes pelas empresas brasileiras que enfatizam o fator tecnologia. Constatou-se, também, existir razoável conhecimento sobre as mesmas, embora a intensidade com que são utilizadas seja relativamente baixa. Dentre as técnicas consideradas mais conhecidas e importantes destacaram-se: Qualidade Total (TQM), Melhoria Contínua, Diagrama Espinha de Peixe, *Computer Aided Design* (CAD) e Controle Estatístico do Processo (CEP). Entre as menos importantes foram indicadas: Projeto por Tolerâncias, Projeto por Parâmetros, Projeto de Experimento Ortogonal, Relação Sinal-Ruído e Função Perda.

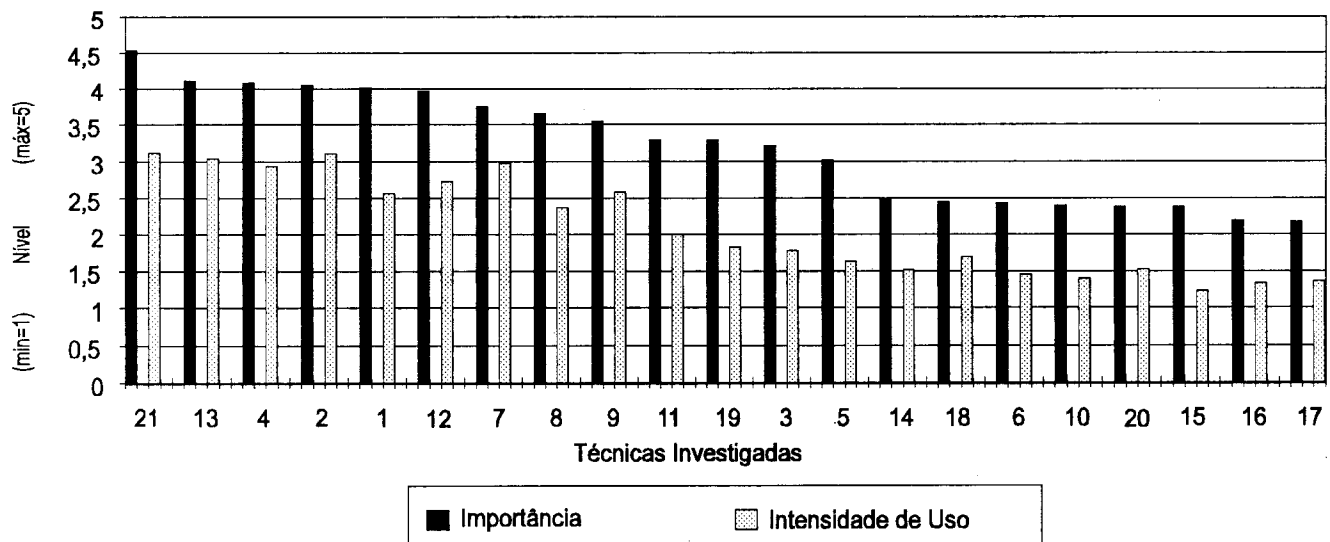


Gráfico 8: Priorização das Técnicas Segundo sua Importância Mostrando a Intensidade de Utilização pelas Empresas

Os resultados da pesquisa sugerem que as técnicas apresentadas, associadas à abordagem preconizada pela ES, foram em geral consideradas bastante importantes pelas empresas brasileiras que enfatizam o fator tecnologia.

Constatou-se que, com pequenas variações, as técnicas mais conhecidas e consideradas mais importantes pelos respondentes são as que apresentam menores dificuldades, as mais utilizadas, as que se encontram em grau mais avançado de implantação e, segundo eles, as propiciadoras dos maiores benefícios para as empresas. Por outro lado, aquelas menos conhecidas e consideradas menos importantes tendem a ser vistas como as que apresentam maiores dificuldades de utilização e, coerentemente, são as menos utilizadas, com menor grau de implantação e propiciadoras de menores benefícios.

A importância atribuída às técnicas é significativamente maior do que o seu nível de utilização. Este fato permite admitir que há grande demanda potencial a ser atendida para a introdução dessas técnicas nas empresas. As barreiras que estão dificultando o maior nivelamento entre a importância atribuída e o uso efetivo das técnicas devem ser objeto de preocupação não só dos executivos, mas também de pesquisadores. Esses obstáculos podem se relacionar com, entre outros motivos, o desconhecimento técnico, os desafios de caráter comportamental e as limitações de recursos. De qualquer forma, devem ser detectadas as causas e formuladas as estratégias que levem à intensificação do uso dessas técnicas pelas empresas, pois, indubitavelmente, isto acarretará impactos importantíssimos na competitividade, em nível de empresa, setorial e até mesmo nacional.

Todavia, convém ponderar que, como já se atribui a muitas dessas técnicas importância bastante elevada, o conhecimento a disseminar para a maioria delas deve ser de caráter mais operacional, pois já existe sensibilização para sua importância. As exceções ficam para aquelas técnicas que no estudo se revelaram

menos importantes e, coerentemente, menos conhecidas.

Como a amostragem adotada não foi aleatória, obviamente os resultados não podem ser generalizados para além do conjunto de empresas consideradas. Como salientado, a amostra, embora setorialmente bastante diversificada, teve forte representatividade dos setores eletro-eletrônico, metalúrgico e químico/petroquímico que, em conjunto, somaram aproximadamente 38% da mesma. Geograficamente, mais de 62% das empresas eram paulistas.

Finalizando, torna-se oportuno salientar que, muitas vezes, quando se refere à ES, se tende a considerar como elemento central dessa abordagem o uso de equipamentos e técnicas de informática sofisticados. Os levantamentos e as análises da presente pesquisa permitem supor que a ES se caracteriza muito mais como uma estratégia empresarial visando à compressão do tempo para o desenvolvimento de seus projetos do que como o uso de *hardware* ou *software* de última geração. Na verdade, estes constituem meios táticos em face da estratégia estabelecida. É dentro

A importância atribuída às técnicas é significativamente maior do que o seu nível de utilização. Este fato permite admitir que há grande demanda potencial a ser atendida para a introdução dessas técnicas nas empresas.

desse referencial conceitual que se explica o fato de, ao se buscar estudar as técnicas associadas à ES, ter sido identificado amplo conjunto de técnicas também utilizadas em ambientes nos quais não se constata, necessariamente e de forma explícita, a presença da ES. Este fato sugere que as empresas que adotam a ES utilizam, em geral, concomitantemente, outras abordagens gerenciais que se nutrem mutuamente, com impactos sobre a competitividade. Para determinar a intensidade com que a ES é praticada em uma empresa, um bom indicador é verificar o grau de paralelismo que ela consegue imprimir às atividades de desenvolvimento de seus projetos e, simultaneamente, a frequência com que utiliza equipes multidisciplinares e interdisciplinares. ◆

RESUMO

Neste artigo são descritos os aspectos básicos que caracterizam a Engenharia Simultânea como estratégia empresarial para a busca de maior competitividade. São apresentadas as principais técnicas que, de acordo com a literatura, estão associadas à Engenharia Simultânea. São discutidos os resultados de pesquisa empírica feita junto a 80 empresas selecionadas de um painel de 600 que apresentaram indícios de atribuírem alta ênfase à tecnologia. Várias conclusões e recomendações puderam ser extraídas dessa pesquisa quanto à classificação das técnicas e a algumas das ações a serem empreendidas visando a reduzir os problemas identificados e explorar as oportunidades detectadas.

Palavras-chave: engenharia concorrente, gestão de engenharia, administração de P&D, administração de equipes, técnicas de gestão, desenvolvimento de produtos, administração de projetos, engenharia simultânea, estratégia tecnológica.

ABSTRACT

The paper describes the basic aspects of Simultaneous Engineering as a strategic approach adopted by companies to enhance competitiveness. It presents the main tools that, according to the literature, are related to Simultaneous Engineering. Results of an empirical field research conducted on a group of 80 companies taken from a sample of 600 companies considered as technologically oriented are debated. Several conclusions and recommendations could be drawn from the research related to the classification of the tools studied, as well as some ideas aiming at reducing problems identified and actions for a better exploitation of detected opportunities.

Uniterms: concurrent engineering, engineering management, management of R&D, management of teams, management tools, product development, project management, simultaneous engineering, technological strategy.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKERT, B.A. Concurrent engineering: changing the culture. *CAE*, v.10, n.10, p.51-56, Oct. 1991.
- GAYNOR, G.H. Optimizing investments in technology: the role of managing cycle time. *Managing Technology Today*, May 1992.
- HALL, D. Concurrent engineering: defining terms and techniques. *IEEE Spectrum*, p.24, July 1991.
- HARVARD Business Review (HBR). Nota do Editor. p.93, Nov./Dec. 1989.
- KOCHAN, A. Simultaneous engineering puts the team to work. *Multinational Business*, n.1, 1991.
- KRUGLIANSKAS, I. *Efeito da interação organizacional na eficácia do centro de pesquisa e desenvolvimento cativo*. São Paulo, 1982. Tese (Doutorado) — Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo.
- _____. A interface P&D/marketing e seus efeitos na eficácia de centros cativos brasileiros. In: MARCOVITCH, Jacques et alii. *Política e gestão de ciência e tecnologia — estudos multidisciplinares*. São Paulo, Pioneira/USP, 1986.
- KRUGLIANSKAS, I. Efeito da interação entre P&D e produção na eficácia do centro de P&D de empresas brasileiras. SEMINÁRIO LATINOAMERICANO DE GESTÃO TECNOLÓGICA, 2. *Anais*. México, DF, 1987.
- _____. Engenharia simultânea: organização e implantação em empresas brasileiras. *Revista de Administração*, São Paulo, v.28, n.4, p.104-110, out./dez. 1993.
- MILLS, R. et alii. The future of product development. *Computer Aided Design*, Oct. 1991.
- MORTIMER, J. & HARTLEY, J. *Simultaneous engineering: the management guide to successful implementation*. Industrial Newsletters Ltd., 1990.
- ROSS, J.P. *Aplicações das técnicas Taguchi na engenharia da qualidade*. McGraw-Hill e Makron Books do Brasil, 1991.
- STEPHEN, I. & MICHAEL, W.B. *Handbook in resource and evaluation*. San Diego, EUA, Edits Publishers, 1976.
- WHEELER, R. Small work projects: team works counts more than computed-based tools. *IEEE Spectrum*, p.32, July 1991.